

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА, АРХИТЕКТУРЫ
И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РТ
МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА РТ

Известия КГАСУ
2012 г., № 4 (22)

ББК 38
И 33
УДК 69

Главный редактор: д-р техн. наук, проф. Р.К. Низамов
Зам. главного редактора: д-р техн. наук, проф., чл.-корр. АН РТ
А.М. Сулейманов

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Адельшин А.Б., д-р техн. наук, проф.;	Мирсаяпов И.Т., д-р техн. наук, проф., советник РААСН;
Айдарова Г.Н., д-р архитектуры, проф.;	Померанцев А.Л., д-р физ.-мат. наук, проф.;
Айдаров С.С., д-р архитектуры, проф., чл.-корр. РААСН;	Посохин В.Н., д-р техн. наук, проф.;
Брехман А.И., д-р техн. наук, проф.;	Рахимов Р.З., д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РААСН;
Загидуллина Г.М., д-р экон. наук, проф.;	Родионова О.Е., д-р физ.-мат. наук, проф.;
Каюмов Р.А., д-р физ.-мат. наук, проф.;	Соколов Б.С., д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РААСН;
Королев Е.В., д-р техн. наук, проф.;	Строганов В.Ф., д-р хим. наук, проф.;
Кузнецов И.Л., д-р техн. наук, проф.;	Сахапов Р.Л., д-р техн. наук, проф.;
Куприянов В.Н., д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РААСН;	Фурер В.Л., д-р хим. наук, проф.
Лежава И.Г., д-р архитектуры, академик РААСН;	

МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Санчез А.П., д-р хим. наук, в.н.с. (Испания);	Фишер Х.-Б., д-р (Германия);
Тхин Н.В., д-р техн. наук, проф. (Вьетнам);	Элсайед Т.А., канд. техн. наук, доц. (Египет);
Фиговский О.Л., проф., член Европейской АН, иностранный член РААСН (Израиль);	Янотка И., канд. техн. наук, с.н.с. (Словакия).

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:

ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»

Журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, определяемый Высшей аттестационной комиссией (ВАК), рекомендованных для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук. Статьи рецензируются. Перепечатка без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия (Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-25136 от 20 июля 2006 г.). Включен в общероссийский каталог ОАО Агентства «РОСПЕЧАТЬ», индекс издания – 36939.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1, ком. 79.
Тел. (843) 510-46-39, факс (843) 238-37-71
E-mail: patent@kgasu.ru Сайт: <http://izvestija.kgasu.ru>

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE RUSSIAN FEDERATION
KAZAN STATE UNIVERSITY OF ARCHITECTURE AND ENGINEERING
MINISTRY OF CONSTRUCTION, ARCHITECTURE AND HOUSING
OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN
MINISTRY OF TRANSPORT AND ROADS
OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

News of the KSUAE 2012, № 4 (22)

BBC 38
I 33
UDC 69

Editor-in-Chief: Dr. tech. sci., prof. Nizamov R.K.

Deputy Editors-in-Chief: Dr. tech. sci., prof., corr.-m. AS RT Suleimanov A.M.

EDITORIAL BOARD:

Adelshin A.B., Dr. tech. sci., prof.;	Mirsayapov I.T., Dr. tech. sci., prof., counselor of RAACS;
Aydarova G.N., Dr. arch. sci., prof.;	Pomerantsev A.L., Dr. phys-mat. sci., prof.;
Aydarov S.S., Dr. arch. sci., prof., corr.-m. RAACS;	Posochin V.N., Dr. tech. sci., prof.;
Brehman A.I., Dr. tech. sci., prof.;	Rakhimov R.Z., Dr. tech. sci., prof., corr.-m. RAACS;
Zagidullina G.M., Dr. economics sci., prof.;	Rodionova O.Ye., Dr. phys-mat. sci., prof.;
Kayumov R.A., Dr. phys-mat. sci., prof.;	Sokolov B.S., Dr. tech. sci., prof., corr.-m. RAACS;
Korolev E.V., Dr. tech. sci., prof.;	Stroganov V.F., Dr. chem. sci., prof.;
Kuznetsov I.L., Dr. tech. sci., prof.;	Sakhapov R.L., Dr. tech. sci., prof.;
Kuprijanov V.N., Dr. tech. sci., prof., corr.-m. RAACS;	Furer V.L., Dr. chem. sci., prof.
Lezhava I.G., Dr. arch. sci., academic of RAACS;	

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD:

Sanchez A.P., Dr. chem. sci., head of department (Spain);	Fischer H.-B., Dr.-Ing (Germany);
Thinh N.V., Dr. tech. sci., prof. (Vietnam);	Elsayed T.A., Cand. tech. sci., associate prof. (Egypt);
Figovskiy O.L., prof., member of EAS, foreign member of RAACS (Israel);	Janoťka I., Cand. tech. sci., head of unit (Slovakia).

THE FOUNDER AND THE PUBLISHER:

FSBEI of HHE «Kazan State University of Architecture and Engineering»

The journal is included in the index of leading reviewed scientific journals and editions, defined by the Higher Attestation Commission, and recommended for publication of basic scientific results of dissertations on scientific degree of the doctor and the candidate of sciences. The articles are reviewed. Reproduction without the permission of editors is prohibited; citing references to the journal are obligatory.

It is registered by Federal agency on surveillance of legislation observance in sphere of mass communications and cultural heritage protection (the certificate on registration PI № FS77-25136, dated July, 20th, 2006). It is included in the all-Russian catalogue of JCK «ROSPECHAT» Agency; an index of the edition is 36939.

EDITORIAL ADDRESS:

420043, Kazan, Zelenaya 1, office 79
Tel. (843) 510-46-39, fax (843) 238-37-71
E-mail: patent@kgasu.ru Web-site: <http://izvestija.kgasu.ru>



ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ	
Багаутдинова А.А. Этапы формирования учреждений дополнительного образования детей (УДО) XX- начала XXI веков	9
Ганина Т.С. Принципы концепции Урбо-матрикс в организации биосоциальной ткани города	16
Денисенко Е.В. Биоподходы в формировании архитектурного пространства XX-XXI вв.	23
Искандаров М.М., Михайлов А.Ю. Советский неоклассицизм 1930-1950-х гг.: проблема трансформации традиций российской классической архитектуры XVIII-XX веков	34
Загидуллина Г.М., Бирюлева Д.К., Матвеев И.Ю. Оценка проектных решений при реконструкции памятника истории и культуры на примере дома Фукса в г. Казани	40
Козлова И.В. Льно-прядельная мануфактура Алафузовых. Архитектурно-градостроительное развитие промышленного комплекса XIX века	46
Нугманова Э.И. Взаимодействие эстетического и экологического компонентов при разработке заданий на довузовском этапе архитектурно-художественной подготовки	54
ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ	
Иванова Е.А. Современные рынки в центре и на периферии – взаимосвязь исторических процессов и современных тенденций	60
Хайруллина Ю.С. К вопросу об основаниях для типологии градостроительных образований (узлов) с транспортно-коммуникационной специализацией	67
Шарафиева Д.Р. Функции туризма в социально-экономической структуре общества	78
СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ	
Башаров Ф.Ф. Испытание ппренгельной плиты пролетом 12 м из стального профилированного настила марки Н1 14-600 с наименьшей толщиной стенки 0,8 мм	87
Ершнев В.А., Латышева Е.В., Бондаренко А.С. Усадочные деформации в бетонных и железобетонных элементах	97
Замалиев Ф.С. Численные эксперименты в исследованиях пространственной работы сталежелезобетонных перекрытий	102
Зобачева А.Ю., Страхов Д.Е., Яковлева Т.В. Исследование устойчивости большепролетного клееного деревянного арочного сооружения с нагельным соединением	108
Ивлев М.А., Струговец И.Б., Недосеко И.В. Сравнительная оценка несущей способности, трещиностойкости и деформативности перемычек со стандартным и дисперсным армированием	117
Ишанова В.И., Удлер Е.М. Апробация метода раскроя при реконструкции тентового навеса сложной формы в г. Нижнекамске	124
Камалов А.З., Хамидуллина А.А. К вопросу исследования напряженно-деформированного состояния и устойчивости арочных сооружений	130
Куприянов В.Н., Халикова Ф.Р. Натурные исследования энергетических параметров инсоляции жилых помещений	139
Манапов А.З., Галимшин Р.А., Гимранов Л.Р. Интервальный анализ несущих конструкций защитного сооружения ханского дворца в г. Булгары РТ	148
Мещеряков В.М., Косенко Е.Е., Косенко В.В., Черпаков А.В., Шакирзянов Ф.Р. Моделирование напряженного состояния арматуры железобетонных конструкций с учетом влияния концентраторов напряжения в виде периодического профиля	162
Хусаинов Д.М., Козлов М.В., Шагиева Г.Р. Определение оптимальных размеров фундаментов рекламных конструкций балластного типа	171
Хусаинов Д.М., Крупин В.П., Шагиева Г.Р. Определение параметров рекламных крышных конструкций балластного типа с учетом неэкономических потерь	175
Шмелев Г.Н., Козлов М.В., Сусаров А.В., Хайдаров Л.И. Испытание теплоизоляционных и гидроизоляционных материалов для определения диаграмм их работы	180
Шмелев Г.Н., Сусаров А.В., Хайруллин Л.Р. Напряженно-деформированное состояние несущих кронштейнов навесных фасадных систем	186
ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ	
Мирсаяпов И.Т., Королева И.В. Особенности деформирования глинистых грунтов при режимном нагружении	193
Мирсаяпов И.Т., Шакиров М.И. Поведение моделей плитно-свайных фундаментов при циклическом нагружении	199
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ	
Багаутдинова А.Г., Золотоносов А.Я., Золотоносов Я.Д., Сулимов Н.И., Яхнев М.Н. Математическое описание теплообменных поверхностей сложных каналов типа «конфузор-диффузор»	204
Давыдов А.П., Валиуллин М.А. Величина поправочного коэффициента к количеству движения при слиянии двух параллельных потоков жидкости в ламинарном и турбулентном режимах	209
Караева Ю.В., Даминнов А.З., Соломин И.Н., Садыков Р.А. Моделирование и долгосрочное прогнозирование развития энергетического сектора населенного пункта	215
Оспнова Л.Э., Низамов И.И. Исследование диффузии в многокомпонентных газовых смесях	224

Соломин И.Н., Даминов А.З., Еремин С.А., Садыков Р.А., Сафин И.А., Фаизов А.И. Метод определения оптимальных диаметров участков тепловой сети	234
Чирков А.М., Князева И.А., Золотоносов Я.Д. Технологические особенности лазерной сварки пружинно-витых каналов теплообменных аппаратов	240
ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ	
Васенев А.Н., Васенев А.Н., Богачев М.И., Адельшин А.А. Применение комбинированных методов оценки экономического эффекта от внедрения новых технологий на примере систем очистки нефтепромысловых сточных вод	245
Захватов Г.И., Никитин Ю.В., Тахиди Ю.Н. Электрохимическая стабилизация качества оборотной воды	251
СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ	
Ашрапов А.Х., Абдрахманова Л.А., Низамов Р.К., Фахрутдинова В.Х., Потапова Л.И. Исследование механизма влияния кремнезоль на свойства поливинилхлоридных композиций	257
Аюпов Д.А., Макаров Д.Б., Мурафа А.В., Потапова Л.И. Битум-полимерные вяжущие и битумные эмульсии для дорожного строительства с применением продукции нефтехимического комплекса Республики Татарстан	263
Бадердинов И.Р., Габидуллин М.Г., Рахимов Р.З., Балганов М.А., Евсеев Б.А., Рахимов М.М., Низембаев А.Ш., Хорев Н.М. Влияние одно- и двухуровневого армирования стальной и стеклянной фиброй на время начала трещинообразования бетона класса В45	270
Вагапов Р.Ф., Спичин Д.А., Оратовская А.А. Строительные материалы на основе промышленных отходов Республики Башкортостан	279
Габидуллин М.Г., Габидуллина А.Н. Расчетно-графический метод разработки базовых показателей свойств газокерамики с использованием «коэффициента технологичности»	285
Каюмов Р.А., Мухамедова И.З., Ковтунова Т.И. Анализ чувствительности задачи идентификации механических характеристик тканевого композита	296
Красникова Н.М., Ерусланова Э.В., Хозин В.Г. Керамзитопенобетон из сухой смеси для пенобетона	302
Лаптев Г.А., Губанов Д.А., Ерофеев В.Т. Оптимизация составов металлобетонов на алюминиевом связующем	307
Морозов Н.М., Морозова Н.Н. Исследование долговечности модифицированных бетонов для монолитного строительства	312
Наумов А.А., Юндин А.Н. Дилатометрические характеристики при замораживании водонасыщенного модифицированного керамического черепка	319
Панина А.А., Лыгина Т.З., Губайдуллина А.М., Николаев К.Г., Халитова А.Н. Исследование портландцемента с модифицированной цеолитсодержащей добавкой	326
Старовойтова И.А., Хозин В.Г., Сулейманов А.М., Халикова Р.А., Зыкова Е.С., Абдулхакова А.А., Муртазина А.И., Хадеев Э.П. Одноосноориентированные армированные пластики: анализ состояния, проблемы и перспективы развития	332
Строганов В.Ф., Куколева Д.А., Мухаметова А.М. Исследование влияния эпоксидных полимерных покрытий на биостойкость и гидроизоляционные свойства бетонных поверхностей	340
Фурер В.Л., Пантелеева Т.А. Оптимизация геометрии и расчет частот нормальных колебаний первого поколения дендримера с оксифенетиламинными концевыми группами	346
Халиуллин М.И., Рахимов Р.З., Гайфуллин А.Р. Композиционные гипсовые вяжущие с добавками извести, керамзитовой пыли и суперпластификаторов	351
Хозин В.Г., Хохряков О.В., Сибгатуллин И.Р. Текучесть порошков композиционных цементов (ТМЦ и ЦНВ) и их минеральных компонентов	356
ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО	
Олимпиев В.В., Алексеева О.В., Тартыгашева А.М. Модель турбулентного течения в кольцевой поперечной канавке на стенке канала	362
ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА	
Ладнушкин А.А. Технико-экономическое обоснование технологии бескранового монтажа при реконструкции теплоэлектростанций	367
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ, МЕТРОПОЛИТЕНОВ, АЭРОДРОМОВ, МОСТОВ И ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ	
Вдовин Е.А., Мавлиев Л.Ф. Повышение качества укрепленных грунтов введением гидрофобизирующих добавок	373
Лисенков В.А., Муллагулов Ф.Ш. К проблеме конструирования дорожных одежд	379
Логина О.А. Обеспечение безопасности диких животных при пересечении ими автомобильных дорог	383
Терегулова Э.Р. Перспективы применения жестких дорожных одежд при строительстве автомобильных дорог и аэродромов и проблемы их конструирования и расчета	389
Тихомирова Н.П. Проблемы проектирования улиц-въездов в городах	397

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА	
Алексейцев А.В., Серпик И.Н., Бутенко А.В. Анализ ударного запроектного воздействия на пространственные рамные системы	401
Гриднев С.Ю., Будковой А.Н. Оценка динамического воздействия автомобиля на путь при торможении и разгоне с учетом кинематического возмущения	409
ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ (в строительстве)	
Белай О.С. Комплексное развитие и освоение территории как составляющая инновационного развития страны и регионов	416
Богатова С.Н., Дергунова А.В. Перспективы инновационного развития экономики и строительного комплекса Республики Мордовия	424
Боровских О.Н., Козлова Е.В. Реализация социальных жилищных программ как инструмент повышения обеспеченности населения жильем	431
Гареева Н.А. К вопросу об оценке инновационного потенциала муниципальных образований Республики Татарстан	437
Зайнуллина Д.Р. Оценка эффективности инновационных проектов	444
Павлов В.П., Камалетдинов М.И. Современные проблемы оптимизации услуг городского транспорта на примере г. Казани	451
Романова А.И., Добросердова Е.А. Инвестиционное развитие строительного комплекса региона на основе проектного финансирования	459
Сиразетдинов Р.М. Модель управления платежеспособным спросом населения на региональном рынке жилья	465
Харисова Г.М., Бобкова А.А. Развитие региональной инвестиционно-инновационной деятельности (на примере Республики Татарстан)	469
Харисова Р.Р., Хабибуллина Л.В. Влияние реформы жилищно-коммунального хозяйства на уровень тарифов в регионе	477
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ (в строительстве)	
Петрова С.Н., Дубовкина А.В. Влияние кооперации на развитие сетевых виртуальных систем	483
Постнов К.В., Гурьянов А.С. Использование морфологического метода в процессе управления проектными организациями	488
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ (в строительстве)	
Каюмов Р.А., Шакирзянов Ф.Р., Шевченко С.Ю. Оценка несущей способности системы конструкция-грунт	496
ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ (в строительном вузе)	
Бикчентаева Р.Р., Халиуллин М.И. Формирование компетенций у будущих педагогов профессионального обучения посредством практик	502
Мубаракшина Ф.Д. Проектный семинар – перспективная форма внеучебной деятельности в подготовке специалиста архитектурно-строительного вуза	509
Мубаракшина Ф.Д., Ткаченко О.Ю. Методика разработки антуража на основе выявления геометрической формы кроны дерева для студентов творческих специальностей архитектурно-строительных вузов	514
Сафин Р.С., Корчагин Е.А., Загидуллина Г.М., Вильданов И.Э., Шарафутдинов Д.К., Абитов Р.Н. Интеграционный процесс формирования и развития строительного образовательного кластера	520
Строганов В.Ф., Гумеров Т.Ю., Вильданов И.Э. Системный подход в подготовке инженеров-экологов при изучении дисциплины «управление охраной окружающей среды»	530
Удлер Е.М., Пекерман Э.Е. Проблемы обучения дисциплине САПР в архитектурно-строительном вузе	535
Правила представления материалов для публикации в научном журнале «Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета»	540



CONTENTS

ARCHITECTURE THEORY AND HISTORY, HISTORICAL AND ARCHITECTURAL HERITAGE RESTORATION AND RECONSTRUCTION	
Bagautdinova A.A. Stages of formation of architectural and functional development of additional education of children in Russia in XXth- in the beginning of XXIst century	9
Ganina T.S. Principles of the concept urbo-matrix in organization of biosocial tissue of city	16
Denisenko E.V. The biometods in the formation of the architectural space in XX-XXI centuries	23
Iskandarov M.M., Mikhailov A.Y. The Soviet Neoclassicism of 1930-1950`s: the problems of transformation tradition of Russian classical architecture of XVIII-XX centuries	34
Zagidullina G.M., Biryuleva D.K., Matveev I.Y. Assessment of design decisions for reconstruction of historical and cultural monument on an example of the house of Fuchs in Kazan	40
Kozlova I.V. Alafuzov`s linen-spinning factory. Architectural and urban building development of industrial complex of XIX century	46
Nugmanova E.I. The relationship of the aesthetic and environmental components in the architectural and artistic education on the example of author's learning task	54
URBAN DEVELOPMENT, RURAL SETTLEMENTS PLANNING	
Ivanova E.A. Historical overview of Kazan city market squares formation	60
Khayrullina Y.S. To the question about typology of the urban entities` (nodes) with a transport and communications specialization	67
Sharafieva D.R. Functions of tourism in socio-economic structure of society	78
BUILDING STRUCTURES, HOUSES	
Basharov F.F. Testing the 12 m span strut-framed slab made of H114-600 grade steel decking with deck thickness minimum 0,8 mm	87
Eryshev V.A., Latysheva E.V., Bondarenko A.S. Shrink deformations in concrete and reinforced concrete elements	97
Zamaliyev F.S. Numerical experiments in researches of spatial work of steel-concrete floorings	102
Zobacheva A.U., Strahov D.E., Iakovleva T.V. Analysis of span wooden arches stability	108
Ivlev M.A., Strugovets I.B., Nedoseko I.V. Comparative evaluation of the carrying capacity, crack resistance and deformability jumper with standard and fiber reinforcement	117
Ishanova V.I., Udler E.M. Approbation of method of cutting in the reconstruction of complex shaped tent shed in the Nizhnekamsk city	124
Kamalov A.Z., Khamidullina A.A. To the question of research of the stress strain state and stability arched constructions	130
Kupriyanov V.N., Khalikova F.R. Field investigation of the energy parameters of insulation of residential premises	139
Manapov A.Z., Galimshin R.A., Gimranov L.R. The interval analysis of the covering structures over the khan palace in c. Bulgar Republic Tatarstan	148
Mecherjakov V.M., Kosenko E.E., Kosenko V.V., Cherpakov A.B., Shakirzianov F.R. Modeling of stress condition of reinforcement concrete structures, with the influence of stress raisers as of periodical profile	162
Khusainov D.M., Kozlov M.V., Shagieva G.R. Determination of optimal size of foundations of ballast type advertising structures	171
Khusainov D.M., Krupin V.P., Shagieva G.R. Defining the parameters of ballast type advertising constructions roof with the non-economic losses	175
Shmelev G.N., Kozlov M.V., Susarov A.V., Haidarov L.I. Test insulation and waterproofing materials to determine their performance charts	180
Shmelev G.N., Susarov A.V., Khairullin L.R. Stress-state bearing brackets hinged facade system	186
FOUNDATIONS, UNDERGROUND STRUCTURES	
Mirsayapov I.T., Koroleva I.V. Features of deformation of clay soils during regime loading	193
Mirsayapov I.T., Shakirov M.I. Behavior of plate-pile foundations models under cyclic loading	199
HEATING, VENTILATION, AIR CONDITIONING, GAS SUPPLY AND LIGHTING	
Bagoutdinova A.G., Zolotonosov A.Ya., Zolotonosov Ya.D., Sulimov N.I., Yakhnev M.N. Mathematical description of the heat exchange surfaces of complex channels such as «confuser-diffuser»	204
Davidov A.P., Valiullin M.A. The value of the correction factor to the linear momentum at the confluence of two parallel fluid flows in laminar and turbulent modes	209
Karaeva Iu.V., Daminov A.Z., Solomin I.N., Sadykov R.A. Modeling and long-term forecasting of the township energy sector development	215
Osipova L.E., Nizamov I.I. Research of diffusion in multicomponent gas mixtures	224
Solomin I.N., Daminov A.Z., Eremin S.A., Sadykov R.A., Safin I.A., Faizov A.I. A method of determining the optimum diameter values of the heat supply network sections	234
Chirkov A.M., Knyazeva I.A., Zolotonosov Ya.D. Technological features of laser welding of spring-twisted channels of heat exchangers	240
WATER SUPPLY, SEWERAGE, WATER CONSERVATION CONSTRUCTION	
Vasenev A.N., Vasenev A.N., Bogachev M.I., Adelshin A.A. Application of combined economic effect estimation methods from the introduction of new technology on the example of using oilfield wastewater treatment	245

Zahvatov G.I., Nikitin Y.V., Tachtsidi Y.N. Electrochemical quality of recalculating water	251
BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS	
Ashrapov A.Kh., Abdrahmanova L.A., Nizamov R.K., Fakhrutdinova V.Kh., Potapova L.I. Researches of the mechanism of influence sol of silicon on properties of polyvinylchloride compositions	257
Ayupov D.A., Makarov D.B., Murafa A.V., Khozin V.G., Potapova L.I. Asphalt-polymer binders and bitumen emulsions with the application of petrochemical production for road construction	263
Badertdinov I.R., Gabidullin M.G., Rakhimov R.Z., Baltanov M.A., Evseev B.A., Rakhimov M.M., Nizembaev A.Sh., Horev N.M. Influence of one- and two-level reinforcement steel and glass-reinforcement on the cracking start time of class B45 concrete	270
Vagapov R.F., Sinitsyn D.A., Oratovskaya A.A., Tenenbaum G.V. Construction materials based on industrial wastes of the Republic of Bashkortostan	279
Gabidullin M.G., Gabidullina A.N. Graphical and calculational method of gas ceramics' basic values determination using «manufacturability factor»	285
Kayumov R.A., Muhamedova I.Z., Kovtunova T.I. Sensitivity analysis of the problem of identification of tissue mechanical properties of the composite	296
Krasnikova N.M., Eruslanova E.V., Khozin V.G. Expanded clay aggregate foamed concrete of the dry mixture for the foamed concrete	302
Laptev G.A., Gubanov D.A., Yerofeev V.T. Optimization of structures of metal concrete on the aluminum binding	307
Morozov N.M., Morozova N.N. Modified concrete durability research for monolithic construction	312
Naumov A.A., Yundin A.N. Dilatometric characteristics at freezing of water-saturated modified ceramic crock	319
Panina A.A., Lygina T.Z., Gubaydullina A.M., Nikolaev K.G., Khalitova A.N. Research Portland cement with the modified zeolite-containing additive	326
Starovoitova I.A., Khozin V.G., Sulejmanov A.M., Khalikova R.A., Zykova E.S., Abdulkhakova A.A., Murtazina A.I., Khadeev E.P. Uniaxially oriented fiber reinforced plastics: analysis of the problems and prospects of development	332
Stroganov V.F., Kukoleva D.A., Moukhametova A.M. Research of the influence of epoxy polymer compositions on biostability and dampproof properties of the concrete	340
Furer V.L., Panteleeva T.A. Geometry optimization and calculation of harmonic vibrational frequencies of first generation dendrimer with oxypenethylamine terminal groups	346
Khaliullin M.I., Rakhimov R.Z., Gaifullin A.R. Composite gypsum binder with additives of a lime, a haydite dust and supersofteners	351
Khozin V.G., Khohryakov O.V., Sibgatullin I.R. Fluidity of powders of composite cements (TMC and CNV) and their mineral components	356
HYDROTECHNICAL CONSTRUCTION	
Olimpiev V.V., Alekseeva O.V., Tartygasheva A.M. Calculation of heat transfer and friction deep grooves transverse to the flow turbulence	362
CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND ORGANIZATION	
Ladnushkin A.A. Feasibility study installation techniques for reconstruction without crane power plants	367
ROADS, SUBWAYS, AIRPORTS, BRIDGES AND TUNNELS DESIGN AND CONSTRUCTION	
Vdovin E.A., Mavliev L.F. Improving the quality of soil stabilization by introducing hydrophobic additives	373
Lisenkov V.A., Mullanurov F.Sh. The problem of constructing the pavement	379
Loginova O.A. Ensuring the security of wild animals at the intersection of motor roads	383
Teregulova E.R. Prospects of application of rigid road under construction of automobile roads and airfields, and the problems of design and calculation	389
Tikhomirova N.P. Problems of design of streets entries into the cities	397
BUILDING MECHANICS	
Alexeytsev A.V., Serpik I.N., Butenko A.V. Analysis of emergency collision actions on the spatial frames	401
Gridnev S.Yu., Budkovoy A.N. Assessment of the dynamic impact of a car on the road during braking and acceleration with taking into account the kinematic perturbations	409
ECONOMY MANAGEMENT AND ECONOMICS (in building)	
Belai O.S. Innovative development, integrated development of the territory, the problems and prospects of low-rise construction, housing affordability, housing construction	416
Bogatova S.N., Dergunova A.V. Prospects of innovative development of economy and construction complex of the Republic of Mordovia	424
Borovskikh O.N., Kozlova E.V. The implementation of social housing programs, as the tool of increase of availability of habitation	431
Gareeva N.A. To the question of the estimation of innovative potential of municipal formation in the Republic of Tatarstan	437
Zainullina D.R. Evaluating the effectiveness of innovative projects	444

Pavlov V.P., Kamaletdinov M.I. Modern problems of optimization of urban transport services on the example of Kazan	451
Romanova A.I., Dobroserdova E.A. Investment development of construction in the region based on project financing	459
Sirazetdinov R.M. Model of management of solvent demand of the population in the regional market of housing	465
Kharisova G.M., Bobkova A.A. The development of a regional investment and innovation activity (on the example of the Republic of Tatarstan)	469
Kharisova R.R., Khabibullina L.V. Influence the reform of housing and communal services for tariffs in the region	477
SYSTEM ANALYSIS, MANAGEMENT AND INFORMATION PROCESSING (in building)	
Petrova S.N., Dubovkina A.V. Influences of cooperation on the development of net-virtual system	483
Postnov K.V., Guryanov A.S. The usage of morphological methods in the management of project organizations	488
MATHEMATICAL MODELLING, NUMERICAL METHODS AND COMPLEXES OF PROGRAMS (in building)	
Kayumov R.A., Shakirzyanov F.R., Shevchenko S.Y. Evaluation of bearing capacity of the soil-structure	496
THEORY AND VOCATIONAL TRAINING TECHNIQUE (in engineering higher educational institution)	
Bikchentaeva R.R., Khaliullin M.I. Formation of the competences of future teachers through training practices	502
Mubarakshina F.D. The Workshop is the perspective form of extracurricular activity of the higher school architectural and engineer specialist preparation	509
Mubarakshina F.D., Tkachenko O.U. The methodology of development of the surroundings based on the identifying of the geometric shape of the tree crown for students of architectural and engineering universities	514
Safin R.S., Korchagin E.A., Zagidullina G.M., Vildanov I.E., Sharafutdinov D.K., Abitov R.N. The integration process of formation and development of the civil engineering educational cluster	520
Stroganov V.F., Gymerov T.U., Vildanov I.E. The systems approach to training engineers ecologists studying the discipline «Environmental management»	530
Udler E.M., Pekerman E.E. Problems of CAD training in architectural and construction university	535
Rules of representation of materials for the publication in scientific journal «Kazan State University of Architecture and Engineering news»	540



УДК 303.446.4

Багаутдинова А.А. – аспирант

E-mail: aklima775@rambler.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Этапы формирования учреждений дополнительного образования детей (УДО) XX-начала XXI веков

Аннотация

В развитии учреждений дополнительного образования детей (УДО) можно выделить 4 основных этапа: 1-й – синкретизм, 2-й – становление, 3-й – зрелость, 4-й – трансформация. Архитектурно-функциональное развитие УДО происходит параллельно с этими этапами: до 1917-го года это были народные дома, дореволюционное культурно-просветительское общедоступное учреждение, с архитектурно-планировочной структурой и составом помещений для образовательных и культурно-просветительских нужд того времени. Начиная с 1917 года происходит формирование системы внешкольных учреждений в архитектурно-планировочной структуре школьных учреждений, детских садов, и как отдельные, самостоятельные новые архитектурные объекты – дома и дворцы пионеров. С начала 1990-х они преобразуются в УДО, переходят на негосударственное финансирование, изменяется масштабность. Архитектурно-функциональная структура этих учреждений, по сравнению с прошлыми эпохами, не имеет целостности и требует нового типа УДО, разработанного для современного этапа и нынешнего поколения.

Ключевые слова: учреждение дополнительного образования, народный дом, дом пионеров, дворец пионеров, многокомплектная школа, внешкольная работа.

Учреждение дополнительного образования (УДО) – это тип образовательного учреждения в Российской Федерации, который имеет свою специфику и задачи, основная цель которого – развитие мотивации личности к познанию и творчеству, реализация дополнительных образовательных программ и услуг в интересах личности, общества, государства [1].

В зависимости от изменений в обществе, политике и экономике государства происходят изменения в архитектурно-планировочной структуре УДО, в составе помещений, функциях и т.д. Сегодня общество вступает в новую эпоху и диктует свои новые правила и функции для УДО, которые не изучались и не учитывались на современном этапе развития этих учреждений. УДО нуждается в новых типах архитектурно-планировочных структур, которые могли бы содержать положительный исторический опыт проектирования и учитывать современные потребности нового поколения.

Основной задачей является создание таких условий, чтобы ребенок с раннего возраста активно развивался соответствии с его интересами, желаниями и имеющимся потенциалом, постоянно стремился узнать что-то новое, изучал окружающую среду, пробовал свои силы в изобретательстве, творческой деятельности, спорте [2].

Существуют следующие виды УДО: дворцы детского творчества, дома детского творчества, центры дополнительного образования, включающие в себя внешкольные работы, станции юных натуралистов, спортивные школы. С 2006 года в номенклатуру вошли: школа (по различным областям науки и техники), детский музей (детского творчества, литературы и искусства), детский парк, детский образовательно-оздоровительный клуб, лагерь [1]. Детские сады также подлежат исследованию, так как они также входят в систему образования и сегодня включают частично в свою систему дополнительное, платное образование для детей.

В развитии УДО можно выделить 4 основных этапа: 1-й – синкретизм, 2-й – становление, 3-й – зрелость, 4-й – трансформация [3].

1-й этап – до 1917 г., в дореволюционной эпохе раннего развития УДО характерно отсутствие доминанты в социализации. В конце 19 века появляется термин «Внешкольная работа». Этим словосочетанием называлась культурно-просветительная деятельность [4]. Развитие архитектурно-планировочного решения УДО на данном этапе

идет как разработка теоретических основ в создании первых экспериментальных внешкольных учреждений для детей.

В 1904 г. в городе Москве открылся первый городской народный дом, при котором был создан клуб для детей – Введенский народный дом, архитектор И.А. Иванов-Шиц, 1903-1904 гг., который в конце 1940-х гг. был полностью перестроен. Кроме него, в Москве к 1914 г. функционировало 11 независимых народных домов [2].

Народный дом – в дореволюционной России общедоступное культурно-просветительское учреждение [5].

До 1914 г. народные дома в основном были государственными, так же встречались негосударственные, которые были построены и финансировались частными благотворителями.

Народные дома XIX – начала XX-го вв. объединяли по возможности все формы досуговой и образовательной деятельности. В состав их архитектурно-планировочной структуры входили: библиотека с читальным залом, театральнo-лекционный зал со сценической площадкой, книготорговая лавка, школа воскресного дня, вечерние классы для взрослых, хор, «чайная». При некоторых народных домах располагались музеи, где сосредотачивались различные виды наглядных пособий, которые использовались в процессе систематических занятий и при чтении лекций, постоянно действующие и передвижные выставки.



Рис. 1. Здание Введенского народного дома, 1903-1904 гг. Арх. И.А. Иванов-Шиц

Разработкой проектов народных домов занимались такие известные архитекторы, как Ф.О. Шехтель, П.П. Рудавский, И.А. Иванов-Шиц и др. В 1910-1914 гг. И.П. Кондаков и А.У. Зеленко совместно выполнили серию типовых проектов народных домов, которые не были реализованы.

В Санкт-Петербурге существовали: Народный дом Николая 2-го (не сохранился, арх. А.Н. Померанцев, 1900 г.), Опера Народного дома (арх. Г.И. Люцдарский, 1912 г.), на Лесном проспекте народный дом-читальня имени Нобеля (арх. Р.Ф. Мельцер, 1901 г.).

Самым крупным народным домом вне Петербурга был Аксаковский народный дом в городе Уфе, с залом на 600 мест (1909 г.) [5].

2-й этап – начиная с 1917 года до начала 1930-х годов XX-го века. Эпоха диктатуры пролетариата. Доминанта социализации – обучение, так как основной целью являлась ликвидация неграмотности, а задачей – освоение образовательного минимума большинством населения [5].

С первых шагов советской архитектуры зданиям школ и детских учреждений уделялось большое внимание. На формирование нового типа здания средней школы оказал влияние новый метод обучения, так называемый «лабораторно-бригадный». Новые

школьные здания были спроектированы на 1-2 тыс. учащихся по программам, которые предусматривали: многочисленные кабинеты, лаборатории, мастерские, физкультурный зал, библиотеку, столовую, помещения для ученических организаций, рекреационные залы с возможным использованием их для собраний и различных мероприятий (спектакли, концерты, кино и др.) Но строительство таких школ было не реальным, дорогим в строительстве и весьма не экономичным в эксплуатации. Но такие школы все же появились. 1926-1927 гг. в Ленинграде по оси Тракторной улицы на проспекте Стачек была построена школа на 1000 учащихся. Эта школа стала первым примером нового типа школьного здания, запроектированного и построенного по новой программе, план которой точно отвечал функциональным требованиям программы: актовые и физкультурные залы изолированы от учебных помещений, что позволяет использовать их вне учебного времени. В школьном здании запроектированы три мастерские, физический и химический кабинеты с лабораториями, 25 общих аудиторий, обсерватория, класс для рисования, библиотека и медпункт. А. Никольский предвосхитил принцип построения **многокомплектной** школы – в асимметричной объемно-пространственной композиции тщательно учтены требования функционального процесса. Далее появляются школы с более компактными планировками на 600-700 учащихся: в Ленинграде – на Лесном проспекте (В. Гальперин, А. Никольский, 1930-1932 гг.), на ул. Ткачей (Г. Симонов, 1928-1929 гг.), на ул. Стачек (И. Фомин, 1930 г.), в Москве – ул. Русаковская (Н. Федоров, 1928-1929 гг.) и др [6].

Для начального периода типологического формирования, в принципе, нового типа зданий – детских садов и яслей – также была характерна чрезмерно сложная и малоэкономичная структура здания, обусловленная отсутствием у архитекторов опыта разработки подобных типов зданий. Стремление к уменьшению контакта детей вело к проектированию большого числа мелких групп помещений с самостоятельными входами, изоляторами и др. помещениями. Примеры детских садов на 140 детей (А. Пастернак) и на 100 детей (С. Антонов) [6].

Начинает формироваться государственная система внешкольных учреждений, которые в этот период играли второстепенную роль и поэтому имели возможность для относительно самостоятельного свободного развития.

В 1923 году в Москве, в районе Хамовнический, на основе детского клуба «Трудовая коммуна» открывается первый в стране Дом пионеров.

В 1920-30-е годы продолжается создание подобных учреждений, к 1939 году их число в Москве достигло 13-и.

3-й этап – начиная с 1930-х до середины 1980-х годов. Эпоха тоталитарного государства. Доминанта – воспитание. Цель – формирование личности. Задача – воспитание необходимых качеств заданного типа личности. Теряется самостоятельность учреждений. Идет идеологизация системы внешкольных учреждений, которые были призваны помогать школе в решении задач воспитания [3].

После принятия 26 декабря 1932 года постановления Совета народных комиссаров РСФСР «О мероприятиях по развёртыванию внешкольной работы среди детей в 1933 г.», начинается настоящий бум открытия новых детских внешкольных учреждений, домов и дворцов пионеров и школьников [5].

Дома и Дворцы пионеров – это основные учреждения для внешкольной работы, развивающие творческие задатки детей в различных областях знания, техники, искусств.

На основе дворцов пионеров работали различные кружки, детские клубы, творческие коллективы, действовала методическая служба пионерской организации. Дворцы пионеров вначале размещались, в основном, в переоборудованных для этих целей конфискованных после революции дворцах аристократии и особняках.

Первый Дворец пионеров открылся 6 сентября 1935 года в Харькове. Изначально это было здание Дворянского собрания. В Таганроге Дворец пионеров и школьников был открыт 24 января 1936 года. Здание, в котором он расположился, было построено в 1830 году как особняк купцом Д. Петрокино.

С середины 1930-х годов в начавшемся строительстве зданий для домов и дворцов преобладали подражания формам дворцовой архитектуры прошлых эпох. В 1936 году в переулке Стопани Москвы открывается городской Дом пионеров и октябрят,

переименованный в Дворец в 1965 году. В 1930-е годы дома и дворцы пионеров открылись и в других городах.

С конца 1950-х годов появляются новые образцы этого типа зданий. Структура дворцов и домов пионеров, в силу специфики работы с детьми, состояла из отдельных функциональных зон, а также групп помещений в соответствии с характером проводимой работы: массово-политической, в области художественного и технического творчества. Большая роль принадлежала идее синтеза искусств [5]. Планировка прилегающих участков выполнялась с игровыми и спортивными площадкам, площадью парадов и другими сооружениями.



Рис. 2. Москва. Дворец пионеров на Ленинских горах, 1962 г.
Арх. В. Егеров, В. Кубасов, Ф. Новиков, Б. Палуй, И. Покровский, М. Хажакян

Самый крупный в СССР Дворец пионеров и школьников на Ленинских горах в Москве был открыт 1 июня 1962 года (арх. В. Егеров, В. Кубасов, Ф. Новиков, Б. Палуй, И. Покровский, М. Хажакян). Комплексу Дворца присущи черты открытости и приветливости, достигнутые общим построением объемно-пространственной композиции и органической связью с природой. Композиция плана дает возможность проводить как общие, так и коллективные мероприятия, требующие свободных зальных пространств, клубную работу по интересам (фотокино, живопись, хореография и т.д.) Этот прием затем широко вошел в практику проектирования сложных архитектурных комплексов, где в зависимости от потребностей осуществляется дифференциация либо объединение пространств. К главному корпусу Дворца, где расположены вестибюль-зимний сад и ряд двухсветных торжественных залов и игровых помещений, торцами примыкают корпуса клуба занимательной науки, кружковых комнат и детского театра. Эти корпуса образуют уютные дворики, связанные открытыми лестницами. В отдельном здании расположен концертный зал, который ко второму этажу соединяется с главным корпусом остекленным переходом [7]. После возведения Московского дворца пионеров все чаще в практике работы архитекторов возникали образы крупных произведений архитектуры для детей. Вслед за московским последовало строительство киевского Дворца пионеров.

Дворец пионеров в городе Киеве расположен на берегу Днепра (арх. А. Милецкий, Э. Бильский, А. Печенов, Л. Линович, 1965 г.). В нем может находиться одновременно 3000 детей. Планировочно все многочисленные помещения дворца сгруппированы в три функциональные зоны: торжественных собраний, зрелищную и кружковую. Планировка здания в виде двух параллельных асимметричных корпусов (передний – зона общественных мероприятий и зрелищ, задний – помещение кружковой работы), объединенных объемом зрительного зала [7].

В 1970-х гг. в некоторых новых дворцах пионеров появилась тенденция выражать в архитектурных формах некий символический смысл, который можно связать с ситуацией игры, пронизывающей в значительной мере деятельность внешкольных учреждений.

Комплекс культуры и спорта в пионерском лагере «Орленок» на Черном море (арх. Л. Гальперин, Ф. Фабрицкий, И. Шмелев, 1975 г.), состоящий из зрительного зала на 1000 мест с клубными помещениями и крупного плавательного бассейна с 50 метровой ванной, скомпонован таким образом, что походит на корабль, готовый пуститься в плавание. Такое решение уместно, так как здесь дети знакомятся с морским делом.

В Андыре построен Дворец пионеров, средства для которого собрали пионеры всей страны (арх. А. Михе, Ю. Шаронов, Ю. Тихонов, В. Радионов). В четырехэтажный объем входят киноконцертный зал на 200 мест, спортзал, бассейн, библиотека, кружковые комнаты, зимний сад.

В СССР к 1957 году было построено 2153 дворца и дома пионеров. К началу 1970-х работало свыше 3500. Утвержденным Министерством просвещения Положением регламентировались порядок открытия Домов пионеров, структура, содержание и организация учреждений. К концу 1980-х годов в СССР работало свыше 3800 дворцов и домов пионеров.

Что касается архитектурно-функционального развития школ и детских, яслей, садов 1930-х годов, то происходит переход на строительство по **типовым** проектам. В эти годы практическая необходимость решительного увеличения объемов строительства детских садов и яслей встала во весь рост, поскольку отсутствие необходимого их числа тормозило развитие отраслей промышленности, в которых особо широко применялся женский труд (текстильная промышленность, часовое и др. производства) [8]. Было организовано типовое проектирование экономичных решений на 20, 40, 60, 80, 120 человек. Для школ также разработались типы школ на 880, 400 и 200 человек, в которых был определен состав как учебных, так и учебно-вспомогательных помещений.

С конца 1940-х годов, в связи с политехнизацией обучения, в школах начали проектировать учебные мастерские, были включены помещения, отсутствовавшие в зданиях школ и детских садов до войны: веранды и общие музыкальные школы в детских садах, спортзалы в школах и др.

В 1950 году начинается проектирование и строительство здания объединенных детских садов и яслей. Среди различных планировочных схем наиболее удачной стала группа блоков, которые объединялись теплыми переходами и одноэтажными вставками административно-хозяйственных помещений. Например, детское учреждение на 280 детей в Новых Черемушках и др. В крупных городах строятся укрупненные школы на 1200-1700 учащихся, что делает экономически возможным расширение номенклатуры общешкольных помещений (более развитые спортивные залы, актовые залы, библиотеки, мастерские и т.д.). Поиски новых решений идут по пути расширения функций школьного здания, превращая школу в центр не только учебной, но и **внешкольной воспитательной и спортивной работы**. Пример – школьный комплекс в Невском районе Ленинграда, в состав которого входят учебные кабинеты и классы, спортивные залы и плавательный бассейн, школьная обсерватория и клуб с театральным залом. Школа служит центром культурной и спортивной работы всего микрорайона, а также архитектурно объединяет всю его территорию.

Особые композиции созданы для школ в Тольятти (В. Степанов, в детском саду будет бассейн, кукольный театр, предназначенный для малышей района), в Донецке (Ю.К. Аракис, И. Савченко), школа в г. Черноголовка (арх. К. Френкель, Л. Газеров, В. Степанов, А. Дубровский, В. Толмачев, 1971 г., имеет пристройку для внеклассных занятий по музыке и изобразительным искусствам) и др. городах.

Кроме общеобразовательных строятся и специализированные школы: музыкальные, спортивные. Например, спортивная школа на Васильевском острове в Ленинграде (архитекторы С. Евдокимов, Т. Хрущева, 1972 г.).

Таким образом, в структуре детских дошкольных учреждений и школ после 1950-х произошли существенные изменения. **Построение планов уточняется в соответствии с развивающимся педагогическим и воспитательным процессом [7].**

4-й этап – с середины 1980-х годов. Эпоха создания демократического государства. Целью становится развитие возможностей личности. Задачей является свободное движение личности к некой «индивидуальной планке», по индивидуальной траектории развития.

С начала 1990-х годов Дворцы пионеров преобразованы в учреждения дополнительного образования детей и переименованы в Центры (Дворцы) детского и юношеского творчества. На начало XXI-го века сохранилось лишь несколько крупнейших учреждений дополнительного образования с названием Дворец пионеров [9].

Изменения в обществе привели к глубокому социально-экономическому кризису. На развитии системы образования, в том числе внешкольных учреждений, сказались две группы факторов: смена ценностных ориентиров, отказ от многих ограничений в сфере образовательной деятельности и сокращение финансовых ресурсов, выделяемых на нужды образования. Нехватка средств привела к сокращению масштабов деятельности внешкольных учреждений и практике предоставления платных услуг. Формирование рынка образовательных услуг есть объективная реальность. Сфера образовательных услуг будет расширяться, обуславливая прогрессивное развитие конкуренции [9].

Следствиями действия этих факторов стали изменения в сети внешкольных учреждений, в их содержании, функциях, масштабности и инновационной деятельности.

Сегодня с каждым годом возрастает роль учреждений дополнительного образования детей в обеспечении занятости детей и подростков, организации их социально значимого досуга. На 31 декабря 2005 года в системе образования Российской Федерации функционировало 2944 учреждений дополнительного образования детей физкультурно-спортивной направленности, в том числе 1917 – ДЮСШ, 464 – СДЮШОР, 556 – ДЮКФП, 7 – центров физической культуры. 59,5 % от общего количества данных учреждений по России находятся в ведении образования, остальные в системе Росспорта и добровольных спортивных обществ. Всего в Российской Федерации насчитывается 4951 таких учреждений [9].

Это подтверждает востребованность УДО в обществе и актуализирует роль дополнительного образования детей на современном этапе.

Появляется множество различных новых развивающих центров, детских клубов и т.д., которые работают по новым системам педагогики, психологии, физкультуры. Но функционируют они разрозненно. На сегодняшний день нет общей целостной архитектурной структуры, которая бы объединяла все современные актуальные методики педагогико-воспитательного процесса. Недостаточно изучены аспекты оптимальной комплексной организации архитектурно-планировочных решений, нет таких сооружений, которые бы могли рассматриваться как функционально-пространственное объединение исторически сложившихся УДО и новых развивающих центров. Изучение опыта архитектурно-функционального развития учреждений дополнительного образования будет способствовать составлению проектных программ для разработки нового типа УДО, отвечающих современным потребностям общества.

Список литературы

1. Евладова Е.Б. Дополнительное образование детей: Учебное пособие. – М., 2005. – 204 с.
2. Березина В.А. Дополнительное образование детей как средство творческого развития // Диссертация на соискание кандидат. Степени. – М., 2002. – 211 с.
3. Иваненко И.Н. Насущные проблемы развития системы дополнительного образования детей // Дополнительное образование, 2005, № 9. – С. 21-23.
4. Голованова В.П. Аттестация педагогических кадров учреждений дополнительного образования детей. – М., 2004. – 231 с.
5. Википедия – свободная энциклопедия: <http://ru.wikipedia.org/wiki/1901> (дата обращения 24.09.2012).
6. Былинкин Н.П., Рябушкин А.В. История советской архитектуры (1917-1954 гг.). – М.: Стройиздат, 1985. – 255 с.
7. Былинкин Н.П., Рябушкин А.В. Современная советская архитектура (1955-1980 гг.). – М.: Стройиздат, 1985. – С. 119.
8. Коваль М.Б. Педагогика внешкольного учреждения. – М.-Оренбург, 1994. – 132 с.
9. Буйлова Л.Н. Актуализация роли дополнительного образования детей в современной образовательной политике РФ.

10. Концепция модернизации российского образования на период до 2010 года. Приложение к приказу Минобразования России от 11.02.2002 № 393.

Bagautdinova A.A. – post-graduate student

E-mail: aklima775@rambler.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Phase of forming development of foundation of the complementary education of children (FCE) at XX-beginning XXI century

Resume

Foundation complementary education (FCE) is type of educational foundation, when children can receive creative development, the interesting knowledge, individual realization, in addition to the main education.

Into development of foundation complementary education for children divides by four phase: 1 – syncretism, 2 – formation, 3 – maturity, 4 – transformation, and also includes detailed study of foundation of the pre school, school education, it is history and present situation. First example of FCE was popular houses, that functioned in Russia beginning of the 20th century. Later it was houses of pioneers and palaces of pioneers, which became masterpieces of the Soviet architecture. Since the middle 80 years they will be transformed to FCE.

At present we see a growing interest in modern foundation complementary education and their quantity is growing, but their architectural-functional structure is not learnt much enough today. There are many new systems and methods of development of children, but there no complete architectural structure for this foundations.

Keywords: foundation complementary education, popular house, house of pioneers, palace of pioneers, many-composite school, out-of-school work.

References

1. Evladova E.B. Additional education of children: educational-book. – M., 2005. – 204 p.
2. Berezina V.A. Additional education of children as a means of creative development// Dissertation for cand. degree. – M., 2002. – 211 p.
3. Ivanenko I.N. Pressing problems of development of additional education / Additional education. – M., 2005, № 9. – P. 21-23.
4. Golovanova B.P. Certification of pedagogical in establishments of foundation complementary education for children. – M., 2004. – 231 p.
5. Wikipedia – the free encyclopedia: <http://ru.wikipedia.org/wiki/1901> (date of the address 24.09.2012).
6. Bylinkin N.P., Ryabushkin A. History of the Soviet architecture (1917-1954). – M.: Stroyizdat, 1985. – 255 p.
7. Bylinkin N.P., Ryabushkin A. Modern Soviet architecture (1955-1980g). – M.: Stroyizdat, 1985. – P. 119.
8. Buylova I.N. Updating of a role of complementary education of children in modern educational policy the Russian Federation [Text].
9. Koval M.B. Pedagogics of out-of-school establishment. – M.-Orenburg, 1994. – 132 p.
10. The conception of modernization of Russian education for the period till 2010. Enclosure to the order of the Ministry of Education of Russia from 11.02.2002, № 393.

УДК 72.01

Ганина Т.С. – аспирант

E-mail: AlizaHei@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Принципы концепции Урбо-матрикс в организации биосоциальной ткани города

Аннотация

Статья посвящена рассмотрению возможности развития городов в контексте их современной проблематики. Рассмотрена биосоциальная ткань города как единая структура. В качестве одного из путей возможного преобразования городского пространства представлена концепция Урбо-матрикс, построенная на аналогии с биологией и объединяющая в себе природные и социальные пространства. Изложены теоретические и пространственные принципы концепции для обеспечения планомерного развития города.

Ключевые слова: город, самореализация, творчество, общество, биосоциальное пространство, природа, социальные объекты.

В истории человечества XX век характеризуется процессом интенсивной урбанизации. Стремительно растут большие города, образуя агломерации, конгломерации. Соответственно увеличивается численность городского населения, которая в некоторых восточных городах достигает 20 миллионов. В связи с этим, город сегодня представляет собой сложный симбиоз различных по значимости коммуникаций. НТП ежедневно вбрасывает в нашу жизнь новшества, фактически задавая темп жизни города. Человек в городе, несмотря на сокращающиеся временные промежутки, на коммуникацию и передвижение, которые обеспечивают нам новейшие технологии, все меньше может уделять времени первостепенным ценностям, отошедшим на второй план: семья, общение, природа... Постепенно утрачиваются возможность к самореализации и самовыражению, а также полноценное общение с обществом, которое в стадии стагнации или деградации, тормозит развитие и разрушает город.

Человек – основополагающий фактор города и городского пространства¹. Следовательно, необходимо понимать основные сферы деятельности, стороны жизни горожанина для представления его потребностей, особенностей восприятия им городского пространства [1]. Городу необходимо обеспечивать комфортное существование в каждой из сфер жизни человека, который продолжает оставаться существом как социальным, так и природным. Отчуждение этого вопроса влечет за собой череду проблем, начиная с физического здоровья человека и среды, заканчивая проблемами экономики и миграции населения.

Проектирование городского пространства во многом влияет на комфортное и полноценное существование человека в городе [2]. В качестве основных направлений в формировании путей решения проблем города следует считать экологическое обеспечение городского среды, социальное и экономическое функционирование, общегородское планирование.

На сегодняшний день существует большое количество концепций и проектов, предлагаемых архитекторами и направленных на повышение качества городской среды. Можно выявить основные тенденции разработанных концепций, такие как: внедрение ресурсосберегающих технологий, бережное отношение к пользованию ресурсами, внедрение природных и социальных пространств для творчества, спорта, общения, реновация деградированных объектов, приближение к природе путем формирования архитектуры аналогично с природно-биологическими процессами, синергетический подход.

Интересует сама тенденция иного обращения к ресурсам, природе, что говорит о качественных изменениях в обществе. Социализация, исходя из принципов синергетики

¹ Идея: город – это люди. Баранов А.В. Социально-демографическое развитие крупного города. – М., 1981.

и системного подхода [3], не должна становиться препятствием к развитию города. Необходимо искать пути для дальнейшего движения вперед.

Такая попытка была сделана автором в дипломной работе (исследовании) «Урбо-матрикс. Биосоциальная ткань города», руководитель – преподаватель кафедры ТИА КГАСУ Ахтямов И.И. Концепция Урбо-матрикса представляет собой синтез выработанных принципов и функциональной нагрузки, возложенной на него, для объединения разрозненных элементов городского пространства.

Поскольку город достаточно часто ассоциируют с организмом, существуют концепции, проводящие аналогии между городом и биологическими структурами [4]. Так, некоторые биологи проводят параллели с архитектурой [5]. И в этом нет ничего удивительного, так как организм – пример самоорганизованной сложной структуры. Архитекторы обращаются к биологии в поисках ответов на вопросы, связанные с организацией города и его планомерным развитием [6].

Биосоциальная ткань города – единая структура, включающая природные и социальные пространства города.

Урбо-матрикс – ткань, объединяющая свойства биологического матрикса и основных тенденций в архитектурных подходах к городу. Концепция урбо-матрикса, а также ее планировочные принципы опираются на биологию, а именно – на строение соединительной ткани, основу которой составляет межклеточный матрикс [7]. Так как человек не только социальное, но и природное существо, а в природе не предусмотрено отсутствие резких переходов из одной среды в другую, что также должно стать одним из принципов формирования города. Таким образом, обращаясь к функциям матрикса, основного вещества соединительной ткани, необходимо отметить недостающий у города компонент – переходное пространство, которое также защищает и насыщает среду. Предполагается, что если городское пространство устроить по принципу формирования организма, не упуская звеньев из цепи, человек получит более комфортное психоэмоциональное и экологичное пространство, способствующее изменению и самого общества.

Представляющая особый интерес соединительная ткань организма, основное вещество которой – межклеточный матрикс, примечательна своими функциями. Функции межклеточного матрикса:

- Межклеточный матрикс может разделять группы клеток, препятствуя контакту между ними.
- По межклеточному матриксу происходит миграция клеток.
- Межклеточный матрикс способствует дифференцировке клеток, их приспособлению под различные функции, в зависимости от места расположения.
- Выполняет механические контакты между клетками.
- Образует прочные структуры, такие как кости и хрящи.
- Обеспечивает защитную функцию непосредственно клеточных тканей.
- Выполняет опорную функцию (поддерживает ткани и органы).
- Выполняет трофическую функцию. Питает веществами клеточные структуры.

Они играют не основную, но крайне необходимую роль в работе всего организма. Именно эти функции легли в основу предлагаемой концепции урбо-матрикса. Соединительная биосоциальная ткань в концепции растекается по всему городу, становясь более объемной, уплотненной на стыке различных функций, растворяясь в жилой застройке, обволакивая ее, взаимодействуя с ней, точно внедряясь в административно-коммуникационную часть города, как смазочное вещество. В ней неразрывно связаны социальная сторона жизни города, природа и техногенная среда.

Человек воспринимает среду своего обитания через призму собственного сознания, ценностей, культуры, истории, менталитета. Городское пространство – продукт работы сознания человека, воспринятый органами чувств и прошедший через систему ценностей субъекта. Но человек и та техногенная среда, которую он же создал, не должны сталкиваться непосредственно, для эффективной работы и взаимодействия необходимы переходный и смягчающий компоненты в городском пространстве. Такую роль играет природный фактор. Попадая в город, он не может оставаться в своем первоначальном виде,

так как он также сталкивается с ценностным пластом общества. На этом стыке и образуется урбо-матрикс. Таким образом, мы получаем единство природных и социальных пространств, базирующихся на следующих пространственных характеристиках (рис. 1):

Обволакивание – создаст вторичную покровную структуру, что будет способствовать адаптации различным условиям, поддержанию внутренней среды объектов.

Пространственная поддержка – позволит объектам пространства придерживаться заданного направления развития, избежать бесконтрольного заполнения пространства.

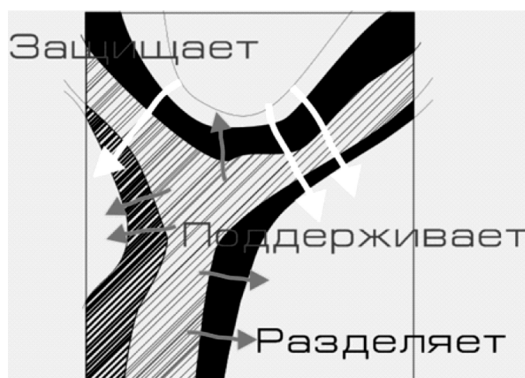


Рис. 1. Схема функций урбо-матрикса [7]

Обтекание – обтекание объектов городской структуры позволит мягко заполнить пустоты городского пространства.

Принцип создания буфера – позволит отгородить человека от резкой смены пространств, что сбережет его от дополнительного стресса, сделает пространство более гуманным.

Так же в основу концепции «Урбо-матрикс. Биосоциальная ткань города» заложены социологические и пространственные принципы, на которых будет базироваться новое городское общество и биосоциальная ткань.

Социологические принципы:

- Развитое социальное обслуживание;
- Поиск креативных решений [8];
- Наличие различных инициативных групп;
- Взаимодействие с окружением.

Пространственные принципы:

- Расположение элементов городской среды выше уровня земли;
- Изоляция всех видов транспорта;
- Взаимодействие с поверхностью земли;
- Благоустройство поверхности земли;
- Преобладание на земле естественного озеленения;
- Расположение озеленения и социальных объектов во всех функциональных уровнях;
- Соединение горизонтальных функциональных уровней вертикальными коммуникациями;
- Расположение на пути пешеходных потоков объектов различного функционального назначения;
- Полифункциональность;
- Образование локальных объектов для общения и творчества;
- Пешеходная доступность объектов;
- Формирование узлов обмена между уровнями и коммуникационными связями;
- Соединение зеленых пространств с социальными и административными пространствами.

Урбо-матрикс базируется на ортогональной сетке, которая проста для восприятия для ориентирования (рис. 2). Она же ложится в основу транспортной коммуникации для обслуживающих и экстренных служб, формирует планировочные единицы. Объекты и вся

инфраструктура приподняты над землей за счет размещения на опорах. Пешеходная инфраструктура, которая также располагается в воздухе, придерживается направлений наибольшей пешеходной активности, то есть она не следует первичной ортогональной сетке, но имеет с ней точки взаимодействия в виде вертикальных связей, которые располагаются на пересечении и наземных, и воздушных коммуникаций. Все разновидности связей сопровождаются природными объектами. Однако природная структура имеет и собственное пространство, которое соприкасается с объектами социальной инфраструктуры.

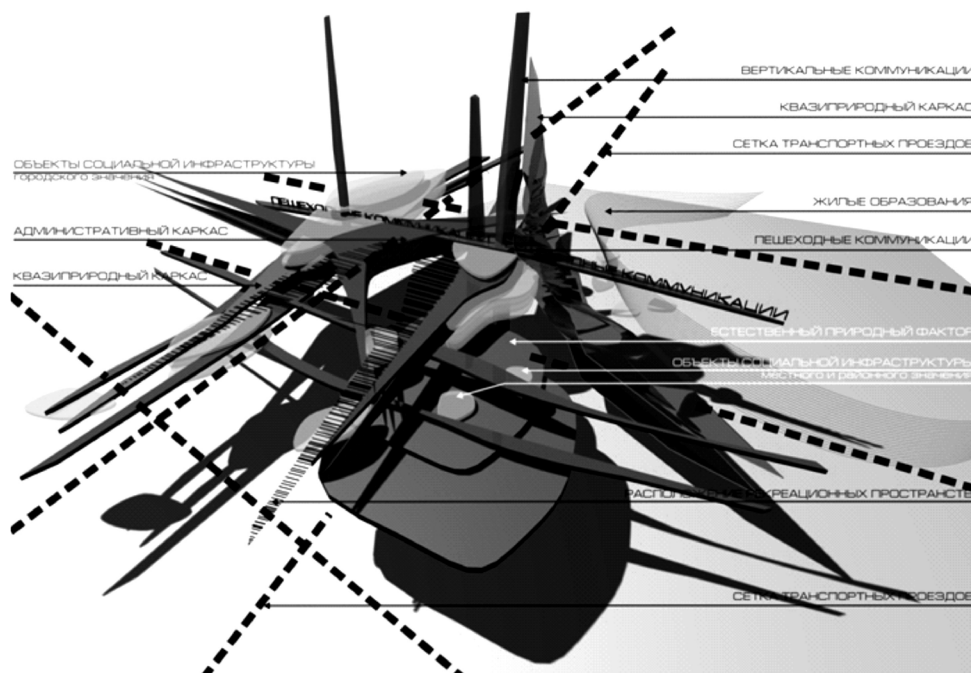


Рис. 2. Модель биосоциального пространства [7]

Объекты образуются также на пересечении различных коммуникаций (рис. 2), природных, пешеходных, они представляют собой открытые и закрытые пространства, направленные на раскрытие потенциала общества, на расширение возможностей. Объекты распределяются в зависимости от места расположения, среды, в которой располагаются, а также от значения (городского, районного, местного). Объекты городского значения располагаются в связке с транспортным каркасом, который представляет собой коммуникационную артерию города. Районные объекты тяготеют к наиболее крупным пешеходным коммуникациям, а местные располагаются в жилых образованиях и также находятся в сопровождении пешеходных связей.

Жилые образования, расположенные в самой уплотненной части урбо-матрикса, представлены точечно для наиболее социально-активной группы общества, тесно взаимосвязаны с природой и пространствами для общения.

Природа как планировочная структура в городе представляет собой не заполнение, а подкаркас, которому подчиняются планировочные единицы города. Происходит объединение в единую систему природы и социальной инфраструктуры.

Появление такого подкаркаса будет способствовать возможностям для творческого развития, изменению отношения к природе, избавлению от социальной изоляции. Таким образом, биосоциальная ткань, по своей сути, универсальное образование. Эта ткань существует и в сегодняшнем городе, она пребывает в хаотичном и разрозненном состоянии и не является планировочной объединяющей структурой. Упорядоченное и направленное ее образование обеспечит гармоничное развитие города в будущем, так как биосоциальная ткань направлена на решение социально-экологических проблем.

Основной целью концепции «урбо-матрикс» является создание города широких социальных возможностей и творчества. Наибольшее значение в концепции уделяется

повышению социальной активности людей, а также их заинтересованности жизнью города (рис. 3). Этого предполагается достичь расширением возможностей для самореализации. Поэтому в структуре урбо-матрикса предусмотрен ряд объектов для творчества, общения, культурного развития и самосовершенствования, доступных любому жителю города. Предполагается размещение объектов в различных уровнях городской инфраструктуры. Биосоциальные пространства появятся как в жилых образованиях, на уровне функциональных включений в жилье, так и в административной части города. Основным сосредоточением таких объектов станет биосоциальный каркас города. В таких пространствах предполагается совместное проведение времени людей в окружении природы. Все эти мероприятия направлены на улучшение здоровья человека, в том числе эмоционально-психологического фона, что в целом благоприятно скажется на других социальных сферах городских проблем, таких как: демографическая, культурно-образовательная, миграционная в пределах пригородов и др.

Предполагается, что биосоциальные пространства будут располагаться на любой траектории движения человека, как горизонтальной, так и вертикальной. Это обеспечит смену образов городской среды на протяжении всего пути человека, что также влияет на психологическое здоровье человека [9]. Кроме того, в структуре урбо-матрикса предусмотрен досуг для всех возрастов, что будет способствовать формированию групп по интересам и активного разностороннего общества. Немаловажным моментом является то, что в предлагаемой биосоциальной ткани не предусмотрено пользование личным транспортом, предлагается передвижение пешком по озелененным пешеходным улицам, либо в системе общественного транспорта. Таким образом появится возможность видеть город и других людей без препятствий, будет происходить контакт с природой, повысится подвижность человека, время пребывания его на свежем воздухе, который станет гораздо чище.

Город, живущий по предлагаемым принципам, станет здоровее, в широком смысле этого слова. Частично восстановятся биологические ритмы, повысится общее состояние экологии, понизится уровень стрессов, приходящихся на душу населения, разовьется социальное городское пространство и увеличится количество социальных связей, положительное изменение привычного городского ландшафта на новый, насыщенный природным компонентом, даст толчок к позитивным изменениям в городской жизни.

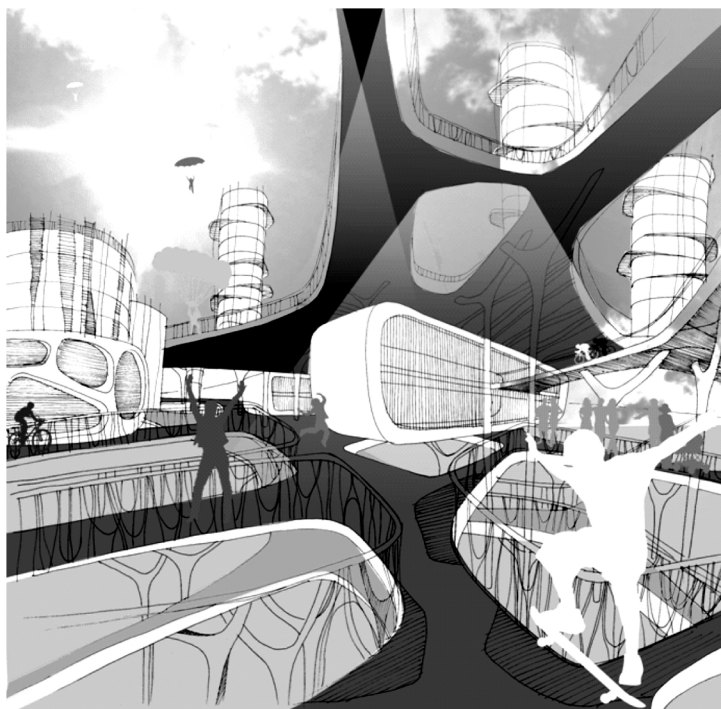


Рис. 3. Пространство биосоциальной ткани

Лучшим результатом преобразований, конечно же, хотелось бы видеть общество, в котором люди не озлоблены, уважают друг друга и несут ответственность за город, в котором они живут.

Список литературы

1. Пирогов С.В. Феноменологическая социология и урбанистика // Вестник Томского государственного университета. Серия «Философия. Культурология. Филология», 2004, № 282.
2. Мерлен П. Город: количественные методы изучения. – М.: Прогресс, 1977. – 261 с.
3. Плотинский Ю.М. Модели социальных процессов: Учебное пособие для высших учебных заведений. – М.: Логос, 2001. – 296 с.
4. Гутнов, А.Э., Лежава И.Г. Будущее города. – М.: Стройиздат, 1977. – 126 с.
5. Васильев Ю.М. Клетка как архитектурное чудо [Электронный ресурс] // Соросовский Образовательный Журнал. 1996. URL: <http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/38.html> (дата обращения: 20.09.2012).
6. Шубенков М.В. Структурные закономерности архитектурного формообразования. – М.: Архитектура-С 2, 2006. – 320 с.
7. Ганина Т.С. Урбо-матрикс. Биосоциальная ткань города [Электронный ресурс] // Архитектон: известия вузов. 2010, № 30 (Приложение). URL: http://archvuz.ru/numbers/2010_22/011 (дата обращения: 20.09.2012).
8. Лэндри Ч. Креативный город. – М.: Издательский дом «Классика-XXI», 2006. – 399 с.
9. Линч К. Образ города. Перевод В.Л. Глазычева. – М.: Стройиздат, 1982.

Ganina T.S. – post-graduate

E-mail: AlizaHei@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Principles of the concept Urbo-Matrix in organization of biosocial tissue of city

Resume

Cities grow rapidly in an age of intense urbanization, forming agglomeration and conglomeration. At the same time, number of problems is increased, and cities cease to meet the needs of the human. A new anthropogenic urbanized space does not give man to reveal and realize oneself and isolate from nature, which affects the quality of the building environment. It is necessary to create the conditions for human self-realization for the possibility of urban development.

Biosocial tissue of the city is the natural and social spaces in a single structure. Within the bounds of the concept of Urbo-Matrix biosocial tissue fills the spaces of the city for moral, creative development and communication with nature. This concept is based on the principle of organism's work, namely its connective tissue. In the urban space Urbo-Matrix performs similar functions of separation, maintaining, encapsulating, softening connections between different structural elements.

Biosocial tissue organization in the concept follows the principles of determining the spatial formation:

- Location of the components of urban environment above ground level;
- The isolation of all modes of transport;
- Interaction with the ground;
- Accomplishment of the ground;
- The prevalence of ground natural landscaping;
- Location of landscaping and social objects in all functional levels;
- Connection of horizontal functional levels with vertical communication;
- Location objects of various functionalities on a pedestrian traffic;
- Polyfunctionality;

- Formation of local objects for communication and creativity;
- Pedestrian accessibility of objects;
- Forming of sharing nodes between levels and communication links;
- Connection of green spaces with social and administrative spaces.

The proposed principles should improve the quality of the environment, increase social activity of people, create the conditions for development and creativity.

Keywords: city, self-actualization, creativity, society, biosocial space, nature, social objects.

References

1. Pirogov S.V. Phenomenological sociology and urbanism // Bulletin of the Tomsk State University. Series «Philosophy. Cultural Studies. Philology», 2004, № 282.
2. Merlen P. City: quantitative methods for the study. – M.: Progress, 1997.
3. Plotinskiy U.M. Models of Social Processes: A manual for higher education. – M.: Logos, 2001.
4. Gutnov A.E., Legava I.G. Future of city. – M: Sroyizdat, 1977. – 126 p.
5. Vasiliev U.M. Cell as an architectural marvel [Electronic resource] // Soros Educational Journal, 1996. URL: <http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/38.html> (references date 20.09.12).
6. Shubenkov M.V. Structural patterns of architectural formation. – M.: Architecture-S 2.
7. Ganina T.S. Urbo-matrix. Biosocial tissue of the city [Electronic resource] // Architecton: Proceedings of Higher Education, 2010, № 30 (Apps). URL: http://archvuz.ru/numbers/2010_22/011 (references date 20.09.12).
8. Lendry Ch. Creative City. – M.: Publishing house «Classic-XXI», 2006. – 399 p.
9. Lynch K. The image of the city / translation Glazychev V.L. – M.: Sroyizdat, 1982.

УДК 72.01

Денисенко Е.В. – аспирант

E-mail: e.v.denisenko@bk.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Биоподходы в формировании архитектурного пространства XX-XXI вв.**Аннотация**

Взаимная адаптация архитектурной и природной сред является естественным процессом. В настоящее время формируется тенденция гармоничного перенесения принципов живой природы в архитектурное формообразование. Предложена авторская классификация биоподходов с применением современных научно-технических разработок, отражающая разнообразие функциональных, эстетических, концептуальных, конструктивных и символических принципов. Новейшие из них – воплощение фантастических архитектурных форм с «живым» ультратехнологичным биосинтезированным пространством.

Ключевые слова: биоподход, бионаправление, биосинтезированное архитектурное пространство, архитектурное формообразование, живая природа.

*В мире нет барьеров между живой и неживой природой,
законы объединяют мир в единое целое, порождают
объективную возможность использования в искусственно
создаваемых системах закономерностей и принципов
построения живой природы и ее форм.
Ю.С. Лебедев*

В настоящее время преобладающей тенденцией отношений «человек–природа» является исторически сложившийся рост цивилизационных потребностей, направленных на эксплуатацию природной среды. Непоправимый ущерб природе и ее ресурсам проявляется в активно прогрессирующих направлениях трансформации и деформации естественных природных циклов с невозможностью возврата к самовосстановлению. Параллельно с необратимым процессом истощения и разрушения природных систем наблюдается активный поиск новых отношений Природы и Цивилизации.

Архитектура является квинтэссенцией политических настроений, философских и религиозных воззрений общества, природных благоприятных и неблагоприятных факторов, научно-технических возможностей. Зафиксированный дисбаланс между естественной и искусственной средами, темпы развития общества и научно-технического прогресса свидетельствуют о необходимости примирения и сохранения баланса в живом мире, достижения согласия между развитием природы и сущностных потенций человека. Человек – биологическое порождение природной среды, его неотъемлемая потребность – сбалансированная природная среда.

Природный фактор как источник вдохновения является неотъемлемым в организации архитектурного пространства. Поиски в формировании биосоциальных основ ведутся в теории и практике с 60-х гг. XX века и в настоящее время приобретают особую актуальность.

Приемы формирования пространства и архитектуры с применением биологических подходов имеют различные прикладные способы выражения. Комплексная взаимосвязь (конвергенция) архитектурной и природной сред исторически детерминирована и претерпела преобразования. Бессознательное воспроизводство природных форм сменилось восхищением природных форм и их декоративности, технические разработки привели к исключительно функциональным требованиям применения природных аналогий. Далее в табличной форме представлена взаимосвязь между типом взаимодействия человека – естественной среды и выражение этих взаимодействий в формообразовании. Принципы в формировании биоподходов в данной таблице взяты из материалов об архитектурной бионике Ю.С. Лебедева [1].

Таблица 1

Авторская классификация формирования биоподходов (по материалам Ю.С. Лебедева)

Тип взаимодействия	Принципы	Описание выразительных свойств
адаптация/интеграция в природной среде	функциональный принцип	копирование конструктивных и функционально-пространственных средств живой природы
	интеграционный принцип	
наблюдение за природной средой	декоративный принцип	копирование очертаний природных форм
	эстетический принцип	
интерпретация природной среды	концептуальный принцип	копирование свойств живого организма
	символический принцип	

Вышеперечисленные принципы являются базовыми биоподходами, и по мере развития новейших научно-технических разработок происходит их модификация и трансформация. XXI век подводит современную архитектуру к новым горизонтам. Благодаря фрактальной геометрии, теориям хаоса и нелинейных систем возникают совершенно иные художественные и эстетические компоненты. Архитектура идет по пути создания новых тектонических возможностей на основе антигеометрии и цепочных структур.

В настоящее время существует тенденция разнообразных «заходов» в проектирование архитектуры с привлечением природной составляющей. На основе анализа материала, представленного в профильной литературе по специальности, Web-сети, а также периодических изданий на соответствующую тематику, составлена авторская классификация биоподходов XXI века в архитектурном проектировании [3-44]:

1. Применение биопозитивных, натуральных, экологически чистых, природных материалов с учетом географического местоположения объекта для безопасности жизни и здоровья человека и для минимизирования вредного влияния на окружающую среду.

2. Прямое копирование формы животного и растительного миров в архитектурное формообразование. Символическое применение природных форм иногда противоречит функциональной составляющей архитектурного сооружения.

3. Метаболистическая архитектура: принцип формообразования, основанный на применении модульной конструкции, ячеистости, динамической изменчивости зданий посредством трансформации, изменения и перестройки.

4. Здания с нулевым энергетическим балансом и биотическим круговоротом имеют возможность существовать независимо от инженерных инфраструктур. Целью является использование альтернативных источников тепла, электроэнергии, освещения и вентилирования, экономия ресурсов или их переработка для функционирования объекта: защита от яркого света, солнечные панели, применение биомасс, пассивное солнечное отопление и охлаждение дома, естественная вентиляция с рекуперацией тепла, максимальный уровень дневного освещения и энергосберегающее освещение в темное время суток, усовершенствованные геотермальные системы.

5. Использование автоматизированного управления для функционирования архитектурного объекта и его централизованного мониторинга. Системы «умный дом», «интеллектуальное здание» основываются на функционировании высокотехнологичных устройств и программно-аппаратных средств: контроль расходов энергии; система сенсорных датчиков, реагирующих на движение; датчики температур и влажности воздуха; датчики контроля безопасности, мониторинг состояния здания.

6. Интеграция архитектурного объекта в природную среду, неконфликтное взаимодействие, комплексное визуальное восприятие архитектурной формы и среды расположения объекта.

7. Внедрение новейших технологий (NBIC-конвергенция) в архитектурный объект (клэйтроника, биометрические материалы, нано-кожа и т.д.). Возможность организации архитектурного пространства в виде интеллектуальной подвижной, реагирующей на поведение пользователя мембраны или биомассы.

8. Применение растительного мира в формировании архитектурного объекта. Прием использования зеленых (живых) стен и вертикальных садов является не только

декоративной возможностью, но и практическим применением: охлаждение и сохранение тепла, благотворное воздействие на микроклимат, снижение уровня шума.

9. Органическая архитектура. Представители данного течения – Луис Салливен, Фрэнк Ллойд Райт, Алвар Аалто – сформулировали положение на основе эволюции живых организмов о том, что архитектура должна раскрывать свойства естественных материалов, иметь органичную связь с окружающим ландшафтом.

10. Заимствование и интерпретация форм живой природы. Преобразование биологической формы живых организмов в пластичную, сложную, динамичную структуру архитектурного объекта (биоморфная архитектура, био-тек, нелинейная архитектура, дигитальная архитектура).

11. Архитектура, встроенная в ландшафт. Дома-землянки, дома, вырастающие из зеленого холма или острых скал, возвращают к домам первобытных людей, но с возможностями новых строительных материалов и техник.

12. Использование природного объекта в качестве архитектурного (аброархитектура). Живой природный материал формирует древовидные структуры, грандиозные вертикальные сады и пространственные объекты из разнообразных культур. Архитектор, выступающий и садовником, направляет развитие растения и формирует объект. Также к данному типу относится применение пустых стволов больших деревьев в качестве пространства для жизни.





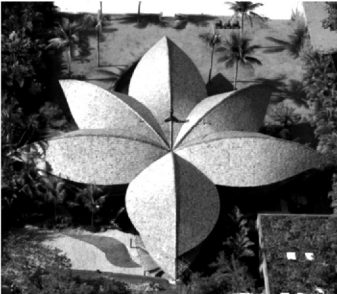
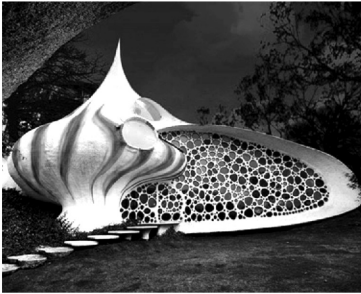
13. Блоб-архитектура. Архитектура с характеристиками живого организма является трансформирующейся, пластичной, реагирующей, живой слизистой инопланетной субстанцией.

14. Вторичные ресурсы. Вторичное применение природных органических материалов для организации архитектурного объекта является экологически и экономически целесообразным.






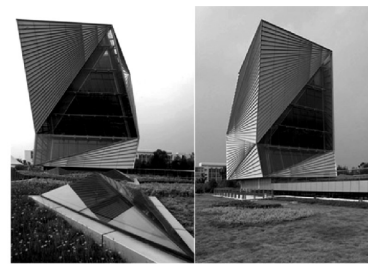

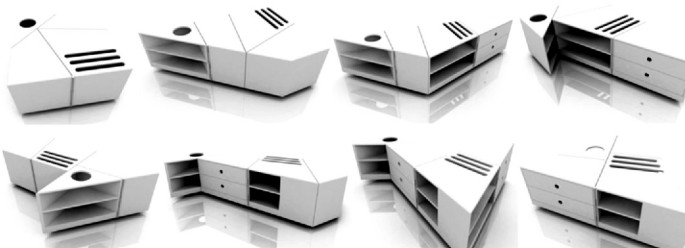


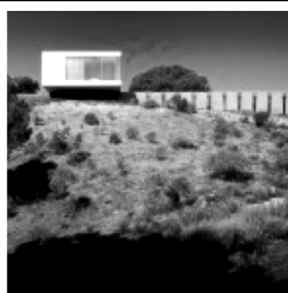
Далее в табличной форме приводятся архитектурные аналоги представленной выше авторской классификации биоподходов XXI века в архитектурном проектировании.

Таблица 2

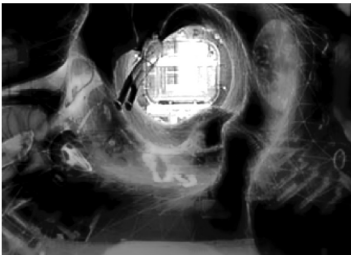

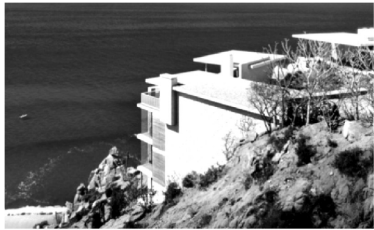


Авторская классификация биоподходов в архитектурном проектировании XXI века

1. Применение биопозитивных (экологических, природных) материалов		
		
Torsten Ottesjö. Hus-1 – чешуйчатая хижина [4].	Elqui Domos – гостиничный комплекс в Андах [5].	Архитектурная студия Anthill Constructions. Drew House [6].
2. Прямое копирование формы животного и растительного миров		
		
McBride Charles Ryan. Cloud House («дом-облако») в Мельбурне, Австралия [7].	Mareines + Patalano Arquitetura. Leaf House [8].	Хавьер Сеносиан. Наутилус (Nautilus) [9].







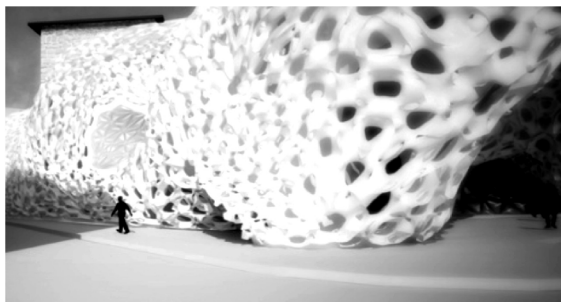
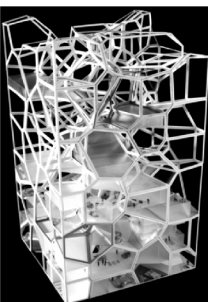
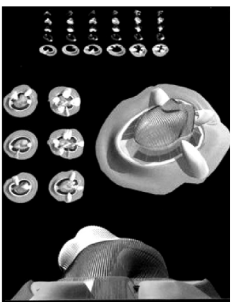



Продолжение табл. 2

3. Метаболистическая архитектура		
		
Студия Hel Yes! Модульный дом из стекла [10].	К. Курокава. Капсульный дом «Накагин» [11].	Сборные отели [12].
4. Здания с нулевым энергетическим балансом (биотический (биологический) круговорот)		
		
james&mau и Infinsk. Энергоэффективная резиденция Casa Menta [13].	Altius Architecture. Суперэкологичный дом [14].	Mario Cucinella Architects (MCA). CSET. [15].
5. Использование автоматизированного управления системами жизнеобеспечения		
		
Безопасный дом-трансформер польских дизайнеров [16].	D*haus. Дом-трансформер [17].	
6. Интеграция архитектурного объекта в природную среду		
		
2.8x Architects. Mirador House – дом на горе [18].	Pacific Environments Architects. Коттедж-палатка для летнего отдыха [19].	Pedro Reis. Двойной дом [20].

Продолжение табл. 2

7. Внедрение новейших технологий (NBIC-конвергенция)		
		
Мультимедийный интерьер компании SYZGY [21].	Микаэль Харборн. Living Kitchen. Клейтроника [22].	Кас Устерхьюс. Space Module [23].
8. Применение растительного мира в формировании объекта		
		
Aliah: отель на лоне природы [24].	Kengo Kuma&Associates «Зелёный» фасад [25].	Рейнольд Вайхлбауэр и Альберт Джозеф Ортег [26].
9. Органическая архитектура		
		
Steven Harris Architects. Каменный Casa Finisterra в Мексике [27].	Productora. Casa Diaz [28].	Клубный дом от ТАО. Яньчэн, Китай [29].
10. Заимствование и интерпретация форм живой природы		
		
J. MAYER H. Рельефный жилой дом в центре Берлина [30].	Воздушный офис для Kaffee Partner [31].	HENN Architects. Павильон Porsche на территории Autostadt в Вольфсбурге (Германия) [32].

Продолжение табл. 2

11. Архитектура, встроенная в ландшафт (дома в скалах, в холмах, под землей)		
		
Saunders Architecture. Tower Studio [33].	Дом внутри холма [34].	Andrew Maynard Architects. Hill House [35].
12. Использование природного объекта в качестве архитектурного (аброархитектура)		
		
Grant Associates. Gardens by the Bay («сады в бухте») в Сингапуре [36].	Visiondivision. «Терпеливый садовник» [37].	Фердинанд Людвиг, Оливер Сторц, Ханнес Швертфегер. «Стройботаническая башня» [38].
13. Блоб-архитектура		
		
tommaso casucci: biological processes in architecture [39].	MVRDV совместно с Технологическим университетом Делфта. The Why Factory (T/F) [40].	Грег Линн. Дома- эмбрионы [41].
14. Вторичные ресурсы		
		
ARHIDoIDEA. Экологический Центр Регенеративных Исследований и Образования (eCORRE) [42].	Испанский павильон вторичного использования природных материалов в Нидерландах [43].	Павильон Intoxicating Pavilion в Брюсселе [44].

Тенденцией XXI века является одновременное применение нескольких из вышеперечисленных принципов, что обеспечивает в свою очередь более сбалансированный подход к формированию нового взгляда на бионаправление в архитектуре.

Комплексный подход с использованием всех перечисленных принципов к формированию и организации некофликтного биосинтезированного архитектурного пространства позволит достигнуть нового уровня развития бионаправления в архитектуре – соответствия принципам, структурам, свойствам, компонентам, формам и функциям живого организма и природной среды.

Синтезированный биоподход к организации архитектурного пространства – это внедрение совокупности функциональных, эстетических, концептуальных, конструктивных и символических компонентов, аналогий, характерных особенностей и принципов организации живого мира в архитектуру.

Современные научно-технические достижения и разработки позволяют говорить о техническом оснащении биосинтезированной архитектуры:

1. наномолекулярные технологии: бактерицидные стены, очистка воды и воздуха, самоочищающиеся покрытия, суперматериал, наномозг, клейтроника;
2. фотонные технологии: солнечные фотоэлектрические установки;
3. биотехнологии: биометрические материалы, искусственная мышечная ткань, искусственная клетка, клетки-биомодули;
4. информационные и когнитивные технологии: мыслеуправление посредством датчиков в мозгу, управление движениями рук;
5. NBIC конвергенции (N – нано, B – био, I – инфо, C – когно) – уровни организации материи: от молекулярной природы вещества (нано) до природы жизни (био), природы разума (когно) и процессов информационного обмана (инфо): искусственная нервная клетка, искусственные чувства, «кожа» Phillips, нано-кожа Nano Vent-Scin.

Понятие биоподходов в архитектурном пространстве (архитектурной бионики) изменчиво. На смену принципам в формировании архитектурного объекта по подобию живого организма, выявленным Ю.С. Лебедевым, приходит архитектура на основе NBIC конвергенции – интеллектуальная архитектура из живых мембран и биомасс. Это обстоятельство способствует формированию комплексного биоподхода в организации архитектурного пространства.

Архитектура, основанная на новейших научно-технических достижениях со свойствами и возможностями живой природы, сохраняя свои «первоначальные» свойства – пользу, прочность, красоту, – позволит стать частью экологичного природного мира и преодолеть существующий конфликт в архитектуре и природе. Архитектура может быть постоянно меняющейся, развиваться из самой себя: форма из формы, функция из функции, словно живая клетка, которая непрерывно растет, развивается, изменяется и функционирует.

Список литературы

1. Лебедев Ю.С. Архитектура и бионика. – М.: Стройиздат, 1990. – 269 с.
2. Кравченко А.И., Анурин В.Ф. Социология. – М.-СПб.: Питер, 2008. – 432 с.
3. Орельская О.В. Современная зарубежная архитектура. – М.: Изд-во Академия, 2006. – 274 с.
4. URL: <http://artpart.org/hus-1-originalnaya-xizhina-ot-torsten-ottesjo/> (дата обращения: 18.09.2012).
5. URL: <http://artpart.org/elqui-domos-gostinichnyj-kompleks-v-andax/> (дата обращения: 18.09.2012).
6. URL: <http://artpart.org/drew-house-zelyonyj-dom-v-subtropicheskome-lesu/> (дата обращения: 18.09.2012).
7. URL: http://artpart.org/dom-oblako-v-melburne/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (дата обращения: 16.09.2012).

8. URL: http://ziza.qip.ru/2011/06/08/domcvetok_20_foto.html (дата обращения: 25.09.2012).
9. URL: http://alldayplus.ru/design_art_photo/arch/31-nautilus-dom-v-stile-bio-tek.html (дата обращения: 18.09.2012).
10. URL: http://artpart.org/modulnyj-dom-iz-stekla/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (дата обращения: 18.09.2012).
11. URL: <http://bases-architecture.ru/yaponiya/bashnya-kapsula-nakagin.html> (дата обращения: 18.09.2012).
12. URL: <http://artpart.org/sbornye-kottedzhi-ot-yaponskix-arxitektorov/> (дата обращения: 19.09.2012).
13. URL: <http://hqroom.ru/energoeffektivnaya-rezidentsiya-dlya-otdyiha-na-prirode.html> (дата обращения: 20.09.2012).
14. URL: <http://artpart.org/superekologichnyj-dom-dlya-kanadskogo-xudozhnika/> (дата обращения: 18.09.2012).
15. URL: <http://www.membrana.ru/particle/771> (дата обращения: 25.09.2012).
16. URL: <http://bigpicture.ru/?p=166079> (дата обращения: 25.09.2012).
17. URL: http://artpart.org/dom-transformer-ot-dhaus/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (дата обращения: 15.09.2012).
18. URL: http://artpart.org/mirador-dom-na-gore/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (дата обращения: 17.09.2012).
19. URL: http://artpart.org/dom-palatka-dlya-letnego-otdyxa/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (дата обращения: 22.09.2012).
20. URL: http://artpart.org/dvojnoj-dom-ot-pedro-reis/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (дата обращения: 18.09.2012).
21. URL: http://artpart.org/multimedijnyj-interer-kompanii-syzygy/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (дата обращения: 18.09.2012).
22. URL: <http://www.dailytechinfo.org> (дата обращения: 19.09.2012).
23. URL: <http://archi.ru/files/press/texts/2003/csa210603.htm> (дата обращения: 19.09.2012).
24. URL: <http://artpart.org/aliah-otel-na-lone-prirody/> (дата обращения: 18.09.2012).
25. URL: <http://artpart.org/zelyonyj-fasad-ot-kengo-kumaassociates/> (дата обращения: 21.09.2012).
26. URL: <http://videla.ru/tag/zelen> (дата обращения: 21.09.2012).
27. URL: http://artpart.org/kamennyj-casa-finisterra-v-meksike/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (дата обращения: 18.09.2012).
28. URL: http://artpart.org/casa-diaz-ot-productora-zakonchen/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (дата обращения: 20.09.2012).
29. URL: <http://www.arhinovosti.ru/2012/05/19/klubnyjj-dom-ot-tao-yanchehn-kitajj/> (дата обращения: 19.09.2012).
30. URL: http://artpart.org/relefnij-zhiloj-dom-v-centre-berlina/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (дата обращения: 20.09.2012).
31. URL: http://artpart.org/vozdushnyj-ofis-dlya-kaffee-partner/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (дата обращения: 22.09.2012).

32. URL: http://artpart.org/skulpturnyj-pavilon-porsche-v-germanii/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (дата обращения: 20.09.2012).
33. URL: http://artpart.org/ostrovnye-shedevry-saunders-architecture-chast-2/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (дата обращения: 26.09.2012).
34. URL: http://artpart.org/dom-vnutri-xolma/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (дата обращения: 18.09.2012).
35. URL: http://artpart.org/hill-house-funkcionalnyj-zhiloj-xolm/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (дата обращения: 18.09.2012).
36. URL: http://artpart.org/gardens-by-the-bay-futuristicheskie-sady-v-singapore/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (дата обращения: 18.09.2012).
37. URL: <http://artpart.org/terpelivyy-sadovnik-ukrasit-kampus-milanskogo-texnicheskogo-universiteta/> (дата обращения: 22.09.2012).
38. URL: <http://www.membrana.ru/particle/1455> (дата обращения: 22.09.2012).
39. URL: <http://www.designboom.com/weblog/cat/9/view/13117/tommaso-casucci-biodigital-processes-in-architecture.html> (дата обращения: 25.09.2012).
40. URL: <http://theoryandpractice.ru/posts/2879-the-why-factory-goroda-transformery-elektricheskie-derevya-i-vertikalnye-kommuny> (дата обращения: 22.09.2012).
41. URL: <http://www.ak-reflection.ru/texts/6/right.php> (дата обращения: 25.09.2012).
42. URL: http://artpart.org/rabota-v-korobke-ispolzovanie-gruzovyx-kontejnerov-v-arxitekture-nabiraet-oboroty/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (дата обращения: 20.09.2012).
43. URL: <http://www.novate.ru/blogs/250712/21193/> (дата обращения: 19.09.2012).
44. URL: <http://www.novate.ru/blogs/240910/15612/> (дата обращения: 22.09.2012).

Denisenko E.V. – post-graduate student

E-mail: e.v.denisenko@bk.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The biomethods in the formation of the architectural space in XX-XXI centuries

Resume

The natural factor as inspirational source is imprescriptible part in organization of architectural space. The search of forming biosocial bases implemented in theory and practice since 60 years of XX century, currently, it has a special urgency of an issue. Biomethod is the introduction of total functional, aesthetic, conceptual, constructional and symbolic analogies, typical characteristics.

Author's classification of biomethods in XX-XXI centuries exposed on basis of analysis material from profile literature of speciality and in the Internet:

1. using of biopositive material;
2. directing copy of nature forms;
3. architecture of metabolism;
4. using of alternative energy of source;
5. using of automatic control system;
6. integration of architectural object in natural environment;
7. high technology introduction (NBIC-convergence);
8. using flora as a part of architectural object;
9. organic architecture;
10. interpretation of nature forms;
11. architecture in landscape;

12. using plant as architectural object;
13. blob-architecture;
14. using of recoverable resources.

Modern scientific and technological progress and development suggests technological apparatus in biosynthesized architectural space.

Coadaptation of biological and technocratic approach ensures an integrated approach to solving tasks and allows to organize and to reconstruct the living natural system as an architectural space at a high-tech level, so it will provide an opportunity to return to nature without the loss of socialization.

Keywords: biomethod, biodirection, biosynthesized architectural space, an architectural morphogenesis, the living natural system.

References

1. Lebedev Yu.S. Architecture and bionics. – M.: Stroyizdat, 1990. – 269 p.
2. Kravchenko A.I., Anurin V.F. Sociology. – M.-St.-P.: Peter, 2008. – 432 p.
3. Orejskaya O.V. Modern foreign architecture. – M: Academy, 2006. – 274 p.
4. URL: <http://artpart.org/hus-1-originalnaya-xizhina-ot-torsten-ottesjo/> (references data: 18.09.2012).
5. URL: <http://artpart.org/elqui-domos-gostinichnyj-kompleks-v-andax/> (references data: 18.09.2012).
6. URL: <http://artpart.org/drew-house-zelyonyj-dom-v-subtropicheskome-lesu/> (references data: 18.09.2012).
7. URL: http://artpart.org/dom-oblako-v-melburne/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (references data: 16.09.2012).
8. URL: http://ziza.qip.ru/2011/06/08/domcvetok_20_foto.html (references data: 25.09.2012).
9. URL: http://alldayplus.ru/design_art_photo/arch/31-nautilus-dom-v-stile-bio-tek.html (references data: 18.09.2012).
10. URL: http://artpart.org/modulnyj-dom-iz-stekla/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (references data: 18.09.2012).
11. URL: <http://bases-architecture.ru/yaponiya/bashnya-kapsula-nakagin.html> (references data: 18.09.2012).
12. URL: <http://artpart.org/sbornye-kottedzhi-ot-yaponskix-arxitektorov/> (references data: 19.09.2012).
13. URL: <http://hqroom.ru/energoeffektivnaya-rezidentsiya-dlya-otdyiha-na-prirode.html> (references data: 20.09.2012).
14. URL: <http://artpart.org/superekologichnyj-dom-dlya-kanadskogo-xudozhnika/> (references data: 18.09.2012).
15. URL: <http://www.membrana.ru/particle/771> (references data: 25.09.2012).
16. URL: <http://bigpicture.ru/?p=166079> (references data: 25.09.2012).
17. URL: http://artpart.org/dom-transformer-ot-dhaus/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (references data: 15.09.2012).
18. URL: http://artpart.org/mirador-dom-na-gore/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (references data: 17.09.2012).
19. URL: http://artpart.org/dom-palatka-dlya-letnego-otdyxa/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (references data: 22.09.2012).

20. URL: http://artpart.org/dvojnoj-dom-ot-pedro-reis/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (references data: 18.09.2012).
21. URL: http://artpart.org/multimedijnyj-interer-kompanii-syzygy/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (references data: 18.09.2012).
22. URL: <http://www.dailytechinfo.org> (references data: 19.09.2012).
23. URL: <http://archi.ru/files/press/texts/2003/csa210603.htm> (references data: 19.09.2012).
24. URL: <http://artpart.org/aliah-otel-na-lone-prirody/> (references data: 18.09.2012).
25. URL: <http://artpart.org/zelyonyj-fasad-ot-kengo-kumaassociates/> (references data: 21.09.2012).
26. URL: <http://videla.ru/tag/zelen> (references data: 21.09.2012).
27. URL: http://artpart.org/kamennyj-casa-finisterra-v-meksike/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (references data: 18.09.2012).
28. URL: http://artpart.org/casa-diaz-ot-productora-zakonchen/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (references data: 20.09.2012).
29. URL: <http://www.arhinovosti.ru/2012/05/19/klubnyjj-dom-ot-tao-yanchehn-kitajj/> (references data: 19.09.2012).
30. URL: http://artpart.org/relefnij-zhiloj-dom-v-centre-berlina/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (references data: 20.09.2012).
31. URL: http://artpart.org/vozdushnyj-ofis-dlya-kaffee-partner/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (references data: 22.09.2012).
32. URL: http://artpart.org/skulpturnyj-pavilon-porsche-v-germanii/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (references data: 20.09.2012).
33. URL: http://artpart.org/ostrovnye-shedevry-saunders-architecture-chast-2/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (references data: 26.09.2012).
34. URL: http://artpart.org/dom-vnutri-xolma/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (references data: 18.09.2012).
35. URL: http://artpart.org/hill-house-funkcionalnyj-zhiloj-xolm/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (references data: 18.09.2012).
36. URL: http://artpart.org/gardens-by-the-bay-futuristicheskie-sady-v-singapore/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (references data: 18.09.2012).
37. URL: <http://artpart.org/terpelivij-sadovnik-ukrasit-kampus-milanskogo-texnicheskogo-universiteta/> (references data: 22.09.2012).
38. URL: <http://www.membrana.ru/particle/1455> (references data: 22.09.2012).
39. URL: <http://www.designboom.com/weblog/cat/9/view/13117/tommaso-casucci-biodigital-processes-in-architecture.html> (references data: 25.09.2012).
40. URL: <http://theoryandpractice.ru/posts/2879-the-why-factory-goroda-transformery-elektricheskie-derevya-i-vertikalnye-kommuny> (references data: 22.09.2012).
41. URL: <http://www.ak-reflection.ru/texts/6/right.php> (references data: 25.09.2012).
42. URL: http://artpart.org/rabota-v-korobke-ispolzovanie-gruzovyx-kontejnerov-v-arxitekture-nabiract-oboroty/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+ArtPart+%28ArtPart.org%29 (references data: 20.09.2012).
43. URL: <http://www.novate.ru/blogs/250712/21193/> (references data: 19.09.2012).
44. URL: <http://www.novate.ru/blogs/240910/15612/> (references data: 22.09.2012).

УДК.72.03.

Искандаров М.М. – старший преподаватель

E-mail: iskandarovm@gmail.com

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Михайлов А.Ю. – кандидат исторических наук, доцент

E-mail: arunion@mail.ru

Казанский (Приволжский) федеральный университет

Адрес организации: 420008, Россия, Казань, ул. Кремлевская, д. 18

Советский неоклассицизм 1930-1950-х гг.: проблема трансформации традиции российской классической архитектуры XVIII-XX веков

Аннотация

Статья посвящена анализу развития советского неоклассицизма 1930-1950-х гг. на основе исследовательской рамки «традиция – новация». Сопоставляются три этапа в эволюции российского классицизма: «просвещенного» классицизма (1760-1820-х гг.), неоклассицизма (1910-х гг.) и советского неоклассицизма (1930-1950-х гг.) – на предмет преемственности и отрицания (традиции и новации) как в архитектурном, так и в общекультурном плане.

Ключевые слова: советский неоклассицизм, «просвещенный» классицизм, неоклассицизм, традиция, новация, архитектурные принципы, культурные принципы классицизма.

Советский неоклассицизм 1930-1950-х гг. рождался как преодоление конструктивистских экспериментов 1920-х гг. В своем формулировании он базировался на трехвековой традиции существования классицизма, ставшего уже национальным.

Трехсотлетнее существование классицизма в России можно осмыслить в ракурсе рецепции глобальных и складывании в нем определенных национальных традиций. В современном социогуманитарном тезаурусе содержание понятия «традиция», говоря терминами М. Фуко, является «рассеянным» [17]. Оно определяется от процесса передачи чего-либо без каких-либо изменений, трансляции опыта до полного неприятия прогресса [2; 3; 10; 12; 15, с. 9-29].

Как показывает истории бытования классицизма в России как архитектурного стиля и в целом историко-культурной парадигмы, определенные новации в классицизме учитывались, приживались и через какое-то время уже транслировались как традиция. При этом нужно иметь в виду, что Россия уже восприняла «классическое» (архитектурное) наследие в его европейской «палладианской» интерпретации [4].

Под термином «традиция» понимается совокупность неких принципов, устойчиво существующих определенное время и начинающих определять реальность и последующие эпохи. В этом смысле понятие традиция тождественно «архиву» – термину из арсенала современного социогуманитарного знания (М. Фуко) – как определения «того, что может быть сказано после» (архива, традиции) [17]. При этом возможна определенная корректировка и дополнение, естественно, без изменения сущности.

Формулируя исследовательскую рамку «традиций классицизма», имея предметом изучения «советский неоклассицизм», идентичный определению «советская архитектура» 1930-1950-х гг., в понятийном аспекте следует уточнить, о чем идет речь, как в общекультурном плане, так и в плоскости архитектурных стилей. Скорее всего, что и в том и другом плане следует именовать данный этап именно «неоклассицизмом». Ибо масштабность событий, попытки интеллектуального экспорта и осмысление периода, как прогрессивного, «взрывного», революционного отождествляет его с типичным неоклассицизмом – периодом французской революции. Современными авторами подмечено, что нередко российская революция 1917 г. и постреволюционное время осмыслялись через параллели и категории французской революции [11].

С архитектурной стороны – налицо преемственность с дореволюционным неоклассицизмом. Она творилась теми же авторами, теми же архитекторами, которые мыслили в категориях масштабного перепланирования Петербурга еще в поздней имперское время (И. Фомин, И. Жолтовский, В. Шуко). Здесь можно говорить даже не о «второй волне классицизма» [6, с. 343], а о реанимации, восстановлении после конструктивистских экспериментов первой советской архитектурной утопии, того самого неоклассицизма начала XX в.

Многоплановость советской архитектуры 1930-50-х гг. изначально задавалась возрождением основных тенденций в неоклассической архитектуре начала XX в. – «русской классической» (И.А. Фомин, творчество в рамках моделей московского, русского классицизма начала XIX в.) и «ренессансной» (возрожденческой, И.А. Жолтовский («палладианский ракурс» направления), В.А. Шуко), а также формирующейся эклектической (А.А. Щусев – ранее творивший в «неорусском» модерном стиле).

В этом ракурсе возникает вопрос об историчности неоклассицизма как архитектурного стиля? Насколько он описывал национальное, оригинальное в культуре России как начала XX в., так и в советском проекте 1930-50-х гг.? Например, «мирискусники» полагали, что в двухвековой период империи классицизм в России стал настолько узнаваемым, родным, национальным, что мог выступать в качестве национального стиля, так как сам российский классицизм стал чем-то оригинальным для Европы.

Вот как описывает эту точку зрения историк архитектуры А.В. Иконников: «Последовательно развиваемая, эта мысль (что «Empire» стал «русским», «московским» – М.И.), переросла в убеждение, что классицизм в России стал стилем не менее национальным, не менее русским, чем архитектура допетровского времени, и может претендовать на выражение национального менталитета и воплощения национального варианта эстетической утопии с правом даже большим, чем «неорусский стиль» [8, с. 154].

Наиболее удачная трактовка понятия «традиции» в архитектуре, в российской архитектурной науке, на наш взгляд, была предложена А.В. Иконниковым в его работе, посвященной изучению тысячелетнего опыта русской архитектуры [7, с. 5]. В ней он определяет термин традиция в соответствии с уровнем развития позднесоветской гуманитарной науки (1990).

Он говорит, что «традиция необходима и для того, чтобы формы, которые использует архитектура, постепенно складывались в систему художественного языка, которая бытует в обществе и служит выражению его идей (как язык архитектурных ордеров античности, например)» [7, с. 5.].

Главный результат для традиции в последующие эпохи, по его мнению, – это выработка профессионального критерия. «Традицией закрепляются критерии, позволяющие уверенно отличить хорошее от плохого. Благодаря существованию таких критериев в период расцвета больших исторических стилей относительно ровный уровень качества архитектуры распространялся на столицы и провинцию, на уникальное и обыденное, на все, что составляет предметно-пространственную среду общества», – пишет он [7, с.5.].

В своей обобщающей работе по истории российской архитектуры, этот авторитетный архитектор-исследователь разработал 12 тезисов, в которых он пытался обобщить тысячелетний опыт российской архитектуры на предмет рефлексии «русского», «национального» в архитектуре России [7, с. 368-371].

Многие его формулировки о том, что «преемственность в архитектуре осуществлялась через традиции, но и сами традиции были подвижны, отражая исторические судьбы народа, изменения в его культуре или общественной психологии» [7, с. 368] или «преемственность принимала различные формы» [7, с. 368], тождественны утверждениям данного исследования.

По-видимому, использование советской властью неоклассицизма как исторического, национального стиля объясняется следующими причинами:

1) вневременное, ориентированное на вечность, выраженное в архитектурной классике, содержание классицизма. Для Страны Советов с ее установкой на масштабность и эпичность в реализации социальных утопий и глобализованность это подходило;

2) неоклассицизм как порождение общеевропейское был не настолько производным от прежнего (имперского) режима, как, например, национальный «русский стиль» во всех его проявлениях;

3) неоклассицизм соответствовал одной из прогрессивных эпох человечества, которой нужно подражать, – периоду Великой французской революции конца XVIII – начала XIX вв.

Принципы классицизма, составившие традицию на российском материале, можно условно разделить на собственно *архитектурные* и *общекультурные* (которые относятся к классицизму как культурной эпохе в целом, а не только как к художественному, архитектурному стилю).

К *архитектурным принципам* относятся следующие:

1) *ордерная система формообразования*, состоящая из пяти ордеров (дорического, ионического, коринфского, композитного и тосканского), которая была систематизирована А. Палладио в XVI в. «Палладианство» как второе, уточняющее название архитектурного классицизма в Европе и России определяется той знаковой ролью А. Палладио в осмыслении, систематизации и популяризации античной архаической традиции [4];

2) *геометричность*, что подразумевает симметричность, лаконичность (отказ от линий и складок барокко);

3) *иерархичность в композиции и градостроительстве* (выделение более и менее важных частей, акцентировалось и декорировалось то, что считалось важным и воспринималось (второй «хозяйский» этаж, фасад, выходящий на основную улицу);

4) *тектоничность* (визуально выраженная статичность, в облике здания читается устойчивость);

5) *завершенность* (здание или ансамбль не предполагали дальнейшего развития, модификацию);

6) *категоричность, однозначность как в семантике архитектурных образов* (добро/зло, цивилизация/варварство) и декоре, так и в артикуляции пространства; отсутствие гибридности, маргинальности (городское/частное);

7) *объективность* (взвешенность, отстраненность, лишенность поверхностных авторских черт, оперирование сложившейся ордерной системой, художественная качественность достигалась за счет максимально упрощенного арсенала выразительных средств).

Общекультурные принципы классицизма как культурно-исторической эпохи, отраженные в архитектуре, состоят из:

1) *просветительского, дидактического характера архитектуры*, который был востребован в контексте воспитания качественно новой личности в идеальном, геометричном, лаконичном пространстве.

Неслучайно, искусствовед И. Грабарь зрелый классицизм эпохи Екатерины II называет «просвещенным стилем» [5], так как он нес идеологическую программу, более отрефлексированную и концентрированную, чем, скажем, барокко. Дидактизм питерской неоклассики начала XX в. должен был, по мнению «мирискусников», возродить и утвердить «модерные» рефлексии классицизма в эпоху утилитаризма и функционализма. Классицизм эпохи И.В. Сталина также идеологически подкреплял и художественно описывал очередной просветительский проект – создание идеального советского общества и человека.

2) *открытия феномена индивидуальности, детства в эпоху Нового Времени*, в купе с *категоричностью и дидактичностью классицизма* предопределили жесткое разведение публичного и частного пространства, что привело к формированию и культивированию частной, частной, усадебной, городской (*квартирной*) культуры.

В классицизме XVIII-XIX вв. – это формирование усадебной культуры, в неоклассицизме начала XX в. – превращение утилитарной квартиры доходного дома в роскошные, городские резиденции, в классицизме 1930-1950-х гг. – это реанимация частной и частного пространства в планировке после коллективистских экспериментов конструктивизма 1920-х гг.

Особенно эти тенденции усилились в середине 1930-х гг. с их установкой на возрождение традиционных ценностей (семьи, индивидуальности, запрет аборт и др.).

3) следования классическим образцам, трансляции классического наследия (европейская, греко-римская античность, растворенная в древневосточной архаике и обогащенная синкретизмом эллинизма, X в. до н.э. – V в.), из которого в разные периоды расцвета классицизма актуализировались разные эпохи. То есть определенные нюансы имелись, но при сохранении общего вектора.

Для классицизма XVIII-XIX вв. – это классическая Греция, поздняя Римская республика и ранний имперский Рим (эпоха принципата) с акцентом на античную и восточную архаику (Александровский классицизм) и зрелую Римскую империю (ампир), зачастую осуществлялось это в интерпретации европейских авторитетов (А. Палладио).

Неоклассицизм начала XX в., существовавший параллельно с Art Nouveau, апелировал как к эллинизму, отчасти Византии, так и к европейским и российским образцам XVII-XIX вв. Одной из важных характеристик неоклассицизма является эмоциональное осмысление как идеалов античности, так и российской и европейской истории. Происходило это в психологической и культурной ситуации «серебряного века», когда были преодолены тенденции функционализма и эклектики (позитивизм XIX вв.), наивная вера в рационализм (свойственная классицизму XVIII в.). «Предреволюционный неоклассицизм выработал свой вариант утопического мышления – его ретроспективистские утопии обращали жизненные реалии в театрализованную и эстетизированную игру (имитация «дворянских гнезд» у И.А. Фомина и А.А. Белогруда)», – определяет А.В. Иконников [8, с. 299.].

Советский неоклассицизм 1930-1950-х гг., который местами также имеет эмоциональную окраску, подходил к выбору идеальных эпох, отбору классики с жестко идеологических позиций. Отбиралось то, что считалось прогрессивным, то есть те эпохи, в которые осуществлялся определенный сдвиг в формационном развитии (классическая Греция, неоклассицизм французской революции и др.), послевоенный пафос победы описывался через соотнесение уже с российским ампиrom первой половины XIX в.

4) глобалистского, универсалистского характера классицизма, который определил вектор на масштабность, гипертрофию, порой циклопичность зданий и ансамблей [16].

Так, классицизм XVIII-XIX вв. сменился ампиrom, в неоклассицизме начала XX в. явно прослеживается гипертрофированный масштаб, реализованный в гигантомахии доходных домов Петроградской стороны [7, с. 201-409]. Разномасштабный стиль 1930-40-х гг. (от палатцо И.А. Жолтовского до коттеджей) трансформировался в ампирный стиль московских высоток, московского проспекта Петербурга и канала Волга-Дон.

Масштабность, гипертрофия и ориентированность на вечность часто были синонимами нереализуемости проектов. Усваивая европейское исходное прошлое (с утопиями, нереализованными проектами Н. Леду и Д.Б. Пиранези), Россия демонстрировала утопические проекты «Нового акрополя» по перестройке Московского кремля (и большого Кремлевского дворца В. Баженова) или же неоклассические варианты Храма Христа Спасителя (храм разума и созерцания).

Неоклассицизм XX столетия продолжил эти тенденции. Если предреволюционный его этап запомнился нереализованными проектами перестройки Петербурга («Новый Петербург»), застройки острова Голодай (И. Фомин, В.А. Шуко), то советский, ориентированный на «интернациональную общность новой культуры» [7, с. 361.], нескончаемыми конкурсами, проводимыми будто для проверки вкусов и «бумажной архитектуры» (Дворец Советов, 1931-1933; Дворец культуры в Казани, 1934-1935 и др., здания Наркомтяжа, Ленинского института и др.) [20, с. 42-101].

В целом, можно констатировать, что источником советского неоклассицизма 1930-1950-х гг. была российская классическая традиция – творческое осмысление и развитие российского классицизма, к началу XX в. воспринимавшегося уже как национальное явление.

Будучи частью российского культурного ландшафта 1930-х гг. он аккумулировал и дополнил в соответствии с духом времени (обновил) достижения российской классической традиции, не изменив их сути. Трансформация была осуществлена по органичному сценарию в соответствии с традицией. Преодолев горизонтальные, конструктивистские эксперименты, советский неоклассицизм 1930-1950-х гг. продолжил выстраиваться по правилам и практикам классического дискурса в архитектуре, закрепляя и утверждая

традицию. Исходя из этого, можно утверждать, что он являлся последним цельным этапом в развитии российской культуры, соотносящим себя с традицией. Показательно, что осуществлялось это в эпоху торжества модернизма и авангарда, как конкурирующих художественных стилей в описании изменяющейся реальности XX века.

Список литературы

1. Архитектура сталинской эпохи. Опыт исторического осмысления / Сост. и отв. ред. Ю.Л. Косенкова. – М.: Ком Книга, 2010. – 496 с.
2. Борисова Е., Стернин Г. Русский неоклассицизм. – М.: Галарт, 2002. – 288 с.
3. Вильковский М. Социология архитектуры. – М.: Фонд «Русский авангард», 2010. – 592 с.
4. Вундрам М. Палладио, 1508-1580. Законы гармонии. – М., 2009. – 95 с.
5. Даниэль С.М. Европейский классицизм. Эпоха Пуссена. Эпоха Давида. – СПб.: Азбука-классика, 2003. – 304 с.
6. Иконников А.В. Архитектура XX века. Утопии и реальность. Т. 1: В 2 т. – М.: Прогресс-Традиция, 2001. – 655 с.
7. Иконников А.В. Тысяча лет истории русской архитектуры. Развитие традиций. – М.: Искусство, 1990. – 384 с.
8. Иконников А.В. Утопическое мышление и архитектура: социальные, мировоззренческие и идеологические тенденции в развитии архитектуры. – М.: Архитектура-С, 2004. – 399 с.
9. Кириков Б.М. Архитектура Петербурга конца XIX – начала XX века. Эклектика. Модерн. Неоклассицизм. – СПб.: Коло, 2006. – 448 с.
10. Лисовский В.Г. «Национальный стиль» в архитектуре России. – М.: Совпадение, 2000. – 416 с.
11. Малышева С.Ю. Советская праздничная культура провинции: пространство, символы, исторические мифы (1917-1927). – Казань: Рутен, 2005. – 400 с.
12. Нащокина М.В. Античное наследие в русской архитектуре николаевского времени: Его изучение и творческая интерпретация. – М.: Прогресс-Традиция, 2011. – 616 с.
13. Паперный В. Культура Два. – М.: Новое литературное обозрение, 1996. – 383 с.
14. Рябушин А.В. Гуманизм советской архитектуры. – М.: Строиздат, 1986. – 376 с.
15. Савельева И.М., Полетаев А.В. Классическое наследие. – М.: Изд-во ГУ ВШЭ, 2010. – 336 с.
16. Сдвижков Д. Империя в наполеоновском наряде: восприятие французского неоклассицизма в Российской империи // Imperium inter pares: роль трансферов в истории российской империи, 1700-1917. – М., 2010. – С. 67-104.
17. Фуко М. Археология знания. – Киев: Ника-Центр, 1996. – 207 с.
18. Хан-Магомедов О.С. «Сталинский ампиризм»: проблемы, течения, мастера // Архитектура сталинской эпохи. Опыт исторического осмысления. – М., 2010. – С. 10-24.
19. Хан-Магомедов С.О. Архитектура советского авангарда. Проблемы формообразования. Мастера и течения. – М.: Стройиздат, 1996. – 709 с.
20. Хмельницкий Д. Зодчий Сталин. – М.: Новое литературное обозрение, 2007. – 304 с.

Iskandarov M.M. – senior lecturer

E-mail: iskandarovm@gmail.com

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Mikhailov A.Y. – candidate of historical sciences, associate professor

E-mail: apunion@mail.ru

Kazan (Volga region) Federal University

The organization address: 420008, Russia, Kazan, Kremlyovskaya str., 18

The Soviet Neoclassicism of 1930-1950's: the problems of transformation tradition of Russian classical architecture of XVIII-XX centuries

Resume

This article studies the phenomenon of Soviet neoclassicism as an organic part of the classical tradition in the Russian architecture. It focuses on the study of the sources of its formation. Specially, for this research created category of «tradition». At the same time shows using of this framework in architectural science (A.V. Ikonnikov, V.G. Lisowski, M.V. Nashokina). In the three hundred year history of classicism in Russia, XVIII-XX centuries were identified three stages of actualization of this phenomenon – the «enlightened» Classicism (1760-1820's.), Neoclassicism – Empire (1910's.) and Soviet neoclassicism (1930-1950's).

They analyzed in the frame work of «tradition/innovation» for continuity and renewal of tradition. The analysis in this regard was conducted on two levels: classicism considered as an architectural style (change in the principles of architecture) and classicism as a cultural-historical paradigm, distinguished general cultural principles that have influenced architecture. In the end, concluded that the Soviet neoclassicism is the organic development of the Russian classical tradition in architecture in a qualitatively new conditions.

Key words: soviet neoclassicism, the «enlightened» classicism, neo-classicism, tradition, innovation, architectural principles, the cultural principles of classicism.

References

1. Architecture of the Stalin era. Experience of historical understanding / Compiler and editor. Y.L. Kosenkova. – M.: Dom Knigi, 2010. – 496 p.
2. Borisova E., Sternin G., The Russian neoclassicism. – M.: Galart, 2002. – 288 p.
3. Vilkovsky M.A. Sociology of architecture. – M.: Found «Russian Avant-garde», 2010. – 592 p.
4. Vundram M. Palladio, 1508-1580. Laws of harmony. – M., 2009. – 95 p.
5. Daniel S. European classicism. Epoch Poussin. The era of David. – St. Petersburg: ABC-Classic, 2003. – 304 p.
6. Ikonnikov A.V. Architecture of XX century. Utopia and Reality. Vol.1: In 2. – M.: Progress-Tradition, 2001. – 655 p.
7. Ikonnikov A.V. A thousand years of the history of Russian architecture. Development of traditions. – M.: Art, 1990. – 384 p.
8. Ikonnikov A.V. Utopian thinking and architecture: social, philosophical and ideological trends in architecture. – M.: Architecture-C, 2004. – 399 p.
9. Kirikov B.M. The architecture of St. Petersburg late XIX – early XX century. Eclecticism. Modern. Neoclassicism. – St. Petersburg: Colo, 2006. – 448 p.
10. Lisowski V.G. «National Style» in architecture in Russia. – M.: Match, 2000. – 416 p.
11. Malysheva S.Yu. Soviet holiday culture of province: space, symbols, historical myths (1917-1927). – Kazan: Ruthen, 2005. – 400 p.
12. Nashokina M.V. Ancient heritage in the Russian architecture of Nicholas of time: its study and creative interpretation. – M.: Progress-Tradition, 2011. – 616 p.
13. Paperny V. Culture Two. – M.: Novoe literaturnoe obozrenie, 1996. – 383 p.
14. Ryabushin A.V. Humanism of Soviet architecture. – M.: Stroizdat, 1986. – 376 p.
15. Savelyeva I.M., Poletaev A.V. Classical heritage. – M.: Izdateistvo GU: VshE, 2010. – 336 p.
16. Sdvizhkov D. Empire in Napoleonic dress: the perception of French neoclassicism in the Russian Empire // Imperium inter pares: the role of transfer in the history of the Russian Empire, 1700-1917. – M., 2010. – P. 67-104.
17. Foucault M., Archaeology of knowledge. – Kiev: Nike Center, 1996. – 207 p.
18. Khan-Magomedov O.S. «Stalin's Empire»: Challenges, trends and master // Architecture of the Stalin era. Experience of historical understanding. – M., 2010. – P. 10-24.
19. Khan-Magomedov, S.O. Soviet avant-garde architecture. Problems of formation. Master and flow. – M.: Stroizdat, 1996. – 709 p.
20. Khmel'nitsky D. Aarchitector Stalin. – M.: Novoe literaturnoe obozrenie, 2007. – 304 p.

УДК 72; 33277

Загидуллина Г.М. – доктор экономических наук, профессор

E-mail: gulsina@kgasu.ru

Бирюлева Д.К. – кандидат технических наук, старший преподаватель

E-mail: dila899@mail.ru

Матвеев И.Ю. – кандидат экономических наук, доцент

E-mail: matigur@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Оценка проектных решений при реконструкции памятника истории и культуры на примере дома Фукса в г. Казани

Аннотация

В статье рассмотрено приоритетное направление – сохранение памятников истории и культуры.

Собственникам исторических памятников приходится решать сложные задачи по восстановлению и охране зданий. На примере дома К.Ф. Фукса показана история существования, перестройки и реставрации памятника истории и культуры под приспособление для современного использования.

Выбрано оптимальное проектное решение при реставрации здания с точки зрения сохранения конструкций памятника, снижения затрат при реконструкции и окупаемости издержек владельца зданий.

Ключевые слова: памятники истории и культуры, реставрация, реконструкция, современное использование памятника, конструктивные решения, экономичные решения.

Ход истории диктует, что с течением времени происходит рост требований населения к функционально-потребительским качествам зданий, жилых и общественных помещений, а следовательно, актуален поворот в сторону восстановления, реконструкции и реставрации. Особое внимание уделяется возрождению объектов культурного наследия. Так, в Татарстане утверждена Республиканская программа «Мирас-Наследие», которая будет реализовываться с 2013 по 2016 годы и Федеральная целевая программа «Сохранение и развитие исторического центра Казани». Планируется выделить 900 млн. рублей непосредственно на реконструкцию и ремонт исторических зданий. Культурное и историческое наследие – это духовный, экономический и социальный капитал невозместимой ценности.

В сентябре 2011 года Казанская городская дума одобрила список из 400 объектов ценной градоформирующей застройки.

В Казани 119 памятников имеют статус памятника федерального значения, 370 – регионального значения, 63 – местного значения, 39 – установленных объектов культурного наследия, 65 объектов, обладающих признаками объекта культурного наследия [1].

В Татарстане 247 памятников истории и культуры, используемых под жильё, требуют спасения от разрушения или уничтожения.

Реставрация зданий и сооружений представляет собой весьма сложный вид строительных работ с комплексным подходом к восстановительным работам. Она включает следующие действия: ремонт, консервацию, консолидацию и реновацию памятников архитектуры. Эти процессы – основа всех инженерно-технических проблем по защите исторических памятников.

Реставрация подразумевает комплекс мероприятий, которые обеспечивают сохранение и воссоздание исторического, архитектурно-художественного облика памятника, освобождая его от наслоений, не имеющих исторической ценности и искажающих его облик, восполнение утраченных элементов на основе научнообоснованных данных.

Реставрация может быть полной, когда без изменений фасадов, конструктивно-планировочных решений, декоративно-художественных элементов, с максимальным сохранением существующих материалов и конструкций, либо частичной, когда невозможно восстановить первоначальный облик, из-за отсутствия научных обоснований.

Консервация – это комплекс мероприятий, который предохраняет памятник от дальнейших разрушений и обеспечивает укрепление, а также защиту конструктивных частей и декоративных элементов без изменения исторически сложившегося облика памятника. Одним из видов консервации является проведение противоаварийных работ, состоящих из мероприятий, которые обеспечивают физическую сохранность памятника.

Воссоздание предусматривает полное восстановление разрушенного памятника при наличии достаточных научнообоснованных данных и при особой исторической, художественной, научной или иной культурной значимости памятника.

Реконструкция исторических зданий под современное использование предусматривает полное или частичное изменение функций и облика зданий (фасадов, перепланировки и интерьеров).

Самая важная и сложная часть работы при реставрации – это восстановление памятников, при этом необходимо найти таких инвесторов, которые должны не только извлекать прибыль из своей собственности, но и заниматься охраной памятников.

Работы по сохранению памятников истории и культуры весьма затратны.

За последние десять лет общий объем средств, направленных на проведение ремонта, реставрацию, консервацию и приспособление объектов культурного наследия для использования в Республике Татарстан, составил 8 млрд. 887 млн. рублей, в том числе 5 млрд. 167 млн. руб. – из средств федерального бюджета, 2 млрд. 895 млн. руб. – республиканские средства, 825 млн. руб. – внебюджетные источники.

На сегодняшний день часть объектов продана с торгов и передана в руки частных собственников, которые, взяв обязательства по восстановлению зданий, ставят перед собой первоочередные вопросы: во сколько обойдется реставрация и восстановление зданий и все ли здания удастся сохранить?

В большинстве случаев собственники объектов культурного наследия при реставрации памятников истории и культуры приоритетом ставят задачу приспособления здания под современное использование. Это частичная реставрация частей здания, которые являются объектом охраны, остальная часть здания, как правило, подлежит реконструкции и приспособлению под нужды владельца. Например, реставрируется только фасад здания, а его внутренняя часть полностью реконструируется под офисные или жилые помещения, для чего проводятся инженерные коммуникации, меняются перекрытия и многое другое. Но не всегда инвестор может адекватно оценить размер необходимых средств до начала проведения работ.

Строительным работам по реставрации предшествует большая инженерная работа по обследованию конструкций и подготовке проектной документации.

Один из таких объектов, подлежащих реконструкции, находится в забулачной части города по адресу: г. Казань, ул. Московская, 58/5. В начале XIX в. дом принадлежал знатному гражданину Казани Карлу Федоровичу Фуксу (1776-1846), который был врачом, натуралистом, историком, ректором Казанского Императорского университета и первым исследователем быта и культуры казанских татар. Его дом был своеобразным центром интеллектуальной жизни города. В разное время здесь бывали Н.И. Лобачевский, Е.А. Баратынский, И.М. Симонов, в 1821 году М.М. Сперанский, в 1829 немецкий ученый Александр Гумбольдт, в 1833 А.С. Пушкин, в разные годы И.М. Симонов, Э.П. Перцов, Н.М. Языков и др.

Здание является памятником истории и культуры республиканского значения по Постановлению Кабинета Министров Республики Татарстан от 23.07.1997 г. № 599, ст. 64 Федерального закона № 73-ФЗ от 25.06.2002 г. «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации».

Согласно историческим исследованиям, год постройки здания – 1812. По архитектуре – это типичная для конца 18 – начала 19 века гражданское сооружение, двухэтажное по улице Московская и с третьим антресольным этажом по улице Г. Камала. Скругленный угол дома был акцентирован невысоким световым барабаном и завершался куполом. Оригинальным стало то, что этот угловой дом, выстроенный в самом начале XIX века в стиле классицизма, был первым образцом совершенно нового типа жилого дома. Именно с него началась застройка города домами этого архитектурного направления, и теперь во всех районах старой Казани можно увидеть подобные строения на пересечениях улиц.

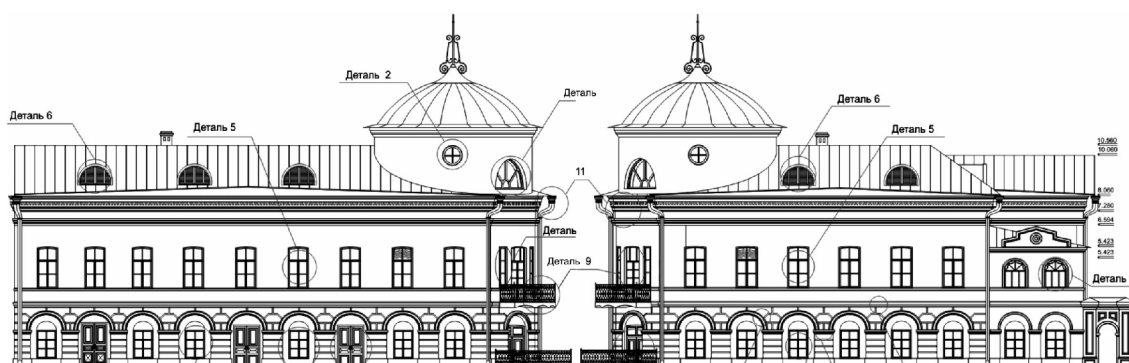


Рис. 1. Рабочий проект реставраторов ХРА мастерская Аксеновой И.А. 2012 г.

После кончины К.Ф. Фукса здание было продано казанским купцам Николаю Ерлыкину и Прохору Серову. После пожара 1850 года новые владельцы затеяли капитальную перестройку дома, существенно изменившую его архитектурный облик. По законодательству того времени проекты домов, имевших по фасаду более семи окон, требовали утверждения в столице. Проект, составленный академиком архитектуры А.И. Песке, бывшим тогда главным архитектором, послали в Главное управление путей сообщения и публичных зданий на рассмотрение. В том же году проект с высочайшего разрешения был утвержден, о чем свидетельствует подпись главного управляющего на чертеже. В 1851 году по проекту ведущего казанского архитектора А. Песке здание реконструировали, в таком виде оно сохранилось до сих пор.



Рис. 2. Общий вид. Фото конца XX века

Архитектор ликвидировал угловую башню с возвышавшимся куполом, тем самым лишая здание композиционного акцента. Оно приобрело очень характерный для периода эклектики вид, который скоро будут иметь все постройки казанских улиц.

Последние 15 лет здание не эксплуатировалось и находилось в заброшенном состоянии. В настоящее время ведутся реставрационные работы, с учетом приспособления здания для современного функционального назначения.

Задача, поставленная перед инженерной реставрацией, заключается в поддержании общей структуры памятника с выполнением всех необходимых инженерных работ по обеспечению дальнейшего его сохранения.



Рис. 3. Общий вид здания со стороны главного фасада вдоль улицы Г. Камала



Рис. 4. Общий вид здания вдоль улицы Московская



Рис. 5. Общий вид здания со стороны дворового фасада

В результате проведенного детального обследования строительных конструкций, прочностных испытаний и поверочных расчетов обследователями сделаны следующие выводы:

1. Здание в целом находится в аварийном состоянии.
2. Для дальнейшей безопасной эксплуатации здания необходимо выполнить укрепление тела фундаментов методом инъектирования.
3. Для устройства межэтажных перекрытий и крыши необходимо выполнить все мероприятия по восстановлению сплошности стен для обеспечения их несущей способности.
4. Подвальное перекрытие, выполненное из сборных железобетонных плит в период перестройки здания в советский период, рекомендуется демонтировать.
5. В качестве нового конструктивного решения рассмотреть вариант устройства несущего монолитного железобетонного каркаса внутри здания. Таким образом, все стены будут являться самонесущими.

Данный подход широко распространен при реконструкции зданий различного назначения, но, на наш взгляд, в каждом конкретном случае необходимо делать индивидуальные технические и экономические расчеты для принятия наиболее эффективного решения.

В большей степени конструктивные решения при реставрации делают исходя из удельных затрат основных элементов здания и степени их повреждений. Поскольку удельные затраты на возведение стен являются значительными для зданий подобного класса [2], то зачастую предлагают ввести монолитный железобетонный каркас, чтобы удешевить конструктивный элемент – стены. Но практика показывает (табл. 1), что при реконструкции зданий, возраст которых достигает 80-100 и более лет, основным затратным элементом становится восстановление фундаментов и стен, в связи с этим принятие решений о способах ликвидации аварийного состояния конструкций для дальнейшей безопасной эксплуатации здания необходимо делать в каждом конкретном случае проектировщикам не в ущерб инвесторам и собственникам.

Таблица 1

Удельные веса конструктивных элементов и устройств

Основные конструктивные элементы	При новом строительстве	При реконструкции
Фундаменты	10	30
Стены	46	22
Перекрытия	17	22
Крыша	11	19
Окна	16	7

Предложенные обследователями проектные решения являются достаточно затратными, так как связаны с возведением монолитного фундамента под новый монолитный железобетонный каркас и увязку работы со старым фундаментом.

Проектировщиками в качестве альтернативного решения было предложено воссоздать кирпичные внутренние несущие стены и запроектировать под них ленточный фундамент, а работу пространственной системы связать с помощью сталебетонных перекрытий. Сметные расчеты подтвердили экономичность альтернативного решения, применение указанного подхода позволит сократить материальные затраты по конструктивным элементам (фундаменты и стены) в 2 раза (табл. 2).

Таблица 2

Стоимостные показатели по вариантам проектных решений

Наименование затрат	Показатель стоимости по вариантам	
	предложение проектировщиков	предложение обследователей
Стоимость приобретения объекта, млн. руб.	20 000,00	20 000,00
Стоимость реставрационных работ, млн. руб.	25 200,00	40 320,00
Стоимость реставрационных работ, компенсируемых за счет бюджета, млн. руб.	-17 000,00	-17 000,00
Подключение объекта к коммуникациям, млн. руб.	3 000,00	3 000,00
Итого затраты собственника, млн. руб.	31 200,00	46 320,00
Стоимость аренды в год, млн. руб.	7 560,00	7 560,00
Срок окупаемости затрат, год	4	6
Экономия средств собственника, млн. руб.	15 120,00	

Приведенные примеры позволяют убедиться, сколь разнообразными могут быть проектные предложения по устранению аварийного состояния памятников архитектуры и как важно для сбережения средств тщательно анализировать эти предложения в отношении их экономичности и технической целесообразности, а также соответствия производственным возможностям и степени технической оснащенности стройорганизации, которой поручается ведение аварийных и реставрационных работ.

Список литературы

1. Объекты исторического наследия // <http://oldkzn.ru> (дата обращения 12.10.2012).
2. Укрупненные показатели восстановительной стоимости зданий и сооружений. НИИ и лабораторий для переоценки основных фондов. Академия Наук СССР. Сборник № 4 «Жилые общественные и коммунальные здания и здания бытового обслуживания». – М., 1972.

Zagidullina G.M. – doctor of economical sciences, professor

E-mail: gulsina@kgasu.ru

Biryuleva D.K. – candidate of technical sciences, senior lecturer

E-mail: dila899@mail.ru

Matveev I.Y. – candidate of economical sciences, senior lecturer

E-mail: matigur@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Assessment of design decisions for reconstruction of historical and cultural monument on an example of the house of Fuchs in Kazan

Resume

In the Republic of Tatarstan the special attention is given to preservation of cultural and historical heritage. Considerable funds are allocated for reconstruction and repair of historical buildings. The register of the buildings relating to monuments of a federal, local and cultural heritage is made.

Owners of historical buildings solve complex problems on restoration and protection of monuments. Most owners of buildings of a cultural heritage in the restoration of historical and cultural monuments are aiming to adapt buildings under the modern use. On an example of the house of K.F. Fuchs the history of existence, reorganization and restoration of a monument of history and culture under the adaptation for modern use is shown. Historical researches on change of architectural solutions of facades are given.

Now the building is in a dangerous condition. The owner of a monument intends to recreate initial shape of a building. Scientific historical researches are carried out. Construction designs are surveyed in details. Tests of material design are executed. Testing calculations of residual bearing ability of the main designs are made. For the further safe exploitation of building the technical solutions, allowing to lower specific expenses at restoration are chosen.

The given examples show a variety design offers on elimination of an emergency condition of architectural monuments. The given examples show an urgency of the technical solutions, allowing to save up means of owners and to keep a building.

Keywords: historical and cultural monuments, restoration, reconstruction, modern use of monument, constructive decisions, economic decisions.

References

1. Objects of historical heritage // <http://oldkzn.ru> (reference date: 12.10.2012).
2. The integrated indicators of regenerative cost of buildings and constructions. Scientific research institute and laboratories for reassessment of fixed assets. Academy of Sciences of the USSR. Collection № 4 «Residential public and municipal buildings and buildings of consumer services». – М., 1972.

УДК 72.03+725.4

Козлова И.В. – аспирант

E-mail: in_k@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

**Льно-прядельная мануфактура Алафузовых.
Архитектурно-градостроительное развитие промышленного комплекса XIX века****Аннотация**

В данной статье представлена картина формирования и развития застройки льно-прядельной мануфактуры Алафузовых в период со второй половины XVIII до наших дней.

Целью работы являлось изучение исторической промышленной застройки льно-прядельной мануфактуры Алафузовых и выявление сохранившихся ценных объектов в современной структуре комплекса.

Исследования проводились на основании имеющихся архивных, библиографических и иконографических источников и натурных обследований.

В результате исследований выявлена периодизация застройки льно-прядельной мануфактуры, а также ценные объекты, требующие сохранения.

Ключевые слова: промышленная архитектура, Алафузов Иван Иванович, льно-прядельная мануфактура, промышленный комплекс.

Произведения индустриального зодчества отражают уровень развития науки и техники своего времени и фиксируют собой определенные этапы развития города. Одним из таких примеров является льно-прядельная мануфактура Алафузовых. В архитектуре комплекса льно-прядельной мануфактуры можно проследить развитие промышленной архитектуры Казани XIX-XX веков.

Представленное исследование было проведено в рамках дипломной работы «Реконструкция и реставрация льно-прядельной мануфактуры Алафузовых» под руководством старшего преподавателя кафедры реставрации и реконструкции архитектурного наследия (РиРАН) Персовой С.Г. Ранее комплекс льно-прядельной мануфактуры не изучался.

Льно-прядельная мануфактура Алафузовых была основана в середине XIX века. Располагается в северо-западной части города Казани в Кировском районе на территории Ягодной слободы, по улице Гладилова (бывшая Архангельская) на берегу старого русла реки Казанки и на территории фабрики в ходе архивных исследований и визуального осмотра объекта было выявлено 15 объектов, построенных в XIX веке, несущих в себе историческую и архитектурно-художественную ценность, в том числе два объекта культурного наследия федерального – Дом Котелова и регионального значения – производственный (ткацкий) корпус.

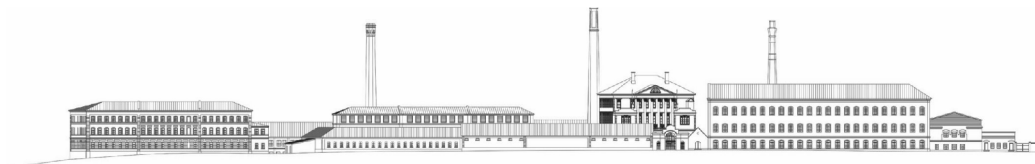


Рис. 1. Реконструкция льно-прядельной мануфактуры по ул. Гладилова, конец XIX века

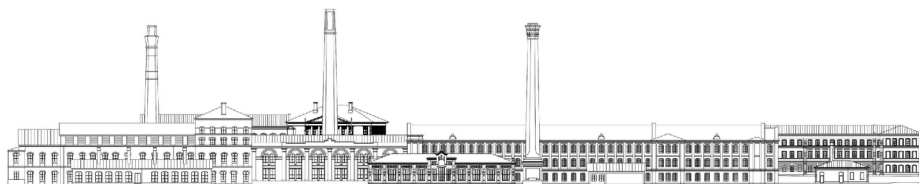


Рис. 2. Реконструкция льно-прядельной мануфактуры по территории завода вдоль берега старого русла Казанки, конец XIX века

На основании архивных исследований и имеющихся библиографических источников было определено 7 основных периодов развития территории завода (рис. 3, 4).



Рис. 3. Этапы развития территории льно-прядильной мануфактуры

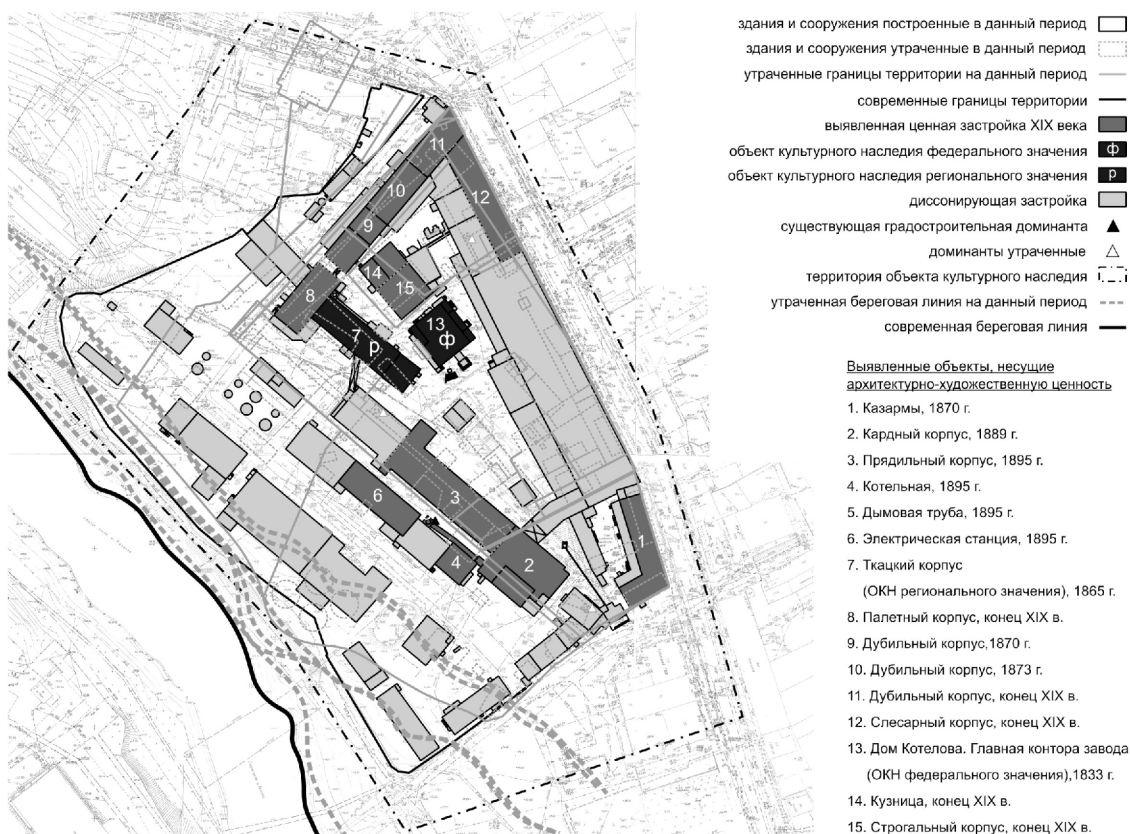


Рис. 4. Историко-опорный план с обозначением выявленных ценных объектов

До середины XVIII века функциональное назначение территории, на которой находится мануфактура, неизвестно, но на основании анализа рельефа и архивных источников можно предположить, что на большей части данной территории находилась пойма реки Казанки и частично располагалась жилая и хозяйственная застройка. Впоследствии пойма реки искусственно намывалась и застраивалась.

Конец 18 века – 1833 г. Никаких чертежей, относящихся к этому периоду не сохранилось, но из имеющихся библиографических источников и архивных документов известно, что в конце 18 века на большей части территории мануфактуры располагался кожевенный завод, который позже перешел во владение Котеловых. К этому же периоду относится каменный первый этаж и подвал дома Котелова.

1833-1859 гг. К 1833 г. старый кожевенный завод принадлежал Котеловым [1]. В этот период предположительно постройки в основном были деревянные, сарайного типа и располагались бесструктурно, по границам территории завода. Возможно также имели место несколько каменных корпусов с деревянным сушилом в верхних этажах. В этот период начали намечаться основные линии и характер заводских строений. К этому же периоду относится дом Котелова, построенный в 1833 году по проекту «городового» архитектора Петра Гавриловича Пятницкого на имеющемся каменном этаже с подвалом. По проекту был надстроен второй деревянный этаж с мезонином и два портика с северо-восточного и юго-западного фасадов, с шестью каменными колоннами коринфского ордера на легком рустованном ризалите с аркадой (рис. 5а). Между колоннами портика установлены металлические решетки со сложным рисунком, служащие ограждением своего рода веранды. Первый этаж дома отводился под контору завода, верх предназначался для жилых комнат владельца завода. Позднее, предположительно в этот же период, здание подверглось реконструкции (рис. 5б). Надстроен деревянный третий этаж. С главного северо-восточного фасада были сделаны два симметричных двухэтажных пристроя с первым каменным этажом и вторым – деревянным. Деревянные второй и третий обшиты тесом, окна украшены резными наличниками в традициях народного зодчества. С северо-западной части дома Котелова располагался сад.

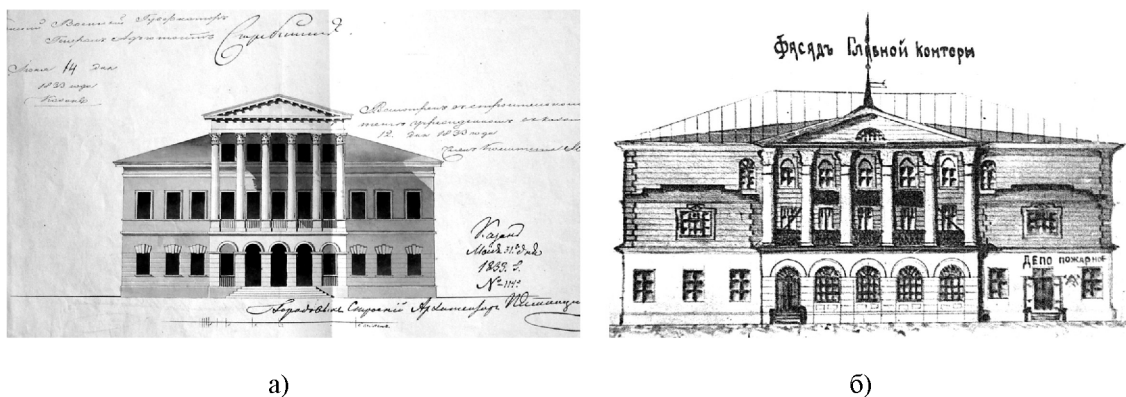


Рис. 5. Архивные документы: а) Проект Дома Котелова, арх. П.Г. Пятницкий, 1839 г. [9];
б) Проект реконструкции дома Котелова, вторая четверть XIX в. [10]

1859-1865 гг. В 1859 году «Товарищество Казанского кожевенного завода» выкупило старый кожевенный завод Котелова, после чего он был основательно реконструирован, заново переоборудован и расширен и 20 мая 1960 года пущен в ход. Были построены новые корпуса – двух-трехэтажные деревянные и деревянно-кирпичные с деревянными сушилами для кож в последнем этаже. В основном все постройки вытянутые в плане, со свободными планировками, не имели перегородок и декора на фасадах, за исключением главного корпуса, выходящего фасадом на берег реки Казанка, выстраивались в линию, примыкая друг к другу торцами, по границам территории завода. Архитектор всех построек П. Солнцев (рис. 6). Также некоторые строения старого завода были сохранены, в том числе дом Котелова.

В 1862 году было основано льно-прядильное производство и рядом с кожевненным заводом началось строительство каменного здания для текстильной фабрики.

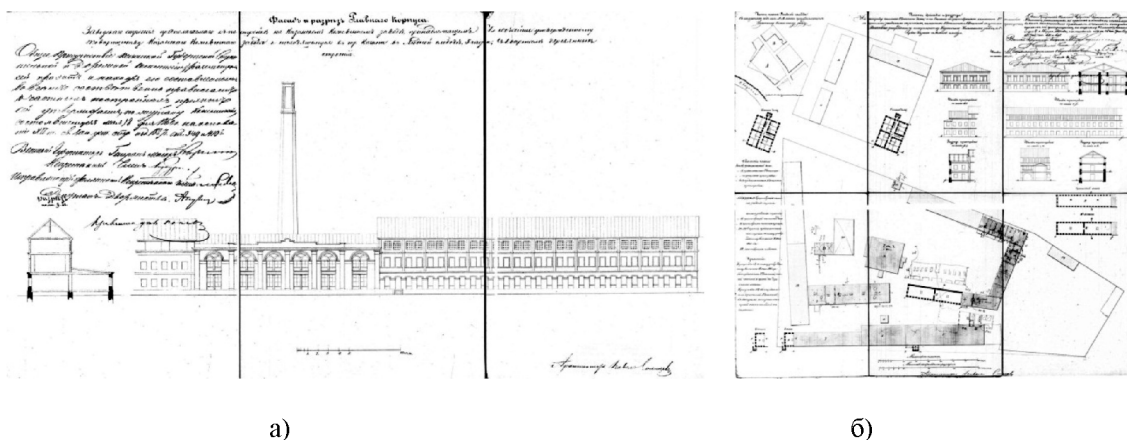
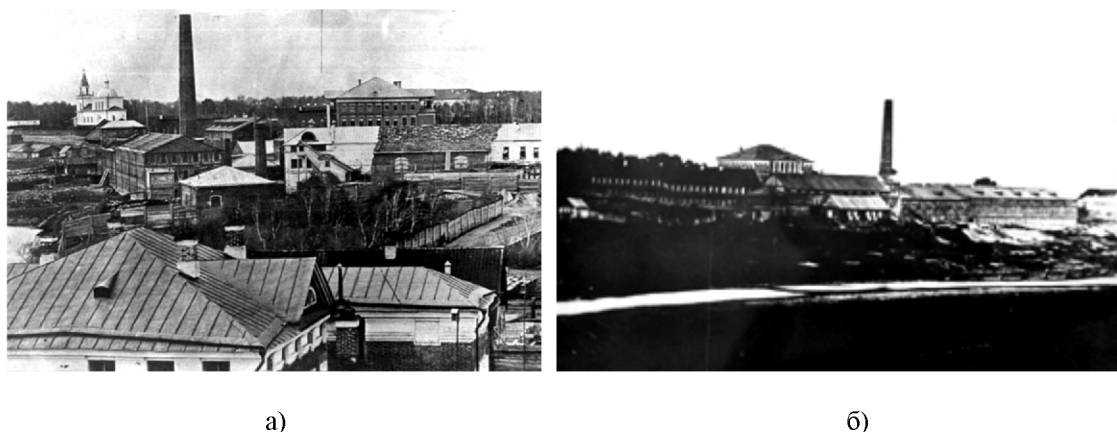


Рис. 6. Архивные документы: а) Фасад и разрез главного корпуса [7]; б) Планы, фасады и разрезы [6]

1865-1891 гг. К 1865 году из-за больших убытков «Товарищество Казанского кожевненного завода» было ликвидировано. Имущество завода было куплено И.И. Алафузовым и С.Е. Александровым в совместное пользование [1]. В мае 1865 года была пущена в эксплуатацию и дала первую продукцию текстильная фабрика. Активно идет строительство новых зданий мануфактуры. Деревянные строения заменяются каменными, строятся новые кирпичные трехэтажные корпуса по улице Архангельская (Гладилова). Застройка складывается периметрально, образуя внутреннее дворовое пространство, в центре которого оказывается главная контора (дом Котелова). С северо-запада П-образно выстраивается линия трехэтажных корпусов, с юго-востока также П-образно – застройка разной этажности. И сохраняется еще одна линия вдоль берега Казанки. Все корпуса разделялись в основном на два вида: трехэтажные кирпичные и двухэтажные кирпичные с надстроенным третьим этажом, где располагались сушила для кож и корья. Архитекторами новых строений были Котелов, Михайлов, Аникин, Невинский, Романов. В этот период были построены каменный трехэтажный корпус для фабричных рабочих, дубильный и сушильный цеха для кож, а также ряд пристроек к уже имеющимся зданиям.

Особенно производство начало расширяться в период русско-турецкой войны (1877-1878 гг.), когда появились крупнейшие заказы на поставку в армию. И к началу 1890-х представляли собой сложное многосоставное предприятие.



а)

б)

Рис. 7 (а, б). Фотографии конца XIX века

1891-1928 гг. Еще больше предприятие разрослось с 1891 года, когда стали изготавливать военное обмундирование и снаряжение. Застройка завода уплотнялась (рис. 8). На территории льно-прядельной мануфактуры были построены: новый прядельный корпус, электрическая станция, газовый завод, а также ряд пристроек. Вероятно, в этот период происходил намыв берега реки Казанки и завод своими строениями все ближе подступал к воде. На берегу были построены сначала два больших резервуара для остатков нефти, позже – еще два. В августе 1891 года И.И. Алафузов скончался, и было образовано «Торговопромышленное общество Алафузовских фабрик и заводов» («АФУЗО»), во владение которого перешли все предприятия завода. В начале XX века «Торговопромышленное общество Алафузовских фабрик и заводов» значительно выросло. В 1904-1905 годах были расширены корпуса текстильной фабрики и кожевенного завода. Производство продолжало приносить прибыль и все дальше развивалось до 1918 года, когда произошла национализация.

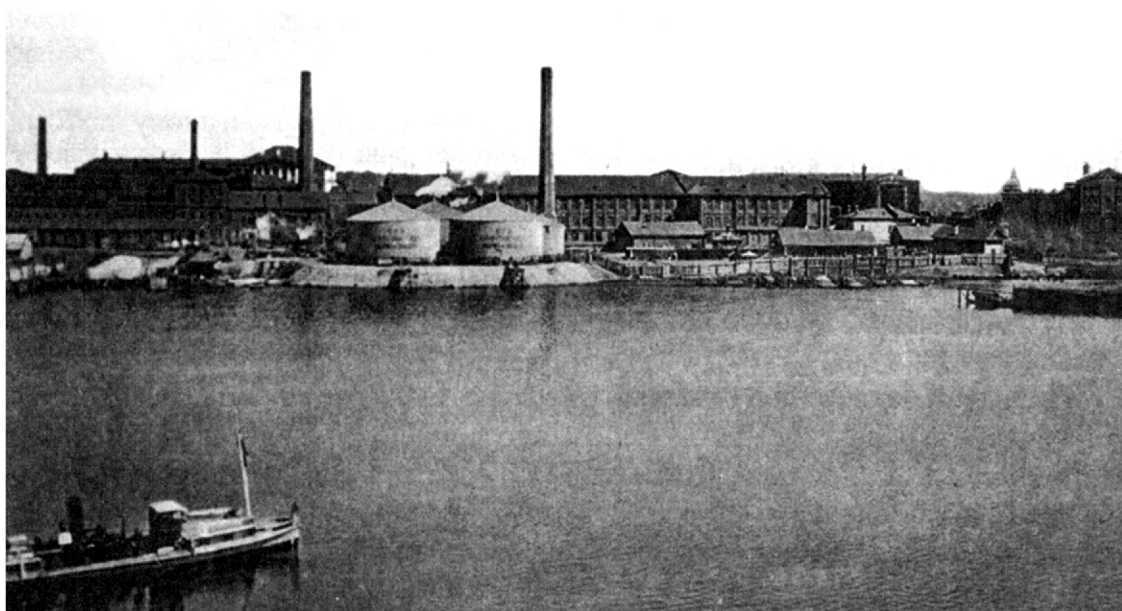


Рис. 8. Фотография 90-х годов XIX века

1928-1937 гг. В советский период только в 1928-1936 гг. была произведена основательная реконструкция завода. Была снесена часть построек, вдоль улицы Гладилова вместо старых складских зданий построен новый корпус прядельной фабрики, полностью перестроено ткацкое отделение, а также остальные цеха и мастерские [1]. Новые здания и постройки были выполнены из железобетона, также в старых корпусах деревянные перекрытия заменены на новые. В этот период претерпел ряд изменений и дом Котелова. Над третьим этажом устроены антресоли. Утрачен шестиколонный портик со стороны юго-западного фасада, заложены некоторые проемы и утрачена рустовка в первом этаже на северо-восточном фасаде. Второй объект культурного наследия – производственный корпус – также подвергся изменениям. Старые деревянные перекрытия были заменены на новые железобетонные, колонны вынесены на фасады. Заложена часть проемов. Скатная стропильная кровля заменена плоской, интерьеры приспособлены для современного производства.

Реконструкция советского периода (1928-1936 гг.) изменила общий облик и структуру завода, складывавшиеся на протяжении почти двух столетий, нарушила масштаб застройки. В ходе реконструкции было утрачено множество старых зданий и сооружений мануфактуры.

1937-2010 гг. Во время реконструкции мануфактуры был организован строительный отдел, который просуществовал до 1980-х гг. В результате визуального осмотра комплекса зданий завода можно предположить, что в период с 1936 года XX века по настоящее время также был намыт берег излучины Казанки (после создания Куйбышевского водохранилища) и на этой территории возведено несколько зданий и сооружений.

В приведенном исследовании можно проследить основные принципы формирования и архитектурно-типологические особенности зданий и сооружений льно-прядельной мануфактуры Алафузовых. Промышленная застройка в основном складывалась периметрально по границам территории мануфактуры и представляла из себя вытянутые в плане, вначале деревянные одно-двухэтажные здания, позднее двух-трехэтажные кирпичные с деревянными перекрытиями. Также можно проследить изменение традиций архитектурно-художественного решения промышленных зданий и сооружений. Вначале решение было более простым и функциональным, но позже появилось больше декора, в основном заимствованного из готики. Это говорит о том, что промышленная архитектура начала приравняться к жилой и общественной архитектуре и ее исполнение выходило за рамки утилитарного и исключительно функционального.

Список литературы

1. Анисимов Н.Г. Казанский Льнокомбинат. 100 лет. – Казань: Татарское книжное издательство, 1960. – 584 с.
2. Гельман И.М. Из истории Казанского Льнокомбината имени В.И. Ленина (в связи с 40-й годовщиной Великой Октябрьской социалистической революции). – Казань, 1957.
3. НА РТ, ф. 2, оп. 15, д. 610. «Проект на постройку каменного здания для электрической станции при Алафузовском заводе в Ягодной слободе», 1898.
4. НА РТ, ф. 2, оп. 15, д. 635. «Проект Дымовой трубы для новой котельной при льно-прядельной фабрике Алафузова», 1895.
5. НА РТ, ф. 2, оп. 15, д. 637. «Проект на постройку каменного трехэтажного корпуса для фабричных рабочих и помещения в нем училища для их малолетних детей при льно-прядельной механической ткацкой мануфактуре С.Е. Александрова и И.И. Алафузова», 1870.
6. НА РТ, ф. 408, оп. 4, д. 82. «Планы фасады и разрезы на постройку каменного 2-х этажного дома и на пристройку к существующим каменным строениям каменных: двухэтажных и двухэтажной с сушилом пристроек товариществу Казанского Кожевенного завода в 5-ой части в Ягодной слободе», 1861.
7. НА РТ, ф. 408, оп. 4, д. 84. «Фасад и разрез главного корпуса заводского строения предполагаемого к постройке на Казанском кожевенном заводе, принадлежащем товариществу Казанского Кожевенного завода в г. Казани в Ягодной слободе», 1861.
8. Отдел рукописей Казанской научной библиотеки им. Лобачевского. Инв. Книга 17 № 8958, 8960, «План месту, сост. в 5 части в Ягодной слободе... купца Котелова», 1833 (чертежи).
9. Отдел рукописей Казанской научной библиотеки им. Лобачевского. Инв. Книга 17 № 8958, 8960, «Пятницкий П.Г. Фасад... для построения деревянного этажа с мезонином на имеющемся каменном этаже в Ягодной слободе... I гильдии купцу П.И. Котелову», 1833. (чертежи).
10. Архив ОАО АПК «Казанский лен». «Копия чертежа фасада главной конторы Алафузовского завода», XIX в.
11. Архив ОАО АПК «Казанский лен». «Общий план всех строений Торговопромышленного общества Алафузовских фабрик и заводов в г. Казани», начало XX века.
12. www.rukazan.ru/wiki/Алафузов_Иван_Иванович (дата обращения 10.03.2011).

Kozlova I.V. – post-graduate student

E-mail: in_k@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

**Alafuzov's linen-spinning factory.
Architectural and urban building development of industrial complex of XIX century**

Resume

Alafuzov's linen-spinning factory is located in the north-western part of the city of Kazan in the Kirov region in the territory of Jagodnaja sloboda, Gladilova street (former Arkhangelskaya) on the banks of the old river bed Kazanka and was founded in the middle of the XIX century.

Based on archival research and existing bibliographic and iconographic sources seven major periods of development of the factory were revealed and a graphical reconstruction was made.

From the available bibliographic sources and archival documents it is known that at the end of XVIII century in most of the factory was located a tannery which later came into the Kotelov's property. The first floor of stone and basement of the house Kotelov's house refers to the same period.

In 1833-1859 the main construction of factory buildings began to reveal. Presumably they were mostly of wood and were placed in unstructured way within the factory borders. Kotelov's house was built in 1833 and is based on the project of a city architect P.G. Pyatnitskiy on the existing stone floor with basement. Later at the same period the building was reconstructed.

In 1859 new buildings of two and three floors were built, they were made of wood and brick and included wooden dryers for leather on the top floor. In 1862 linen-spinning production was founded and the construction of a stone building for a textile factory was begun.

By 1865 buildings formed a perimeter that created the inner yard space in the center of which the principal place of business (Kotelov's house) situated.

Production has grown even more since 1891. Factory became more close to the river line.

During the Soviet period (1928-1936) reconstruction the overall appearance and structure of the factory that had developed for almost two centuries was changed and thus the scale of building altered. Many old factory buildings were even lost.

From 1936 till nowadays the shore of Kazanka (after the creation of the Kuibyshev Reservoir) became larger and in this area several buildings were erected.

Keywords: industrial architecture, Alafuzov I.I., linen spinning manufacture, industrial complex.

References

1. Anisimov N.G. Linen-spinning factory of Kazan. 100 years. – Kazan: Tatar publishing house, 1960. – 584 p.
2. Gelman I.M. From the history of linen-spinning factory named by V.I. Lenin. (In connection with 40 year anniversary of Great October Socialist Revolution). – Kazan, 1957.
3. National Archive of Tatarstan Republic, f. 2, i. 15, c. 610. «The project of a stone building construction for a power station at Alafuzov's factory in Jagodnaya sloboda», 1898.
4. National Archive of Tatarstan Republic, f. 2, i. 15, c. 635. «The project of a chimney for the new boiler in Alafuzov's linen-spinning mill», 1895.
5. National Archive of Tatarstan Republic, f. 2, i. 15, c. 637. «The project of a three-floor stone housing building for factory workers and a school for young children within linen-spinning mechanical weaving factory of S.E. Alexander and I. Alafuzov», 1870.
6. National Archive of Tatarstan Republic, f. 408, i. 4, c. 82. «Plans and sections for construction of stone two floor building and an addition to the existing stone masonry buildings: two-and two-floor additions with drying constructions to partnership Kazan Tannery in the fifth part of the Jagodnaya sloboda», 1861.

7. National Archive of Tatarstan Republic, f. 408, i. 4, c. 84. «The facade of the main building and the factory buildings proposed to be built at the Kazan tannery owned by partnership Tannery Kazan in Kazan in Jagodnaya sloboda», 1861.
8. Manuscript Division of the Kazan Scientific Library of Lobachevsky. Inv. Book 17, № 8958, 8960, «A plan location, status. in 5 of the berry Kotelova merchant settlement...» 1833 (drawings).
9. Manuscript Division of the Kazan Scientific Library of Lobachevsky. Inv. Book 17 № 8958, 8960, «P.G. Pyatnitsky Facade ... building a wooden floor with a mezzanine on the existing stone floor in a suburb of berry ...merchant of first guild PI Kotelov», 1833 (drawings).
10. Archive of JSC AIK «Kazan Linnen», «The copy of the facade drawing of Alafuzov's factory main office», XIX.
11. Archive of JSC AIK «Kazan Linnen», «The overall plan of all buildings of Commerce Society of Alafuzov factories in Kazan», beginning XX.
12. Internet source: [www.rukazan.ru/wiki/ Алафузов_Иван_Иванович](http://www.rukazan.ru/wiki/Алафузов_Иван_Иванович) (reference date: 10.03.2011).

УДК 72.01 + 37.017.912 + 37.017.924

Нугманова Э.И. – аспирант, ассистент

E-mail: e.nugmanova@gmail.com

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Взаимодействие эстетического и экологического компонентов при разработке заданий на довузовском этапе архитектурно-художественной подготовки**Аннотация**

В данной статье рассматриваются вопросы взаимодействия эстетического и экологического компонентов в архитектуре и архитектурном образовании. Данная тематика приобрела в последнее время актуальность не только благодаря обострению экологических проблем, но и вследствие кризиса мировоззрения в современном обществе.

Автором рассматриваются общие черты и точки соприкосновения двух наук: эстетики и экологии. Наиболее ярко их связь просматривается в архитектуре и архитектурном проектировании. Эстетический и экологический компонент закладывается в архитектурное образование. На примере двух творческих заданий для детей в возрасте 5-8 лет, обучающихся в детской архитектурно-дизайнерской школе «ДАШКА» – индивидуального и группового, в статье рассмотрены особенности проявления и взаимодействия эстетического и экологического компонентов.

Ключевые слова: эстетика, экология, эстетика архитектуры, архитектурное образование.

Какая роль отводится эстетике в современном обществе? Как и любая гуманитарная наука, эстетика призвана анализировать и обобщать культурный опыт человечества, служить инструментом не рациональной, а чувственной оценки окружающей нас среды. Таким образом, эстетика не только формирует наше отношение к миру путем формулировки определенных критериев и ценностей, но и помогает нам определить свое место в мире. В условиях стремительного роста скорости передачи информации и постоянной смены ориентиров в современном обществе задача по выработке ценностей становится особенно сложной и актуальной.

Важнейшими ценностями являются сохранение природы, благополучие и здоровье человека и, вместе с тем, они подвергаются в наши дни самой большой опасности. Изучением данной проблемы занимается наука – экология. Экология имеет двоякую позицию. С одной стороны, ее можно отнести к естественным наукам, так как она занимается изучением законов развития отдельных видов и целых природных экосистем, а также механизмов взаимодействия между ними. С другой стороны, рассматривая в кругу своих проблем человека как важнейший компонент планетарной экосистемы, экология утрачивает свой сугубо объективный характер и приближается к гуманитарным и общественным наукам, затрагивая сферы человеческого мировоззрения и человеческих ценностей [1].

Острота экологических проблем и степень влияния на их развитие общественного производства (равно как и неизбежного обратного влияния) делает эстетику и экологию, как науки, вырабатывающие ценности, актуальными в наше время как никогда. В связи с этим усиливается интерес к этим наукам и их роль во всех сферах жизни человека.

Важно уделить внимание эстетическому отношению к природе. «Большинство экологически ориентированных эстетиков настаивает на необходимости формирования активного эстетического отношения к природе, выступающего высшей ступенью практического отношения к ней» [2].

Эстетический и экологический компоненты находили отражение в архитектуре с древнейших времен. В эпоху зарождения и становления архитектуры, как формы человеческой деятельности, эстетика и экология были неразделимы. Чем дальше мы уходим от традиционной архитектуры, тем больше становится разрыв между понятиями об эстетическом совершенстве здания и его экологической целесообразности. Это привело к тому, что до недавнего времени наблюдались примеры гипертрофированного позиционирования одного компонента без учета другого, а иногда и в ущерб другому. Только в последнее время передовые архитекторы стали уделять особое внимание тесной связи между выбором эстетической программы и экологической составляющей в своем творчестве.

Следует уточнить, что мы понимаем под термином «эстетика архитектуры». А.П. Мардер в своей книге «Эстетика архитектуры: Теоретические проблемы архитектурного творчества» дает следующее определение: «Эстетика архитектуры – наука об эстетических отношениях человека к архитектурной среде, развивающаяся и углубляющаяся система знаний об эстетической реальности, эстетических отношениях и эстетическом сознании в их связи с архитектурой как процессом познания, преобразования и функционирования материальной среды жизнедеятельности человека» [3].

Если говорить о том, что архитектура рассматривается как материальная среда жизнедеятельности человека, следует рассматривать ее как систему, аналогичную природе. Природная среда характеризуется высоким уровнем взаимодействия элементов. Больше всего это выражается в понятии экосистемы. Термин «экосистема» был введен английским экологом А. Тенсли в 1935 году.

В экологической науке принято следующее определение: «Экосистема – это единый природный комплекс, образованный сообществом живых организмов и средой их обитания» [4].

Таким образом, экологический подход к архитектуре основывается на изучении взаимодействия как отдельных элементов архитектурной среды между собой, так и человека с отдельными элементами среды и средой в целом.

Неотъемлемой частью архитектуры как процесса познания является архитектурное образование. В настоящее время оно не ограничивается только ступенью профессионального образования. Отдельные формы архитектурного образования проникают в учебный и воспитательный процесс на стадии довузовского обучения, который включает в себя школьный и дошкольный этапы. Архитектурное образование в дошкольном возрасте может рассматриваться в качестве альтернативы традиционному курсу эстетического воспитания.

Эстетическое и художественное воспитание является неотъемлемым условием гармоничного развития личности, повышает духовный потенциал человека, воспитывает способность к творческому мышлению во всех сферах жизни. Таким образом, художественно-эстетический компонент находит отражение в процессе воспитания и образования на всех этапах возрастного развития личности. Чем раньше она попадет в сферу целенаправленного эстетического воздействия, тем больше оснований надеяться на его результативность.

В условиях современного этапа развития общества, наряду с привычной формой эстетического воспитания через овладение понятиями и навыками изобразительного и декоративно-прикладного видов искусств, видится актуальным рассмотрение формы более комплексного эстетического и социального развития детей через знакомство с архитектурой и дизайном.

Из всех видов искусств архитектура является наиболее интегративным, так как в различных формах включает в себя другие виды, такие как живопись (фреска, мозаика), скульптура (барельефы, лепнина, скульптурные композиции). Кроме того, архитектура призвана служить удовлетворению как утилитарных, так и духовных человеческих потребностей, поэтому в ней воедино сливаются красота и польза, технические и эстетические начала. Таким образом, в рамках программы архитектурно-художественного образования осуществляется не только знакомство с основными видами художественного творчества, но и с примерами их синтеза, взаимодействия, взаимодополнения. Дети также постигают связь между практической и эстетической стороной предметов, что подготавливает почву для закрепления эстетических потребностей в ряду повседневных, бытовых потребностей ребенка. Воспитывается эстетическая культура. Здесь немаловажную роль играет дизайн как форма эстетического формирования окружающей среды.

Архитектура, особенно традиционная, неразрывно связана с экологией, отражая природно-климатические особенности региона. Архитектуру также справедливо называют летописью мира. На страницах этой «каменной книги» запечатлены целые эпохи человеческой истории. Таким образом, эстетическое воспитание через формы архитектурного творчества, а также знакомство с различными примерами мировой архитектуры позволит реализовать принципы установления междисциплинарных связей (в частности, с курсом экологии, включающим знания о природе родного края, и курсом общего развития, включающим знания по истории).

Таким образом, в рамках программы архитектурно-художественного образования можно выделить два основных компонента: эстетический и экологический. Эстетический компонент включает такие категории, как гармония (различные виды композиций: симметричная – асимметричная, статичная – динамичная, прямолинейная –

криволинейная), воздействие цвета (контраст – нюанс, теплые – холодные, темные – светлые цвета), художественный образ, эмоциональная окраска образа (грустный – веселый, спокойный – агрессивный). Экологический компонент активно применяется при выборе художественного образа и составляет, пожалуй, основу формирования любого тематического плана. Именно состояния природы (времена года, времена суток) рассматриваются и изображаются на занятиях по художественной деятельности. В рамках архитектурно-художественного образования экологический компонент значительно расширяется и обогащается за счет включения в него таких категорий, как окультуренный ландшафт (парки, скверы, газоны, клумбы и т. п.) и окружающая нас городская среда (как наша вторая природа). Кроме того, архитектурное творчество всегда коллективное, что дает широкие возможности для проведения коллективных заданий. Это учит детей работать в команде, что является необходимым условием социализации.

Активное взаимодействие эстетического и экологического компонентов в образовании помогает эффективно решать задачи по формированию гармонично развитой личности, преодолевать не только некорректное отношение к природе, но и нарушение межличностных отношений [5, с. 128].

Принципы взаимодействия эстетического и экологического компонентов в архитектурном образовании реализуются автором в ходе педагогической деятельности в детской архитектурно-дизайнерской школе «ДАШКА» при разработке учебных заданий. Далее представлены описания двух заданий – индивидуального и группового, на примере которых можно рассмотреть особенности проявления и взаимодействия эстетического и экологического компонентов.

Таблица 1

Название задания	Зимнее окно		
Для возрастной группы	7-8 лет	Формат	A-3
Техника выполнения задания	Необходимые материалы		
Акварель; линейная графика	Лист ватмана А-3; простой карандаш; акварель; перламутровые гелевые ручки; гель с блестками		
Цели учебного задания			
Образовательная цель состоит в изучении конструкции и форм оконного проема (прямоугольное, полукруглое, килевидное, трехлопастное). Воспитательная цель заключается в том, что прослеживается взаимосвязь между архитектурой и природным пейзажем. Архитектура в данном случае является обрамлением пейзажа и своим характером дополняет его. Линейная графика оформления рамы окна вызывает ассоциации с ледяной поверхностью.			
Задачи учебного задания			
Задание состоит в изображении окна, с учетом особенностей конструкции и выразительного потенциала формы оконного проема, и изображении вида из окна с передачей определенного состояния природы: морозный зимний день. Окно оформляется в линейной графике с помощью штриховок, а вид из окна выполняется в акварельной графике. Таким образом, природный пейзаж вступает во взаимодействие с архитектурой. Основной задачей является знакомство с принципиальной конструкцией окна; изучение различных форм окон; передача состояния природы через соответствующую цветовую гамму.			
Этапы выполнения задания (рис. 1)			
1 этап Лист располагается вертикально, внизу листа простым карандашом рисуется прямоугольник – это подоконник. От него поднимаются вертикальные элементы рамы. В качестве завершения предлагаются на выбор: арочные, стрельчатые, килевидные, трехлепестковые и др. Рисуются переплеты.			
2 этап Рисуется вид из окна: сугробы, дерево, дом и т.п. Акварелью раскрашивается вид из окна, рама и переплеты остаются белыми.			
3 этап Рама и переплеты обводятся и заполняются орнаментом с помощью гелевых ручек таким образом, чтобы они по-прежнему смотрелись белыми.			
4 этап С помощью геля с блестками рисуются морозные узоры на стекле.			

Эстетический компонент в представленном задании проявляется в композиционном решении окна (статичная, симметричная композиция). Изображение пейзажа вносит в задание экологический компонент. Взаимосвязь компонентов очевидна. В данном случае окно и вид из окна сливаются в единую композицию и не могут восприниматься по отдельности. Кроме того, изображаемое состояние природы определяет и характер оформления окна.

По итогам проведенного задания ученики могут осознать следующие положения:

1. Архитектура постоянно взаимодействует с окружающей средой, при этом восприятие окружающего мира через архитектурную «канву» является для жителей крупных городов неизбежным условием. Поэтому следует уделять должное внимание эстетическим качествам архитектурной среды даже на уровне деталей (окна, малые архитектурные формы и т. п.).

2. Безграничный потенциал в обогащении композиции заключается в сочетании двух типов структур: строгой, относящейся к архитектуре (симметричная композиция окна), и хаотичной, относящейся к природным формам (пейзаж за окном).

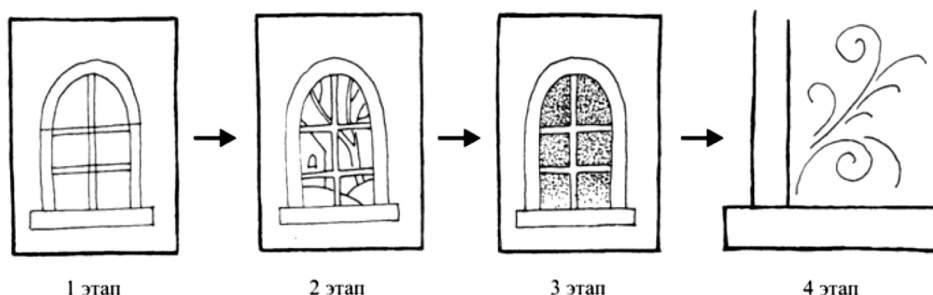


Рис. 1. Этапы выполнения задания «Зимнее окно»

Таблица 2

Название задания	Развертка по улице		
Для возрастной группы	5-6 лет	Формат	A-3
Техника выполнения задания	Необходимые материалы		
Гуашь	Лист ватмана А-3; простой карандаш; гуашь		
Цели учебного задания			
Образовательная цель состоит в формировании представления о жилой среде и ее составляющих. Воспитательная цель состоит в осознании того, что понятие «жилой среды» не ограничивается лишь собственным домом, но распространяется и на окрестности (двор, улица). Кроме того, задание показывает детям важность соседских отношений и коллективных усилий в благоустройстве территории, а также дает непосредственный опыт групповой работы.			
Задачи учебного задания			
На индивидуальном этапе ребенок знакомится со структурой фасада индивидуального жилого дома, задумывается над понятиями комфорта и эстетики жилого дома. На коллективном этапе «соседи» (ученики, чьи листы были склеены в одну «улицу») дают получившейся улице название и вместе занимаются ее «благоустройством» – рисуют озеленение и малые архитектурные формы. Задача состоит в том, чтобы обеспечить освоение таких понятий, как жилой дом, улица, жилая среда, благоустройство и элементы благоустройства, соседство; содействовать развитию навыков групповой работы.			
Этапы выполнения задания (рис. 2)			
1 этап Дом рисуется карандашом. Прорисовываются характерные детали: наличники, декор.			
2 этап Дом раскрашивается гуашью.			
3 этап Листы склеиваются между собой, и создается «улица». Дети вместе дают улице название.			
4 этап На получившейся развертке рисуется озеленение, элементы благоустройства и малые архитектурные формы. Проводится беседа на тему того, что соседи должны жить дружно и что такими элементами, как скамейки и качели, мы пользуемся вместе и не ломаем их.			

Эстетический компонент данного задания проявляется в организации композиции фасада дома и в дальнейшем эстетическом осмыслении композиции жилой улицы. Затрагивается понятие ритма, так как появляются повторяемые элементы – дома. Экологический компонент проявляется в данном случае на двух уровнях: внешний проявляется в особом внимании к озеленению и таким элементам благоустройства, которые характеризуют экологически дружелюбную среду (парковки для велосипедов, контейнеры для мусора, солнечные батареи, ветряки и т.п.). Технические устройства по добыче электроэнергии из нетрадиционных источников вызывают у детей любопытство, которое впоследствии переходит на проблемы энергетики и ресурсосбережения. Таким образом, можно на примитивном уровне познакомить их с данной темой. На более глубоком уровне экологический компонент проявляется в том, что ученик обнаруживает свое определенное место в структуре окружающего мира через размещение своего дома на общей «улице». Этому способствует и сам процесс коллективной работы. Межличностное взаимодействие между учениками и взаимодействие на композиционном уровне гармонично дополняют друг друга.

Ожидаемые результаты по итогам данного задания:

1. Дети получают непосредственный опыт групповой работы
2. Расширение понятия о доме. Жилая среда не ограничивается только объемом собственного дома или квартиры, но распространяется и на прилегающую к дому территорию. За нее горожане также несут ответственность.
3. Дети постигают понятие взаимодействия элементов архитектурной среды между собой.
4. Рассматривается также понятие соседства. Ведь взаимодействие происходит не только между элементами архитектуры, но и между людьми.
5. Дети учатся работать с отдельным элементом среды (домом) и со всей средой в целом (улицей). Таким образом, осуществляется переход от одного структурного уровня к другому в рамках одного задания.

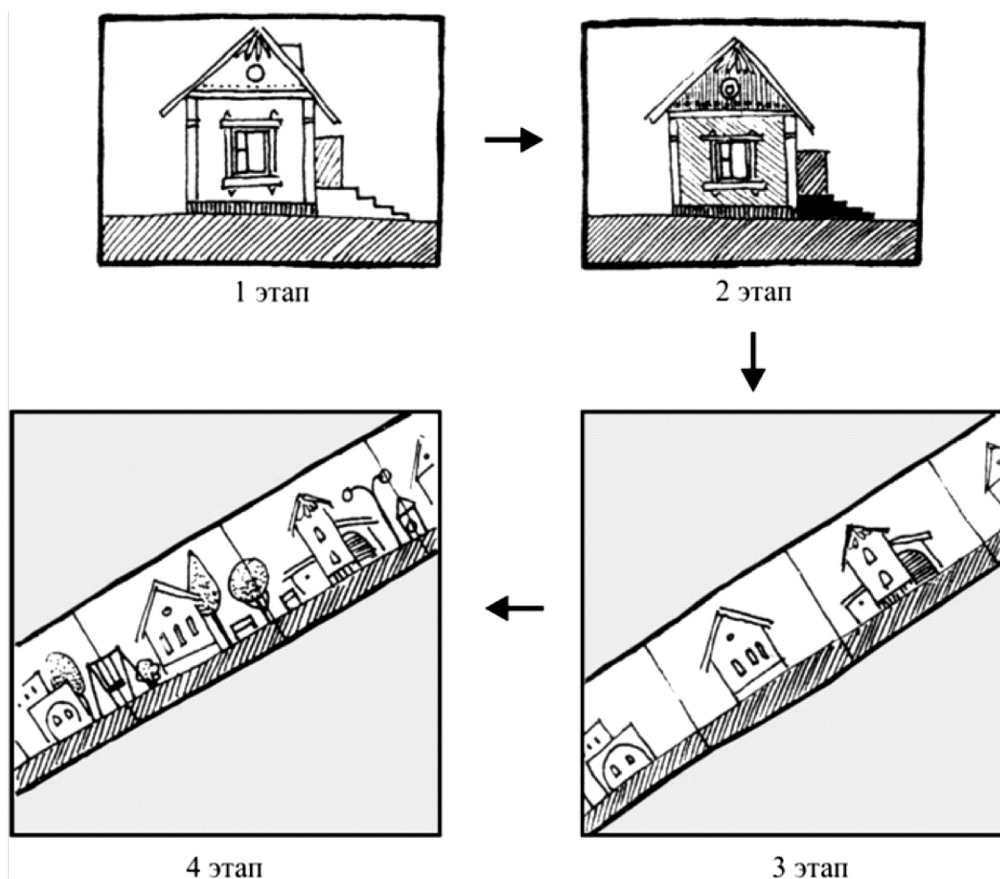


Рис. 2. Этапы выполнения задания «Развертка по улице»

В заключение следует сказать, что комплексное рассмотрение эстетических и экологических компонентов в архитектуре позволяет учитывать двойную природу архитектуры как вида искусства и как материальную среду. Рассматривая архитектуру как вторую природу, необходимо брать во внимание объективную связь эстетического начала и утилитарной целесообразности, как это происходит в природных системах. Кроме того, любой структурный элемент архитектурной среды (здание, комплекс зданий или малая архитектурная форма) не может рассматриваться вне окружения, так же, как в природе ни один элемент не может быть полностью описан вне экосистемы.

В сфере архитектурного образования тесное взаимодействие эстетического и экологического компонентов позволяет расширить круг рассматриваемых понятий и обогатить содержание заданий.

Список литературы

1. Экологические ценности: три подхода // Новый мир, 1994, № 11. URL: http://magazines.russ.ru/novyi_mi/1994/11/zalyg1.html (дата обращения: 11.10.20012)
2. Долгов К.М. Эстетика природы. – М.: Изд-во ИФРАН, 1994. – 230 с.
3. Мардер А.П. Эстетика архитектуры: теоретические проблемы архитектурного творчества. – М.: Стройиздат, 1988. – 216 с.
4. Митчел П. 101 ключевая идея: экология. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2001. – 224 с.
5. Киященко Н.И. Современные концепции эстетического воспитания. – М.: Изд-во ИФРАН, 1998. – 302 с.

Nugmanova E.I. – post-graduate student, assistant

E-mail: e.nugmanova@gmail.com

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The relationship of the aesthetic and environmental components in the architectural and artistic education on the example of author's learning task

Resume

Speaking of that architecture is considered as a material environment of human life, it should be seen as a system that is similar to nature. That's why ecological component of architecture is just as important as aesthetic component is.

Architectural education is a significant part of the architecture, as the process of learning. At present, it is not only limited to the professional stage of education, but in some form is included in the educational process much earlier.

Active interaction of aesthetic and environmental components in the upbringing can effectively solve the problems of the formation of a harmonious personality, to overcome not only the incorrect attitude to nature, but also a violation of interpersonal relations.

Principles of interaction between the aesthetic and environmental components in architectural education implemented by the author in the course of educational activities in the children's architectural and design school «DASHKA».

Integrating aesthetic and environmental components in the architecture allows to consider the dual nature of architecture as a form of art and as a material environment. In the field of architectural education close interaction of aesthetic and environmental components expands the range of the concept under consideration and enrich the content of learning tasks.

Keywords: aesthetics, ecology, aesthetics of architecture, architectural education.

References

1. Environmental values: three approaches // New world, 1994, № 11. URL: http://magazines.russ.ru/novyi_mi/1994/11/zalyg1.html (reference date: 11.10.20012).
2. Dolgov K.M. Aesthetics of Nature. – M.: Publishers IFRAN, 1994. – 230 p.
3. Marder A.P. Aesthetics of Architecture: theoretical problems of architectural creativity. – M.: Stroyizdat, 1988. – 216 p.
4. Mitchel P. 101 key idea: ecology. – M.: FAIR-PRESS, 2001. – 224 p.
5. Kiyaschenko N.I. Modern concepts of aesthetic education. – M.: Publishers IFRAN, 1998. – 302 p.



УДК 691.33

Иванова Е.А. – аспирант

E-mail: ifginaia@gmail.com

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Современные рынки в центре и на периферии – взаимосвязь исторических процессов и современных тенденций

Аннотация

В продолжение исследования казанских рыночных площадей в статье подведен резюмированный итог идентификации местоположения рынков на протяжении истории города. Отмечены влияние в XII–XVI вв. Посадской стены, а также изменения в структуре города после ее разрушения в XVI–XX вв., переход к современным рынкам – их расположение на плане Казани, их состояние сегодня. Производится попытка выявить взаимосвязь исторических процессов с современными тенденциями в этой сфере, построить предположение по развитию ситуации в будущем. С этой целью рассматриваются современные периферийные районы как отдельные городские образования, которые наглядно подтверждают либо опровергают теорию развития по исторически обусловленному сценарию.

Ключевые слова: торговая артерия, ярмарка, этнические миграции, город-рынок, торговая площадь, торговое строение, гостиный двор.

Анализ исторических событий и фактов – база для научного исследования и отправная точка при планировании и прогнозировании развития в будущем. Исторический контекст тесно сопряжен с современной архитектурно-градостроительной ситуацией, прошлый опыт заключает в себе ответы на вопросы, которые требуют решения сегодня. Задача научного исследования – выявить взаимосвязь древних рыночных площадей и современных казанских площадей, определить сферу влияния исторически обусловленных факторов в современном городе, построить гипотезу развития современных периферийных районов Казани, основываясь на древних градостроительных принципах.

В начале XX в. в Казани было 17 площадей. Самой большой являлась площадь Арского поля (114 тыс. м²), за ней шли Николаевская, Сенная, Мочальная, Театральная и другие площади. Постоянными рынками были заняты Мочальная, Николаевская, Рыбнорядская площади; на Театральной, Сенной производилась периодическая воскресная торговля. Были и площади, предназначавшиеся для воинских учений и парадов, такие как Театральная и Мокрая. Местоположение этих площадей и их функции сложились и устоялись с начала основания Казани и в течение последующих веков претерпели лишь незначительные изменения [10].

В XIII–XIV вв. центральной городской площадью была Ярмарочная (площадь Тысячелетия), от нее в южном и юго-восточном направлении радиально расходились улицы. Радиальная система усилилась в XVI в. из-за возведения посадской стены вокруг города – татарское население было выселено за ее пределы, а представители власти находились в Кремле. Торговля разворачивалась прямо перед въездными воротами посадской стены. Это было наиболее выгодное и удобное место, транзитный торговый портал, который могли посетить и жители посада, и татары, и гости из других городов и стран, которые проезжали через эти ворота [9]. Таким образом, благодаря своему местоположению, Ярмарочная площадь сохранила свою актуальность и востребованность даже для современного населения Казани.

Однако, многие древние площади навсегда утратили свои функции, исчезли или были отдалены в соседние районы. Потеря торговой привлекательности Сенного базара, центрального рынка Старо-Татарской слободы – следствие реформ в политике городских властей. Такие события, как разрушение посадской стены, указ Екатерины II о «терпимости всех вероисповеданий», а также утвержденный в 1768 году Градостроительный план архитектора Кафтырева В.И., повлекли за собой перемены в городе:

❖ В XVII в. свободное расселение жителей Старо-Татарской слободы по всем городским районам Казани. Сенной базар, находившийся за Варламовскими воротами посадской стены, где покупателями были жители Старо-Татарской слободы, постепенно перестал стягивать на себя большие массы людей и со временем (в XX веке) переместился в более удобное место, на запад, туда, где сейчас находится Центральный колхозный рынок. Из истории известно, что в этом районе в XVII–XIX вв. находилась Мочальная площадь, общественный и торговый центр Мокрой слободы [9]. Район Центрального рынка и сегодня

является главным торговым узлом, через который проходит множество транспортных путей – близлежащий грузовой порт, речной порт и железнодорожный вокзал. Это транзитный торговый портал, ворота в город Казань (из истории известно, что в районе Центрального стадиона находились Триумфальные ворота, через которые торжественным маршем проходили военные отряды, возвращаясь с русско-турецкой войны XIX в. [13]).

❖ Изменения в структуре организации улиц Казани. Извилистые улицы, центрично формировавшиеся в направлении ворот посадской стены, в XVIII в. по плану арх. Кафтырева были выпрямлены, ортогонально привязаны к крупным городским площадям, сформировав прямоугольные кварталы поверх радиальной сетки улиц. Но в итоге, несмотря на перепланировку, сегодня пятна древних городских площадей все же сохранились на плане города, однако многие из них навсегда утратили свои торговые функции. Так, Гостиный двор, построенный на месте Караван-Сарая у Спасских (Арских) ворот Кремля, история которого начинается в XVI в., спустя несколько веков реорганизован в Национальный музей, когда городские границы расширились далеко на юг и запад, а торговля сосредоточилась не в центральной части, а в периферийных районах [2].

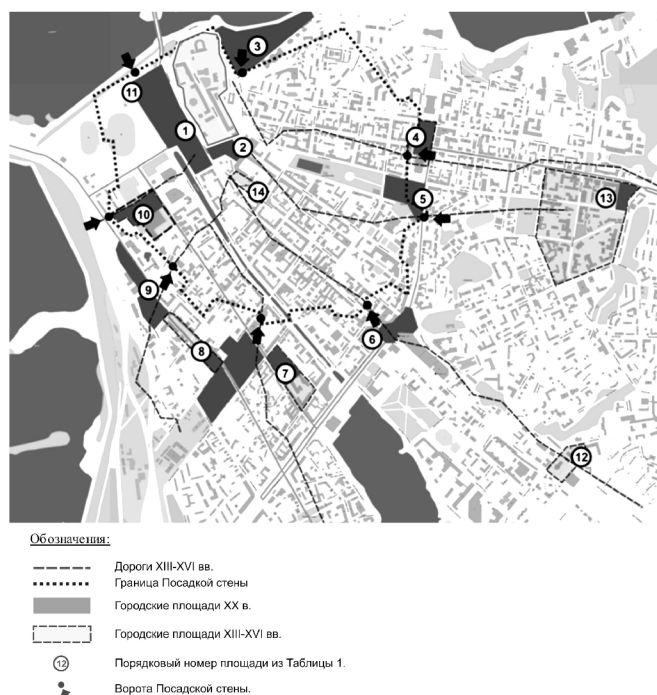


Рис. 1. Схема расположения рыночных площадей из Таблицы 1 на плане Казани

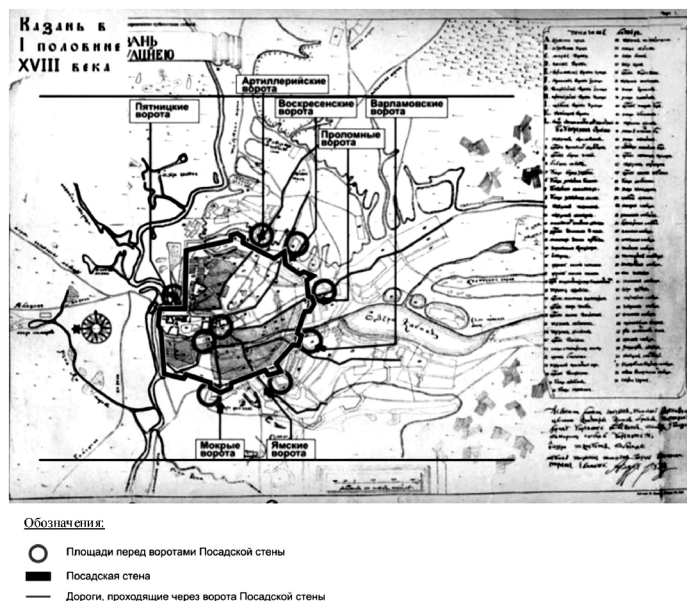


Рис. 2. Казань XVIII в.

Таблица 1

Исторические и современные названия площадей Казани

№	Название до XVI в.	Название (XVI-XVII вв.)	Название (XVIII-XIX вв.)	Название (XX в.)	Современное название (XXI в.)
1	Площадь Тапаяк	Площадь Тапаяк	Ярмарочная площадь	Ярмарочная площадь	Площадь Тысячелетия
2	Восточный бухарский базар	Спасская Площадь, Ивановская площадь, Александровская площадь	Александровская площадь; построен каменный Гостиный Двор	Площадь 1 Мая	Площадь 1 Мая
3	Озеро Поганое	Стрелецкая Слобода, Сбойливые ворота (Посадская стена) Пятницкая церковь	Усадьба Япеева	Ул. Федосеевская	Площадь на Дворцовой набережной
4	Озеро Поганое	Артиллерийские ворота (Посадская стена)	Театральная площадь	Театральная площадь	Площадь Свободы
5	Озеро Гнилое	Воскресенские ворота, Ханские Ворота (Посадская стена)	Кузнечная площадь, Николаевская площадь (озеро засыпано)	Ленинский сад	Университетский сад
6	Озеро Грузеево, Ногайская дорога	Рыбнорядская площадь, базар; Проломные ворота (Посадская стена)	Рыбнорядская площадь, базар, Площадь Кольцо	Кооперативная Площадь, Пл. Куйбышева	Площадь Тукая
7	Царево (Ханское) Озеро, Село Кураишево	Варламовские (Кураишевские) ворота (Посадская стена), Кураишева слобода	Сенной базар	Сквер «Интернационал»	Сквер «Интернационал»
8	Царево (Ханское) Озеро, Село Кураишево	Варламовские (Кураишевские) ворота (Посадская стена), Кураишева слобода	Мочальная площадь	Центральный колхозный рынок; Ул. Ухтомского	Центральный Рынок
9	Озеро Рогожское	Мокрая слобода	Строительство Казанского Вокзала	Казанский Вокзал, привокзальная Площадь	Привокзальная Площадь
10	Озеро Рогожское	Мокрая слобода	Мокрая Площадь	Площадь перед ЦУМом	Площадь перед ЦУМом
11	Озеро Банное	Олы Капка (Большие ворота) Биржа	Склады и амбары на Ярмарочной площади, деревянный цирк на Банном озере	Цирк	Цирк
12	Армянская слобода	Кирпичная слобода	Суконная слобода, Суконная мануфактура, Сорочий (Суконный) рынок	Сорочий рынок, Кинотеатр «Победа»	Дом Офицеров

Наиболее прибыльными местами для торговли можно считать въездные ворота, транзитные дороги, вокзальные площади. На рис. 1 графически показан принцип организации рыночных площадей вокруг посадской стены (стена обозначена пунктирной линией). Многие исторические площади до сих пор функционируют как торговые,

например, Центральный колхозный рынок, занимающий удобное местоположение и имеющий статус главного рынка города, благодаря речному и грузовому порту, а также железнодорожному вокзалу. То же самое можно сказать о Центральном универсальном магазине (ЦУМ), построенном в 1970-х гг. на бывшей Мокрой площади. Через площадь ЦУМа с Привокзальной площади в Кремль идет много туристов, гостей, поэтому удачное расположение помогает ему удерживать свои позиции центрального универмага – уже более 40 лет ЦУМ сохраняет этот статус [1].

Арское поле застраивалось элитными купеческими домами, несколько веков назад это место называлось Сибирской заставой и являлось восточными («арскими») воротами в Казань. В наши дни там находится торгово-гостиничный комплекс «Корстон» [8]. Рыбнорядский и Суконный рынок (Рыбнорядская переименована в пл. Тукая), рынок Толчок, рынок на пл. 1 Мая, находившиеся на одной планировочной оси, бывшей Ногайской дороге [1, 4, 9], исчезли с плана города, когда это направление, из-за сложности расширения дороги в плотной исторической застройке ул. Баумана и Петербургской, замкнулось поперечной кольцевой дорогой (ул. Вишневого – ул. Эсперанто) и основная транспортная нагрузка переместилась на параллельную улицу Павлюхина (Салимжанова). Впоследствии, эта улица перетянула на себя торговые и общественные функции бывшего Сорочьего (Суконного) рынка: вдоль ул. Павлюхина (Салимжанова) были построены Татарская государственная филармония, продовольственные магазины («Эдельвейс», «Перекресток»), ресторан Макдональдс и торгово-деловой центр «Сувар Плаза».

Николаевская рыночная площадь сегодня сохранена в виде Ленинского сада и открытой площадки с памятником Бутлерову. Рынок появился здесь также перед Воскресенскими (Ханскими) воротами посадской стены (рис. 1), через которые шла Воскресенская дорога, поднимающаяся на кремлевский холм (сегодня ул. Кремлевская) [7].

Залогом успеха торговых предприятий является удачный выбор места расположения. Сеть «Макдоналдс» (США), открывшая уже 10 ресторанов в городе (рис. 3), известна своим бесконечным потоком посетителей, большим спросом и стабильной репутацией, как известно, крайне тщательно подходит к вопросу выбора расположения своего нового ресторана. «Макдоналдс» является крупнейшим владельцем недвижимости в мире, известно, что люди, в первую очередь, покупают бренд, а потом гамбургеры, под которым они продаются [19]. Если взглянуть на схему расположения 10-и ресторанов «Макдоналдс» в Казани, можно угадать стратегию менеджеров завладеть участками на так называемых транспортных порталах: въездах в административные районы (ул. Дементьева, ул. Декабристов, ул. Павлюхина), внутри торговых центров и вблизи крупных автомобильных развязок. Можно построить предположение, что точки скопления транспорта и объектов обслуживания, в настоящее время находящиеся на периферии, – это будущие центры Казанской агломерации, выгодные для рыночной торговли под открытым небом, что в лучшем случае ведет их к объединению в организованные продовольственные рынки.

Механизм работы торговых точек на оживленных транспортных узлах и вдоль магистралей напоминает процесс прохождения воды через плотину. Мощный поток, сдерживаемый плотиной, и пропускающий через нее только часть своей массы, представляет из себя неуправляемую стихию. Народные рынки в настоящее время выполняют функцию плотины, регулирующей поток безработных и малообеспеченных людей. Эта плотина поддерживает «нормальный» уровень безработицы и снабжает всем необходимым бедные слои населения.

Обратившись к историческим ссылкам первой части статьи, можно предположить, что, являясь жизненно необходимым элементом продовольственного снабжения, рынки изначально образовывались на подъездных путях в город (у крепостных ворот, под стенами Кремля). Сегодня мы прослеживаем ту же тенденцию – наиболее крупные народные рынки и торговые комплексы (а также известные рестораны быстрого питания) расположены на наиболее оживленных и крупных периферийных магистралах. Разрастаясь вширь, город поглощает эти рынки, и они со временем перемещаются в еще более отдаленные районы и на их границы, туда, откуда поступает большой людской поток и привозят товары. Торговые городские площади, которые остались в центре, зачастую утрачивают свои торговые функции, превращаясь в общественные площади для

торжественных мероприятий, народных гуляний, и парадов, как это произошло с казанскими площадями – Ярмарочной, Рыбной; облагораживаются и превращаются в скверы – Сенная площадь, Николаевская площадь. Однако Центральный рынок остался на прежнем месте, благодаря своему географическому расположению – на прилегающих водных и железнодорожных артериях. Благодаря рынку центральная часть Казани все еще густо заселена и вовремя обеспечивается продовольствием.

Периферийные районы Казани (Московский, Кировский, Авиастроительный, Ново-Савиновский, Советский, Приволжский) имеют свои центры обмена товарами. На рис. 3 показано расположение периферийных рынков Казани, образующих кольцо вокруг центрального района.

Таблица 2

Название района	Главный продовольственный рынок района
Московский р-н	Московский рынок
Авиастроительный р-н	Караваевский рынок
Кировский р-н	Рынок «Фермер»
Ново-Савиновский р-н	Рынок на ул. Лаврентьева. Авторынок
Советский р-н	Вьетнамский рынок
Приволжский р-н	Приволжский рынок

Кольцевая дорога нанизывает их на радиальную ось, обеспечивает последовательную циркуляцию транспорта и доступность для потребителей. Каждый из периферийных рынков обслуживает определенный участок, имеет постоянных ежедневных покупателей, которые живут в близлежащих домах, а также транзитных посетителей. Благодаря удачному расположению, эти рынки собирают новых потенциальных торговцев и покупателей в свои ряды.

Новые города рождались из недр рыночных площадей, точек активного товарообмена, поэтому каждый периферийный рынок при хорошем географическом положении и высоком уровне товарообмена может стать центром нового города. Для того, чтобы проследить тенденцию развития рынков Казани, необходимо определить пути и направления движения товаров от производителя к покупателю. Теоретически возможно предугадать расположение будущих периферийных центров торговли, и, соответственно, мобилизовать необходимые ресурсы для строительства новых торговых центров, избегая стихийного распространения несанкционированных розничных рынков.

Список литературы

1. URL: www.wikipedia.org Википедия – Большая Электронная Энциклопедия (дата обращения: 20.09.2012).
2. Девярых Л.И. Гостиный Двор. – Казань: Художественно-публицистическое издание, 2002. – 400 с.
3. Свердлова Л.М. На перекрестке торговых путей. – Казань: Татарское книжное издательство, 1991. – С. 132.
4. Лебедев А. Рыбнорядская площадь. – Казань: общественно-политическая газета «Республика Татарстан», 2005. – 5 с.
5. URL: <http://www.iske-kazan.ru> Ерунов Б. Сенной базар. – Казань, 2011. (дата обращения: 10.07.2012).
6. Агеева Л.В. Суконка – исчезнувшая история. – Казань: Казанские Истории, 2010. – 8 с.
7. Агеева Л.В. На месте Николаевской площади. – Казань: Казанские Истории, 2004. – 5 с.
8. Бикбулатов Р., Мустафин Р. Красная слобода. – Казань: Иске Казан, 2011. – 4 с.
9. Амирханова М. Природно-географический и градостроительный облик Казани в начале XX в. – Казань: Гасырлар авазы – Эхо веков, 2007.

10. URL: <http://www.tatenergo.ru> Площади города Казани. – Казань, 2011. – 1 с. (дата обращения: 07.06.2012).
11. Абдуллин Я.А., Гильманов З.И. Казан Тарихы (История Казани), Том 1. – Казань: Татарское книжное издательство, 1991.
12. Айдаров С.С., Халиков А.Х., Хасанов М.Х. Казань в памятниках истории и культуры. – Казань: ТКИ, 1982.
13. Алишев С.Х. Все об истории Казани. – Казань: изд-во «Раннур», 2005. – 600 с.
14. Бикбулатов Р. Адмиралтейская и Ягодная слободы. // Казань, 1996, № 3. – С. 6.
15. Бикбулатов Р., Мустафин Р. Казань и ее слободы. – Казань, 2001. – С. 117.
16. Гольцман С.В. Ф.И. Шаляпин в Казани. – Казань: ТКН, 1986.
17. Султанбеков Б.Ф. История Татарстана. – Казань: ТаРИХ, 2001. – 544 с.
18. Татарская энциклопедия, Том 1. – Казань: Институт Татарской энциклопедии, 2002.
19. URL: www.mcdonalds.ru / История компании «Макдоналдс», «Мир Макдоналдс», официальный сайт компании «Макдоналдс». – М., 2012. (дата обращения: 05.09.2012).

Ivanova E.A. – post-graduate student

E-mail: ifginaia@gmail.com

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Historical overview of Kazan city market squares formation

Resume

During some centuries the main market square was Yarmarochnaya and most of the city population lived within walls of city suburb («posad»). Market squares at entry gates were the most commercial and comfortable place for trade. Political reforms of government caused changes in city plan: Sennoy market that was mostly visited by residents of Old Tatar district gradually became less attractive for big mass of customers and finally lost its trade functions. When city boundaries developed far to south and west, and market trading concentrated not in central part, but at periphery, main shopping arcade was reorganized into Tatar National Museum. The most profitable places for trade were traditionally entrance gates, through roads, railway station squares. Presumably, points of transport accumulation and service objects, which are currently at periphery, are future centers of Kazan agglomeration. It is possible theoretically to forecast the location of future periphery trade centers and accordingly mobilize necessary resources for new trade centers to avoid chaotic development of illegal markets.

Keywords: radial system, Kazan Posad, entry portal, transport load, lost trade functions.

References

1. URL: www.wikipedia.org: Wikipedia – Big Electronic Encyclopadia (reference date: 20.09.2012).
2. Devyatykh L.I. Shopping arcade. – Kazan, Atr-publicistic house, 2002 – 400 p.
3. Sverdlova L.M. At the intersection of trade ways. – Kazan: Tatar book publisher, 1991 – P. 132.
4. Lebedev A. Rybnoryadskaya Square. – Kazan: public-political newspaper «Tatarstan republic», 2005 – 5p.
5. URL: <http://www.iske-kazan.ru>: Yerunov B. Sennoy bazaar. – Kazan, 2011 (reference date: 10.07.2012).
6. Ageeva L.V. Sukonka – expired history. – Kazan: // Kazan Stories, 2010 – 8 p.
7. Ageeva L.V. At the place of Nikolaev square. – Kazan: // Kazan Stories, 2004 – 5 p.
8. Bikbulatov R., Mustafin R. Red district. – Kazan: // Iske Kazan, 2011 – 4 p.

9. Amirkhanova M. Natural geographic and city planning concept of Kazan at the beginning of XX century – Kazan: scientific-documental // Gasyrlar avazy – Echo of centuries, 2007.
10. URL: <http://www.tatenergo.ru>: Squares of Kazan. – Казань, 2011 – 1 p. (reference date: 07.06.2012).
11. Abdullin Y.A., Gilmanov Z.I. Kazan Tarikhy (History of Kazan), T. 1. – Kazan, Tatar book publisher, 1991.
12. Aydarov S.S., Khalikov A.Kh., Khasanov M.Kh. Kazan with monuments of history and culture. – Kazan, Tatar books publisher, 1982.
13. Alishev S.Kh. Everything about history of Kazan. – Kazan: publisher «Rannur», 2005 – 600 p.
14. Bikbulatov R. Admiralteyskaya and Yagodnaya districts. – Kazan, 1996, № 3. – P. 6.
15. Bikbulatov R., Mustafin R. Kazan and its districts. – Kazan, 2001. – P. 117.
16. Goltsman S.V. F.I. Shalyapin in Kazan. – Kazan: Tatar books publisher, 1986.
17. Sultanbekov B.F. History of Tatarstan. – Kazan: TaRIKh, 2001. – 544 p.
18. Tatar encyclopedia, T. 1. – Kazan, Institute of Tatar encyclopedia, 2002.
19. URL: www.mcdonalds.ru/history of McDonalds company, «McDonalds World», official website of McDonalds company in Russia. – M., 2012. (reference date: 05.09.2012).

УДК 711.4.01

Хайруллина Ю.С. – аспирант

E-mail: y.xairullina@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

К вопросу об основаниях для типологии градостроительных образований (узлов) с транспортно-коммуникационной специализацией

Аннотация

В статье рассматривается вопрос пространственной организации градостроительных образований с транспортно-коммуникационной специализацией. Интерес представляют особые типы пространств транспортного и пассажирского назначения. Речь идет о своего рода «технологической» и «экологической» сторонах пространственной организации градостроительных узлов с транспортной специализацией. Особенности такого двустороннего характера организации выявляются в ведущих примерах мировой и отечественной практики современных тенденций развития транспортных узлов. Статья также рассматривает вопрос организации и характера узлового объекта городской среды, такого как исследуемый «транспортный узел».

Ключевые слова: градостроительные образования с транспортно-коммуникационной специализацией; пространственная организация, типология пространств; пропорциональное соотношение.

Современные градостроительные образования с транспортно-коммуникационной специализацией (в последующем «узлы») представляют сегодня полифункциональную структуру со сложной пространственной организацией. Вместе с транспортной – основной – функцией они включают в себя торговую, культурно-развлекательную, социальную, эстетическую, экономическую, экологическую и другие. Все функции, работая в одной системе узла, представляют собой целую палитру пространств. И пространства эти сегодня имеют потенциал не сугубо технологического характера, как например, в случае транспортной развязки или пересадочного терминала, но гуманный, способный проявляться в гармоничном соотношении технократических и экологических пространств. Сложные городские образования с транспортной функцией требуют непростой и многообразной функционально-пространственной структуры. В статье предлагается рассмотреть пространственное многообразие структуры узлов, выявить определенные типы и характер пропорционального соотношения функциональных пространств на конкретных примерах современных узлов в мировой практике.

Статья основывается на материалах справочной информации о зарубежных и отечественных транспортных узлах и вокзалах таких авторов, как Kimura T. [1], Ferrarini A. [2], научных работах по пространственному содержанию узлов у Явейна Н.И. [3], Русакова Е.С. [4], Токаревой Г.Ш. (тема: городские узловые районы) [5], Гутнова А.Э. [6], нормативных материалах, рекомендациях, с рассмотрением типологии высокоурбанизированных узлов, и материалах 64-ой Всероссийской научной конференции КГАСУ по вопросам архитектуры и строительства.

Зачастую под комплексными градостроительными вопросами функционального зонирования привокзального района, организации его транспортной структуры и создания качественно новой городской среды подразумеваются:

1. Высокоурбанизированное использование территорий ЖВК (железнодорожных вокзальных комплексов);
2. Насыщение района новыми функциями и улучшение сети обслуживания;
3. Решение вопросов организации и развязки транспортных потоков в структуре района, особенно на привокзальной площади;
4. Модернизация путевого хозяйства вокзала.

Однако процесс урбанизации и уплотнения застройки сводится не только к совершенствованию с технологической стороны, отвечающей транспортной функции организации процессов в градостроительном узле, но и со стороны оздоровления среды жизнедеятельности человека. В этом случае поднимается вопрос пространственного освоения человеком транспортной и социальной сферы транспортного узла, их отношения друг к другу на транспортном объекте.

На сегодняшний день накоплен достаточно большой материал по рассмотрению феномена градостроительных образований с транспортно-коммуникационной специализацией в узком понимании сферы вопроса [7-9]. В научных трудах описание модели рассматриваемых проводилось по разным основаниям (транспортно-пересадочная функция, общественная функция). Исследование автора предполагает объединение всех научных ракурсов в одной модели градостроительного узла с вычлениением наиболее существенного свойства. Это свойство автор находит в проблеме соотношения техногенного и гуманитарного содержания узла и, в конечном итоге, – в поиске их пропорционального соотношения. Речь идет о пространственном содержании градостроительного узла. Но прежде чем говорить непосредственно об узле, необходимо проанализировать, в какой системе городских образований находится узел, – ситуацию в городе в целом.

Городская среда состоит из множества пространств, обращенных в разной степени к пешеходам – людям или к транспорту. Таким образом, можно сказать, что городские пространства обладают транспортными (коммуникативные пространства передвижения пассажиров и транспорта, их взаимодействие) или гуманитарными свойствами (стационарные пространства пребывания пассажиров) (рис. 1).

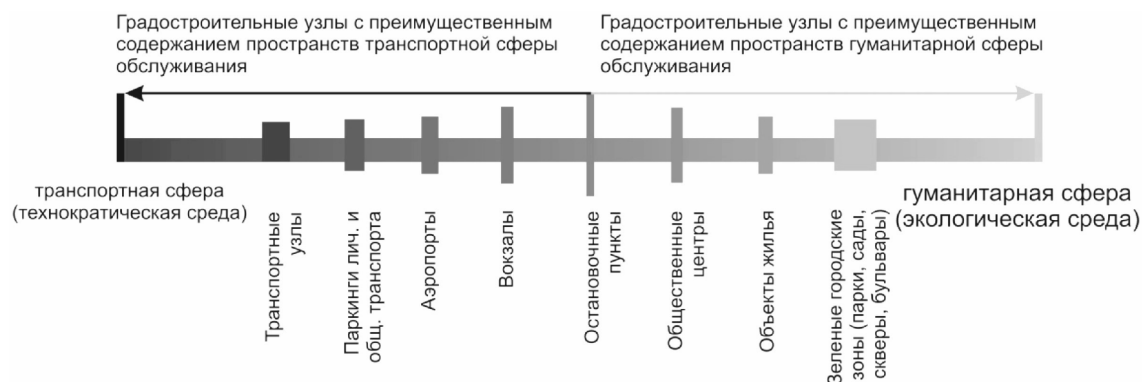


Рис. 1. Шкала городских пространств. Узловые образования

Интерес исследования вызывают городские образования, которые представляют собой узлы пересечения нескольких пространств с преобладанием одного или другого свойства (техногенного или гуманитарного). Наглядный пример – жилые узловые районы являются гуманитарной сферой со своими принципами пространственной организации: внимание к первоочередным человеческим потребностям в пище, крове, отдыхе, создании семьи, в то время, как объекты транспортной сферы, как наш объект исследования, отвечают технологической сфере с соответственным характером пространственного содержания. От того, где находится на классификационной линейке градостроительных узлов то или иное образование, будет определяться структура и качество пространств этого узлового образования. При этом каждый узел находится еще на разных стадиях развития городской среды. Например, Центральный вокзал в Казани, в сравнении с другими городами-миллионниками, не имеет достаточно развитого и современного транспортно-пересадочного ядра с достаточно развитым общественно-рекреационным пространством. Но главный вопрос исследования в том, что каждый объект служит удовлетворению всего набора потребностей человека, к какой бы сфере он не относился. Исходя из этого, необходимо говорить о поиске баланса одной и другой сферы в городских образованиях. И это возможно, рассматривая подробно пространственное содержание узловых образований и принципы их организации.

Чтобы разобраться в пространственном содержании узлов, необходимо провести классификацию. Классификация пространств основывается на критерии сфер деятельности, происходящих в градостроительных образованиях с транспортно-коммуникационной специализацией. К ним относятся действия, связанные с транспортно-пересадочной функцией узла и общественно-коммуникационной функцией. В соответствии с этим наблюдается разный характер пространственного содержания ведущих функций по формированию структуры узла. Так, наглядна разница между нахождением на перроне или на остановочной платформе общественного городского транспорта и нахождением в вестибюле или пассажирском зале ожидания. В одном типе пространств человек сосредоточен на технологическом процессе, связанном с транспортной функцией узла (пересадка с одного вида транспорта на другой, перемещение с одного места узла на другое, операции с багажом, обслуживание транспорта), другой тип пространств отвечает сопутствующим потребностям человека (социальные и деловые связи, отдых, питание, сервисное обслуживание, досуг, ожидание). Таким образом, автором выделяется два типа пространств градостроительных образований с транспортно-коммуникационной специализацией: «техногенные» и «экологические».

«Техногенные» пространства «ТКУ» включают в себя:

1. Парковки, остановочные платформы общественного городского транспорта;
2. Железнодорожные перроны;
3. Депо;
4. Багажные отделения;
5. Распределительные вестибюли;
6. Технические помещения;
7. Диспетчерские, пункты охраны;
8. Технические коммуникации: лифты, эскалаторы, лестницы;
9. Транспортные коммуникации: магистрали, тоннели, эстакады, мосты;
10. Административная зона;
11. Офисно-деловая зона.

В рассмотрение не входят коммуникационные виды пространств (транспортные коммуникации: магистрали, тоннели, эстакады, мосты), поскольку автор рассматривает стационарные пространства, которые связаны с деятельностью человека, пассажира.

Приведенные выше пространства организуют техногенную среду в транспортных узлах. И если она становится доминирующей, то это неблагоприятно сказывается на пассажирах и поэтому не может являться путем дальнейшего развития транспортных узлов. В современном мире борьбы людей за экологию, оздоровление природной и городской среды обитания человека развивается тенденция качественного содержания общественных объектов. И их пространственное содержание, как показывают проекты, представляется новым объектом изучения и дальнейшего развития. Такие пространства включают в себя общественные и рекреационные зоны «ТКУ». Рассмотрим их:

Общественные пространства:

1. Общественные площади;
2. Вестибюли;
3. Залы и зоны ожидания;
4. Конференц-залы;
5. Зоны кратковременного и длительного отдыха;
6. Кафе, рестораны;
7. Торговые пространства;
8. Сервисного обслуживания;
9. Культурно-развлекательные и познавательные пространства (кинотеатры, театры, выставки, музеи);
10. Переходные коммуникации (мосты, галереи, тоннели).

Анализируя зарубежные примеры градостроительных узлов, можно выявить еще один тип пространств, в пример к описанию нашей существующей ныне классификации. Этот тип не существует как отдельный тип пространств, скорее, он является модификацией общественных пространств и их взаимодействием с транспортной сферой. Например, в

структуре градостроительного узла «Трансбэй» в Сан-Франциско, который находится сейчас во второй очереди строительства, спроектированы зоны ожидания пассажиров автовокзала в продольно вытянутом крытом стеклянном объеме с пешеходным бульваром и зелеными насаждениями посередине. Тут же организованы кассовые стойки, разнообразные зоны ожидания пассажиров с кафе, площадками для игр, зонами отдыха. Сюда же выходят лестницы, эскалаторы и лифты с нижних ярусов этого узла и отсюда же осуществляется выход на открытый «транспортный бульвар» с «зеленой стеной» – естественной шумо- и пылезащитой, а также психологическим и эстетическим представлением живой природы в городской среде. Каждое место пребывания пассажира, таким образом, не является сменой одного названия пространства (вестибюль) на другое (остановочная платформа), а является естественным ходом пассажира с многообразием приемов организации общественных пространств одного характера. Таким образом, функциональные границы стираются, уступая место качественной организации среды полной сферы жизнедеятельности пассажира в транспортном узле.

«Экологические» (компенсирующие) пространства составляют:

1. Рекреационные: парки, висячие сады, скверы;
2. Острова зелени, изгороди, инсталляции (деревья в кадках);
3. Зимние сады и галереи;
4. Аллеи, галереи, бульвары, проспекты;
5. Амфитеатры;
6. Сценические и танцевальные площадки;
7. Общественные пространства с элементами;
8. Благоустройства и озеленения (в том числе вертикальное озеленение).

По таблице «Градостроительная классификация пересадочных узлов» и аналогично таблице «Структурная характеристика общественно-транспортных узлов» [10] был проведен анализ узлов зарубежного и отечественного опыта с ярко выраженным «техногенным» и иным пространственным содержанием. Транспортные узлы рассматривались на предмет структуры и пространственного содержания в графическом представлении. В результате анализа была выставлена гипотеза принадлежности узла к сугубо техногенным (урбанизированным) и иной форме пространственной организации, называемой автором «экологической» формой организации узла. Далее выявляется пропорциональное содержание сравниваемых пространственных категорий на предмет их возможного классификационного описания по количественным и качественным признакам.

К «техногенным» «ТКУ», рассмотренным в статье, относятся:

1. Вокзал в Киото, Япония [11];
2. Центральный вокзал, Лертер Байхоф в Берлине, Германия [12, 13];
3. Ладожский вокзал в С.-Петербурге, Россия;

К «экологическим» «ТКУ», рассмотренным в статье, относятся:

1. Проект транспортного центра Трансбэй, Китай (Transbay transit centre);
2. Вокзал Ньюгати, Будапешт, Венгрия;
3. Проект вокзала скоростных поездов с нулевым потреблением энергии в Штутгарте, Германия [14, 15].

Автор рассматривает узлы не в русле имеющейся в нормах и рекомендациях типологии, узел представляется как многофункциональный объект городской среды с транспортной специализацией, работающий на внутригородские и внешние связи. Такой узел включает в себя терминалы ж/д станций (пригородных и поездов дальнего и местного следования), автовокзалы, парк такси, парковки личного автотранспорта, метро. Роль узла определяется местом в структуре города, то есть узел играет роль городского, регионального и федерального значения одновременно. Таким образом, узлы – универсальны. Другое дело, к примеру, подвижной железнодорожный состав (современные скоростные поезда), путевое хозяйство (рельсы и пр.) – определяются мировыми стандартами. Технические возможности определяют параметры обслуживающего пространства (города, регион, страна), а не тип узла. И такой универсальный тип узла ложится в основу модернизации центров транспортной инфраструктуры и в г. Казани – мегаполис, город, расположенный на Транссибирской магистрали, связывающий восток и запад, религиозный и культурный центр, место проведения

международных спортивных мероприятий. Поэтому мировой опыт формирования таких узлов особенно интересен для модернизации и перспектив развития современных узлов в г. Казани.

Структурно-функциональное содержание современных транспортных узлов неоднократно описывается во многих научных статьях, в журналах и книгах. Автором представлен графический ряд с акцентированием внимания на пространственный характер организации узлов, а именно, что представляет собой характер транспортных и общественных пространств современных узлов. Рассмотрим пространственный характер градостроительных образований с транспортной спецификацией на нескольких примерах (рис. 2-5).

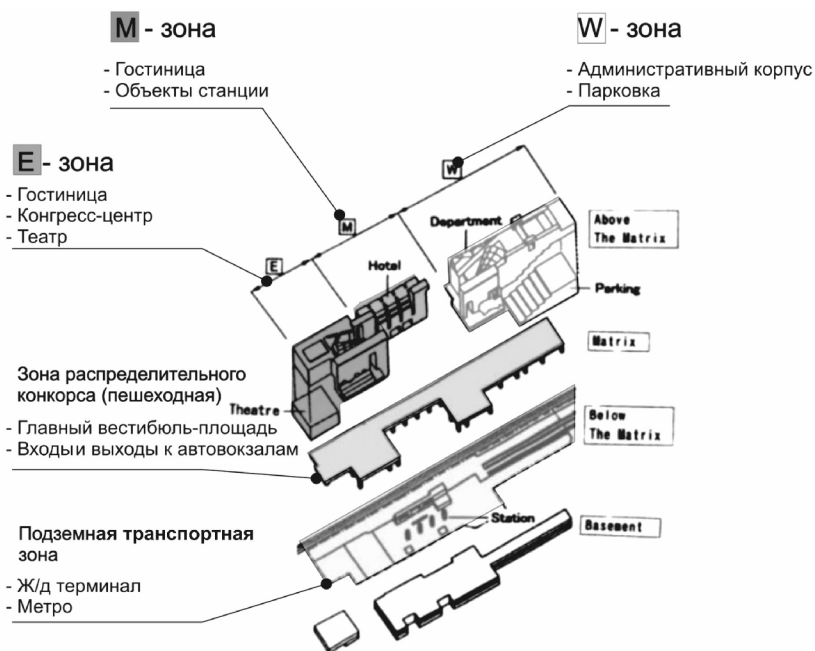


Fig. 2. Layout of various sections.

Рис. 2. Общая объемно-пространственная модель вокзала в Киото, Япония

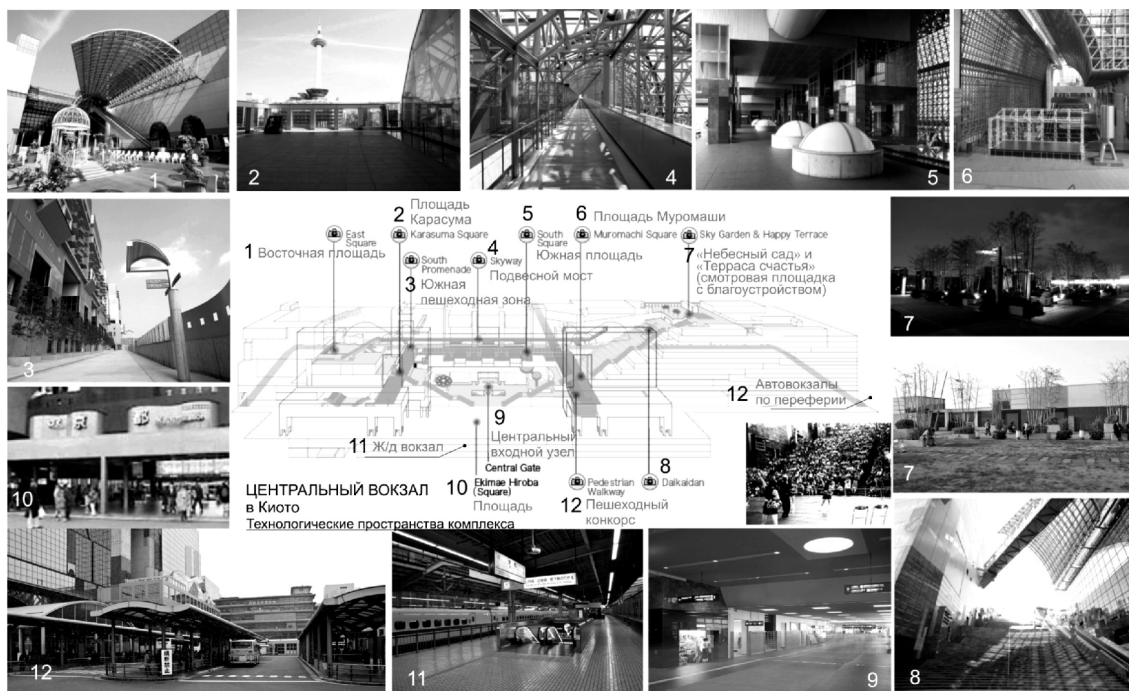
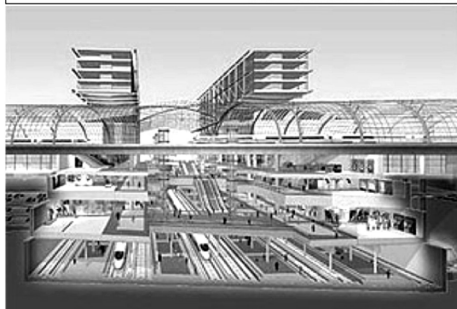
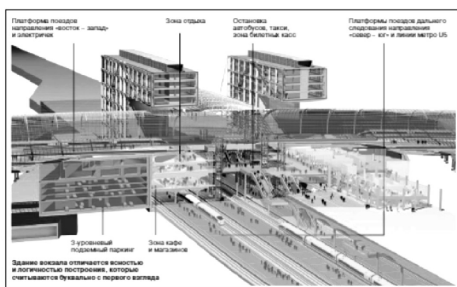


Рис. 3. Пространственная модель вокзала в Киото с наглядным представлением характера пространств

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ВОКЗАЛ Технологические пространства комплекса



- Офисные башни
- Вокзал городских электричек и поездов направления «запад-восток»
- Входной вестибюль, магазины, рестораны
- Подземный паркинг, багажное отделение
- Вокзал «канцлеровской» линии метро U-5; ж/д вокзал поездов дальнего следования «север-юг»

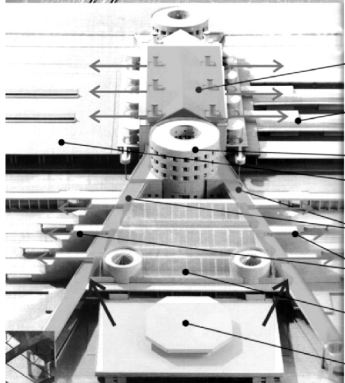
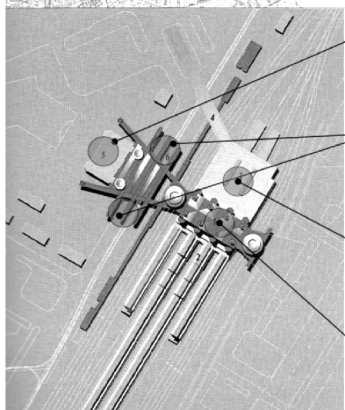


Рис. 4. Пространственная модель Центрального вокзала в Берлине, Германия



ЛАДОЖСКИЙ ВОКЗАЛ Технологические пространства комплекса

Ладожский вокзал на карте г. Санкт-Петербург



- Наземный корпус вокзала поездов дальнего следования
- Платформы поездов дальнего следования
- Гостиничные апартаменты, администрация, конференц-залы
- Парковка
- Пандусы-переходы
- О.п. гор. общ. транспорта
- Зоны ожидания автобусов, торговли
- Распределительный вестибюль метро



Рис. 5. Пространственная модель Ладожского вокзала в Санкт-Петербурге, Россия

Можно отметить, что все представленные объекты отличаются технологичностью и четкой структурированностью множества уровней и транспортно-пешеходных связей. Это прослеживается и в характере внутренних пространств: вестибюлей, залов ожидания, платформ, площадей, системы коммуникаций, где организация пространства для пассажира и транспорта отвечает сути принципа технологического процесса. Мы отмечаем это по используемым конструкциям, материалам, масштабам, которые в своей массе начинают доминировать и становятся неким «технологическим стилем» объекта. Таким образом, транспортная функция становится превалирующей над социальной, и общественные пространства зачастую решаются столь же утилитарно и сугубо технологично. Эти же пространства в большинстве случаев занимают отведенные по нормам площади и минимальное необходимое количество в транспортном объекте. Но ведь именно общественные пространства отвечают потребностям человека, его жизнедеятельности: комфорту, отдыху, спокойствию и безопасности.

В хороших примерах вокзалов и узлов технологический процесс отработан очень четко, и как снаружи, так и изнутри можно разобраться в направлении движения и расположении тех или иных терминалов и залов. Однако не стоит забывать, что отработка технологического процесса затрагивает собой другую сторону вопроса системы организации узлов: развитие техногенной, высокоурбанизированной среды в местах обитания человека – пассажира. Этот вопрос сегодня уже отрабатывается и реализуется в проектах вокзалов и градостроительных образований (узлов) США (рис. 6), Германии (рис. 7), Испании, Китая и других стран.

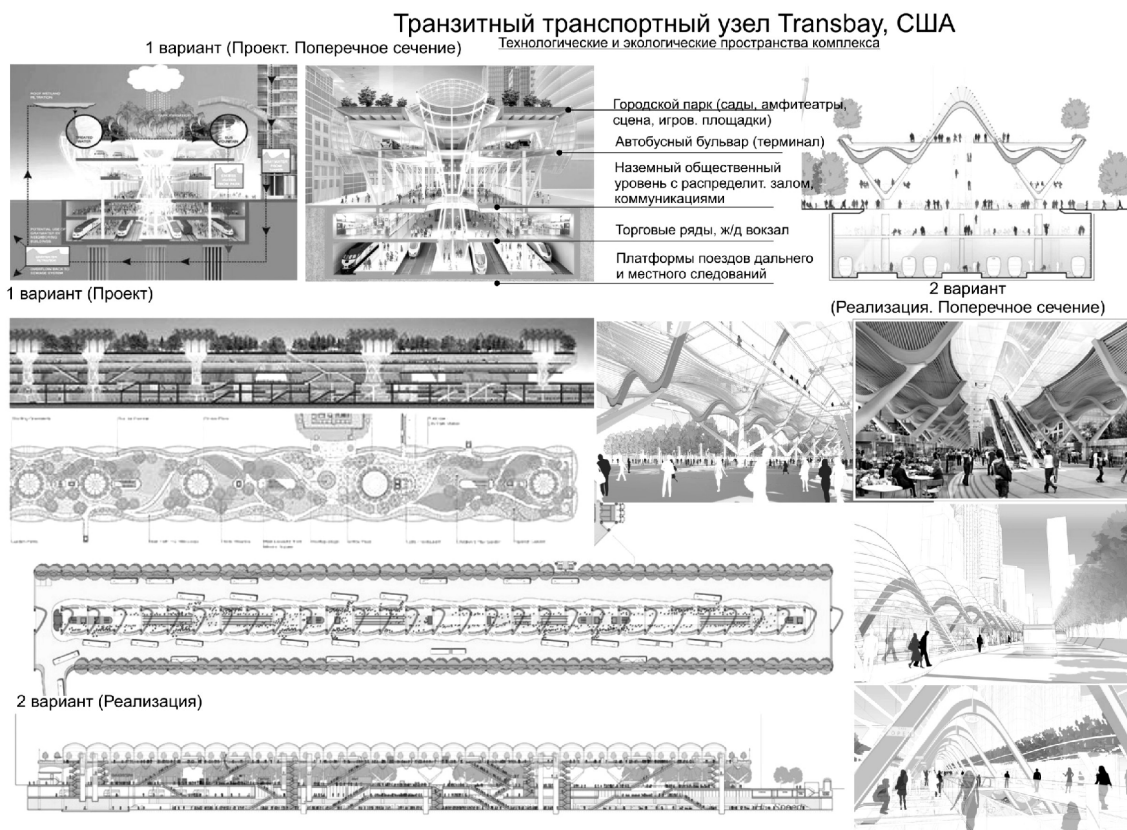


Рис. 6. Пространственная модель Транзитного транспортного центра Трансбей в Сан-Франциско, США

Вокзал с нулевым потреблением энергии в Штудгарте, Германия

Технологические и экологические пространства комплекса



Рис. 7. Пространственная модель Нового вокзала в Штудгарте, Германия

Рассмотрев графическое представление характера пространственного содержания разных узлов, можно сказать, что приведенные в статье железнодорожные узлы заметно отличаются процессом организации. В одном случае характер процесса – технологический, он направлен на решение задач сугубо транспортно-пересадочной функции (рис. 3-5). Во втором случае процесс обращается к организации качества общественных пространств с иной специализацией технологий и материалов отдается внимание новым современным методам и принципам «устойчивого» проектирования (рис. 6, 7).

Очевидна тенденция к смягчению урбанизированной среды узлов, когда превалирующей функцией структурной организации являлась транспортная. В новых проектах, реализуемых на сегодняшний момент развитыми странами, спектр остальных функций современных многофункциональных узлов имеет свое новое качество организации пространственной среды пассажира в одной системе с транспортной функцией. Осмысливается важная роль общественной среды, ее содержания, объемов, взаимодействия с транспортной средой. Появляется все больше пространств другого качества среды – «гуманизирующих» транспортную среду (от слова «human, humanize» – смягчать, облагораживать, очеловечивать). Существует два основных фактора «устойчивых» принципов проектирования для транспортных узлов, которые касаются 2 основных функций – общественной и транспортной: 1) повышенное загрязнение атмосферы города транспортными выхлопами, 2) повышенная концентрация людей, социальная активность. Поэтому стоит рассматривать экологические принципы организации среды транспортных объектов как приемлемую и необходимую норму организации в современном обществе. Принципы же такой среды могут вычлениваться из передовых примеров узлов с применением к нашей местности. Есть гипотеза, что выявив приемы этой положительной тенденции и баланс (процентное соотношение) технологических (урбанизированных) и экологических (сбалансированных) пространств организации узлов, можно оперировать этим в работе с другими типами узлов, сохраняя, главным образом, найденное соотношение пространств в своей палитре приемов их организации для менее крупных градостроительных образований с транспортной специализацией.

Таким образом, проанализировав тенденции развития современных транспортных узлов, можно говорить о качественных изменениях в подходе к проектированию и организации градостроительных образований с транспортной специализацией. От жесткой технологии замечен переход к новой сфере проявления гуманного отношения в проектировании транспортных узлов, в иной пространственной организации, принципах и пропорциональных приоритетах в пользу общественных пространств с гуманитарным

подходом организации качественной среды обитания человека. Это выражается в новых приемах экологической устойчивой архитектуры, использовании новых инженерных систем жизнеобеспечения, которые изменяют привычные функции конструкций, материалов, возвращая, тем самым, транспортному узлу общественную функцию в современном качестве: экологически эффективной и социально-комфортной организации.

Заключение. Все городские пространства делятся на коммуникативные и стационарные пространства. Они отличаются разной интенсивностью функционирования, пространственным освоением человеком. В рассматриваемых градостроительных узлах с транспортно-коммуникационной специализацией преобладают пространства с высокой интенсивностью освоения, то есть высокими коммуникационными свойствами. При этом современные тенденции по проектированию таких узлов говорят нам о большей «гуманитаризации» таких пространств, то есть процесса более качественного подхода к организации технократической среды узла с точки зрения комфортного и безопасного пребывания пассажира (узел в Сан-Франциско, рис. 6). Человек не пребывает только в неподвижном или только в подвижном состоянии, т.е. он не находится исключительно в стационарных или коммуникативных видах пространств, исходя из разнообразия своих потребностей. И даже в состоянии движения человек иногда пребывает в спокойном состоянии (когда покупает газету, приобретает билет, находится у стойки информации или перекусывает), поэтому важно учитывать комбинаторику разных состояний человека, модели его поведения – характера освоения пространств.

Конкретизируя суть пространственной организации узлов, автор рассматривает 2 типа пространств по технологическому принципу организации: «техногенный» и «гуманный». По структурно-функциональному принципу организации выявлены 3 типа: технологические, общественные и компенсирующие («экологические»). Каждый тип, в свою очередь, представлен характерными примерами пространственного содержания. Таким образом, в статье были рассмотрены несколько уровней проявления сути классификации пространственного содержания рассматриваемых узлов в вопросе об основаниях для типологии градостроительных образований.

Дальнейшее методическое выявление пропорционального соотношения разных типов пространств ставит задачу классификации узлов по «техногенным» и «гуманным» составляющим пространств, выявления методов и приемов организации пространств нового качества и вопрос их сбалансированного содержания в структуре узлов.

Терминологический словарь

Транспортно-коммуникационный узел – пункт, определяющий несколько транспортных направлений разных видов транспорта и системой пересадочных пунктов. (В данном случае, этот термин используется в качестве «рабочего» определения, поскольку в исследовательской работе на тему транспортных узлов ведется работа по определению объекта – городской район с транспортной функцией).

Технократический (урбанизированный) тип пространств – это пространства транспортно-пересадочного узла, которые имеют в основе своей функциональной организации сугубо технологические процессы, связанные с транспортной функцией.

Сбалансированный (экологический) тип пространств – это пространства транспортно-пересадочного узла, ориентированные на организацию процессов жизнедеятельности пассажира (человека) в условиях гармоничного соотношения техногенной и природной среды.

Список литературы

1. Kimura T., Kanebako Y., et. al. Structural Design of Kyoto Terminal Building, GBRC, vol. 18, no 4, 1993. – P. 3-14.
2. Ferrarini A. Railway stations. – Milano.: Electa Architecture, 2005.
3. Явейн О.И. Проблема пространственных границ в архитектуре // дисс. на соиск. учен. степени канд. архитектуры. – М., 1982. – 188 с.

4. Русаков Е.С. Транспортно-коммуникационные узлы в структуре современного города // Автореферат канд. дисс. на соиск. степени канд. архитектуры. – М., 1974. – 150 с.
5. Токарева Г.Ш. Формирование и развитие городских узловых районов (на примере крупнейшего города) // Автореферат канд. дисс. на соиск. степени канд. архитектуры. – М., 1985. – 23 с.
6. Гутнов А.Э. Эволюция градостроительства. – М.: Стройиздат, 1984. – 256 с.
7. Древаль И.В. Эволюция вокзальных комплексов как структурно-функциональных элементов. Проблемы архитектуры и градостроительства: Вестник ДонНАБА, 1988, Вып. 6 (74). – 216 с.
8. Иванов Г.П., Шур И.П., Коковихин И.Ю., Коковихина И.В., Шелехова В.А. Железнодорожные вокзальные комплексы в период с XIX по XXI века // Журнал «Архитектон: известия вузов», 2010, март, № 29.
9. Савкин К. Железнодорожный перекресток // Архитектурный Вестник, 2005, № 6 (87).
10. Рекомендации по проектированию общественно-транспортных центров (узлов) в крупных городах. – М., 2008.
11. Japan Railway & Transport Review 28. September 21. – P. 17-18.
12. Сонне-Фредериксен Мария. Вокзал как символ объединенной Европы // Архитектурный Вестник, 2006, № 5 (92).
13. Шипова И. Железнодорожный дворец // Building ARX, 2006, № 6.
14. Bridgette Meinhold. Main Station Stuttgart: A New High Speed Rail Station // 08.26.10 URL: <http://inhabitat.com/a-nnet-zero-high-speed-rail-station-for-stuttgart/> (дата обращения 08.04.2012).
15. Christoph Ingenhoven, Dipl.-Ing. Architekt BDA, RIBA. Global Holcim Awards. Main Station Stuttgart – Zero energy Station // Project Booklet, EU05_OVGGG / Main Station Stuttgart, Germany. – 18 с.

Khayrullina Y.S. – post-graduate student

E-mail: y.xairullina@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

To the question about typology of the urban entities' (nodes) with a transport and communications specialization

Resume

The purpose of this article was to determine the object's node phenomenon of the urban environment and consideration different types of spaces's components. As long as the objects of the urban environment that is defining by author as the nodal urban education have their own function and depending of the location of diametrically opposite sectors ratio scale (transportation and humanitarian), the interest is the technological and environmental side of the spatial organization of the site and the question of their relationship. The resolution of studied nodes was based on a sample of high-quality examples of international and domestic experience for technological and environmental components.

This sampling was carried out to determine the different processes of the organization of such hubs and real picture of the future development of the balance between two sides.

There was proposed classification of study objects based on the hypothesis put forward by the author by the degree of dominance environment (residential areas) and technological (transport terminals) components in it in the article. Hence, there is a classification of the spatial environment of nodes by structural-functional principle of the organization. Each of them has its own kinds of spaces. In the following described types of spaces will require their own unique methods and principles of the organization.

Keywords: town planning formations with transport and communications specialization, spatial organization, spaces typology, the proportions.

References

1. Kimura T., Kanebako Y., et. al. Structural Design of Kyoto Terminal Building, GBRC, vol. 18, № 4, 1993. – P. 3-14.
2. Ferrarini A. Railway stations. – Milano.: Electa Architecture, 2005.
3. Yaveyn O.I. The problem of spatial boundaries in architecture // The master's thesis author's abstract on competition of degree of a Cand. Arch. Sci. – M., 1982. – 188 p.
4. Rusakov E.S. Urban-development nodes in system of modern city // The master's thesis author's abstract on competition of degree of a Cand. Arch. Sci. – M., 1984. – 150 p.
5. Tokareva G.S. Forming and evolution of urban nodal areas (on example of largest city) // The master's thesis author's abstract on competition of degree of a Cand. Arch. Sci. – M., 1985. – 23 p.
6. Gutnov A.E. Evolution of urban development. – M.: Stroyizdat, 1984. – 256 p.
7. Dreval I.V. The evolution of station complexes as structural and functional. Problems of architecture and urban planning: Vestnik DonNABA, 1988, Vipysk 6 (74). – 216 p.
8. Ivanov G.P., Shyr I.P., Kokovihin V.Y., Kokovihina I.V., Shelehova V.A. The railway station complex in the period of the XIX to the XXI century // «Architecton» journal: university News, 2010, march, № 29.
9. Savkin K. The railway crossing // Architecturniy Vestnik, 2005, № 6 (87).
10. Recommendations for design of social-transport centers (nodes) in largest cities. – M., 2008.
11. Japan Railway & Transport Review 28. September 21. – P. 17-18.
12. Sonne-Maria Frederiksen. Station as a symbol of a united Europe // Architecturniy Vestnik, 2006, № 5 (92).
13. Shipova I. The railway palace // Building ARX, 2006, № 6.
14. Bridgette Meinhold. Main Station Stuttgart: A New High Speed Rail Station // 08.26.10 URL: <http://inhabitat.com/a-nnet-zero-high-speed-rail-station-for-stuttgart> (reference date: 08.04.2012).
15. Christoph Ingenhoven, Dipl.-Ing. Architekt BDA, RIBA. Global Holcim Awards. Main Station Stuttgart – Zero energy Station // Project Booklet, EU05_OVGGG / Main Station Stuttgart, Germany. – 18 p.

УДК 711.4-168 (470.41)

Шарафиева Д.Р. – аспирант

E-mail: sharafieva_dilya@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Функции туризма в социально-экономической структуре общества

Аннотация

Туризм – явление сложное и многопрофильное. При развитых формах он, оказывает сильное влияние как на самого человека, так и на многие области его жизни – организацию труда и отдыха, экономическое и социальное развитие, преобразовывает среду в регионе, в котором развивается. В настоящее время туризм рассматривается как предмет научного изучения, со своим понятийным аппаратом, функциями и сферой воздействия.

Ключевые слова: туризм, пространственная среда, интернациональный стиль, функции туризма, влияние туризма, туристическая индустрия.

Введение

Туризм – это сфера деятельности человека, не просто связанная с путешествиями людей, а выполняющая ряд функций социального, экономического, политического, культурного характера, которые проявляются как на уровне отдельного социума, так и на уровне общества в целом.

Туризм содействует укреплению здоровья человека, восстановлению работоспособности и повышению производительности труда.

Современный туризм также оказывает влияние на экологическую политику государств: сохраняются ценные рекреационные ресурсы путем принятия специальных законодательных актов, создаются сети национальных парков, природных и культурных заповедников и других охраняемых территорий и объектов. Благодаря туризму заметно повышается экологическое сознание населения, улучшается общее природное состояние региона и страны.

I. Основные понятия и определения туризма как сферы деятельности

«Туризм – путь к миру»

лозунг Международного года туризма, объявленного ООН (1967 г.)

Туризм – это перемещение больших масс людей в достаточно короткие отрезки времени, важный элемент экономики многих государств, обеспечивающий занятость местного населения, загрузку гостиниц и отелей, ресторанов, зрелищных мероприятий, поступление валюты и др. Туризм основан на использовании местных туристских ресурсов, приносящих данной местности или государству доход.

Наибольшую долю занимают туры выходного дня (2-3 дня), далее следуют небольшие туристские поездки (6-7 дней), значительно меньшую долю занимают 8-12-дневные туры.

Коренным словом для термина «туризм» стало французское слово «тур», которое в переводе означает «поездка», «прогулка». В настоящее время в международном туризме слово «тур» подразумевает туристское путешествие с заранее спланированными параметрами (сроки, маршрут, набор услуг).

В международном туризме туризм называют **социальным феноменом***.

* Социальный (от лат. *socialis* – общественный) – относящийся к жизни общества. Феномен (нем. *phanomen* – являющийся) – трактуется в двух значениях:

1) философское понятие, синоним явления, данного нам в опыте чувственного познания;
2) необычное, редкое явление; исключительный факт, человек.

По мере формирования социальных наук учение о «социальном феномене» туризма приобретает более сложную структуру. Большинство ученых анализируют узкие аспекты туризма, такие как: территориальная организация, экономические механизмы, психологические мотивации [1-5].

Изучение туристической деятельности началось с экономической дисциплины, в которой оно зародилось, а затем охватило практически все науки.

Социологи (среди них выделяют исследования Кнебеля и Фостера) выявили теоретическую и практическую значимость туристских исследований. Психологи Ризон и Фабер занимались вопросом изучения психологии туристической деятельности. Интерес к туристической деятельности рос, знания накапливались, складываясь в наследие. Так сформировался точный прототип данной области знаний.

Были и противники массового туризма. В основном это были представители консервативных взглядов. Более серьезная критика возникла в экономической среде; она показала, что реальный доход по линии туризма иногда оказывается ниже ожидаемого уровня, а утечка капитала зачастую сводит на нет планируемые экономические преимущества в области туристской индустрии. «Методом мозгового штурма» в ряде наук было изучено негативное влияние туризма на внеэкономические сферы: исследования Смита в антропологии содержат анализ конкретных ситуаций, региональные работы Финни и Уотсона, социолога де Кадта. В экологии были подняты проблемы сохранения природного наследия, развития парков и концепция предельно допустимого уровня нагрузки на туристские объекты. Дальнейшее изучение темы отдыха нашло отражение в работах Коэна.

Расцвет туризма как предмета научного познания был отмечен в 70-х гг., когда ученые осознали важность этой темы как объекта изучения; в это время начали проводиться соответствующие научные встречи.

Важность темы туризма росла, что подтверждалось публикациями в научных журналах: «Журнал туристских исследований» (Journal of Travel Research, 1962), «Туристское Ревю» (Tourist Review, 1946), «Анализ туристских исследований» (Annals of Tourism Research, 1973), «Исследования в области рекреологии» (Tourism Recreation Research, 1977), «Менеджмент туризма» (Tourism Management, 1980), «Журнал туристского анализа» (The Journal of Tourism Studies, 1990). В процессе становления туризма как науки возросло количество тематической литературы, библиографических списков, издание письменных первоисточников, имеющих отношение к туризму. Кроме этого, стало популярно изучение темы туризма в качестве научных исследований.

Определенные области туризма становятся предметом научного осмысления наук. Например, с исторической точки зрения динамика развития курортных зон впервые была рассмотрена Плогом, позже экономистами и географами. Географы и экологи изучили проблему предельно допустимых антропогенных нагрузок, после чего вопрос воздействия туризма на окружающую среду был раскрыт в работах ученых и публикациях в прессе.

Природа самого туризма, его связь с жизнедеятельностью человека отражались в фундаментальных работах в области социологии и антропологии. Первые труды на эту тему появились в 70-х гг.: антрополог Тернер с вопросом обрядов и паломничества, социолог Шикжентмихали с анализом туристских потоков. Маккенелл провел общенаучный анализ туристских потоков с антропологической, социологической и семиотической точек зрения. Граберн посвятил свое исследование изучению туризма на стыке культур в свете распространяющейся экспансии между Северной Америкой и Европой.

Для социальных наук остаются открытыми два вопроса. Первый заключается в изучении воздействия туризма на общество и рост социальных потребностей, возникающих из-за развития туризма. Второй – связан с изучением смены наших представлений о туризме, его функциях и социальной роли. Этим начинают серьезно заниматься психология и социология. В то же время появляется множество других проблем.

II. Туризм как фактор преобразований в пространственной среде

В современном мире туризм сочетает в себе много сфер жизнедеятельности человека и оказывает влияние как на самого человека, так и на все области его жизни и на жизнь общества в целом, осуществляя познавательную функцию. В местах с развитой сферой туризма

наблюдается изменение в обществе – идет переориентация рабочей силы в профессии, связанные с туристической деятельностью. Это, в свою очередь, влечет потребность в квалифицированных кадрах (гиды, переводчики, экскурсоводы) и необходимость создания учреждений по подготовке таких специалистов. Создание подобных образовательных организаций влечет за собой изменение среды. Появляются университеты, центры обслуживания, происходит преобразование территорий и структуры поселений в целом.

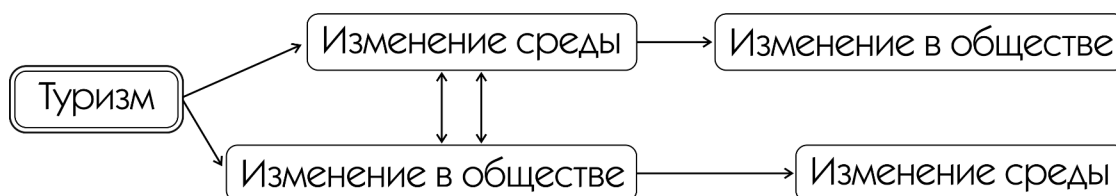


Рис. 1. Влияние туризма на преобразования в пространственной среде

Туристические потоки в любом случае приводят к изменениям в местных сообществах, в их среде проживания и окружении. Это, прежде всего, связано с тем, что туристы и отдыхающие предъявляют особые требования к местам отдыха, их разнообразию и обустроенности, наличию туристических точек и маршрутов. Имеется в виду развитие и изменение городской среды, которая тесно связана с туристическим обслуживанием.

Отдыхающие и туристы, пребывающие в городе в течение кратковременного срока, воспринимают среду как отличную от повседневной. В данном случае город редко воспринимается целостно. Внимание уделяется курортным и самым интересным местам, значимыми являются детали.

Облик туристических городов сильно меняется для того, чтобы удовлетворить потребности туристов: строятся новые и современные объекты инфраструктуры, туристические места, гостиницы и рестораны, прокладываются новые и расширяются старые дороги. Все большее внимание в планировке городов уделяется созданию мест отдыха, разработке пешеходных прогулочных маршрутов по историческим улицам городов, а также преобразованию действующих сооружений в направлении сочетания парков, скверов, набережных с общественными объектами для отдыха жителей и туристов.

Поездив по разным городам мира – Барселоне, Праге, сообщество в целом и представители властной элиты увидели, что одним из основных ресурсов туризма является сохранение и бережное отношение к историческому прошлому, восстановление исторической среды. Происходит просвещение общества путем туризма.

На сегодняшний день в г. Казани идет программа пешеходных прогулок для руководства города по историческому центру города. В ходе экскурсий Президент Татарстана осматривает городские здания, имеющие историческую ценность. Многие из таких зданий в центре Казани уже подверглись сносу, теперь на их месте возводятся высотные дома, что значительно нарушает исторический облик столицы.

Создана целая система «фильтров» проектных разработок, которая тщательно проверяет их на предмет противоречия воссозданию среды в центре города. Повторной проверке подвергаются уже выданные разрешения на строительство и при необходимости пересматриваются проекты возводимых зданий, а также приостанавливается строительство домов, не соответствующих архитектурному облику окружающей застройки.

В центральной части Казани историко-культурные памятники были переданы меценатам и инвесторам для восстановления и приведения их в порядок. Регулярно проводятся аукционы, на которых исторические здания продаются за символическую стоимость, но с условием полной реконструкции. Уже сегодня на многих объектах развернулись реставрационные работы, которые планируют завершить к Универсиаде 2013 года.

Все мероприятия, проводимые совместно с руководством города, являются Алгоритмом по воссозданию и сохранению наследия республиканского и федерального значения. В ожидании туристов, в преддверии Универсиады 2013 года и Чемпионата мира по футболу 2018 года, создается привлекательная среда в историческом центре города.

Республика Татарстан имеет большой потенциал для развития рекреационно-туристической деятельности на своей территории. Для организации туристической деятельности предлагается идея создания концепции природно-рекреационных парковых дорог как трасс туризма.

В рамках дипломных и диссертационных исследований на кафедре градостроительства КГАСУ, на примере организации краткосрочного отдыха в США и Канаде, разработаны проектные предложения парковых дорог (Верхнеуслонский и Лаишевский парквей), которые были заложены в Схемы территориального планирования районов. Организация подобных маршрутов повлечет за собой формирование крупных центров отдыха в границах агломераций для проведения уикэндов (якорные объекты).

На сегодняшний день в Республике Татарстан идет активное развитие Казанской агломерации и строительство сети дорог, связывающих отдельные населенные пункты, улучшается покрытие. Подобные работы ведутся без всякого учета туристических потоков, проходящих по этим территориям. Если объединить статистические данные по формированию мест отдыха в пригородной зоне республики, маршруты парковых дорог и вести работу целенаправленно, улучшится связь отдаленных населенных пунктов с Казанью, с другой стороны, расширятся возможности для развития туризма.

Подобное развитие туризма и преобразования пригородных территорий в целом, как отрасли городского бизнеса, может обеспечить Республике Татарстан значительные конкурентные преимущества в преддверии масштабных мероприятий и приезда большого количества туристов и гостей.

Не так давно городу был представлен проект застройки квартала Б (участок близ станции метро «Суконная слобода», ограниченный улицами Павлюхина, Луковского, Островского, Тихомирнова) в исторической части города Казани, разработанный мастерской главного архитектора Барселоны Хосе Асебельо (рис. 2). Проект представляет собой систему застройки, которая не формирует дворовых пространств. Здания ставятся в строгом геометрическом порядке, перемежаясь открытыми пространствами. Это пример характерной для европейской архитектуры геометрической композиции (интернациональный стиль) с использованием мотивов фрактальной геометрии и современной интерпретацией популярного в градостроительстве модернизма.

Если взглянуть на квартал сверху, то можно увидеть плотную сетку «зданий-кварталов», разделенных только широкими автодорогами. В качестве альтернативы отсутствующим дворовым пространствам предусмотрен общерайонный сад, предлагаемый сквер около Театра кукол «Экият», в который жители прилегающих жилых домов могут пойти, к примеру, на прогулку со своими детьми, с собакой или на утреннюю пробежку. Как правило, общерайонный сад открыт для всех посетителей, но включает в себя различные спортивные площадки, доступ к которым имеют не все, а только люди, проживающие в этом районе.

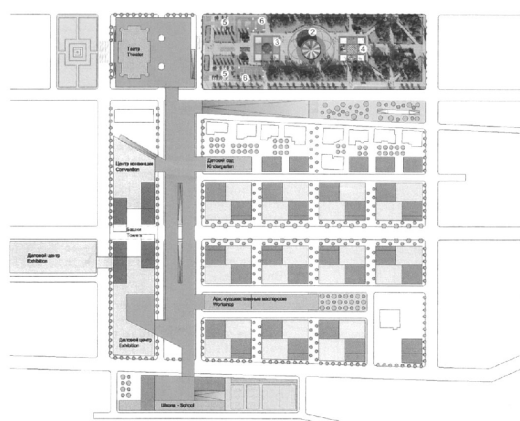
Рассмотрев проект, можно уловить сходство между ним и проектом высотного комплекса домов на Лейк Шор Драйв в Чикаго, построенных в середине прошлого века по проекту архитектора Мис Ван дер Роэ. В основу планировки этого комплекса легла идея жизни на колесах, полной автомобилизации. Предполагалось, что жильцы будут необходимо людям фактически только для вечернего и ночного пребывания, а остальная их жизнь будет проходить в пространстве города, в автомобиле, поэтому дворы были практически сведены к минимуму, под комплексом предусмотрена многоэтажная парковка, а плотность жителей в этих зданиях достигает больших величин.

Возможность подобного применения зарубежного опыта появилась отчасти благодаря популяризации туризма. Руководство города, совершая рабочие и туристические визиты в разные страны, обращает свое внимание на удачные градостроительные особенности той или иной культуры и заимствует ее, применяя к совершенствованию г. Казани. Привлечение западных образцов для создания объектов на территории города – явный пример культурной экспансии.

Если раньше основными методами экспансии культур являлись современные аудиовизуальные средства – телевидение, радио, кино, то сегодня не менее важным способом распространения новых тенденций и проводником культур является туризм, со своей обширной географией и разнообразием.

Вид на квартал Б по ул. Островского
в г. Казани

Вид на Лейк Шор Драйв в Чикаго



План квартала Б в г. Казани



Лейк Шор Драйв в Чикаго

Рис. 2. Сравнительный анализ домов в Лейк Шор Драйв (Чикаго)
и проекта застройки квартала Б (г. Казань)

III. Функции туризма

Любая деятельность, которую придумывает, организует и совершенствует человек, имеет определенную **социальную функцию** [6]:

1. **Познавательная функция.** Познание – процесс отражения, анализа и воспроизведения действительности в мышлении; понимание закономерностей окружающего мира, законов природы и общества; совокупность знаний и опыта.

2. **Воспитательная функция.** Туризм играет важную роль в воспитании подрастающего поколения. Интересные и содержательные экскурсионные программы и маршруты расширяют кругозор ребенка, формируют его мировоззрение. В Японии все школьники в организованном порядке путешествуют по своей стране, это не только обогащает познания о родном крае, но и воспитывает патриотические чувства к Родине. Похожие экскурсионные программы были и в отечественной практике, и их поддержка со стороны правительства и науки является первоочередной в кругу задач развития туризма.

3. **Оздоровительная функция** восстанавливает силы и внутренние резервы человека, затраченные как в ходе трудовой деятельности, так и при выполнении текущих бытовых обязанностей. Оздоровительный эффект дифференцируется на **профилактический** (характерный для большинства современных видов отдыха и туризма) и **лечебный** (известный еще с древних времен).

4. **Социально-коммуникативная функция** позволяет участникам путешествия общаться в неформальной обстановке без учета социального положения и субординации, возраста, гражданства и других признаков, различающих людей.

5. **Спортивная функция.** Туризм – естественный вид спорта, нагрузки в нем легко дозируются. Человечество располагает разнообразными спортивными программами, но только

туризм обладает всеми необходимыми составляющими здоровья: связь с природой, смена обстановки, эмоционально-психологическая разгрузка, повышение физической активности.

6-7. Эстетическая и эмоционально-психологическая функции. Под эстетической функцией туризма предполагается возможность наслаждаться природой, творчеством архитекторов и художников. Эстетическая функция взаимосвязана с эмоционально-психической функцией. Получая эстетическое удовольствие, человек снимает напряжение и усталость, приобретает положительные эмоции от общения с людьми и посещения туристских мест.

8. Творческая функция. Огромным творческим потенциалом туристского путешествия является то, что его участники, отвлекаясь от будничных бытовых мелочей, выходят за рамки стандартного, стереотипного существования, у них появляется возможность сосредоточиться над решением новых проблем.

9. Паломническая функция. Паломники (наряду с торговцами) являются первыми путешественниками, у которых есть точная цель перемещения во времени и пространстве. Паломники воплощают начало классического туризма.

10. Выравнивающая функция. Туризм все более активно способствует развитию отдаленных, малонаселенных регионов.

С ростом потребности людей в путешествиях растет в объемах и индустрия туризма как комплекс предприятий, учреждений и организаций, которые обеспечивают производство и потребление товаров и услуг для туристов. Поэтому быстрыми темпами растет социально-экономическая роль туризма в жизни человечества.

IV. Влияние туризма на жизнь общества

Туризм в разной степени воздействует на жизнь общества, его интересы, материальную и духовную деятельность, общественное поведение, систему ценностей.

Характер взаимоотношений между туристами и местным населением определяется тем, что и те, и другие являются носителями разных культур, связь между ними происходит в тот момент, когда туристы отдыхают, а местное население работает, и имеет временный характер.

Влияние туризма на жизнь местного населения может быть как положительным, так и отрицательным.

Положительные стороны воздействия туризма:

- создание рабочих мест, рост доходов, вследствие чего происходит повышение уровня жизни;
- ускоряются социальные и культурные процессы, процесс урбанизации и развития городских служб, инфраструктуры и культурных организаций;
- возрождаются местные культурные ценности, развивается народное творчество, традиции, обычаи, народные ремесла;
- повышается спрос на сельскохозяйственную продукцию и товары местного производства;
- наряду с охраной и восстановлением местных памятников культуры, происходит возрождение местной культурной жизни, повышается привлекательность региона.

Туризм способствует развитию местных предприятий:

- объекты культуры и развлечения (выставки, музеи, кинобизнес, шоу-бизнес, мемориальные комплексы и памятники), которые через налогообложение приносят доход региону и местному населению;
- предприятия по изготовлению сувениров, специального туристского снаряжения и народного промысла (продукция этих предприятий во всем мире направлена на туристов);
- транспортные предприятия и местные фирмы (пункты проката автомобилей, использование автобусов под экскурсии, общественный транспорт, местные авиакомпании в значительной мере ориентированы на доходы от туризма).

Отрицательные стороны:

- возрастание неквалифицированного труда;
- «эрозия» семьи (легкое отношение молодежи к жизни, разводы);

- коммерциализация культуры;
- рост числа отклонений от общественных норм поведения (проституция, алкоголизм, хулиганство);
- потеря уникальности туристского направления;
- конфликты между туристами и местными жителями;
- воздействие туризма на окружающую среду.

В свою очередь, **воздействие туризма на окружающую среду** также может быть положительным и негативным.

Под **негативным воздействием** туризма понимается:

- усиление антропогенного пресса, замусоривание природных территорий;
- вследствие работы развлекательных заведений в ночное время возникает дополнительный шум;
- туристы пренебрежительно относятся к окружающей среде, вследствие чего происходит уничтожение местной и дикой фауны;
- вандалами разрушаются исторические памятники.

Положительное воздействие туристической деятельности:

- на территории мест отдыха поддерживается чистота;
- присвоение лесным территориям статуса национальных парков и заповедников;
- сохранение лесов, охрана берегов и рифов.

Большинства негативных воздействий можно избежать путем системного планирования развития туризма и внедрения современных методов управления этим процессом (усиление контроля над использованием территорий и ресурсов, проведение политики просвещения местного населения), а также путем определения критериев его наиболее эффективных направлений, которые являются основой для выбора и последовательного их развития.

V. Влияние индустрии туризма на экономику страны

Туристская индустрия – это совокупность средств размещения; транспортных средств; объектов питания, оздоровительного, познавательного, развлекательного, делового, спортивного и организаций иного назначения, осуществляющих деятельность туристических агентов и операторов, а также организаций, предоставляющих экскурсионные услуги и услуги гидов-переводчиков. Туристская индустрия владеет обширной материально-технической базой, обеспечивает занятость большого числа людей и взаимодействует со всеми отраслями экономики.

Сегодня туризм является одной из наиболее прибыльных и развивающихся отраслей, приносящей около 10 % валового дохода. Во многих странах туризм входит в тройку ведущих отраслей страны, развивается довольно быстрыми темпами и имеет важное социальное и экономическое значение. Развитие туризма способствует созданию рабочих мест; увеличению дохода и значительному росту уровня жизни местного населения; положительному изменению инфраструктуры туристических центров, отраслей, связанных с производством туристических услуг, активизирует развитие культуры.

Положительное воздействие туризма на экономику происходит лишь в том случае, когда туризм в стране развивается всесторонне, не превращая экономику страны в экономику услуг. Экономическая эффективность туризма предполагает, что туризм в стране должен развиваться параллельно и во взаимосвязи с другими отраслями социально-экономического комплекса.

Заключение

Изучение влияния туризма с научной точки зрения с недавних пор привлекло внимание ученых многих областей знаний. Туризм стал объектом изучения социологов, экономистов, глобалистов. В связи с этим возникла необходимость в разработке точных определений и терминов. Проблема изучения воздействия туризма и его функций в жизни общества не так проста, как кажется на первый взгляд. Ею ежегодно занимаются

различные организации – Лига Наций, Организация Объединенных Наций, Всемирная Туристская Организация, Организация Экономического Сотрудничества и Развития.

Туризм сегодня является высокодоходной и динамично развивающейся отраслью экономики. Воздействие туризма имеет сложный характер и может быть как положительным, так и отрицательным. Трудно оценить и точно выявить все возможные социальные воздействия туризма. Его развитие на региональном уровне во многом определяет структуру доходов местных бюджетов, в которые туризм мог бы приносить значительный вклад. Туристская отрасль, занимая немаловажное место в обществе, принимает на себя важнейшие социальные функции: восстановление психофизиологических ресурсов общества; содействие трудоспособности человека и рациональному использованию свободного времени; обеспечение занятости населения и роста его доходов; направленность на поддержание и восстановление рекреации регионов.

Облик туристических городов сильно меняется для того, чтобы удовлетворить потребности туристов. В городской планировке и благоустройстве все большее внимание уделяется созданию мест отдыха, разработке пешеходных прогулочных маршрутов по историческим улицам городов, которые напрямую связаны с влиянием туризма. Адаптировав опыт США к условиям РФ и РТ, опираясь на советский опыт организации автомобильного туризма, ландшафтные, технические ресурсы пригородной зоны, появилась возможность решения проблемы организации краткосрочного отдыха населения Казанской агломерации путем создания на территориях пригородных зон парковых дорог.

Сегодня туризм стал составной частью стратегических концепций экономического и социального развития. Лишь единичные страны не рекламируют себя как туристические центры. Туризм пытались и пытаются развивать страны, имеющие совершенно различные экономики и политические системы. Став товаром, выраженным в услуге, туризм приобрел общемировую значимость, играя немаловажную роль в процессе формирования «глобального мирового порядка».

Список литературы

1. Глазычев В.Л. Город без границ. – М.: Издательский дом «Территория будущего», 2011. (Серия «Университетская библиотека Александра Погорельского»). – 400 с.
2. Имре Перени. Город, человек, окружающая среда. Проблемы рекреации в градостроительстве. – Будапешт: Академия наук Венгрии, 1981.
3. Квартальнов В.А. Туризм. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 320 с.
4. Лобанов Ю.Н. Отдых и архитектура. Будущее и настоящее. – Л.: Стройиздат, Ленинг. отд-ние, 1982. – 200 с.
5. Наймарк И.И., Шаринова Л.Б., Хорунова О.Г. Места отдыха и туризма. Зарубежный опыт // Реферативный сборник. – Киев, 1970.
6. Туристическая деятельность и ее социальные функции в жизни человека. URL: <http://www.kazatur.narod.ru/mut/7.HTML> (дата обращения: 16.09.2012).
7. Экспансия. URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/396782#sel=5:1,5:26> (дата обращения: 16.09.2012).

Sharafieva D.R. – post-graduate student

E-mail: sharafieva_dilya@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Functions of tourism in socio-economic structure of society

Resume

Tourism – is multi-functional phenomenon. It has an active influence on person as well as upon all spheres of his life, society, work organization and leisure, economic and social development, transform environment in the developed region. The impact of tourism is complex and can be either positive or negative.

In areas with developed tourism sphere we can observe society changing – there is a reorientation of the workforce in occupations related to tourism activities. Tourism is the conductor of cultural expansion.

With the growing needs of people in traveling, the volume of tourism industry grows as a set of enterprises, institutions and organizations to ensure the production and consumption of goods and services for tourists. Therefore, rapidly growing social and economic role of tourism in human life.

Tourism has a various influence on lives of local people, their material and spiritual activities, the system of values, social behavior and interests.

For the world community for a long period tourism has been one of the most profitable and rapidly growing industries. The positive impact of tourism on the economy of the state occurs in case of comprehensive development of tourism.

At present, tourism is considered as a subject of scientific study, with its conceptual set, functions and scope of influence.

Keywords: tourism, spatial environment, international style, functions of tourism, the impact of tourism, the tourism industry.

References

1. Glazichev V.L. City without borders. – M.: Publishing house «Territoria budushchego», 2011. (Series «Universitetskaya biblioteka Alexandra Pogorelskogo»). – 400 p.
2. Imre Pereni. City, people, environment. The problems of recreation in urban development. – Budapest: Hungarian Academy of Sciences Publishing House, 1981.
3. Kvartalnov V.A. Tourism. – M.: Financy i Statistika, 2002. – 320 p.
4. Lobanov Yu.N. Recreation and architecture. Future and Present. – L.: Stroiizdat, Lening. Department, 1982. – 200 p.
5. Naimark I.I., Sharinova L.B., Horunova O.G. Recreation and Tourism. Foreign experience // Abstract book. – Kiev, 1970.
6. Tourist activities and social functions in human life. URL: <http://www.kazatur.narod.ru/mut/7.HTML> (reference date: 16.09.2012).
7. Expansion. URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/396782#sel=5:1,5:26> (reference date: 16.09.2012).



УДК 624.014 Р36

Башаров Ф.Ф. – аспирант

E-mail: fanzikbashar@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

**Испытание шпренгельной плиты пролетом 12 м
из стального профилированного настила марки Н114-600
с наименьшей толщиной стенки 0,8 мм**

Аннотация

В отчете изложены результаты натурных испытаний до разрушения шпренгельной плиты покрытия из профилированного настила марки Н114 с минимальной толщиной стенки 0,8 мм пролетом 12 м производства ООО «Эстель» (г. Казань). Разработана методика проведения испытаний. Выполнены поверочные расчеты на испытываемые нагрузки с учетом фактических геометрических размеров. Плита была испытана до разрушения. Выполнен сравнительный анализ результатов экспериментальных исследований с теоретическими данными. Дается анализ работы и схема разрушения шпренгельной плиты и приводятся выводы по результатам испытаний.

Ключевые слова: шпренгельная плита, профилированный настил, методика испытания, напряженно-деформированное состояние, численные исследования.

Проектирование несущих конструкций из профилированного настила сопряжено со значительными трудностями. Они связаны с необходимостью учета всего многообразия внутренних и внешних факторов, оказывающих влияние на несущую способность и деформативность таких конструкций. Поэтому проведение испытаний является единственным подтверждением правильности расчетов и надежности эксплуатации несущих конструкций из профилированного настила. В данной работе приведены результаты испытаний шпренгельной плиты покрытия [1, 2] из профилированного настила Н114-600 с минимальной толщиной 0,8 мм пролетом 12 м производства ООО «Эстель» (г. Казань). Испытания проведены на производственной базе ООО «Эстель» в период с мая по июль 2012 г. сотрудниками КГАСУ с участием разработчиков и сотрудников ООО «Эстель».

Цели эксперимента:

- исследование реальной работы шпренгельной плиты покрытия;
- исследование действительного напряженно-деформированного состояния элементов шпренгельной плиты под нагрузкой, определения запасов несущей способности при нагружении полной расчетной нагрузкой;
- выявление степени достоверности результатов численных исследований шпренгельной плиты, выполненных на программном комплексе Лира 9.4, с экспериментальными исследованиями.

Шпренгельная плита покрытия представляет собой (рис. 1) пространственную конструкцию из профилированного настила, подкрепленного в пролете шпренгельной системой. Использован профнастил марки Н114-600-0.8 согласно [6]. Пролет плиты составляет 12 м. Профилированный настил в пролете подкреплен тремя стержневыми пирамидальными упорами, через вершины которых пропущена и закреплена шпренгельная затяжка (Ø 30 мм). Высота приопорных пирамидальных упоров составляет – 0,7 м, средней – 1,5 м. Грани пирамидальных упоров выполнены из труб с наружным диаметром 38 мм и толщиной стенки 3 мм. Основания пирамидальных упоров, выполненные из прокатных равнополочных уголков 50 х 5, крепятся к нижнему поясу профилированного настила на самонарезающих винтах Ø 4,2 мм.

Процесс сборки плиты начинался с доведения элементов шпренгельной плиты до нужных размеров. В первую очередь на испытательный стенд (опоры) были установлены два листа профилированного настила с нахлестом нижних полок по ширине плиты. Профнастил укладывался широкими полками вверх. Второй очередью к стержневым пирамидальным упорам, выполненным на специализированном заводе по изготовлению металлоконструкций ООО «РАФФ», были приварены продольные элементы из

прокатных швеллеров № 10. Далее производился монтаж пирамидальных упоров на профилированный настил, находящийся в испытательном стенде. Сначала были смонтированы приопорные пирамиды, а затем – средняя пирамида. Пирамидальные упоры подводились снизу плиты и с помощью домкрата приподнимались и были зафиксированы в проектное положение по краям четырьмя струбцинами. После окончательной выверки пирамидальный упор закрепили к профнастилу сверху при помощи самонарезающих болтов $\varnothing 4,2$ мм. Крепление уголков приопорной пирамиды на каждой волне осуществлялось шестью самонарезающими винтами, что больше расчетного количества в полтора раза. А продольные элементы из швеллеров были прикреплены восемью саморезами с каждой стороны уголка. Повышение надежности крепления шпренгельной системы к профилированному настилу было сделано с той целью, чтобы возможное разрушение плиты произошло не по узловому соединению, а по верхнему поясу плиты, что позволит нам более подробно исследовать работу профилированного настила. Также на этом этапе были скреплены между собой два листа профилированного настила самонарезающими болтами с шагом 300 мм. В последнюю очередь была смонтирована затяжка, выполненная из стержня круглого сечения $\varnothing 30$ мм. Затяжка пропусклась через отрезки труб на вершинах приопорной пирамиды и в пролете на сварке приваривалась к согнутой пластине снизу. Второй конец затяжек, проходящий через отрезок трубы приопорных пирамидальных упоров, имеет резьбу длиной 150 мм. Для преднапряжения шпренгельной плиты на данных концах затяжек установлены шайба и гайка. Окончательный вид испытываемой конструкции приведен на рис. 1.

Преднапряжение шпренгельной плиты было выполнено с той целью, чтобы опасные сечения конструкции одновременно достигали предела прочности (или были близкими к пределу прочности). Для этого численными исследованиями была найдена величина предварительного выгиба (строительного подъема) плиты, равная 30 мм. На полученную величину шпренгельной плите придали строительный подъем путем одновременного поворота гаек на концах затяжки.



Рис. 1. Общий вид испытываемой конструкции

Для испытания шпренгельной плиты пролетом 12 м был изготовлен стенд (рис. 1) кладкой из бетонных фундаментных блоков ФБС 4.12. Сверху на фундаментные блоки были установлены две металлические балки из квадратного профиля 160 x 160 x 7 мм, имитирующие верхний пояс стропильной конструкции. Разработанная конструкция стенда позволяет испытывать конструкции высотой до 2 м и пролетом до 12 м.

Методика проведения испытаний. Для регистрации прогибов плиты использована горизонтально натянутая металлическая струна, относительно которой с помощью металлической линейки с ценой деления 0,05 мм выполнялись измерения в девяти характерных точках (рис. 2). Натянутая струна с одной стороны была жестко закреплена при помощи струбцин, а на другой конец струны через неподвижный блок подвешивался груз весом 6,5 кг.

Горизонтальные узловые смещения на опорах фиксировались штангенциркулем с ценой деления 0,01 мм.

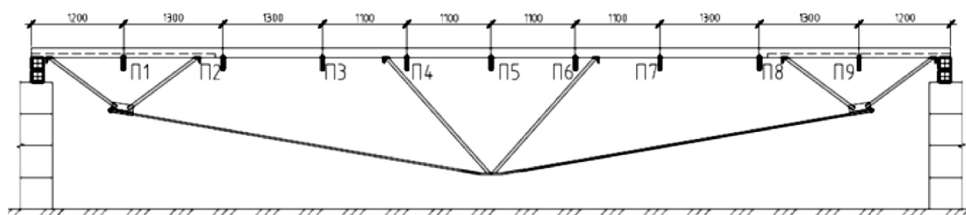


Рис. 2. Схема расположения точек измерения прогибов плиты

В эксперименте показания по приборам снимались непосредственно перед приложением нагрузок и после нагружения. При этом после приложения нагрузки конструкцию выдерживали в течение трехкратного времени нагружения. Нагрузку прикладывали ступенями в равные промежутки времени, составляющие 10...15 мин.

Деформации в сжатых и растянутых полках профилированного настила в наиболее нагруженных сечениях вдоль действия усилия определялись с помощью тензометров Гугенбергера. Тензометры размещены на нижних крайних полках профилированного настила.

Во время испытания производили непрерывное визуальное наблюдение за поведением исследуемой шпренгельной плиты.

Для создания равномерно распределенной нагрузки были сконструированы и изготовлены 6 деревянных платформ (см. рис. 1). Платформы состоят из горизонтальных двух верхних (150 x 200 мм) и двух нижних (100 x 150 мм) деревянных брусьев, соединенных между собой вертикальными шпильками Ø 10 мм. На нижние балки настелен сплошной деревянный настил из досок толщиной 35 мм. Использование данных платформ дает возможность приложения нагрузок (газобетонных блоков) только снизу конструкции, что обеспечивает безопасное проведение испытаний. В качестве грузов были использованы газобетонные блоки (масса одного блока составляет 22 кг), которые укладывались на деревянные платформы. Перед нагружением каждый блок взвешивался. Нагрузка прикладывалась ступенями, составляющими 10 % от предполагаемой критической нагрузки в начале испытания и 1-5 % – в конце. После каждого нагружения осуществляется выдержка до полной остановки изменения показаний приборов, но не менее 15 минут. Для решения поставленных задач испытания плиты разделены на 2 стадии.

Первая стадия – пробное нагружение конструкции для выявления и устранения возможных несовершенств испытательного стенда, проверки работы приборов. На данной стадии испытания проводились без предварительного напряжения шпренгельной плиты.

Вторая стадия – испытание конструкции до разрушения: исследовалась работа плиты при нагружении нормативной, расчетной и разрушающей нагрузками. Определены фактические значения критической и разрушающей нагрузки, а также выявлены резервы несущей способности. За критическую нагрузку принята нагрузка, соответствующая потере местной устойчивости сжатых полок профилированного настила верхнего пояса. За разрушающую нагрузку принята нагрузка, соответствующая потере несущей способности конструкции в целом.

Перед выполнением второй стадии испытаний шпренгельную плиту полностью разгрузили и поворотом гаек на концах затяжки с помощью обычного гаечного ключа плите придали строительный подъем (преднапряжение) на величину, равную прогибу от расчетных нагрузок.

Мероприятия по технике безопасности. Перед проведением испытания был проведен инструктаж со всеми членами бригады, непосредственно участвующими в испытаниях конструкции.

Для предотвращения возможного обрушения при нагружении и потере общей устойчивости из плоскости конструкции было предусмотрено страхующее устройство, расположенное в пролете плиты. Страхующее устройство состоит из двух элементов:

- трос, жестко закрепленный одним концом в бетонную стену, а другим – прикрепленный к плите;

- упор из деревянного бруса, прикрепленный на саморезах одним концом к верхним полкам профилированного настила, а другим концом с определенным зазором упирающийся на бетонную стену.

Нагрузка из газобетонных блоков устанавливалась на платформы таким образом, чтобы затяжка проходила между рядами блоков с небольшим зазором. Такое приложение нагрузки также дополнительно исключало потерю общей устойчивости плиты из плоскости.

Для обеспечения аварийного сброса нагрузки после разрушения плиты под деревянными платформами были установлены тумбочки из газобетонных блоков и деревянных досок. По мере прогибания плиты под нагрузкой деревянные доски поэтапно демонтировались.

Поверочные расчеты испытываемой конструкции. Численные расчеты проводились с применением конечно-элементной модели, разработанной на программном комплексе Лира 9.4. Профилированный настил моделировался четырехузловыми пластинчатыми элементами. Элементы шпренгельной системы задавались в виде двухузловых стержневых конечных элементов пространственной фермы. В расчетной модели нагрузка (эквивалентная) приложена к верхним полкам профилированного настила.

Результаты расчетов на Лире 9.4 приведены в табличной форме. Предварительное напряжение плиты моделировалось изменением температуры в затяжке. Схема распределения напряжений в профнастиле и деформированная схема плиты отражены на рис. 3 и 4.

Таблица

№ этапа	Нагрузка, кг/м ²	Эквивалентная нагрузка на верхние полки, кг/м ²	Максимальные напряжения в профнастиле, кг/см ²		Усилие в затяжке, кг	Усилие в растянутой стойке, кг	Усилие в сжатой стойке, кг	Прогиб, мм
			Растягивающие	Сжимающие				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Преднапряжение	0	0	185	-273	450	185	-98	+30
1	160	1702	440	-918	3023	1192	-717	9,1
2	233 (нормативная)	5142	620	-1260	4265	1694	-1031	13,6
3	307 (расчетная)	5922	793	-1554	5445	2156	-1315	17,8
4	380	6702	1079	-2045	7404	2923	-1786	19,9
5	417 (критическая)	7092	1051	-1997	7216	2849	-1740	24
6	453	7482	1137	-2144	7805	3079	-1882	25,8
7	527 (вероятное разрушение)	8262	1309	-2439	8985	3541	-2165	30,31
8	600	9043	1482	-2734	10164	4003	-2449	34,5
9	673 (произошло разрушение)	9823	1654	-3029	11344	4465	-2732	38,7

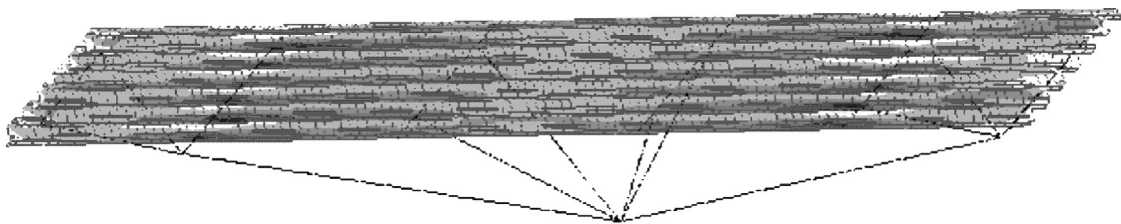


Рис. 3. Распределение нормальных напряжений в профнастиле

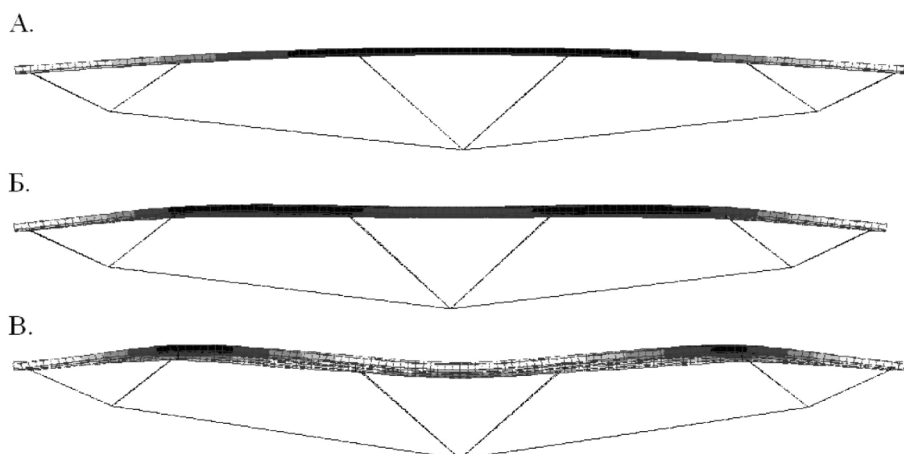


Рис. 4. Деформированные схемы плиты на различных этапах загрузки:
 А – при преднапряжении (строительный подъем на 3 см); Б – при действии расчетных нагрузок (этап № 3, $q = 307 \text{ кг/м}^2$); В – при действии разрушающей нагрузки (этап № 9, $q = 673 \text{ кг/м}^2$)

Результаты испытаний. Испытание проводилось в девять этапов:

- 1-ый этап – нагрузка 160 кг/м^2 ;
 - 2-ый этап – нагрузка 233 кг/м^2 (нормативная нагрузка);
 - 3-ий этап – нагрузка 307 кг/м^2 (расчетная нагрузка);
 - 4-ый этап – нагрузка 380 кг/м^2 ;
 - 5-ый этап – нагрузка 417 кг/м^2 (критическая нагрузка);
 - 6-ой этап – нагрузка 453 кг/м^2 ;
 - 7-ой этап – нагрузка 527 кг/м^2 ;
 - 8-ой этап – нагрузка 600 кг/м^2 ;
 - 9-ый этап – нагрузка 673 кг/м^2 (конструкция разрушилась).
- Фотографии этапов нагружения плиты показаны на рис. 5, 6.

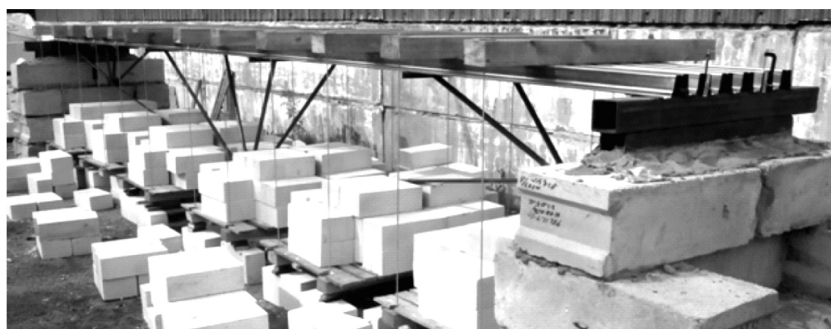


Рис. 5. 3-ий этап нагружения



Рис. 6. 9-ый этап нагружения

В результате эксперимента были получены следующие данные. При нормативной нагрузке, которой соответствует 2-ой этап загрузки ($q = 233 \text{ кг/м}^2$), максимальный прогиб плиты составил 13,8 мм, что меньше теоретического прогиба, установленного численными исследованиями, равного 16 мм, на 14 % и меньше предельно допустимого на 77 % ($[f] = 1/200 = 60 \text{ мм}$).

Максимальные сжимающие напряжения в профнастиле, которые оценивались по результатам обработки показаний тензометров Гугенбергера, при расчетной нагрузке $q = 307 \text{ кг/м}^2$ зафиксированы в середине пролета плиты и в сечении в месте примыкания сжатой стойки пирамиды и соответственно составляют -1242 кг/см^2 , -1283 кг/см^2 . При сопоставлении максимальных значений нормального напряжения в профнастиле, полученных экспериментальным путем и численным, установлено, что разница составляет 18 %. Данная разница значений напряжений вероятнее всего возникла от погрешностей приборов.

Как видно из рис. 10, в испытаниях до 7-го этапа экспериментальные прогибы плиты меньше теоретических на 1,2-15 %. А после этапов 7 и 8 экспериментальные прогибы больше теоретических на 1-7,2 %. Это означает, что с 7-го этапа испытаний в конструкции начались пластические деформации.

На первых двух этапах нагружения в конструкции никаких изменений не наблюдалось. На 3-м этапе (при расчетных нагрузках) зафиксировано начало местных выпучиваний крайних стенок профнастила в месте примыкания уголков (над сжатой стойкой) приопорных пирамид. На следующих этапах нагружения увеличение выпучивания стенок на данном участке не наблюдалось. На 6-ом этапе нагружения зафиксировано начало потери местной устойчивости гладких участков стенок профнастила.

Разрушение плиты началось на 8-м этапе испытаний (при этом плита оставалась практически в прямом состоянии):

- выпучивание (потеря местной устойчивости) стенок профнастила в месте примыкания полок свободного края швеллера на левой пирамиде;
- во всех стенках профнастила наблюдается потеря местной устойчивости гладких участков.

Разрушение плиты произошло от исчерпания несущей способности шпренгельной плиты на 9-м этапе испытаний при нагрузке $q = 673 \text{ кг/м}^2$. Как и предполагалось теоретически, причиной исчерпания несущей способности явилась местная потеря устойчивости профнастила, которая возникла у правой пирамиды (рис. 7) в месте примыканий сжатых стоек к профнастилу (потеря местной устойчивости сжатых стенок и полок). Дальнейшее разрушение плиты продолжилось местной потерей устойчивости сжатых стенок и полок еще в двух сечениях:

- в середине пролета под деревянной балкой;
- у левой пирамиды в месте примыканий сжатых стоек к профнастилу.



Рис. 7. Разрушение плиты у правой пирамиды (потеря местной устойчивости сжатых стенок и полок) на 9-ом этапе нагружения (673 кг/м^2)

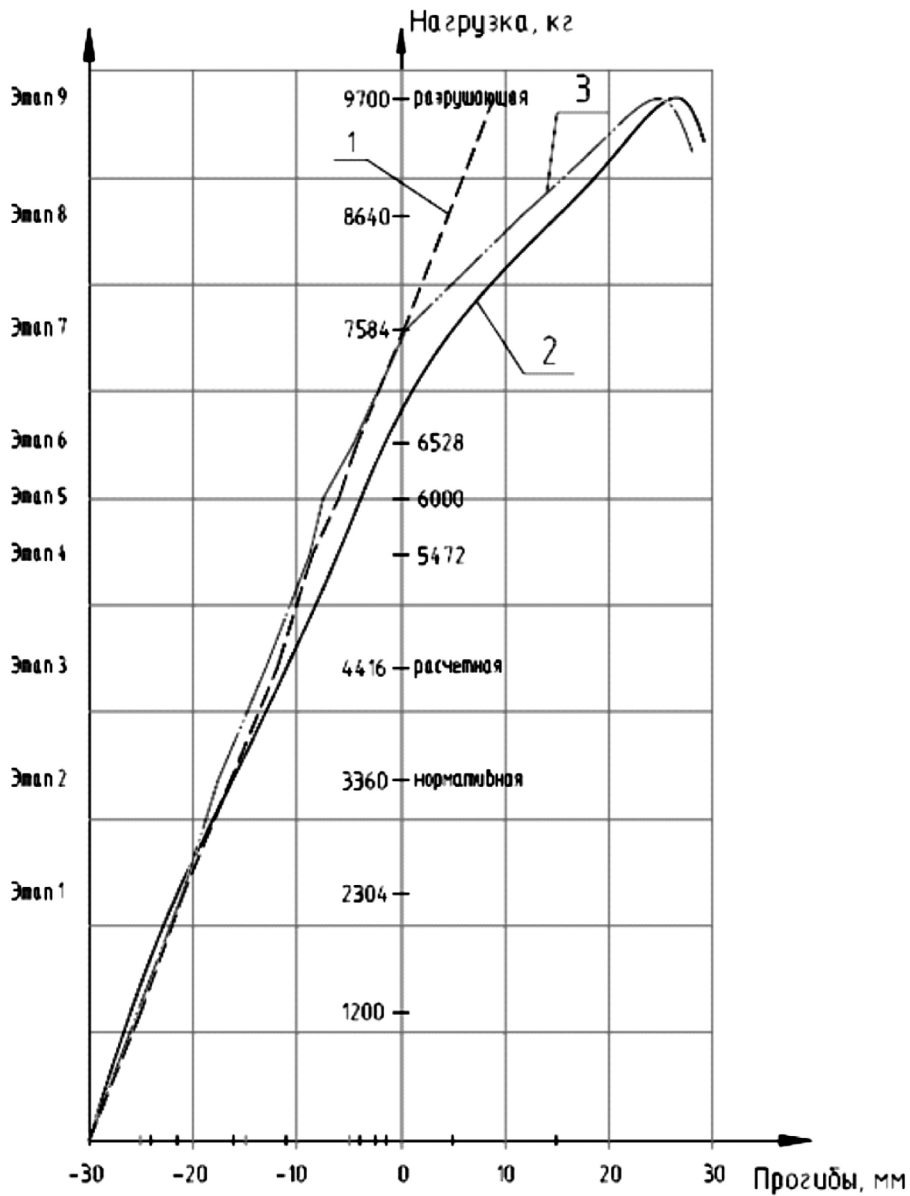


Рис. 8. Диаграмма нагрузка-прогиб:
 1 – теоретическая диаграмма; 2 – экспериментальная диаграмма по данным оси «А1-А1»;
 3 – экспериментальная диаграмма по данным оси «А2-А2»

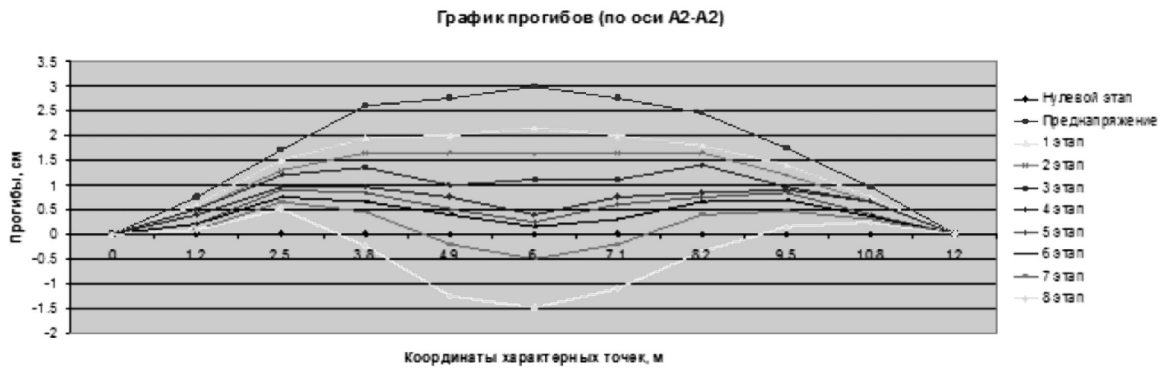


Рис. 9. График прогибов на различных этапах нагружения.
 Экспериментальные данные по оси А2-А2

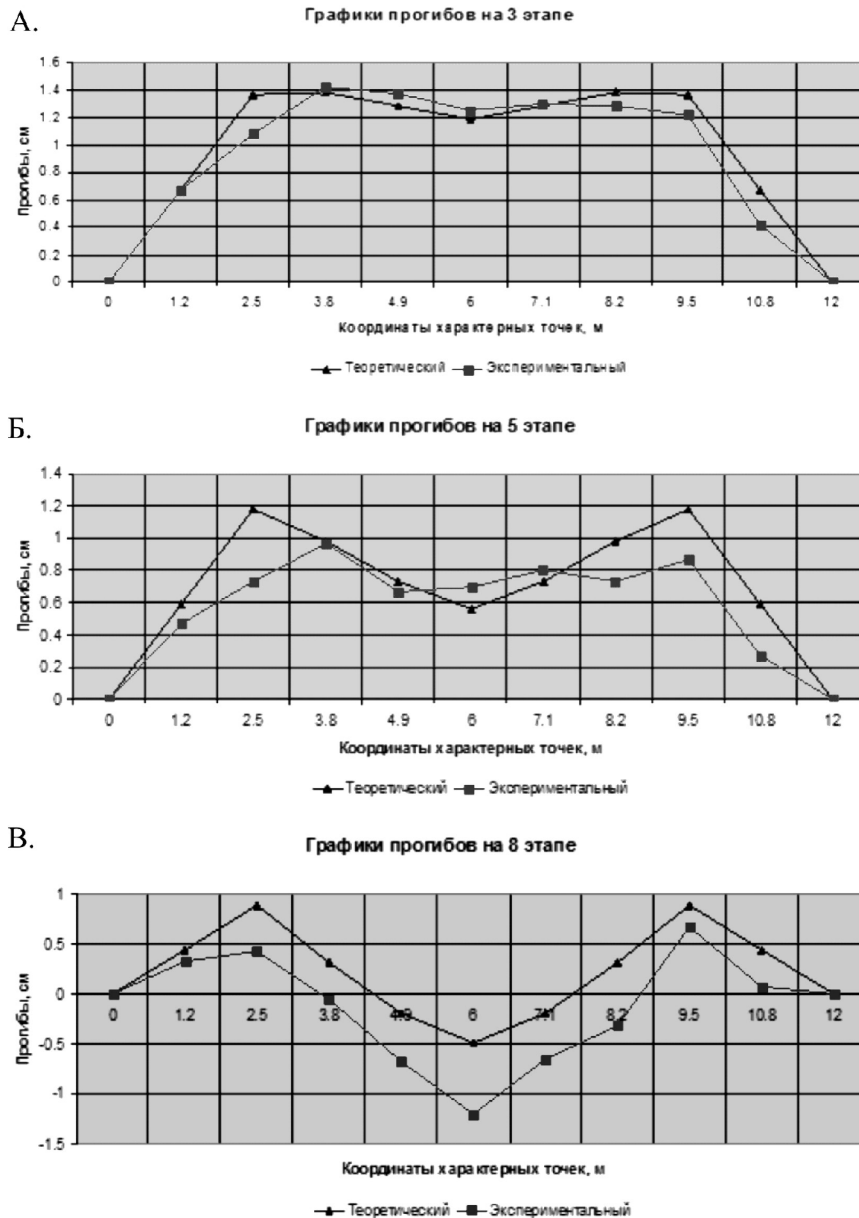


Рис. 10. Сравнение экспериментальных прогибов плиты с теоретическими:

- А. На 3 этапе нагружения: расчетная нагрузка 307 кг/м^2 (46 % от разрушающей);
 Б. На 5 этапе нагружения: критическая нагрузка 417 кг/м^2 (62 % от разрушающей);
 В. На 8 этапе нагружения. Этап, предшествующий разрушению: нагрузка 600 кг/м^2 (90 % от разрушающей)

Выводы. В результате проведенных экспериментальных исследований были сделаны следующие выводы:

1. Изготовление, сборка и монтаж преднапряженной шпренгельной плиты подтвердили технологичность разработанного конструктивного решения плиты;
2. В результате испытаний установлена хорошая сходимость численных и экспериментальных исследований: разница сравниваемых максимальных величин прогибов плиты и нормальных напряжений в профилированном настиле не превышает 18 %;
3. Максимальный прогиб плиты при нормативной нагрузке ($q_n = 233 \text{ кг/м}^2$) составил 13,8 мм, что меньше предельно допустимого на 77 % ($[f] = L / 200 = 60 \text{ мм}$);
4. Максимальные сжимающие напряжения в профнастиле при действии расчетной нагрузки ($q_p = 307 \text{ кг/м}^2$) составили 1554 кг/см^2 , что меньше расчетного сопротивления стали для профнастила $R_y \gamma_c = 2205 \text{ кг/см}^2$ на 29 %;

5. Разрушение плиты произошло от исчерпания несущей способности шпренгельной плиты на 9-м этапе испытаний при нагрузке $q = 673 \text{ кг/м}^2$. Как и предполагалось теоретически, причиной исчерпания несущей способности явилась местная потеря устойчивости профнастила, которая возникла у правой пирамиды в месте примыканий сжатых стоек к профнастилу (потеря местной устойчивости сжатых стенок и полок); дальнейшее разрушение плиты продолжилось местной потерей устойчивости сжатых стенок и полок еще в двух сечениях: в середине пролета под деревянной балкой и у левой пирамиды в месте примыканий сжатых стоек к профнастилу;

6. Фактический коэффициент безопасности конструкции, вычисленный как: $K_{\text{без}} = N_{\text{разр.}} / N_{\text{расч.}}$, где, $N_{\text{расч.}} = 307 \text{ кг/м}^2$ – значение расчетной нагрузки, $N_{\text{разр.}} = 673 \text{ кг/м}^2$ – значение разрушающей нагрузки; составил $K_{\text{без}} = 2,19$.

Из этого следует, что разработанная конструкция шпренгельной плиты обладает достаточной прочностью, жесткостью и может быть рекомендована для применения в опытном строительстве.

Данная работа выполнена под руководством профессора кафедры МКИИС КГАСУ Хисамова Р.И.

Список литературы

1. Патент на изобретение «Плита покрытия» RU 2436909 С1 от 15.02.2010. Авторы: Хисамов Р.И., Башаров Ф.Ф.
2. Патент на изобретение «Плита покрытия» RU 2454515 С1 от 26.11.2010. Авторы: Хисамов Р.И., Башаров Ф.Ф.
3. СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*. – М., 2011. – 93 с.
4. СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции» Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. – М., 2011. – 172 с.
5. Кузнецов В.В. Металлические конструкции. Том 3. Стальные сооружения, конструкции из алюминиевых сплавов. Реконструкция, обследование и испытание конструкций зданий и сооружений. – М.: Издательство АСВ, 1999. – 528 с.
6. ГОСТ 24045-94 (2002) Профили стальные листовые гнутые с трапециевидными гофрами для строительства. – Взамен ГОСТ 24045-86; введ. 01.09.1995. – М.: Изд. стандартов, 1995. – 17 с.

Basharov F.F. – post-graduate student

E-mail: fanzikbashar@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Testing the 12 m span strut-framed slab made of H114-600 grade steel decking with deck thickness minimum 0,8 mm

Resume

The paper provides test results for a 12 m span strut-framed slab made of steel decking H114-600 with deck thickness minimum 0,8 mm produced by Estel Company, Kazan.

Objectives of the test:

- study strut-framed slab behavior;
- study stress-strain mode of strut-framed slab members under load; estimate bearing capacity reserves for total design loading;
- reliability degree checkup of the results of a strut-framed slab numerical study executed with the Lira software by comparing them with test results.

To test a 12 m span strut-framed slab a workbench made of concrete foundation blocks was installed. To keep records of slab sagging a horizontally drawn metal string was engaged, and metal rulers installed vertically at nine characteristic points were checked against the string. Horizontal shift at bearings was recorded using a vernier caliper with the value of the smallest graduation 0,01 mm.

Strain of profiled steel decking flanges at most loaded points were estimated using a Gugenberger strain gauge. Strain gauges were located at lowermost flanges of profiled steel decking.

Verification calculations were carried out for tested loads taking into account factual sizes of structures.

Test results have shown high convergence of numerical and experimental investigations: the difference between compared values of slab sagging and normal stress does not exceed 18 %. The slab failed as a result of exceeding the limit of bearing capacity of a strut-framed slab at the 9th stage of testing under load $q = 673 \text{ kg/m}^2$. As expected from theory, the reason of bearing capacity failure was local buckling of profiled steel decking which occurred at the right pyramid.

Keywords: strut-framed slab, steel decking, test methodology, mode of deformation, numerical investigation.

References

1. Patent for the invention «Covering plate» RU 2436909 C1 from 15.02.2010. Authors: Hisamov R.I., Basharov F.F.
2. Patent for the invention «Covering plate» RU 2454515 C1 from 26.11.2010. Authors: Hisamov R.I., Basharov F.F.
3. The joint venture 20.13330.2011 «Loadings and influences» the Staticized edition Construction Norms and Regulations 2.02.01-83*. – M., 2011. – 93 p.
4. The joint venture 16.13330.2011 «Steel designs» the Staticized edition II-23-81* Construction Norms and Regulations. – M., 2011. – 172 p.
5. Kuznetsov V.V. Metal designs. Volume 3. Steel constructions, designs from aluminum alloys. Reconstruction, inspection and test of designs of buildings and constructions. – M.: ASV publishing house, 1999. – 528 p.
6. GOST 24045-94 (2002) Profiles steel sheet bent with trapezoid гофрами for construction. Instead of GOST 24045-86; 01.09.1995. – M.: Prod. standards, 1995. – 17 p.

УДК 624.04

Ерышев В.А. – доктор технических наук, профессор

E-mail: gsx@tltsu.ru

Латышева Е.В. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: p-tata@mail.ru

Бондаренко А.С. – аспирант**Тольяттинский государственный университет**

Адрес организации: 445667, Россия, г. Тольятти, ул. Белорусская, д. 14

Усадочные деформации в бетонных и железобетонных элементах**Аннотация**

Целью работы являлось установление аналитической связи между относительными деформациями усадки бетонного и железобетонного образца с симметричным армированием.

В исследованиях использовались условия совместности деформаций бетона и арматуры, уравнения равновесия в сечениях железобетонного элемента. Выполнен комплекс экспериментальных исследований, включающий измерения усадочных деформаций в бетонных и такого же размера железобетонных образцах во времени.

Установлено, что деформации бетонных элементов увеличиваются с начала измерений после распалубливания, а деформации железобетонных образцов – по истечении некоторого времени. В работе даны рекомендации по определению усадочных напряжений в бетоне и арматуре железобетонного элемента с учетом прерывания роста усадочных деформаций.

Ключевые слова: усадочные деформации, напряжение, бетон, экспериментальные исследования.

Большинство бетонов подвержено усадке. В бетонных конструкциях усадка нарастает равномерно и свободно. В железобетонных конструкциях усадочные деформации развиваются в стесненных условиях за счет внутренней связи бетона с арматурой и их величина уменьшается по сравнению со свободными деформациями, но в бетоне и арматуре возникают собственные напряжения. В процессе эксплуатации силовые деформации и напряжения от различных нагрузок изменяются не от нулевых значений, а суммируются с их собственными величинами, которые в расчетах и экспериментальных исследованиях, как правило, не учитываются.

В настоящей работе устанавливается связь между относительными деформациями усадки бетонного и железобетонного образца с симметричным армированием. Предлагаются способы и результаты экспериментального определения деформаций и напряжений от усадки бетона в железобетонном образце.

Принимаются следующие обозначения: ε_{sh} – свободные относительные линейные деформации бетонного образца в осевом направлении (величина положительная, в случае отрицательных значений в формулах принимается со знаком минус); $\varepsilon_{sh,r}$ и $\sigma_{s,sh}$ – относительные деформации и напряжения сжатия в арматуре, при этом $\varepsilon_{sh,r}$ равны деформациям железобетонного элемента (т.е. $\varepsilon_{sh,r} = \varepsilon$, где ε – относительные деформации железобетонного элемента); $\varepsilon_{et,sh}$ $\sigma_{es,sh}$ – относительные деформации и напряжения растяжения в бетоне железобетонного элемента (из условия равновесия, если арматура сжата, то бетон растянут).

Относительные деформации бетона, вызывающие его растяжение, равны разности деформаций бетонного и железобетонного элементов:

$$\varepsilon_{et,sh} = \varepsilon - \varepsilon_{sh}, \quad (1)$$

где относительные деформации ε и ε_{sh} подставляются со своими знаками.

Напряжения в бетоне связаны с деформациями зависимостью:

$$\varepsilon_{et,sh} = \frac{\sigma_{et,sh}}{E_e \nu_{et,sh}}, \text{ или } \sigma_{et,sh} = \varepsilon_{et,sh} E_e \nu_{et,sh}, \quad (2)$$

где E_e – начальный модуль упругости бетона при сжатии и растяжении; $\nu_{et,sh}$ – коэффициент упругопластических деформаций бетона при усадке.

Из уравнения (1) с учетом (2) выразим деформации железобетонного элемента через напряжения в бетоне:

$$\varepsilon = \frac{\sigma_{et,sh}}{E_e v_{et,sh}} + \varepsilon_{sh}, \text{ или } \sigma_{et,sh} = (\varepsilon - \varepsilon_{sh}) E_e v_{et,sh}, \quad (3)$$

то же через напряжения в арматуре:

$$\varepsilon = \frac{\sigma_{s,sh}}{E_s}, \text{ или } \sigma_{s,sh} = \varepsilon E_s. \quad (4)$$

Записываем условие равновесия:

$$\sigma_{s,sh} A_s + \sigma_{et,sh} A_e = 0, \quad (5)$$

откуда $\sigma_{et,sh} = -\sigma_{s,sh} \mu$, где A_s – площадь арматуры; A_e – площадь поперечного сечения элемента; $\mu = A_s/A_e$ – коэффициент армирования.

Подставляя (3) и (4) в уравнение (5), получим:

$$\varepsilon (E_e v_{et,sh} A_e + E_s A_s) - \varepsilon_{sh} E_e A_e v_{et,sh} = 0,$$

откуда:

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_{sh}}{1 + \alpha \mu / v_{et,sh}}, \text{ где } \alpha = \frac{E_s}{E_e}. \quad (6)$$

В формуле (6) неизвестными параметрами являются: ε_{sh} – свободные деформации усадки бетона и коэффициент упругопластических деформаций $v_{bt,sh}$. Значение коэффициента $v_{bt,sh}$ можно определить с помощью итерационного процесса, последовательным приближением по $\sigma_{bt,sh}$, используя известные зависимости для $v_{b(bt)}$ в редакции академика Н.И. Карпенко [1].

Деформации усадки бетона ε_{sh} зависят от многих факторов, включая составы бетона, режимы хранения после изготовления, размеров поперечного сечения и ряда других факторов. Поэтому значения деформаций ε_{sh} к моменту времени t могут определяться опытным путем, прямыми измерениями на стандартных образцах и отвечать конкретным условиям твердения бетона.

Усадочные трещины становятся проблемой в условиях естественного твердения бетона при монолитном бетонировании железобетонных конструкций на строительной площадке. Усадочные напряжения в железобетонных элементах влияют на трещинообразование, сцепление арматуры с бетоном и должны учитываться при производстве экспериментальных исследований, в том числе при осевых нагрузках сжатия и растяжения.

Для проведения экспериментальных исследований изготавливались 4 серии образцов с одинаковыми размерами 15×15×60 см. Серия включала: бетонные и железобетонные образцы, изготовленные в металлических опалубках одновременно из одного состава тяжелого бетона, в условиях Тольяттинского завода ЖБИ, в летний период времени. Составы бетона (табл. 1) подбирались варьированием весовых соотношений различных компонентов с учетом трех факторов: получения класса бетона в диапазоне В30-В45; различные величины усадочных деформаций в сериях; наличие компонентов на заводе. Железобетонные элементы армировались центральным стержнем диаметром 20 мм из арматуры класса А400 и пространственными каркасами у торцов с поперечной арматурой диаметром 6 мм, которая устанавливалась с шагом 50 мм на участках $l_1=l_3=16$ см [2].

Измерения линейных деформаций усадки бетонных и железобетонных образцов производились при комнатной температуре после распалубливания на 3 суток (после окончания твердения свежееуложенного бетона во влажных условиях) с помощью индикаторов часового типа с ценой деления 0,01 мм, установленных в рамках на каждой грани образца (рис. 1). Продолжительность измерений определялась временем начала последующих испытаний каждого железобетонного образца на осевое растяжение и сжатие, поэтому составляла от 30 до 890 суток. В большей степени усадке подвержены образцы из мелкозернистого бетона, где в качестве заполнителя использовались отсеvy гранита.

Усадочные деформации увеличиваются: с ростом В/Ц, с количеством цемента на единицу объема бетона (при этом высокоактивные цементы дают большую усадку, что согласуется с литературными данными).

Таблица 1

Состав бетонных смесей

Серия (класс б.)	Цемент	Заполнитель	Песок	В/ц	Пластификатор
1 (В30)	п.ц. 400, 325 кг/м ³	карбонатный щебень фр. 5-20, М 600, 1265 кг/м ³	кварцевый, Мкр=1,25>1,3, 560 кг/м ³	0,51, 165 л/м ³	-
2 (В45)	п.ц. 500, 450 кг/м ³	дробленый гравий, фр. 5-20, М 1000, 1260 кг/м ³	кварцевый, Мкр=2,56, 540 кг/м ³	0,41, 185 л/м ³	-
3 (В35)	п.ц. 500, 410 кг/м ³	карбонатный щебень фр. 5-20, М 600, 1100 кг/м ³	кварцевый, Мкр=1,2, 610 кг/м ³	0,54, 221 л/м ³	ЛМР-НЛХ
4 (В45)	п.ц. 500, 567 кг/м ³	отсев гранитный фр. 0-5, М 1400, 1392 кг/м ³ ; порошок минеральный карбонатный МП-1, 113 кг/м ³	речной Волжский, Мкр=1,2, 175 кг/м ³	0,339, 192 л/м ³	ГП Melflux 1641F (1,5 % от Ц)

Для сравнения в таблице 2 представлены опытные значения относительных усадочных деформаций на 28 суток измерения, а в таблице 3 – окончание измерения. Деформации бетонных образцов в 1,7-2 раза превышают деформации железобетонных образцов (рис. 2).

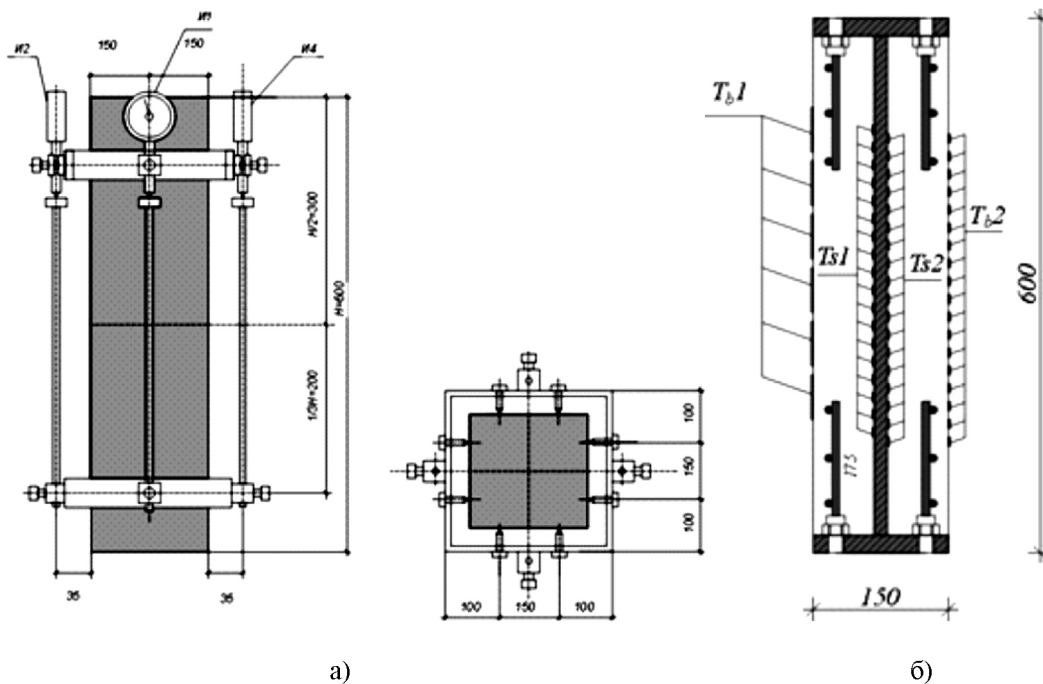


Рис. 1. Схема расстановки приборов: а – схема расстановки индикаторов; б – схема расстановки тензодатчиков: Tb1 – тензодатчики на бетоне, база 50 мм; Tb2 – тензодатчики на бетоне, база 10 мм; Ts1; Ts2 – тензодатчики на арматуре, база 10 мм

Из условия совместности деформаций бетона и арматуры, следуя закону (1), деформации усадки бетона $\varepsilon_{et,sh}$, вычисленные по опытным значениям ε_{sh} и ε , близки или превышают предельные их значения на растяжение $\hat{\varepsilon}_{et}$.

Напряжения в бетоне $\sigma_{et,sh}$, вычисленные по формуле (2), значительно превышают их значения из условия равновесия (5), а в отдельных случаях и предельные напряжения на растяжение R_{et} , хотя усадочные трещины в бетоне не обнаружены [2].

Из сравнения графиков роста усадочных деформаций ε_{sh} – в бетонных и ε – в железобетонных образцах следует, что свободные усадочные деформации увеличиваются с начала измерений, а деформации железобетонных образцов только на $t_0 = 4-5$ суток после распалубливания.

Таблица 2

Усадочные деформации бетонных и железобетонных образцов на 28 сутки

Усадочные деформации	серия 1 (C1-1,2,3)	серия 2 (C2-1,2,3)	серия 3 (C3-1)	серия 4 (C4-1)
$\epsilon_{sh} \times 10^5$	21	29	32	46
$\epsilon_{sh,r} \times 10^5$	-	-	18	21

За время прерывания роста относительных деформаций ϵ свободные деформации выросли на $\Delta\epsilon_{t0} = (9-12) \times 10^{-5}$, что составляет до 25 % от их значения на окончание измерений. С тем чтобы условие совместности деформирования бетона и арматуры выполнялось, из замеренных величин в опыте ϵ_{sh}^{exp} вычтем значения $\Delta\epsilon_{t0}$ (табл. 3).

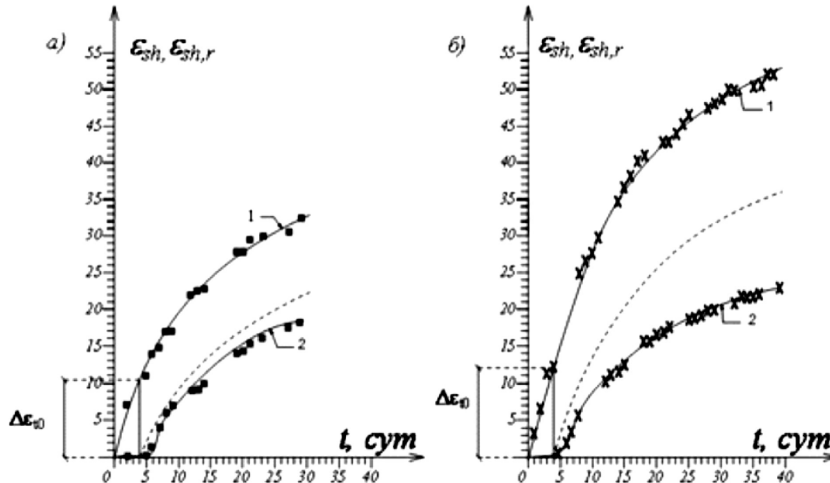


Рис. 2. Деформации усадки бетонных (1) и железобетонных образцов (2): а – серия 3; б – серия 4

С учетом $\Delta\epsilon_{t0}$ свободные относительные деформации ϵ_{sh} уменьшились по абсолютной величине, однако их значения примерно на 10 % превышают расчетные значения ϵ по формуле (6), где $\nu_{et,sh} = 0,9$. Разница между этими относительными деформациями составляют фактические относительные деформации растяжения бетона от усадки $\epsilon_{et,sh}$.

Таблица 3

Опытные и расчетные значения усадочных параметров

Серия	Шифр	возраст образцов $t_{exp}, \text{сут}$	$\epsilon_{sh}^{exp} \times 10^5$ опыт	$\epsilon_{sh,r}^{exp} \times 10^5$ опыт	$\Delta\epsilon_{t0} \times 10^5$	$\epsilon_{sh}^{exp} = (\epsilon_{sh}^{exp} - \Delta\epsilon_{t0}) \times 10^5$	$\epsilon_{sh,r} \times 10^5$ ф-ла (6)	$\sigma_{s,sh}$ МПа ф-ла (4)	$\sigma_{b,sh}$ МПа ф-ла (5)	$\epsilon_{bt,sh} \times 10^5$ ф-ла (1)	$\sigma_{bt,sh}$ МПа ф-ла (2)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	C1-1	125	37	-	9	-28	-25	-50	0,60	2,6	0,61
	C1-2	135	37	-	9	-28	-25	-50	0,60	2,6	0,61
	C1-3	887	48	-	9	-39	-35	-70	0,84	3,7	0,85
2	C2-1	35	33	-	9	-24	-23	-45	0,54	1,4	0,54
	C2-2	45	36	-	9	-27	-25	-51	0,61	1,5	0,61
	C2-3	50	38	-	8	-30	-28	-56	0,68	1,7	0,68
3	C3-1	30	32	18	12	-20	-18	-37	0,44	1,4	0,45
4	C4-1	40	51	25	12	-39	-36	-71	0,85	2,3	0,86

Значения усадочных напряжений $\sigma_{et,sh}$, вычисленные из условия равновесия (5), и по относительным деформациям бетона (2), согласуются между собой и составляют 30÷40 % от предельных на растяжение $\hat{\sigma}_{et} = R_{et}$. Последующие испытания железобетонных

образцов на растяжение показали обоснованность указанных корректировок при сравнении опытных и расчетных значений усилий трещинообразования.

Вывод:

Усадочные деформации и напряжения в железобетонных конструкциях следует определять с учетом прерывания их развития после окончания твердения свежесделанного бетона во влажных условиях, уменьшая соответствующие свободные усадочные деформации бетона ε_{sh} на 25 %.

Список литературы

1. Карпенко Н.И. Общие модели механики железобетона. – М.: Стройиздат, 1996. – 412 с.
2. Ерышев В.А., Латышева Е.В., Бондаренко А.С. Методика экспериментальных исследований напряженно-деформированного состояния линейных железобетонных элементов при осевом нагружении повторными и знакопеременными нагрузками. – Вектор науки ТГУ, 2010, № 3. – С. 51-56.

Eryshev V.A. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: gsx@tltstu.ru

Latysheva E.V. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: p-tata@mail.ru

Bondarenko A.S. – post-graduate student

Tolyatti State University

Address of organization: 445667, Russia, Tolyatti, Byelorussian, 14

Shrink deformations in concrete and reinforced concrete elements

Resume

Most concrete subjects are exposed to shrinkage. In concrete constructions with small sizes shrinkage develops evenly, freely and own tensions do not rise up. In reinforced concrete constructions shrink deformations develop in the straitened terms due to internal connection of concrete with an armature and their size diminishes as compared to free deformations, but there are own tensions in a concrete and armature. In the process of exploitation power deformations and tensions from different loadings change not from zero values, but added up with their own sizes which in calculations and experimental researches, as a rule, are not taken into account.

In the real work a connection is established between relative deformations of shrinkage of concrete and reinforced concrete standard with the symmetric reinforcing. On foundation results of experimental researches it is set, that free shrink deformations are increased from the beginning of measuring, and deformations of reinforced concrete standards only on $t_0=4-5$ days after release. Taking into account breaking of growth of deformation of reinforced concrete standard from shrinkage of concrete experimental information satisfactorily comport with a calculation. It is recommended to determine deformations of reinforced concrete element from shrinkage of concrete through the proper free shrink deformations, diminishing them on 25 %.

Keywords: shrink deformations, tension, concrete, experimental research.

References

1. Karpenko N.I. the «General models of mechanics of the reinforced concrete». – М.: Stroyizdat, 1996. – 412 p.
2. Eryshev V.A., Latysheva E.V., Bondarenko A.S. Method of experimental researches of the tensely-deformed state of linear reinforced concrete elements at an axial load repeated and znakoperemennymi nagruzkami. – Tolyatti, «Vector of science of TGU», 2010, № 3. – P. 51-56.

УДК 624.012.35/45

Замалиев Ф.С. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: em_z@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Численные эксперименты в исследованиях пространственной работы сталежелезобетонных перекрытий

Аннотация

Для выявления пространственной работы сталежелезобетонных конструкций использовано численное моделирование. Численный эксперимент проведен с помощью программного комплекса ANSYS. Расчетная модель откорректирована по результатам натурных испытаний крупномасштабной модели перекрытия. Приведены результаты численных экспериментов и сравнения с данными испытаний крупномасштабной модели.

Ключевые слова: сталежелезобетонные конструкции, численные эксперименты, напряженно-деформированное состояние.

Для выявления напряженно-деформированного состояния сталежелезобетонных конструкций на сегодняшний день используются различные математические модели [1, 2] и экспериментальные исследования [3, 4]. Для экспериментальных исследований используются от разномасштабных моделей до фрагментов конструкций в натуральную величину. Однако проведение натурных экспериментов требует значительных материальных, людских и временных затрат. Поэтому очень часто для исследований выбирают численные модели, которые приводят к более быстрым результатам. Многие исследователи в поисках эффективных моделей используют численные модели, основанные на прикладных программных комплексах. На сегодня существует множество программных комплексов, используемых для моделирования работы элементов строительных конструкций. При выборе расчетного комплекса главным вопросом является рациональный выбор программного комплекса, чья модель наиболее точно учитывает действительную работу конструкций, геометрическую нелинейность поведения конструкции и нелинейные свойства материалов.

Решение задачи программным комплексом ANSYS осуществляется в три этапа. На первом этапе создается основа конечно-элементной модели исследуемой конструкции, включает в себя следующие процедуры:

- устанавливается физический тип задачи, настройка программы на решение задачи механики твердого деформируемого тела;
- выбирается тип конечного элемента, наиболее подходящий для решения поставленной задачи, образуются координаты узлов конечного элемента сетки и топология;
- указываются физические и механические свойства материалов конструкции (бетона плиты, стали балки, арматуры, анкерных устройств);
- строится геометрическая твердотельная модель конструкции. Для построения геометрической модели используется свой модуль или экспортируется из какого-либо CAD пакета;
- геометрическая модель конструкции разбивается на конечные элементы, используются различные параметры сетки (густые и редкие) в зависимости от степени конкретизации;
- для сталежелезобетонной конструкции между стальной балкой и железобетонной плитой и анкерными связями определяется модель контакта и ее характеристики.

На втором этапе на модель накладываются условия и выполняется решение задачи:

- задаются граничные условия;
- выбирается тип анализа (статический, динамический и т.д.). Выбирается метод решения системы уравнений МКЭ и параметры вычислительных процедур (шаг нагружения, число итерации и др.);
- решается система уравнения, полученного МКЭ.

Третий этап – анализ результатов расчета. Рассчитанные МКЭ физические величины (перемещения, деформации, напряжения и т.п.) представляются в виде картинок, таблиц, графиков, анимации.

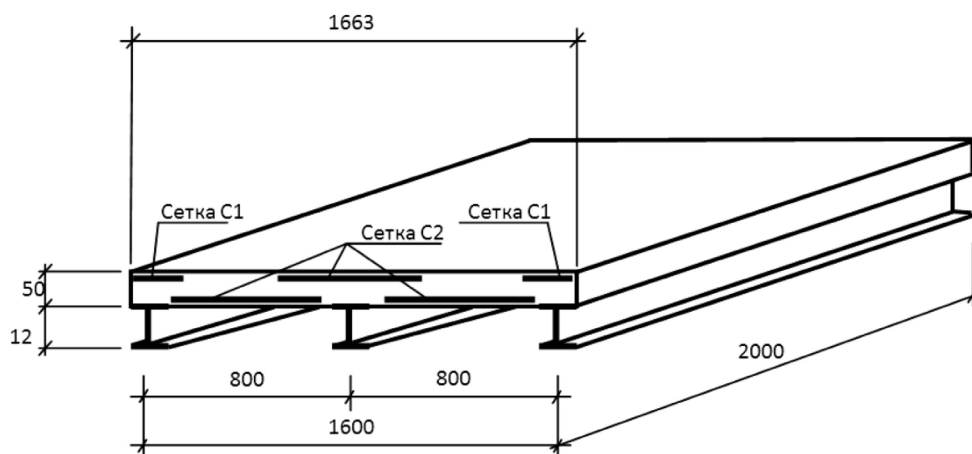


Рис. 1. Конструкция и армирование фрагмента перекрытия

Расчетная модель сталежелезобетонного перекрытия имела такие же параметры, что и экспериментальная модель. Экспериментальный образец фрагмента имеет следующие параметры: железобетонная плита с размерами 2000x1664 мм высотой 50 мм, армированная вязаной сеткой 3ВрIх100 на 4ВрIх200, подкрепленная тремя прокатными двутаврами № 12 по ГОСТ 8239-89 длиной 2000 мм, расположенными с шагом 800 мм (рис. 1). Совместная работа стальных балок и железобетонной плиты достигнута за счет двух рядов вертикальных анкерных стержней, приваренных по всей длине в верхнем поясу двутавров с шагом 100 мм по концам и 150 мм – в середине пролета [3].

В программном комплексе ANSYS анкера моделировали об высотой 40 мм, марка стали (С235), совместная работа обеспечивалась контактом Rough. Анкера с двутавром были объединены в одну конструкцию для большей наглядности, а в железобетонной плите оставлялись отверстия.

Следующим этапом моделирования является выбор материалов и указание их свойств. Для этих целей существует отдельный модуль управления материалами, связанный с блоком анализа. Из библиотеки материалов общего пользования использовались два материала:

- конструкционная сталь;
- бетон со своими физико-механическими свойствами в табличной форме.

Пластические свойства стали учитываются через нелинейную модель материала, вводятся пределы текучести и касательные модули материала. По заданным значениям автоматически строятся диаграммы работы материалов.

Результаты численных исследований сопоставлены с данными экспериментальных исследований, полученных на фрагменте сталежелезобетонного перекрытия.

Фрагмент перекрытия испытан нагрузкой, приложенной в двадцати точках и распределенной по поверхности плиты с имитацией равномерно-распределенной нагрузки. Ввиду различной несущей способности крайних и средних сталежелезобетонных балок (в крайних балок несущая способность почти в два раза меньше средней балки) распределение нагрузок по площади фрагмента производилось через пятиуровневую систему траверс с разным соотношением «плеч» – расстояний между точкой приложения нагрузок и опорами. Нагрузка на фрагмент перекрытия передавалась через систему траверс посредством гидравлического домкрата ДГ-100-2, величина задаваемой нагрузки фиксировалась и контролировалась при помощи манометра насосной станции [3].

Для получения численного решения выполнено разбиение геометрической модели фрагмента перекрытия конечно-элементной сеткой (рис. 2). При моделировании геометрии сталежелезобетонных конструкций использовались модели, созданные в Design Modeler. Процедура выполнена в модуле симуляции Mechanical. Сетка на объемных телах создается с помощью тетраэдрических или гексаэдрических твердотельных сеток. Для фрагмента перекрытия использована грубая сетка (Coarse) от 91° до 60° , средняя сетка Medium от $0,75^{\circ}$ до 24° .

Сталежелезобетонное перекрытие моделировалось по схеме свободно оперной конструкции, нагруженной равномерно распределенной нагрузкой. Нагрузка прикладывалась в течение 6 сек. по 1 тонне, граничные условия накладывались посредством Remote Displacement.

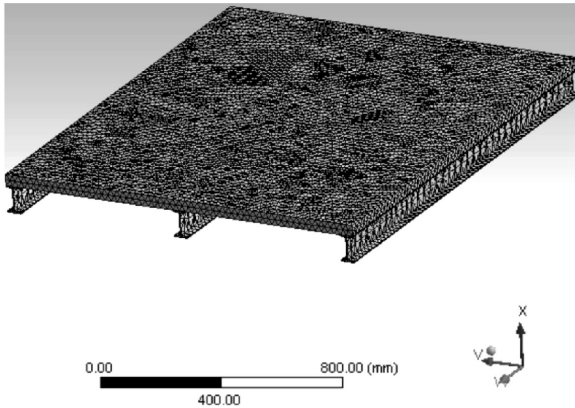


Рис. 2. Генерация конечно-элементной сетки

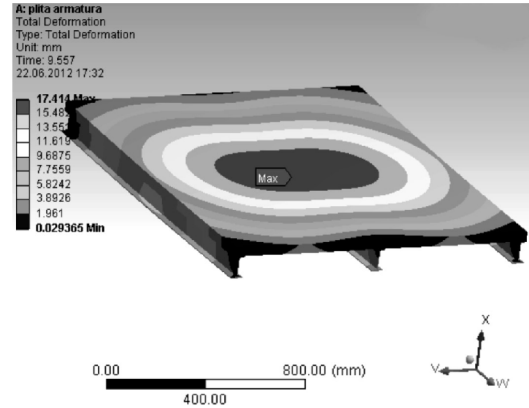


Рис. 3. Мозаика прогибов перекрытия

Исследованиями по программному комплексу ANSYS получены компьютерные картины развития прогибов (рис. 3) и картины развития деформаций в стальных балках и железобетонной плите (рис. 4, 5). Картины деформаций наглядно показывают последовательность развития деформаций в стальном профиле и железобетонной плите: как деформации развиваются от более напряженной зоны к менее напряженной; от середины к концам балок и от крайних волокон вглубь сечения; в железобетонной плите от середины пролета (в поперечном направлении) к стальным балкам, служащим опорами для плиты. Компьютерная картина динамики развития деформаций в стальных профилях фрагмента перекрытия отличается в меньшую сторону от деформаций отдельных сталежелезобетонных балок [6] (рис. 6). Из-за пространственной работы фрагмента перекрытия развитие деформаций как в стальных балках, так и в железобетонной плите идет менее интенсивно, численные значения деформаций и напряжений меньше на 20-30 % по сравнению с отдельными балками того же сечения. Кроме того, в перекрытии плита работает в двух направлениях, распределяет нагрузку стальных балок более равномерно.

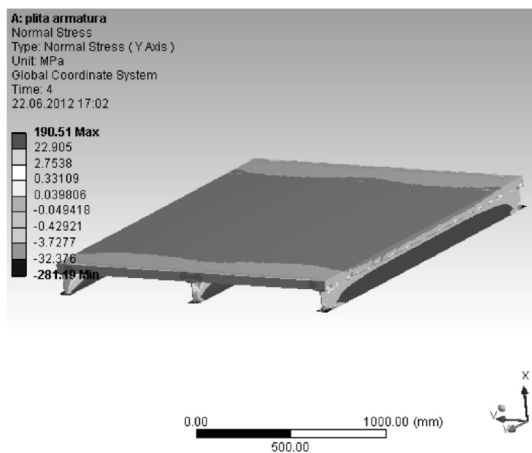


Рис. 4. Мозаика нормальных напряжений перекрытия

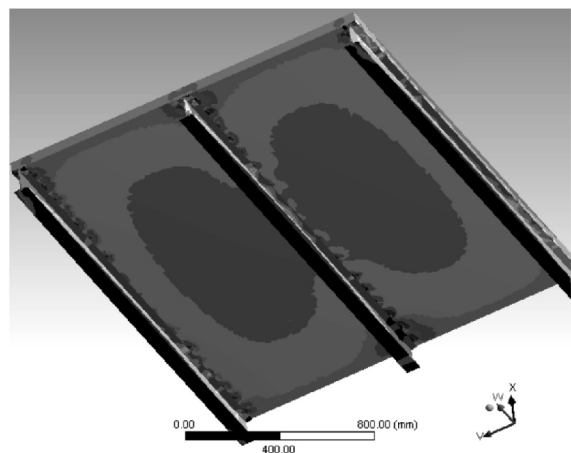


Рис. 5. Мозаика нормальных напряжений перекрытия (вид снизу)

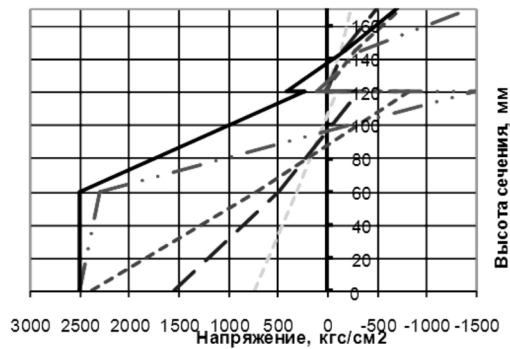


Рис. 6. Распределение напряжений по высоте сечения отдельной балки по результатам расчета

Рис. 6 показывает, что при одном и том же нагружении уровень напряжений в крайних фибрах средней балки перекрытия в 1,5-1,8 раза меньше, чем в отдельной сталежелезобетонной балке.

Построены графики распределения напряжений по высоте сечения средней и крайних балок перекрытия (рис. 7, 8) и диаграммы изменения прогибов (рис. 9) при разных нагружениях. Анализ распределения напряжений по высоте нормального сечения балки по результатам расчета на ANSYS и сопоставление с данными испытаний показывает, что при малых нагрузках в зоне упругих деформаций результаты схожи. Однако в численном эксперименте изменение положения границы сжатой зоны по мере увеличения нагрузки не соответствует экспериментальным данным. Большие расхождения получаются и при развитии пластических деформаций, в численном эксперименте пластические деформации развиваются интенсивнее, чем в натурном эксперименте. При больших нагрузках напряжения по ANSYS в зоне контакта «сталь-бетон» сильно отличаются от данных испытаний как по величине, так и по характеру.

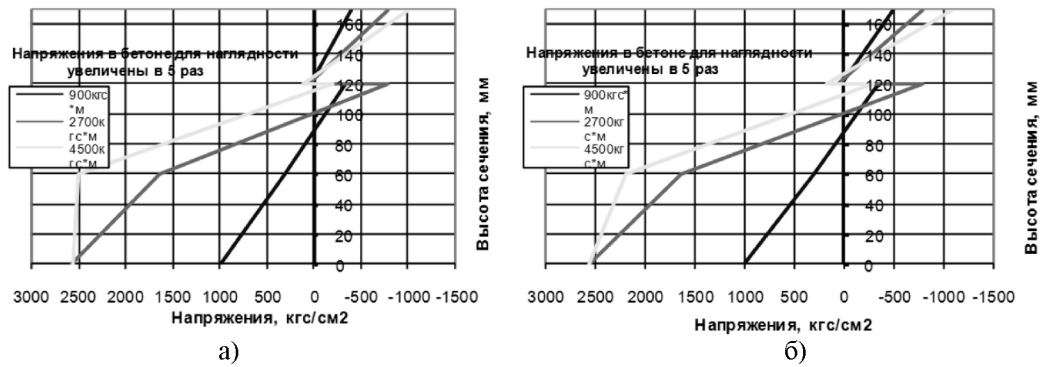


Рис. 7. Распределение напряжений по высоте сечения средней балки фрагмента перекрытия на различных этапах нагружения: а) по результатам на ANSYS; б) по результатам испытаний

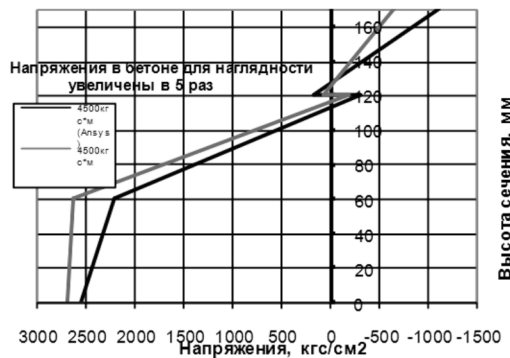


Рис. 8. Распределение напряжений по высоте сечения крайних балок фрагмента перекрытия $M=4500\text{кгс}\cdot\text{м}$

Сравнение графиков прогибов средней балки перекрытия показывает, что наибольшая сходимость результатов расчета с данными натурального эксперимента получается в упругой стадии работы (рис. 9).

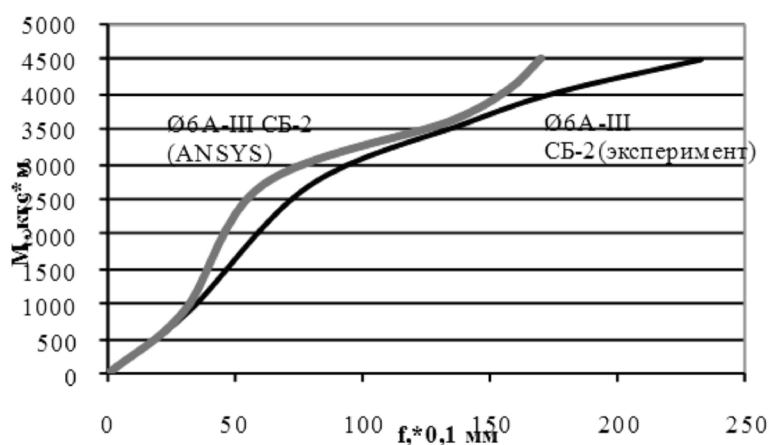


Рис. 9. График развития прогибов в координатах «М-f» для средней балки фрагмента перекрытия на различных этапах нагружения

Заключение

1. При расчетах по программному комплексу ANSYS, базируясь на расчетную пространственную модель, можно получить достаточно достоверную картину распределения деформаций, напряжений, а также прогибов, показывающих пространственную работу конструкции в целом.

2. В расчетах при числовом моделировании за пределом упругости использование диаграмм работы материалов по данным натуральных экспериментов дает наиболее близкие результаты с данными натуральных исследований.

3. Для выявления закономерностей развития деформаций и напряжений в сталежелезобетонных конструкциях, особенно в плитной части, необходимо продолжить экспериментальные исследования пространственной работы конструкций.

Список литературы

1. СНиП 2.05.03-84* Мосты и трубы. – М.: Стройиздат, 1996. – 210 с.
2. EN 1994-1-1:2004 Еврокод 4. Проектирование сталежелезобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий. – 103 с.
3. Замалиев Ф.С., Шаймарданов Р.И. Экспериментальные исследования сталежелезобетонных конструкции на крупномасштабных моделях. // Известия КазГАСУ, 2008, № 2 (10). – С. 47-52.
4. Замалиев Ф.С., Сагитов Р.А., Хайрутдинов Ш.Н. Испытания фрагмента сталежелезобетонного перекрытия на статические нагрузки. // Известия КазГАСУ, 2010, № 1 (13). – С. 102-105.
5. Замалиев Ф.С., Шаймарданов Р.И. Экспериментальные исследования сталежелезобетонных балок на статические нагружения. Сборник статей международной конференции «Эффективные строительные конструкции: теория и практика». – Пенза, 2002.
6. Замалиев Ф.С., Гурьянов И.А., Шаймарданов Р.И., Хайрутдинов Ш.Н. Численные и натурные эксперименты в исследованиях сталежелезобетонных конструкций. // Известия КГАСУ, 2012, № 1 (19). – С. 46-52.

Zamaliyev F.S. – candidate of technical science, associate professor

E-mail: em_z@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

Editorial address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st. 1

Numerical experiments in researches of spatial work of steel-concrete floorings

Resume

At research of steel-concrete designs there is a need of their analysis intense the deformed condition at various modes of loading. Different mathematical approaches are used in order to define stress-and strain mode. At the moment many researchers in search of effective model engage application software complexes, that is numerical experiment. However reliability of received data depends heavily on the chosen model of numerical experiment which should correspond to the physical model of structural behavior. Application software complex ANSYS was used for numerical experiment here. For initial data strength and geometrical parameters of experimental large-scale model of composite steel and concrete flooring were taken, testing of which took place at laboratory facilities of Kazan State University of Architecture and Civil Engineering. Experimental constructions as well as the method of full-scale tests are depicted in the paper, and the analysis of test result is carried out. Computer-aided pictures of deflection, stresses in composite steel and concrete construction are shown, stress and strain diagram of steel beam and RC slab for different level of loads is analyzed. Shown the pictures of tension reflecting spatial work of flooring. The comparative analysis of charts of deflections average is shown to a part of flooring in a zone of the steel profile, received by a settlement way according to the ANSYS program and according to tests of large-scale model of flooring at its spatial work.

Keywords: composite steel and concrete structures, numerical experiments, intense-deformed condition.

References

1. SNIP 2.05.03-84* Towers and tubes. – M.: SI, 1996. – 210 p.
2. EN 1994-1-1:2004 Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings. – 103 p.
3. Zamaliev F.S., Shaimardanov R.I. Experimental researches composite steel-concrete structures on large-scale models. – *Izvestiya KazGASU*, 2008, № 2 (10). – P. 47-52.
4. Zamaliev F.S., Sagitov R.A., Khayrutdinov Sh.N. Engineer Static load test of composite steel and concrete ceiling fragment // *News of the KSUAE*, 2010, № 1 (13). – P. 102-105.
5. Zamaliev F.S., Shaimardanov R.I. Experimental researches of steel-concrete beams on static loadings. Collection of articles of the international conference «Effective construction designs: theory and practice». – Penza, 2002.
6. Zamaliev F.S., Gurianov I.A., Khairutdinov Sh.N., Shaymardanov R.I. Numerical and natural experiments in probes of composite steel and concrete structures. // *News of the KSUAE*, 2012, № 1 (19). – P. 46-52.

УДК 624.03

Зобачева А.Ю. – ассистент

E-mail: azobacheva@gmail.com

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Адрес организации: 614990, Россия, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29

Страхов Д.Е. – кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организаций: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Яковлева Т.В. – ассистент

E-mail: yan-tan1987@mail.ru

Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.

Адрес организации: 410054, Россия, г. Саратов, ул. Политехническая, д. 77

Исследование устойчивости большепролетного клееного деревянного арочного сооружения с нагельным соединением*

Аннотация

В статье приводятся результаты экспериментального и численного исследования пространственной устойчивости большепролетных деревянных арок, уточняется фактическая работа конструкций под нагрузкой, исследуется влияние различных факторов (типа конечных элементов, свойств материала, подкрепления, жесткости связей) на расчет устойчивости равновесия арки. В результате проведенных натурных экспериментов получены зависимости между нагрузками и перемещениями в плоскости и из плоскости арок, формы потери устойчивости и значения критических нагрузок, выявлен характер и причины разрушения конструкций. Приведены результаты натурных экспериментов и произведено сравнение с результатами, полученными в численных экспериментах.

Ключевые слова: большепролетная клееная деревянная арка, устойчивость, критическая нагрузка, форма деформирования, эксперимент, численные исследования.

В современном строительстве клееные деревянные конструкции применяются достаточно широко, однако проблема устойчивости большепролетных арок до сих пор изучена недостаточно полно, что сдерживает совершенствование нормативной базы, разработку практических рекомендаций и по проектированию, и по расчету арочных конструкций. В действующей нормативной литературе [1] до сих пор отсутствуют рекомендации по обеспечению пространственной жесткости криволинейных стержней, имеющих отношение высоты h к ширине b сечения арки $k = h/b > 5$. Для более точного определения несущей способности арок из условий устойчивости необходимо учитывать пространственную работу всего сооружения в целом, включая связевые блоки и дискретные подкрепления кромок распорками. Кроме этого, существующая методика расчета арок на устойчивость не учитывает особенности физико-механических характеристик клееной древесины в конструкции как анизотропного материала.

С целью разработки научнообоснованных расчетных моделей и методики оценки устойчивости большепролетных деревянных арочных конструкций, адекватно отражающих работу реальных пространственных сооружений, были проведены натурные и численные эксперименты.

В Пермском национальном исследовательском политехническом университете были проведены натурные эксперименты моделей клееных деревянных стрельчатых арок стрельчатого очертания, имеющих сплошное прямоугольное сечение с увеличенным соотношением размеров сечения $k = h/b = 5, 7, 9, 12$ [2, 4].

Общий вид модели арки на испытательном стенде показан на рис. 1, а основные геометрические параметры конструкции – на рис. 2.

* Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (проект 2012-1.4-12-000-1004-006).

Все модели арок испытывались при шарнирном решении конькового и опорных узлов, что позволило получить наилучшее соответствие фактической и теоретической расчетных схем трехшарнирной стрельчатой арки на действие симметричной (от подвесной конвейерной галереи) и односторонней (снеговой, ветровой) нагрузок.

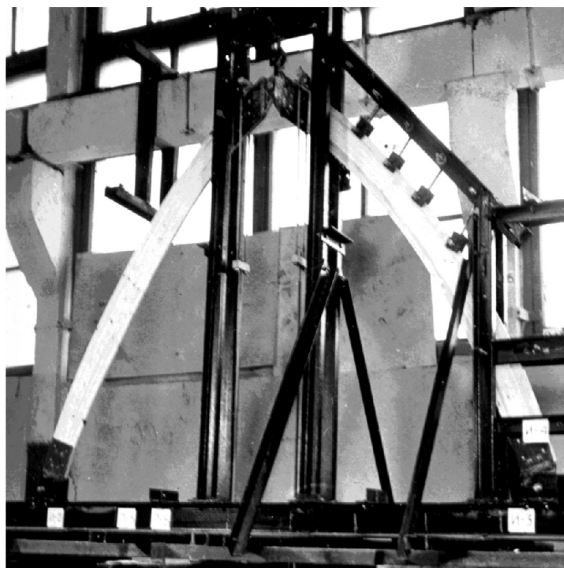


Рис. 1. Общий вид модели арки на испытательном стенде

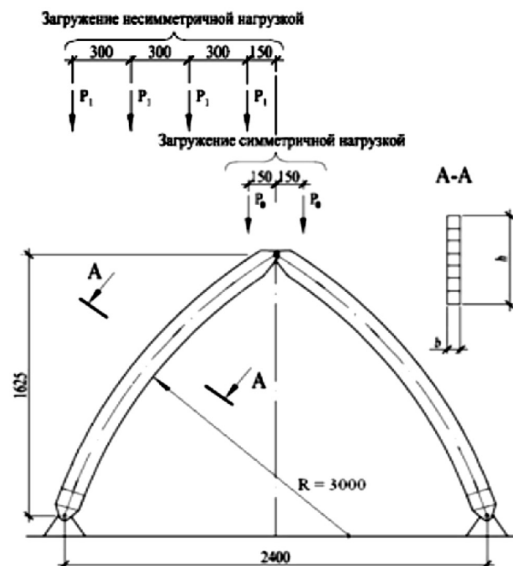


Рис. 2. Схема модели стрельчатой арки

На практике устойчивость арочного сооружения в продольном направлении обеспечивается системой связей, выполненных из деревянных или стальных стержней. Поэтому все модели испытывались при разных вариантах закрепления арки из плоскости. Такая методика проведения испытаний позволила выявить возможные формы потери устойчивости и установить степень влияния соединительных элементов на устойчивость всей конструкции.

В процессе испытаний производились замеры перемещений в плоскости и из плоскости действия нагрузки. Оценка напряженного состояния производилась по результатам замеров деформаций волокон древесины в различных сечениях. Конструкции арок загружались до потери несущей способности. В результате проведенных натурных экспериментов получены зависимости между нагрузками и перемещениями в плоскости и из плоскости арок, формы потери устойчивости и значения критических нагрузок, выявлен характер и причины разрушения конструкций. Результаты натурных экспериментов приведены ниже при сравнении с результатами, полученными в численных экспериментах.

Полученные экспериментальные данные послужили основой для верификации результатов дальнейших расчетов методом численного моделирования с применением программного комплекса *ANSYS*.

Численные исследования проводились для арок с геометрией, как в натурных экспериментах, с увеличенным соотношением размеров сечения $k=7$ и $k=9$ на действие симметричной и односторонней нагрузок. Были рассмотрены разные варианты закрепления граней арки из плоскости. В работе представлены два варианта: 1 – модели с закреплением от смещения из плоскости на опорах, в коньке и в 5-и точках верхних граней обеих полуарок (имитация раскрепления прогонами); 2 – в дополнение к варианту 1, в серединах длин дуг полуарок нижние грани закреплялись от смещения из плоскости (для симметричной нагрузки).

В расчетах физико-механические свойства древесины (сосна, ель) принимались по результатам испытаний образцов, которые вырезались из моделей, прошедших испытания: модули упругости в направлении волокон – $(1,276 \pm 0,204) \times 10^{10}$ Па; поперек волокон – $(0,38 \pm 0,405) \times 10^8$ Па; модуль сдвига – $(5,5 \pm 0,5) \times 10^8$ Па.

В расчетах крупногабаритных строительных конструкций из клееной древесины площадью 100 см² и выше рекомендуется применять модель трансверсально-изотропного материала с определяющими соотношениями:

$$\varepsilon_x = \frac{\sigma_x}{E} - \frac{\nu}{E} \sigma_y - \frac{\nu'}{E'} \sigma_z, \quad \varepsilon_y = -\frac{\nu}{E} \sigma_x + \frac{\sigma_y}{E} - \frac{\nu'}{E'} \sigma_z, \quad \varepsilon_z = -\frac{\nu'}{E'} \sigma_x - \frac{\nu'}{E'} \sigma_y + \frac{\sigma_z}{E'},$$

$$\gamma_{yz} = \frac{\tau_{yz}}{G'}, \quad \gamma_{xz} = \frac{\tau_{xz}}{G'}, \quad \gamma_{xy} = \frac{\tau_{xy}}{G}$$
(1)

В процессе натурных экспериментов, которые длились несколько часов, реологические свойства древесины не проявились в полной мере. Поэтому для численных экспериментов материал древесины принят *линейно упругим*, но при этом учитывались нелинейные эффекты в конструкции, обусловленные изменением исходной геометрии за счет больших смещений и прогибов (*геометрическая нелинейность*).

Напряженно-деформированное состояние системы определяется тензором напряжений $\hat{\sigma}$ с компонентами σ_{ij} и тензором деформаций $\hat{\varepsilon}$ с компонентами ε_{ij} , которые требуется найти по известным внешним воздействиям и геометрии. Для их определения имеем краевую задачу (систему уравнений), включающую: уравнения равновесия, геометрические уравнения связи компонент деформаций с функциями, перемещений, определяющие соотношения, устанавливающие связь между тензорами $\hat{\sigma}$ и $\hat{\varepsilon}$ и смешанные граничные условия, зависящие от условий закрепления и нагружения: $u_i(\bar{x}) = 0$, $\sigma_{ij}(\bar{x})n_j(\bar{x}) = P_i(\bar{x})$. Для численной реализации краевой задачи использован метод конечных элементов (МКЭ) в традиционной вариационной постановке.

Определение критической нагрузки и форм потери устойчивости выполнялось с применением двух подходов: *линейного*, связанного с вычислением собственных значений и применением блочного метода Ланцоша и *нелинейного* статического расчета.

В классической *линейной постановке* задачи устойчивости, реализованной практически всеми конечно-элементными программными системами, определение критической нагрузки сводится к определению наименьшего положительного собственного числа λ_1 для следующей системы уравнений:

$$([K] - \lambda [K_g])\{u\} = 0, \quad (2)$$

где: $[K]$ – матрица жесткости конструкции; $[K_g]$ – матрица эффективной (или *геометрической*) жесткости; λ – собственное значение (масштабный фактор); $\{u\}$ – собственный вектор, определяющий форму потери устойчивости (выпучивания арки).

Линейный подход не может учесть нелинейности любого рода и несовершенства системы, имеющиеся в реальных конструкциях, приводящих к снижению критических нагрузок, полученных в линейном случае. Но данный подход полезно использовать для изучения общего поведения конструкции перед выполнением нелинейного анализа устойчивости.

Нелинейный анализ устойчивости – это, в сущности, исследование влияния больших перемещений на изменение жесткости системы.

Полагая, что в конструкции имеет место взаимное смещение отдельных ее частей без изменения характерных размеров, для учета геометрической нелинейности использовалась теория больших смещений и малых деформаций, которая строится на описании общего движения материальной точки, но в отличие от теории больших деформаций в ней логарифмическая мера деформаций Генки заменяется мерой малых деформаций (уравнением Био).

Нелинейности представлены соотношениями «деформации-перемещения», которые для решения задач при больших поворотах и малых деформациях выражаются следующим особым образом:

$$[B_n] = [B_v] [T_n], \quad (3)$$

где: $[B_v]$ – матрица обычных соотношений для случая малых деформаций-перемещений в начальной (исходной) системе координат элемента; $[T_n]$ – матрица ортогонального

преобразования, связывающего исходные координаты элемента с его координатами в повернутой системе. Структура повернутых координат элемента отличается от структуры исходных координат величиной поворота элемента как твердого тела. Элементы матрицы $[T_n]$ вычисляются выделением из полной деформации $\{u_n\}$ жесткого поворота элемента.

В нелинейном анализе устойчивости использовалась полная матрица геометрической жесткости $[K_g]_\Sigma$, которая выводится на основе дискретных уравнений равновесия конечного элемента:

$$\begin{aligned} & [[K_g]_\Sigma = [T_n]^T (\partial\{F_e^{int}\}/\partial\{u_e\}) + (\partial[T_n]^T/\partial\{u_e\}) \{F_e^{int}\} = \\ & = [T_n]^T [B_v]^T (\partial\{\sigma_e\}/\partial\{u_e\}) d(vol) + [T_n]^T \partial [B_v]^T / \partial \{u_e\} \{\sigma_e\} d(vol) + \\ & + (\partial[T_v]^T/\partial\{u_e\}) \{F_e^{int}\}. \end{aligned} \quad (4)$$

Здесь первое слагаемое в правой части представляет собой основную матрицу касательной жесткости элемента, второе слагаемое – это матрица эффективной жесткости при изгибе; третье слагаемое является еще одной составной частью матрицы эффективной жесткости, учитывающей конечные повороты, и которой в прошлом традиционно пренебрегалось. Однако многие численные исследования показали, что третье слагаемое играет существенную роль в ускорении сходимости итерационного процесса.

В нелинейном анализе матрица жесткости системы и вектор нагрузок зависят от результатов решения и, следовательно, неизвестны. Для получения решения используется итеративная процедура на основе метода Ньютона-Рафсона, которая состоит в том, что вся нагрузка заменяется серией ее небольших приращений и выполнением на каждом шаге по нагрузке последовательности линейных приближений до получения состояния равновесия. Каждое линейное приближение требует выполнения равновесных итераций.

В методе Ньютона-Рафсона матрица жесткости системы и/или вектор нагрузок модифицируются на каждой итерации. Используются соотношения:

$$[K]_{i-1} \cdot \{\Delta u\}_i = \{F^A\} - \{F^{NR}\}_{i-1} \quad (5)$$

где: $[K]_{i-1}$ – матрица коэффициентов тангенциальной жесткости для деформированной геометрии на $(i-1)$ итерации; $\{\Delta u\}_i$ – вектор, компонентами которого являются приращения перемещений двух последовательных итераций: $\{\Delta u\}_i = \{u\}_i - \{u\}_{i-1}$; $\{u\}_i$ – вектор перемещений, относящийся к текущей итерации; $\{F^A\}$ – вектор приложенных к системе сил; $\{F^{NR}\}_i$ – вектор нагрузок в методе Ньютона-Рафсона, соответствующих перемещениям для итерации с номером $(i - 1)$.

С точки зрения вычислительного процесса расчет продолжается до тех пор, пока не достигнута сходимость решения. Для управления процессом сходимости на каждом шаге решения используется *метод ограничивающих дуг*. Проверка сходимости при переходе к следующему шагу производится по невязке усилий $(\{F^A\} - \{F^{NR}\}_{i-1})$.

Для проведения вычислительных экспериментов созданы программы - макросы на языке APDL. В процессе проведения вычислительных экспериментов по устойчивости пространственных арочных конструкций исследовались:

- влияние конечно-элементной дискретизации на результаты расчета;
- влияние на устойчивость пространственной конструкции разных соотношений высоты к ширине сечения ($k=7$ и $k=9$);
- результаты линейного и нелинейного анализа устойчивости арок;
- влияние анизотропии материала древесины;
- влияние на устойчивость пространственной арочной конструкции жесткости связей в продольном направлении.

Кроме того, исследовалось влияние изменения жесткостных характеристик материала (разброса свойств) на величину критической нагрузки.

На рис. 3 приведена конечно-элементная расчетная модель арки, созданная с помощью специального оболочечного элемента SHELL63, который способен учитывать необходимый при нелинейном расчете на устойчивость тип нелинейности, а именно – большие прогибы, предполагающие большие углы поворота и малые механические деформации. Закрепления в коньковом узле смоделированы линейными связями, перпендикулярными плоскости действия нагрузки и угловой связью, препятствующей

повороту арки вокруг оси x , параллельной пролету. Раскрепления верхних и закрепления нижних граней полуарок имитировались наложением линейных связей перпендикулярно плоскости действия нагрузки (места на рис. 3 отмечены).

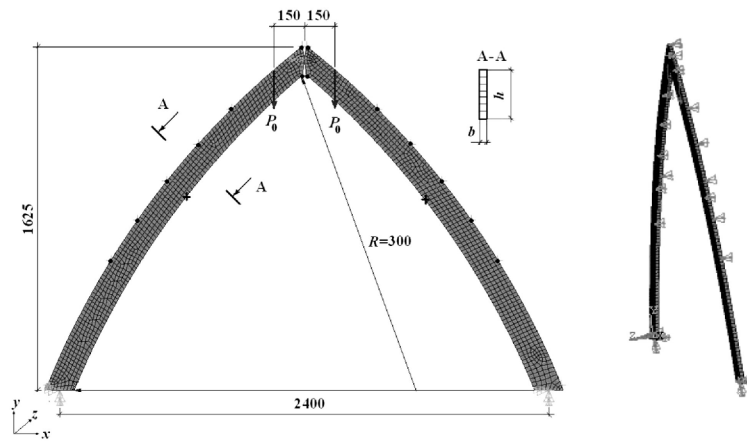


Рис. 3. Конечно-элементная расчетная модель арки

На рис. 4 показан характер перемещений арки в плоскости и из плоскости действия симметричной нагрузки, которые качественно соответствуют результатам натуральных экспериментов.

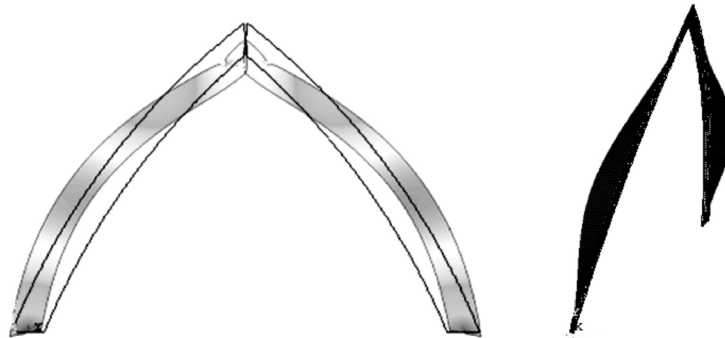


Рис. 4. Характер перемещений арок в плоскости и из плоскости действия симметричной нагрузки в ANSYS

На рис. 5 приведены сравнительные результаты линейного и нелинейного расчета перемещений нижних граней арок из плоскости для $k=7$ с незакрепленными и закрепленными нижними гранями с учетом ортотропии свойств древесины.

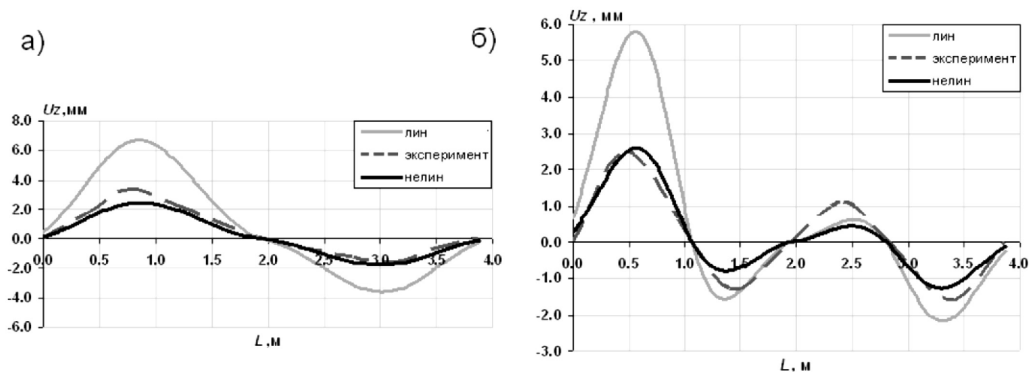


Рис. 5. Расчетные и экспериментальные значения и перемещений нижних граней арок из плоскости действия симметричной нагрузки: а) с незакрепленными нижними гранями; б) с закрепленными нижними гранями

Результаты испытаний арок на несимметричную нагрузку с полностью раскрепленными из плоскости верхними гранями существенно отличались от предыдущих. Здесь сжатая раскрепленная грань левой полуарки при расчетных нагрузках практически не имела смещений из плоскости, а появление боковых перемещений при больших нагрузках было связано с податливостью элементов раскрепления. Свободная от нагрузки правая полуарка не могла свободно деформироваться в плоскости наименьшей жесткости, т.к. ее перемещения из плоскости были стеснены связями, наложенными на верхнюю растянутую грань, а имела возможность лишь закручиваться относительно линии раскрепления. Деформирование сжатой грани из плоскости происходило постепенно с медленным приростом перемещений до определенного предела, а затем резко происходил их значительный прирост без дальнейшего увеличения нагрузки.

На рис. 6а показаны суммарные перемещения арки с соотношением $k=7$ в плоскости действия нагрузки: 1 – при расчетной нагрузке $P=5,3$ кН, 2 – при критической нагрузке $P=6,8$ кН; 3 – из плоскости действия нагрузки, полученные экспериментально, а на рис. 8 б – форма деформирования, полученная в результате расчета в ПК ANSYS (критическая нагрузка $P_{кр} = 5,7$ кН). Аналогичная картина деформирования получена и для арки с соотношением $k=9$, $P_{кр} = 8,1$ кН.

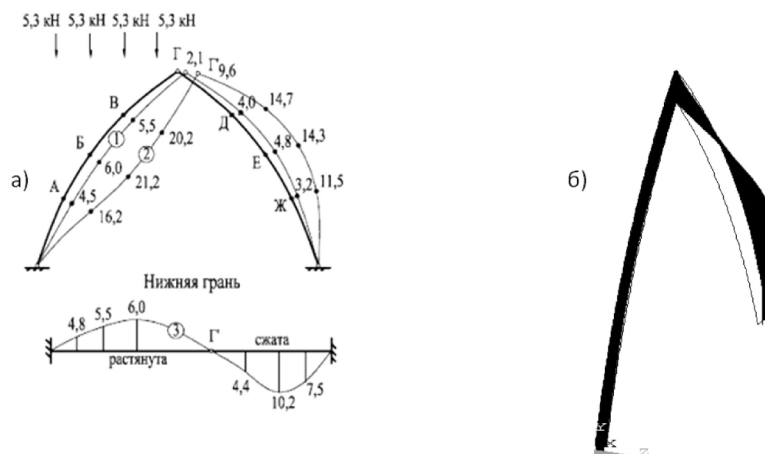


Рис. 6. Деформированное состояние арки: а) экспериментальное; б) расчетное

На рис. 7 показана зависимость перемещений нижней грани арки из плоскости действия нагрузки от приложенной нагрузки при разных соотношениях k . При нагрузках, близких к критическим, перемещения нижних незакрепленных граней из плоскости резко возрастают. Величина их существенно зависит от параметра k . При достижении критической нагрузки перемещения при $k=12$ отличаются от перемещений при $k=5$ в 3 раза.

С увеличением количества связей на верхней грани (прогонов) значение критической нагрузки растет. Однако количество связей на верхней грани больше 3 не оказывает существенного влияния на критическую нагрузку (рис. 8).

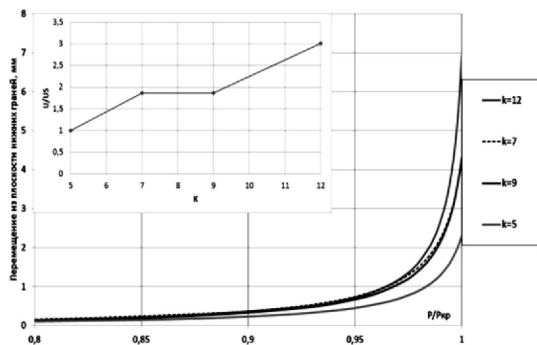


Рис. 7. Зависимость перемещений нижних граней от приложенной нагрузки

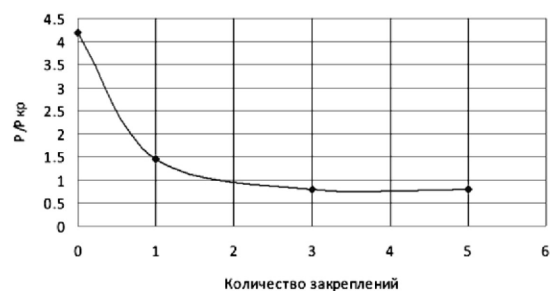


Рис. 8. Зависимость критической нагрузки от количества закреплений на верхней грани

В таблице приведены основные результаты линейного и нелинейного расчетов критической нагрузки для моделей арок с соотношениями высоты к ширине сечения $k=7$ и $k=9$, осредненные результаты экспериментов при симметричной нагрузке и погрешность расчетных значений ϵ , %. В расчетах учитывался разброс свойств материала.

Таблица

Расчетные и экспериментальные значения критической нагрузки

$k=h/b$	$E_{прод} \times 10^4$, МПа	$E_{норм} \times 10^4$, МПа	Эксперимент		Ортотропный материал							
			Без закрепл. нижн. грани	С закрепл. нижн. грани	Без закрепл. нижн. грани				С закрепл. нижн. грани			
					лин	ϵ , %	н/лин	ϵ , %	лин	ϵ , %	н/лин	ϵ , %
7	1,072	0,38	13,21	14,5	11,5	12,9	9,88	25,2	16,99	17,2	13,63	6,0
	1,276	0,4	13,4	16,08	12,2	8,9	10,88	18,8	18,22	13,3	15,87	1,3
	1,48	0,405	13,3	16,21	12,86	3,3	11,19	15,8	19,42	19,8	15,83	2,3
9	1,072	0,39	14,9	17,9	11,82	20,6	11,30	24,1	18,43	2,97	15,52	13,2
	1,276	0,402	15,58	19,3	13,58	12,8	12,95	16,8	20,42	5,8	19,03	1,4
	1,48	0,401	16,1	20,2	14,64	9,06	14,1	12,4	21,61	18,7	20,26	0,02

По результатам экспериментальных исследований, арки без дополнительных связей разрушаются при меньших нагрузках от потери устойчивости. Арки с дополнительными связями разрушаются при больших нагрузках в результате исчерпания несущей способности материала – разрыва волокон. Это подтверждают и вычислительные эксперименты, в которых для арок без дополнительных связей более близкие к экспериментальным критические нагрузки дает линейный расчет, а для арок с дополнительными связями – нелинейный расчет.

На практике устойчивость арочного сооружения в продольном направлении обеспечивается системой связей, выполненных из деревянных или стальных стержней достаточно малой жесткости, по сравнению с жесткостью арки. Связевые элементы крепятся к полуаркам гибкими стальными соединительными деталями. Вся связевая система является достаточно податливой, что приводит к появлению перемещений вдоль оси сооружения при нагрузках, меньших критических. Для оценки влияния жесткости соединительных деталей выполнялись расчеты для двух арок, связанных между собой связями разной жесткости (деревянными и стальными стержнями), на действие симметричной нагрузки (рис. 9).



Рис. 9. Конечно-элементная модель 2 арок, соединенных связями

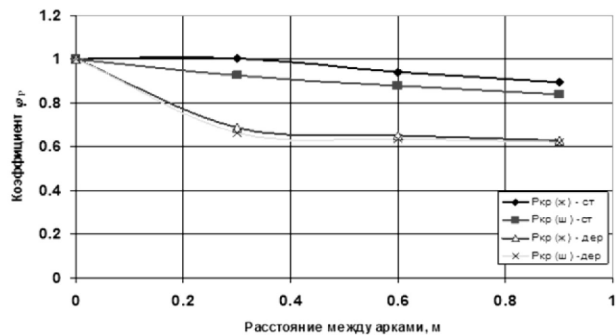


Рис. 10. Зависимость коэффициента снижения критической нагрузки от материала связей (дерево, металл), расстояния между арками, а также для вариантов жесткого и шарнирного присоединения элементов дополнительных связей к аркам

Установлена зависимость коэффициента снижения критической нагрузки от материала связей (дерево, металл), расстояния между арками, а также для вариантов жесткого и шарнирного присоединения элементов дополнительных связей к аркам (рис. 10).

Разработанная методика расчета на устойчивость была применена для расчета реального сооружения. За основу для расчета взят склад Соликамского калийного комбината. Геометрическая схема арки и снеговой нагрузки показана на рис. 11, соотношение размеров сечения $k = 5$. Конечно-элементная расчетная модель склада приведена на рис. 12.

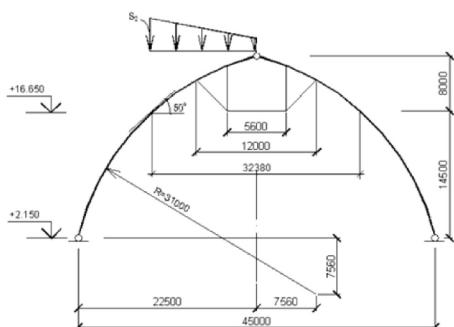


Рис. 11. Геометрическая схема арки

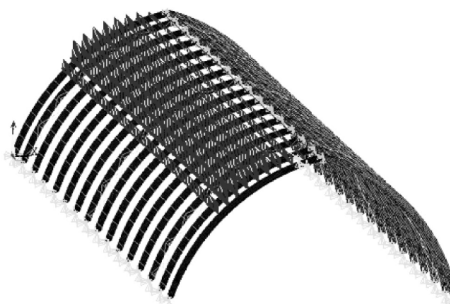


Рис. 12. Конечно-элементная модель склада

Проведен линейный расчет устойчивости сооружения на воздействие собственного веса и снеговой нагрузки.

На рис. 13 показана первая форма устойчивости для арок и связевых конструкций.

Устойчивость конструкции в пространстве обеспечена как по расчетам СНиП, так и по нашей методике.

Кроме того, выполнены расчеты для случаев отсутствия связей, подкрепляющих нижние грани, разного количества связевых блоков. Теоретически доказано, что без подкрепления пространственная устойчивость склада не обеспечивается.

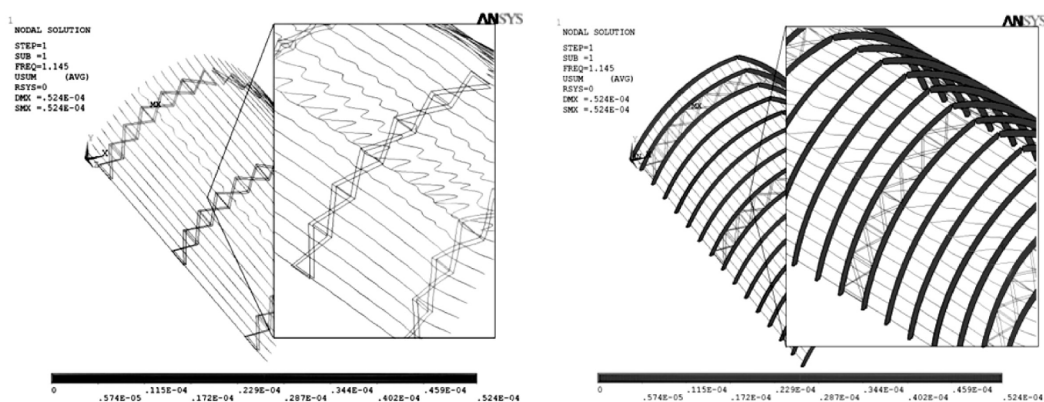


Рис. 13. Первая форма потери устойчивости для прогонов и связевых блоков и для арок

Анализ результатов. Анализируя результаты экспериментальных и численных исследований устойчивости стрельчатых арок, следует отметить следующие основные моменты:

- Стрельчатые арки при $k = 5$ деформируются в плоскости действия нагрузки и потери устойчивости плоской формы деформирования не происходит, а для конструкций с отношением $h/b > 5$ характерна пространственная форма деформаций с последующей потерей устойчивости плоской формы деформирования сжатой не закрепленной грани полуарки.

- Существенное влияние на характер деформаций нижних сжатых граней полуарок из плоскости оказывает наличие закреплений этих граней, чем больше отношение h/b , тем выше эффект подкрепления от дополнительных связей. Но введение дополнительных связей не оказывает существенного влияния на деформации арок в плоскости наибольшей жесткости вплоть до нагрузки, близкой к критической.

- Арки без дополнительных связей разрушаются при меньших нагрузках от потери устойчивости. Арки с дополнительными связями разрушаются при больших нагрузках в

результате исчерпания несущей способности материала – разрыва волокон. Это подтверждают и вычислительные эксперименты, в которых для арок без дополнительных связей более близкие к экспериментальным критические нагрузки дает линейный расчет, а для арок с дополнительными связями – нелинейный расчет.

• Эффективность проведенных исследований определяется тем, что они позволяют дать рекомендации по рациональному использованию древесины в арочных сооружениях, а также прогнозировать поведение конструкций в процессе эксплуатации.

Список литературы

1. СНиП II-25-80. Деревянные конструкции. Нормы проектирования.
2. Фаизов И.Н. Экспериментальное исследование напряженно-деформированного состояния деревянных стрельчатых арок // Строительные конструкции, здания и сооружения. Труды ЦНИИЭПсельстроя, 1977, № 17. – С. 64-72.
3. Басов К.А. ANSYS: Справочник пользователя. – М.: ДМК Пресс, 2005. – 640 с.
4. Зобачева А.Ю., Кашеварова Г.Г., Фаизов И.Н. Экспериментально-теоретические исследования устойчивости и верификация расчетных моделей большепролетных деревянных арок. // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки, 2011, № 2.

Zobacheva A.U. – assistant

E-mail: azobacheva@gmail.com

State National Research Polytechnical University of Perm

The organization address: 614990, Russia, Perm, Komsomolskii pr., 29

Strahov D.E. – candidate of technical sciences, associate professor

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Iakovleva T.V. – assistant

E-mail: yan-tan1987@mail.ru

Saratov State Technical University

The organization address: 410054, Russia, Saratov, Polytechnicheskaya st., 77

Analysis of span wooden arches stability

Resume

The paper presents experimental results and the numerical study of spatial stability of long-span wooden arches, specifies the actual work of structures under load, we investigate the influence of various factors (such as finite elements, material properties, reinforcement stiffness of bonds) on the calculation of the stability of the arch.

During the tests were measured displacement in the plane and the plane of the load. Evaluation was performed on the state of stress as measured deformations of the wood fibers in the various sections. Construction of arches was loaded to the loss of bearing capacity. As a result of field experiments, the dependences between loads and displacements in the plane and out of plane arches, buckling and critical load values, revealed the nature and causes of structural failure. The results of field experiments and compared with the results obtained by numerical experiments.

The experimental data were the basis for further verification of the results of calculations by numerical simulation using the software package ANSYS.

Keywords: long-span glued wooden arch; stability, critical load; the shape of the deformation; experiment; the numerical investigations.

References

1. SNiP II-25-80. Wooden construction. Design norms.
2. Faisov I.N. Experimental investigation of the stress-strain state of wooden lancet arches // Building structures and building. Trudy ZNII Pselstroja, 1977, № 17. – P. 64-72.
3. Basov K.A. ANSYS: Manual. – М.: ДМК Пресс, 2005. – 640 p.
4. Zobacheva A.Y., Koshevarova G.G., Faisov I.N. Experimental and theoretical studies of the stability and verification of computational models of wooden arches span. // Izvestiya visshih ucheb. zavedeniy. Severo-kavkaz. reg. Engineering science, 2011, № 2.

УДК 691.328.1:624.046

Ивлев М.А. – аспирант

E-mail: m_ivlev@mail.ru

Струговец И.Б. – кандидат технических наук

E-mail: strugoves@avtodor.rbinfo.ru

Недосеко И.В. – доктор технических наук, профессор

E-mail: nedoseko1964@mail.ru

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Адрес организации: 450062, Россия, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1

Сравнительная оценка несущей способности, трещиностойкости и деформативности перемычек со стандартным и дисперсным армированием

Аннотация

Рассмотрены технические аспекты применения сталефибробетона в производстве перемычек жилых и гражданских зданий. Показаны преимущества сталефибробетонных перемычек по сравнению со стандартными железобетонными, благодаря их повышенной трещиностойкости, а также снижения трудозатрат при их изготовлении за счет исключения поперечной и монтажной арматуры.

Ключевые слова: сталефибробетон, перемычка, дисперсное армирование, несущая способность сечения, поперечная сила, изгибающий момент, трещиностойкость, деформативность.

В настоящее время широкое распространение в отечественном и зарубежном строительстве получили дисперсно-армированные бетоны, в частности – сталефибробетон, как разновидность железобетона, состоящая из мелкозернистого (среднезернистого) бетона, дисперсно армированного отрезками стальной проволоки, узких полосок листовой стали и др., именуемых стальной фиброй. Фибра может иметь поперечное сечение круглое, прямоугольное, диаметром d_f от 0,2 до 1,2 мм, длиной l_f до 160 мм с временным сопротивлением до 1500 МПа.

Наибольшая эффективность достигается с использованием стальной фибры большей длины при относительно малых размерах поперечного сечения. В этом случае возможно эффективное использование фибры не только с повышенными ($R_f \geq 950$ МПа), но и средними ($R_f \approx 400-600$ МПа) прочностными показателями. Дисперсное армирование существенно повышает момент трещинообразования и уменьшает ширину раскрытия трещин при растяжении в несколько раз по отношению к железобетону со стержневым армированием, снижает деформации усадки и ползучести бетона до 30 %, повышает морозостойкость и сопротивление истиранию [1, 2, 3].

Применение сталефибробетона может быть эффективным и обоснованным не только при строительстве объектов транспортного и специального назначения, но и в других сферах промышленного и гражданского строительства. В частности, рационально его использование для внецентренно сжатых конструкций (оболочки, купола, трубы), где прочности сталефибробетона вполне достаточно для восприятия растягивающих напряжений без дополнительного традиционного армирования, а также в виде комплексного или смешанного армирования в таких массовых изделиях, как перемычки для жилых и общественных зданий. Это позволяет либо значительно сократить, либо вообще отказаться от использования поперечной и монтажной арматуры в данных конструкциях, существенно снизить трудозатраты на арматурные работы, а также ускорить процесс производства и удешевить себестоимость получаемой продукции.

Для проверки выдвинутых предположений согласно номенклатуре по типовой серии 1.038.1 «Перемычки брусковые для жилых и общественных зданий» в соответствии с действующими нормативами, [7, 8] были произведены расчеты и сравнительный анализ стандартных перемычек и перемычек с комбинированным армированием. При этом в расчетах использовалась классификация стальной фибры по ее прочности на растяжение и типоразмерам с учетом коэффициента η_e , учитывающего эффективность анкеровки фибры в бетоне-матрице, предложенная профессором В.В. Бабковым (табл. 1).

Таблица 1

Классификация стальной фибры по прочности на растяжение и типоразмерам

Тип стальной фибры	Расчетное сопротивление растяжению R_{ft} , МПа	Длина фибры, l_f , мм	Относительная длина l_f/d_f	Коэффициент η_f , учитывающий анкеровку фибры в бетоне-матрице
1* (1' **)	440-580	35-50	≈ 50	0,6-0,7* (0,8-0,9**)
2* (2' **)		70-100	≈ 100	0,6-0,7* (0,8-0,9**)
3* (3' **)	950-1050	35-50	≈ 50	0,6-0,7* (0,8-0,9**)
4* (4' **)		70-100	≈ 100	0,6-0,7* (0,8-0,9**)

Примечание:

* тип фибры и соответствующее ему эффективное значение коэффициента η_f за счет завитости, шероховатости поверхности, анкеров на концах;

** тип фибры и соответствующее ему пониженное по эффективности значение коэффициента η_f (гладкая фибра).

Проведены расчеты согласно имеющейся нормативно-технической документации (СНиП 2.03.01-84, СП 52-101-2003 и СП 52-104-2006) по несущей способности на действие изгибающего момента и поперечных сил. Результаты расчетов рассмотрим на примере наиболее массовой брусковой перемычки ЗПБ16-37 с традиционным (рис. 1) армированием (Бетон – В15, конструктивная арматура верхней зоны А400 Ø 6 мм, рабочая продольная арматура А400 Ø 14 мм; поперечная арматура А400 Ø 6 мм; шаг поперечной арматуры в приопорной зоне 60 мм, в середине пролета 120 мм) и комбинированным (рис. 2) армированием (Бетон В30, продольная арматура А400 Ø 10 мм, стальная фибра ОАО «Магнитогорский калибровочный завод» с характеристиками: $R_f=440$ МПа, $d_f=0,85$ мм, $l_f=40-42$ мм, $b \times h=0,7 \times 0,8$ мм, $\mu_{fr}=0,015$). Сталефибробетонная перемычка проектировалась под те же нагрузки с исключением поперечной и конструктивной продольной арматуры, причем в отличие от предыдущего опыта [2], теоретические расчеты несущей способности нормальных сечений показали принципиальную возможность существенного уменьшения площади продольной рабочей арматуры (практически в два раза, с Ø14 мм до Ø10 мм).

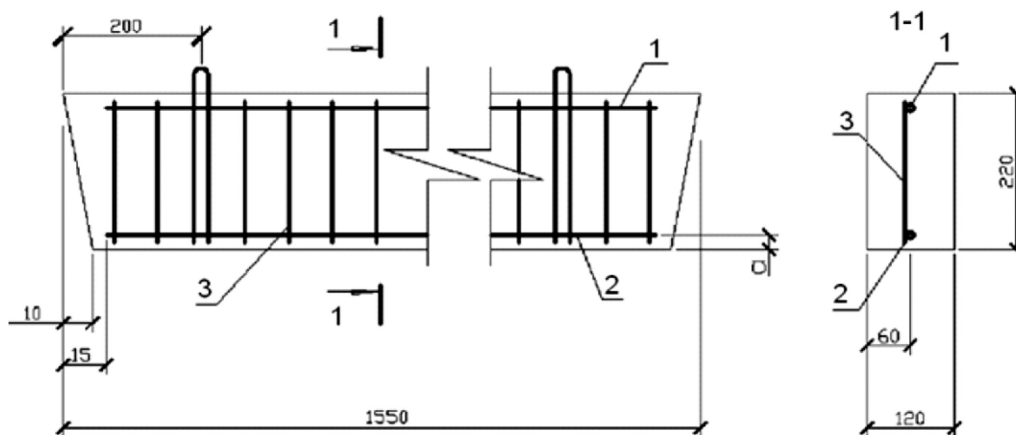


Рис. 1. Перемычка ЗПБ16-37-п с традиционным армированием:
1 – конструктивная; 2 – рабочая продольная; 3 – поперечная арматура

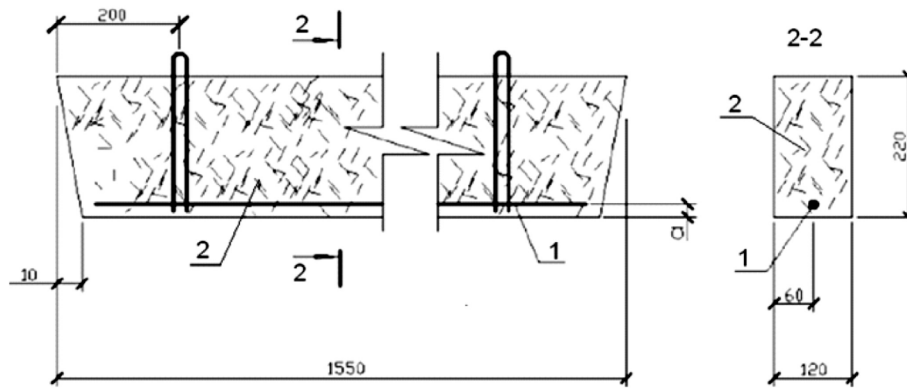


Рис. 2. Перемычка ЗПБ16-37-п на основе сталефибробетона:
1 – рабочая продольная арматура, 2 – стальная фибра

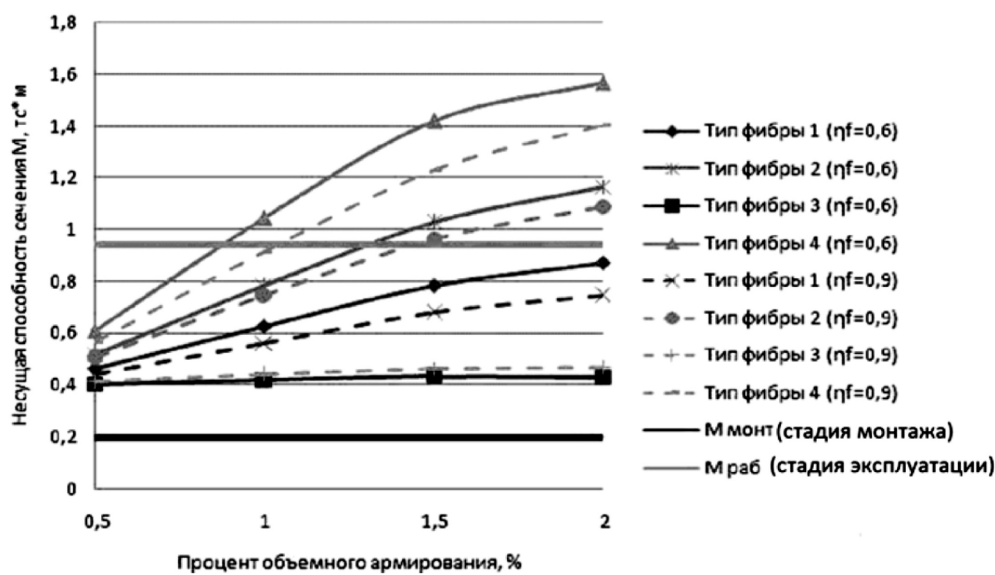


Рис. 3. Несущая способность фиброармированного сечения перемычки ЗПБ16-37 по чистому изгибающему моменту от объемного процента армирования для четырех типов стальной фибры

Из рис. 3 следует, что несущей способности фиброармированного сечения перемычки ЗПБ16-17, даже при близких к минимальным процентам объемного армирования, достаточно для восприятия не только монтажной нагрузки, но и в некоторых случаях рабочей нагрузки, что подтверждает отсутствие необходимости в верхней монтажной арматуре. Однако, во избежание хрупкого разрушения фиброармированной перемычки, на наш взгляд, необходима установка рабочей продольной арматуры. С рабочей арматурой согласно типовой серии 1.038.1-1 (стержневая рабочая арматура $\varnothing 14$ А400 – 1 шт) несущая способность сечения перемычки на действие изгибающего момента значительно превосходит значение рабочего момента и в этом случае возможно сокращение диаметра рабочей арматуры до $\varnothing 10$ мм (рис. 4).

Следует отметить, что методика расчета элементов на действие поперечной силы по СП 52-101-2003 значительно изменилась по сравнению со СНиП 2.03.01-84. Перемычки по серии 1.038.1-1 не удовлетворяют требованиям СП 52-101-2003, в связи с нехваткой несущей способности на действие поперечных сил (по СП 52-101-2003 недостаток более 20 %). Поэтому необходимо менять конструкцию перемычек и приводить их в соответствие с требованиями новых нормативных документов. Однако увеличение диаметра или уменьшение шага поперечной арматуры сопряжено с большими практическими сложностями, и применение сталефибробетона в данных конструкциях может быть вполне обоснованным.

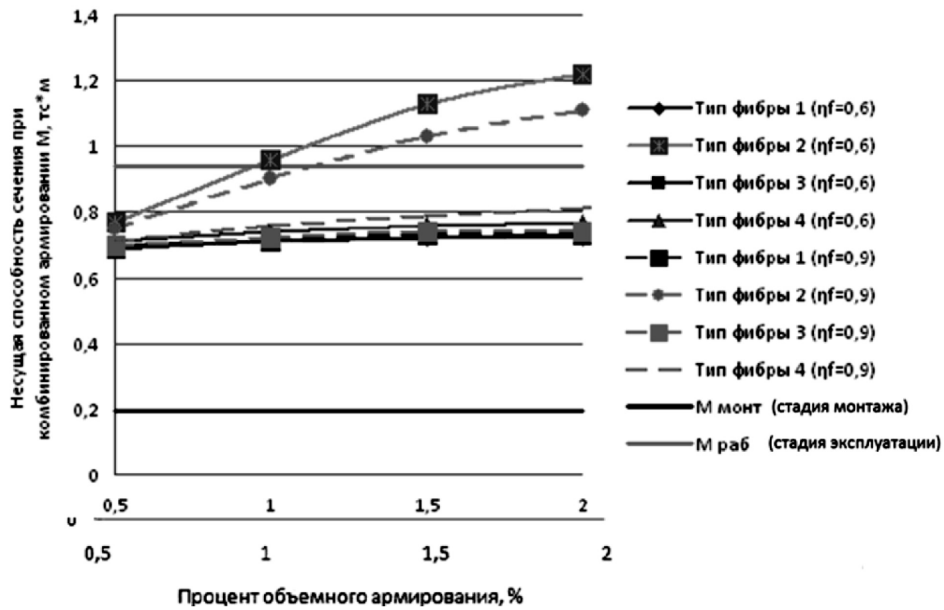


Рис. 4. Зависимость несущей способности комбинированно армированной перемычки ЗПБ16-37 по чистому изгибающему моменту от объемного процента армирования для четырех типов стальной фибры (рабочая продольная арматура 1 Ø10 А400)

Таблица 2

Результаты расчетов несущей способности и трещиностойкости стандартной и сталефибробетонной перемычек ЗПБ16-37

Способ армирования \ Усилие	Изгибающий момент	Поперечная сила	Момент образования трещин
Комбинированное сталефибробетонное Бетон В30, продольная арматура А400 Ø10 мм, стальная фибра ОАО «Магнитогорский калибровочный завод» с характеристиками: $R_f=440\text{МПа}$, $d_f=0,85\text{ мм}$, $l_f=40-42\text{ мм}$, $b \times h=0,7 \times 0,8\text{ мм}$, $\mu_{fv}=1,5\%$	$M_{ult}=12,5\text{кН}\cdot\text{м}$	$Q=103,29\text{кН}$	$M_{cr}=3,05\text{кН}\cdot\text{м}$
Традиционное по серии 1.038.1-1 вып.1 «Перемычки железобетонные для зданий с кирпичными стенами»	$M_{ult}=8,63\text{кН}\cdot\text{м}$ по СП 52-101-2003 $M_{ult}=8,83\text{кН}\cdot\text{м}$ и СНиП 2.03.01-84	$Q=59,57\text{кН}$ по СНиП 2.03.01-84 $Q=46,69\text{кН}$ по СП 52-101-2003	$M_{cr}=1,47\text{кН}\cdot\text{м}$ по СП 52-101-2003 $M_{cr}=1,98\text{кН}\cdot\text{м}$ СНиП 2.03.01-84

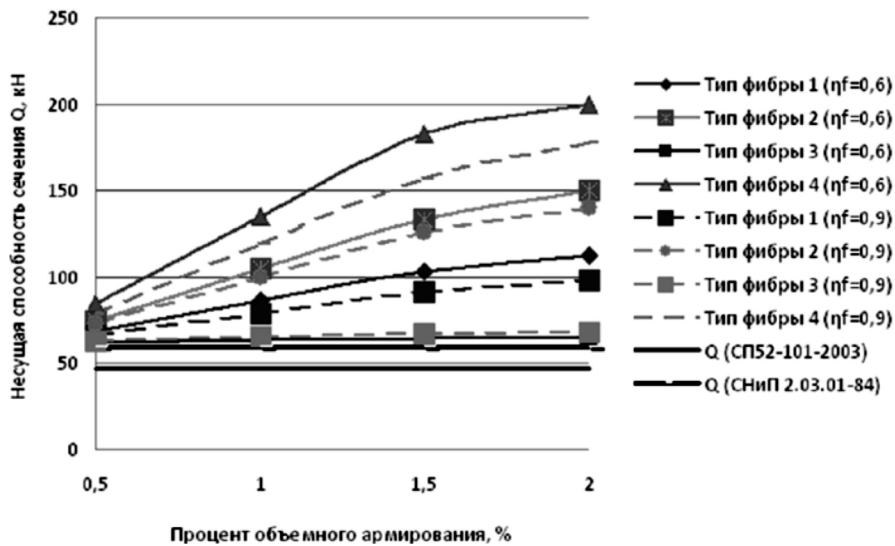


Рис. 5. Зависимость несущей способности комбинированно армированной перемычки ЗПБ16-37 на действие поперечной силы от объемного процента армирования для четырех типов стальной фибры (стержневая рабочая арматура 1 Ø 10 А400)

Данные расчеты полностью подтверждают то, что применение сталефибробетона в данных изделиях позволит исключить поперечное армирование, а при определенных условиях даже сократить металлоемкость, существенно снизить стоимость и трудоемкость изготовления для таких массовых изделий, как перемычки жилых и общественных зданий.

Для подтверждения выдвинутых предположений и выполненных расчетов в аккредитованной лаборатории ООО «Евробетон» были проведены натурные испытания двух типов перемычек в соответствии с действующими нормативными требованиями по Серии 1.038.1-1 вып. 1 [6] на эквивалентную нагрузку (рис. 7).



Рис. 6. Испытание железобетонных перемычек марки ЗПБ 16-37 разрушающей нагрузкой

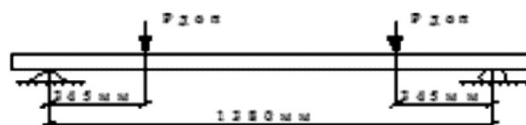


Рис. 7. Схема испытания перемычки

Таблица 3

**Сравнение данных,
полученных при испытаниях стандартных и сталефибробетонных перемычек**

Показатель \ Способ армирования	Стандартное армирование	Сталефибробетонная перемычка
Контрольная кратковременная нагрузка $R_{доп}$ при проверке жесткости	1870 кгс	1870 кгс
Фактический прогиб от кратковременной нагрузки	2,1 мм	1,4 мм
Контрольная нагрузка $R_{доп}$ при проверке трещиностойкости	2255 кгс	2255 кгс
Фактическая нагрузка трещинообразования, $R_{доп}$	1035 кгс	3015 кгс
Фактическая ширина раскрытия трещин	0,20 мм	$\leq 0,01$ мм
Величина контрольной разрушающей нагрузки, $R_{доп}$	3615 кгс	3615 кгс
Фактическая разрушающая нагрузка, $R_{доп}$	4500 кгс	4415 кгс

Испытания показали, что трещиностойкость сталефибробетонных перемычек существенно выше, чем стандартных, что подтвердило ранее выполненные теоретические расчеты. Разрушение обеих типов перемычек, как стандартных, так и сталефибробетонных, произошло по нормальным, а не по наклонным сечениям, в результате текучести продольной растянутой арматуры до наступления раздробления бетона сжатой зоны, с существенным запасом несущей способности по отношению к нагрузкам указанным в серии. При этом почти двукратное сокращение площади рабочей продольной арматуры для сталефибробетонной перемычки с комбинированным армированием ($\varnothing 10$ мм - $A_s = 78,5$ мм²), по сравнению со стандартным ($\varnothing 14$ мм - $A_s = 153$ мм²) практически не снижает ее несущей способности по нормальным сечениям.

Проведенные испытания позволяют сделать вывод о том, что сталефибробетонные перемычки могут быть конкурентоспособными по отношению к стандартным. Они не только более технологичны в изготовлении, за счет исключения затрат на изготовление арматурного каркаса, но и имеют более высокую трещиностойкость и выносливость к действию динамических транспортных и монтажных нагрузок. Данные обстоятельства позволяют рекомендовать сталефибробетонные перемычки к серийному производству.

Список литературы

1. Бабков В.В., Мохов В.Н., Давлетшин М.Б. Технологические возможности повышения ударной выносливости цементных бетонов // Строительные материалы, 2003, № 10. – С. 19-20.
2. Ивлев М.А., Струговец И.Б., Недосеко И.В. Сталефибробетон в производстве перемычек жилых и гражданских зданий // Известия КГАСУ, 2010, № 2 (14). – С. 223-228.
3. Маркидин Н.И., Максимова И.Н., Овсянюкова Ю.В. Долговременная прочность модифицированных структур цементного камня // Строительные материалы, 2011, № 7.
4. Рабинович Ф.Н. Дисперсно армированные бетоны. – М.: Стройиздат, 1989. – 176 с.
5. Рекомендации по проектированию и изготовлению сталефибробетонных конструкций. – М.: НИИЖБ Госстроя СССР, 1987. – 148 с.
6. Серия 1.038.1-1 вып. 1. Перемычки железобетонные для зданий с кирпичными стенами»
7. СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. – М., 2004.
8. СП 52-104-2006. Сталефибробетонные конструкции. – М., 2007.

Ivlev M.A. – graduate student

E-mail: m_ivlev@mail.ru

Strugovets I.B. – candidate of technical sciences

E-mail: strugoves@avtodor.rbinfo.ru

Nedoseko I.V. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: nedoseko1964@mail.ru

Ufa State Oil Technical University

The organization address: 450062, Russia, Ufa, Kosmonavtov st., 1

Comparative evaluation of the carrying capacity, crack resistance and deformability jumper with standard and fiber reinforcement

Resume

This article provides an analysis of the existing technology of the most popular products of modern construction is reinforced concrete beams residential and civil buildings. It is shown that the standard construction of reinforced concrete bridges including virtually the entire range of reinforcement products – working the longitudinal and transverse reinforcement and constructive mounting hardware does not meet modern requirements in terms of complexity and cost of manufacturing and does not allow to use the advanced technology of formless molding for manufacturing these products. The use of particulate reinforcement for the type of products and designs, and eliminates cross-mounting hardware, reducing the overall effort required to make them. Theoretical calculations of the bearing capacity and crack standard beams 3PB16-37 with the traditional and steel fiber concrete confirmed the possibility of reinforcing the perception of lateral forces dispersed reinforcement. The presented experiments on the relative beams capacity and deformability crack steel fiber concrete standard and beams have confirmed the correctness of theoretical calculations. Our studies allow us to recommend steel fiber concrete beams to implementation in production.

Keywords: steel fiber concrete, a beam, the disperse reinforcing, bearing ability of section, the lateral force, bending moment, crack resistance, deformability.

References

1. Babkov V.V., Mokhov V.N., Davletshin M.B. Technological possibilities increase the impact endurance of cement concrete // *Stroitelnyie materialy*, 2003, № 10. – P. 19-20.
2. Ivlev M.A., Strugovets I.B., Nedoseko I.V. Steelfiberconcrete in manufacture of beams inhabited and civil buildings// *News of the KSUAE*, 2010, № 2 (14). – P. 223-228.
3. Markidin N.I., Maksimova I.N., Ovsyukova Y.V. Long-term durability of modified structures of cement // *Stroitelnyie materialy*, 2011, № 7.
4. Rabinovich F.N. Dispersion reinforced concrete. – M.: Stroiizdat 1989. – 176 p.
5. Recommendations for the design and manufacture of steel fiber concrete designs. – M.: USSR Gosstroy NIIZhB, 1987. – 148 p.
6. Seriya 1.038.1-1, № 1, Concrete beams for buildings with brick walls».
7. SP 52-101-2003. Concrete and reinforced concrete structures without prestressing reinforcement. – M., 2004.
8. SP 52-104-2006. Steel fiber concrete design. – M., 2007.

УДК 692

Ишанова В.И. – аспирант

E-mail: xirmirpir.ivi@mail.ru

Удлер Е.М. – кандидат технических наук, профессор

E-mail: udler@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Апробация метода раскроя при реконструкции тентового навеса сложной формы в г. Нижнекамске

Аннотация

В статье описываются результаты опытной проверки, разработанной авторами методики проектирования тентовых покрытий сложных форм. В основе методики лежит принцип разбиения тентовой оболочки секущими плоскостями на пологие участки седловидной формы. Плоские раскройные элементы для каждого участка определялись трансформацией, наложенной на соответствующую часть оболочки сети Чебышева. После соединения выкроенных участков в единую оболочку и натяжения на несущий каркас проводился контрольный обмер формы тентового покрытия. В работе приводится сравнение реальных геометрических характеристик формы тента с расчетными данными. Показана принципиальная возможность применения предлагаемой авторами методики для проектирования тентовых оболочек сложных форм и необходимость дальнейших исследований для повышения точности расчета геометрии раскроя.

Ключевые слова: тентовые покрытия, мягкие оболочки, раскрой оболочек сложных форм, пленочно-тканевые ограждения сооружений.

Описываемое сооружение представляет собой тентовый навес на металлическом каркасе, расположенный на остановке общественного транспорта в г. Нижнекамске. После десяти лет эксплуатации конструкции каркаса сохранились в хорошем состоянии, но тент пришел в негодность, потребовалась его реконструкция. В связи с утерей проектных материалов по форме и раскрою тента потребовалось заново произвести расчет раскроя покрытия.

По просьбе казанского филиала ООО «Камтент» авторами был выполнен проект нового тентового покрытия. В качестве несущего остова был использован существующий металлический каркас.



Рис. 1. Общий вид навеса

Навес, общий вид которого приведен на рис. 1, представляет собой оболочку отрицательной гауссовой кривизны, имеющую четыре вершины и прямолинейный контур в плане. На рис. 2 приведены проектные чертежи плана и фасада сооружения, дающие представление о конструктивной схеме и размерах тентового покрытия.

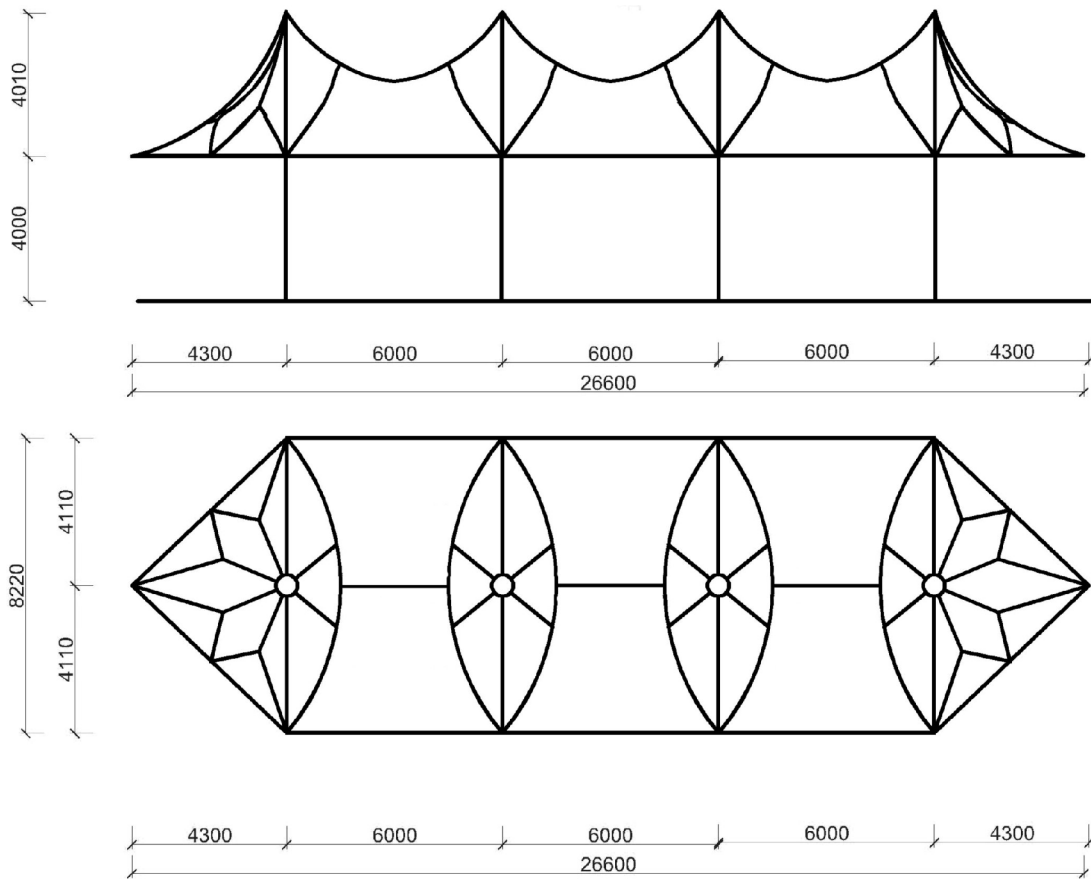


Рис. 2. Проектный вид плана и фасада навеса

Оболочка подвешена на четырех металлических опорах, расположенных по центральной продольной оси сооружения. Она закрепляется снизу на прямолинейном опорном контуре с габаритными размерами 26,6 м и 8,22 м. Проектная высота тентовой части покрытия 4,01 м.

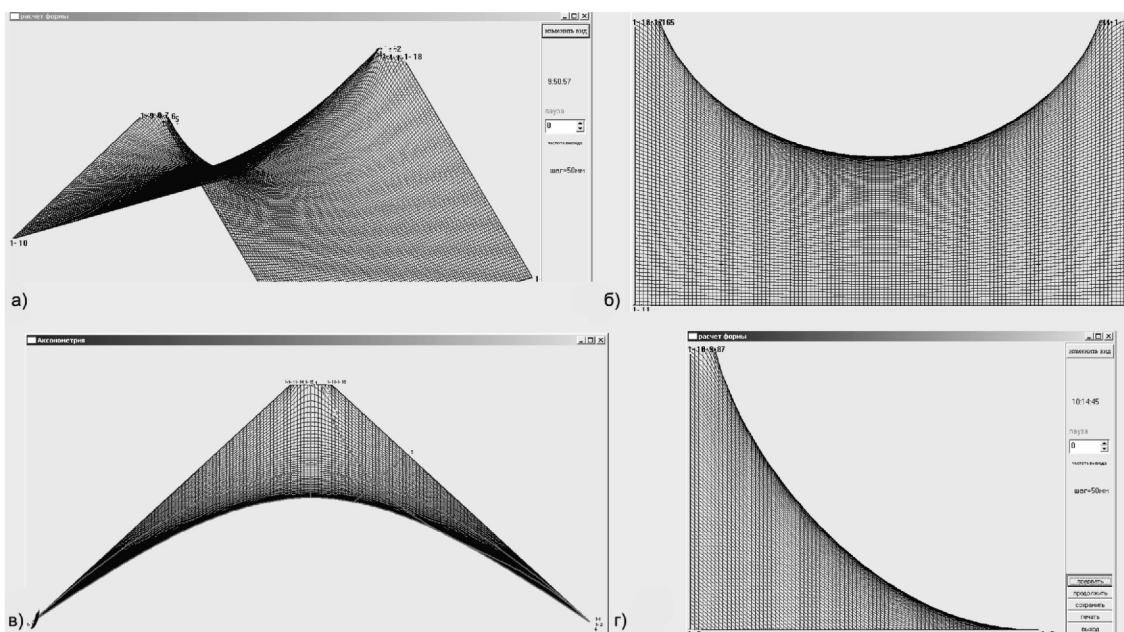


Рис. 3. Результаты расчета формы покрытия программой TentCAD

Форма покрытия была вычислена авторами по методике, изложенной в статье [1], с помощью программы «TentCAD», разработанной авторами. На рис. 3а представлен общий вид модели оболочки, полученный в результате вычисления ее формы при помощи вышеуказанной компьютерной программы. Были получены характерные сечения оболочки: сечение 1-1, сечение 2-2, сечение 3-3, представленные на рис. 3 (б, в и г соответственно). Вычислены координаты точек построения ее поверхности. Результаты вычисления координат точечного каркаса формы позволили вычислить параметры раскроя оболочки.

Специфичная особенность геометрии оболочек покрытий такого типа в том, что они являются неразворачиваемыми целиком на плоскость, в отличие, например, от цилиндрических и конических поверхностей. В связи с этим возникает сложность в их изготовлении и проектировании раскроя. Требуется такая разбивка оболочки на части, которая позволяет получать ограниченное число плоских раскройных (клиньев) для изготовления покрытия. Расчет геометрии клиньев – одна из сложных задач, которые пришлось решать авторам данной статьи в процессе проектирования.

После получения результатов расчета формы оболочки была принята схема разрезки покрытия на клинья, представляющие собой пологие гипары, как показано на рис. 5.

Был произведен расчет плоской формы клиньев. В основе расчета раскроя лежит принцип формообразования тканевых оболочек двойкой кривизны из плоских трансформируемых заготовок с использованием принципа наложения сетей Чебышева на соответствующие участки поверхности. Методика такого расчета описана в работе [2]. В предложенном варианте раскроя описываемого покрытия оболочка составляется из десяти типов клиньев. Общее количество клиньев, составляющих оболочку, – 42. Геометрия контуров клиньев была рассчитана авторами на ЭВМ с помощью указанной выше программы, разработанной авторами.

Для проверки методики расчета геометрии тента было проведено сравнение расчетных данных (координат точек характерных сечений) с данными фотометрии и натурными замерами возведенного объекта. Результаты замеров в графической форме нанесены на схемы тента (рис. 5, пунктирными линиями здесь показана проектная форма оболочки, сплошными – фактическая).

Натурные замеры производились на месте при помощи рулетки, лазерной линейки, рейки и отвеса, использовавшихся для определения границы проецирования опорного контура на поверхность земли. Авторами первоначально были произведены замеры габаритных размеров сооружения, на поверхности земли были сделаны метки проекции опорного контура тентового навеса. Затем – в поперечном и продольном сечениях определен уклон поверхности земли внутри этого контура. Это позволило в дальнейшем вычислить реальные отметки характерных точек тентовой оболочки. Перепад высот земельной площадки в продольном направлении оказался незначительным, в поперечном направлении – составил 422 мм. Условным уровнем нуля площадки авторами принята продольная линия А – А. Дальнейшие построения реальной формы навеса производились с учетом указанного уклона площадки. При помощи лазерной линейки были сняты замеры всех характерных точек навеса, указанных на рис. 5. По результатам проведенных замеров авторами был выполнен чертеж поперечного сечения навеса с указанием уклона земельной площадки под ним (рис. 4), а также сравнительные чертежи реальной и проектной форм навеса (рис. 5).

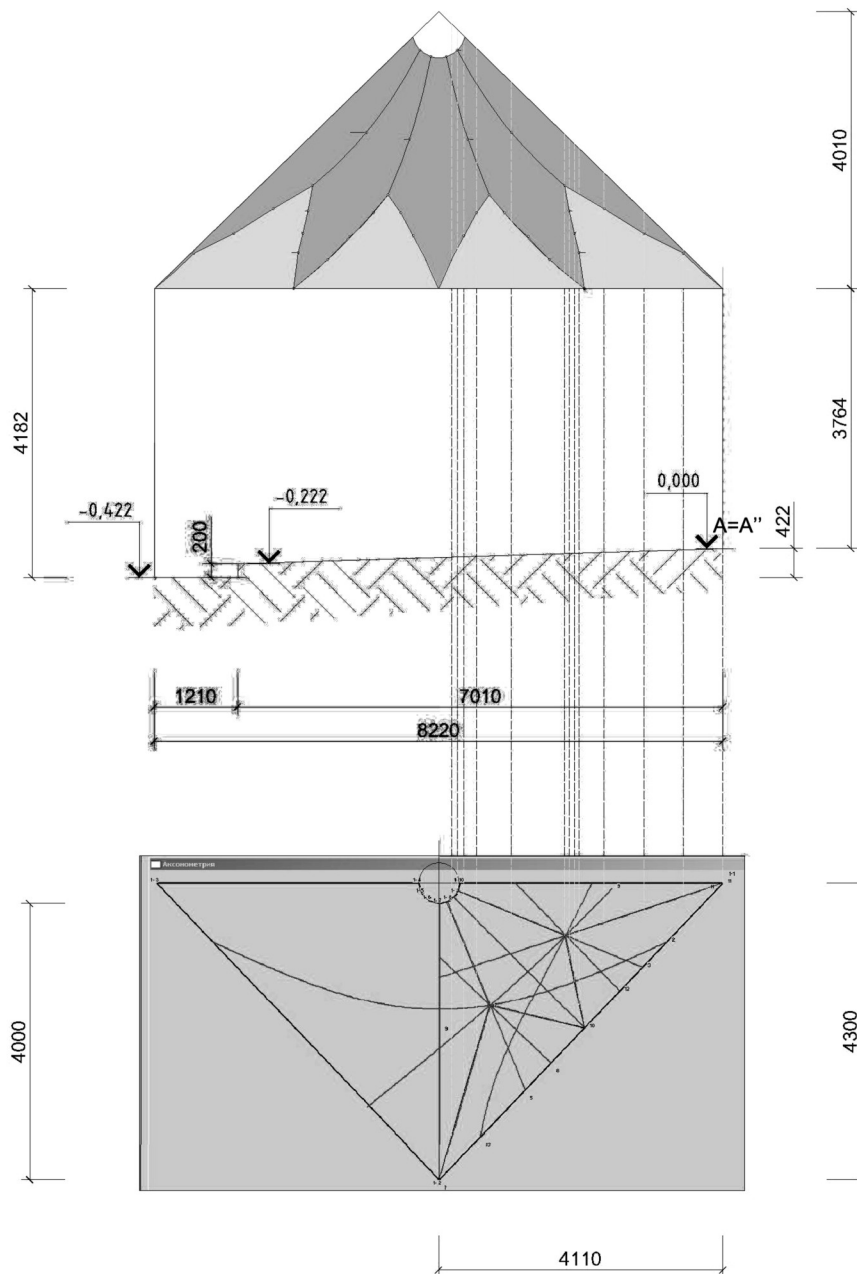


Рис. 4. Поперечное сечение навеса, схема методики замеров

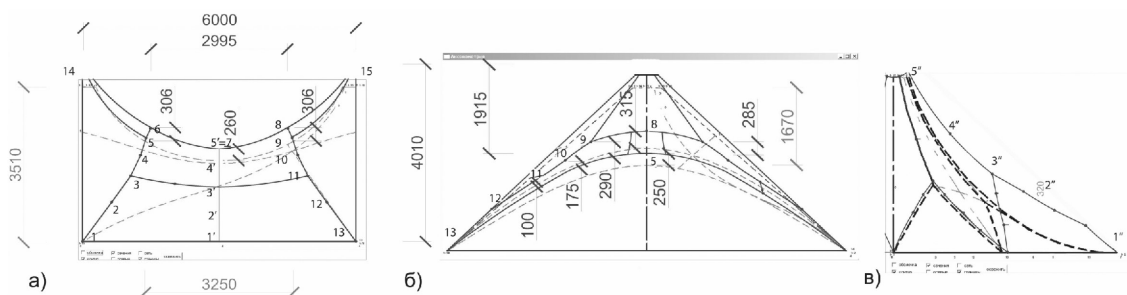


Рис. 5. Схема разрезки оболочки на пологие раскройные участки – клинья и характерных отклонений геометрии оболочки от расчетной

В результате сравнения чертежей, выполненных по результатам натурных замеров и данных, полученных путем расчета формы оболочки в программе «TentCAD», были выявлены отклонения реальной формы оболочки от проектной. Сравнение производилось

для характерных сечений поверхности 1-1, 2-2 и 3-3 (рис. 4а, б и в соответственно). По полученным данным авторами были установлены максимальные значения отклонений фактической формы оболочки от проектной. Для сечения 1-1 максимальное отклонение размеров по высоте составило 315 мм, для разреза 2-2 максимальное отклонение размеров по высоте составило 306 мм, для сечения 3-3 – 315 мм (табл.).

Таблица

Разница координат характерных точек относительно вертикальной оси (z) реальной и проектной форм навеса

№	dz(мм)		№	dz(мм)		№	dz(мм)
1	0		9	173		2'	100
2	98		10	170		3'	150
3	147		11	150		4'	175
4	168		12	112		5'	285
5	176		13	0		1''	0
6	306		14	0		2''	315
7	285		15	0		3''	275
8	304		1'	0		4''	112
						5''	0

Вероятнее всего, тент оказался выше из-за недостаточного натяжения по контуру (недонапряжения), как следствие конструктивного несовершенства металлической части сооружения. Также стоит отметить, что в процессе возведения навеса были внесены изменения в конструктивную схему каркаса, а именно – были сконструированы дополнительные конические накладные на вершинах металлических опор. Это значительным образом изменило диаметр верхних опорных колец навеса, что повлекло за собой неизбежное изменение формы всей оболочки. В связи с этим контур реальной оболочки расположен выше, чем контур оболочки, рассчитанный в процессе проектирования (рис. 5). Также изменение конструктивного решения опор повлияло на внешний вид тентового покрытия. Ввиду изменения геометрических параметров возникли многочисленные провисы и перетянутые участки оболочки (наибольшая концентрация таких дефектов наблюдается в непосредственной близости от вершин оболочки).

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- методика расчета формы покрытия позволяет производить автоматизированное вычисление начальной геометрии оболочки;

- методика раскроя оболочек сложных форм, разработанная авторами, позволяет изготавливать тентовые покрытия в форме поверхностей двойкой кривизны из плоских заготовок;

- наличие отклонений натурной формы покрытия от проектной указывает на необходимость проведения дальнейших теоретических исследований и уточнения методики раскроя таких оболочек.

Список литературы

1. Пекерман Э.Е., Удлер Е.М. Численный метод определения формы тканевых строительных оболочек // Известия КазГАСУ, 2007, № 2 (8). – С. 56-57.
2. Удлер Е.М., Пекерман Э.Е. Алгоритм наложения сетей с равносторонними ячейками на численно заданные криволинейные поверхности // Успехи современного естествознания, 2008, № 9. – М.: Академия естествознания. – С. 112.

Ishanova V.I. – post-graduate student

E-mail: xirmirpir.ivi@mail.ru

Udler E.M. – candidate of technical sciences, professor

E-mail: udler@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Approbation of method of cutting in the reconstruction of complex shaped tent shed in the Nizhnekamsk city

Resume

In the paper describes the results of experimental test of methodology of designing complex shaped tent shells, developed by authors. Describes the methodology and basic principles of formation of complex shaped tent shells. Describes the method of definition flat-cutting elements for individual sites of complex shaped tent shell. The methodology based on the principle of fragmentation the tent shell by cutting planes on sloping saddle-shaped sites. Flat-cutting elements for each site determined by transformation, imposed on the relevant part of Chebyshev shells. Using the software «TentCAD», developed by authors, and allows to use simple numerical methods for description of complex shaped tent shells, was calculated the cutting of tent shell. Describes graphics obtained from the calculations in the program. In a work describes a comparison of actual geometric shapes with calculated data. By authors presented data about geometric deviations of the real form with respect to the project form. Reasons of difference are described. The principal possibility of using the methodology proposed by authors for designing complex shaped tent shells is accounted. There is a need for further research to improve the accuracy of the calculation of geometry cutting.

Keywords: tent shells, tent structures, a cutting of complex shaped tent shells, film-fabric fences of constructions.

References

1. Pekerman E.E., Udler E.M. Numerical method of determination of surface shape // News KazSUAE, 2007, № 2 (8). – P. 56-57.
2. Pekerman E.E., Udler E.M. Algorithm of overlay of nettings with equilateral cells on numerically defined curved surfaces // Advances of modern science, 2008, № 9. – M.: Academy of natural science. – P. 112.

УДК 539.3

Камалов А.З. – кандидат физико-математических наук, профессор

E-mail: shigabutdinov@kgasu.ru

Хамидуллина А.А. – старший преподаватель

E-mail: alsu-13@list.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

К вопросу исследования напряженно-деформированного состояния и устойчивости арочных сооружений

Аннотация

В статье дана постановка задач напряженно-деформированного состояния (НДС) и устойчивости арочной конструкции, находящейся под действием нормального давления и ветровой нагрузки. Арочная конструкция представляет собой цилиндрическую оболочку с равномерно распределенными арками. Определено возмущенное давление ветра на цилиндрическое покрытие. Получены дифференциальные уравнения состояния системы. Разработаны алгоритмы расчета арочного сооружения на прочность и устойчивость. Получены расчетные формулы для исследования НДС и для определения критических скоростей ветра. Исследованы вопросы сходимости двойных рядов, входящих в расчетные формулы.

Ключевые слова: арка, оболочка, арочное сооружение, напряженно-деформированное состояние, устойчивость, критическая скорость.

Как известно, современные тенденции, которые наблюдаются как в отечественном, так и зарубежном строительстве, связаны с широким внедрением новых материалов, совершенствованием конструктивных форм. В частности, широкое применение нашли тонкие оболочки различной формы в легких зданиях и сооружениях. Вызванное этим облегчение конструкций привело к уменьшению жесткости, повышению чувствительности таких сооружений к различным видам нагрузки. В связи с этим резко возросла необходимость разработки эффективных методик статических и динамических расчетов, исследований динамического поведения строительных сооружений, особенно новых конструктивных форм.

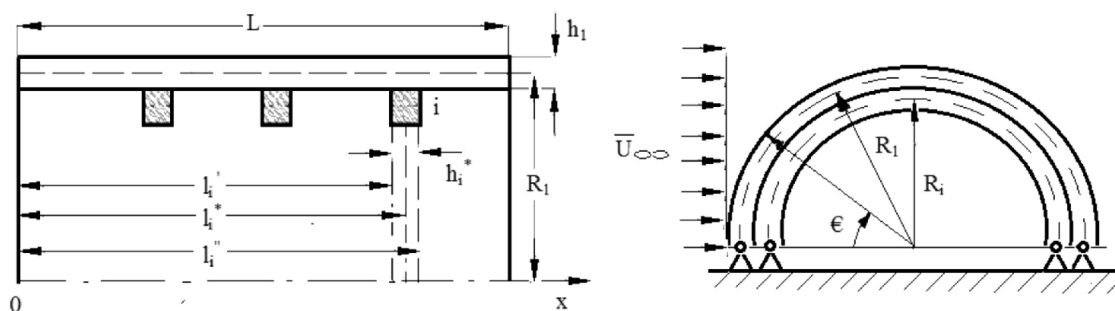


Рис. Расчетная схема арочного сооружения

В настоящей работе рассматриваются задачи прочности и устойчивости арочного сооружения, представляющего незамкнутую цилиндрическую оболочку радиуса R , толщины h и длины L с N равномерно распределенными подкрепляющими арками толщины h_i , ширины b_i и радиуса R_i ($i = \overline{1, N}$), находящегося под действием ветровой нагрузки. Здесь под устойчивостью понимается способность арочной конструкции противостоять воздействиям ветра. Следует отметить, что аэродинамика арочного сооружения, как и любых других тел, охватывают аэродинамику и аэроупругость [1].

Аэродинамика изучает аэродинамические силы, действующие на арочные сооружения при обтекании его ветровым потоком. Аэроупругость рассматривает поведение конструкции в потоке, реакцию сооружений и их отдельных элементов на действие ветрового потока.

Задача ставится следующим образом. Определить напряженное состояние и исследовать устойчивость изображенного на рисунке арочного сооружения при наличии упругих подкрепляющих арок, под действием внешнего давления и ветровой нагрузки, если заданы условия закрепления покрытия (цилиндрическая оболочка) на торцах.

Решение данной задачи можно осуществить, используя следующие рассуждения.

Предположим, что подкрепляющие арки являются упругими. Тогда цилиндрическая оболочка находится под действием внешней ветровой нагрузки и внутреннего давления, распределенного каким-то образом по длине каждой подкрепляющей арки. Внутренние давления или реакции арок в свою очередь зависят от условий на контактных поверхностях покрытия и арок. На практике могут быть реализованы различные условия. Здесь исследуется напряженное состояние только в случае свободного скольжения и жесткого скрепления покрытия и арок.

1. Расчет напряженно-деформированного состояния (НДС) цилиндрического арочного покрытия с дискретно расположенными подкрепляющими арками

а) Рассмотрим случай, когда при эксплуатации арочного сооружения допускаются лишь свободные скольжения покрытия и подкрепляющих арок по поверхности контакта. Для определения реакций подкрепляющих арок будем пользоваться моделью Винклера, т.е. реакции подкрепляющих арок будем считать пропорциональными прогибу покрытия, т.е. $q_i = \alpha_i \cdot w_i$ ($i = \overline{1, N}$). Отсутствие связи коэффициента α_i с геометрическими и физическими параметрами покрытия и подкрепляющих арок затрудняет подбор конкретных значений α_i для каждой арки. Поэтому здесь предполагается подход, в котором реакции арок находятся из строгой математической постановки задачи взаимодействия покрытия и подкрепляющих арок.

При таких предположениях задача НДС арочной конструкции под действием постоянного внешнего давления и ветровой нагрузки, перпендикулярной к ее продольной оси, сводится к решению задачи взаимодействия цилиндрической оболочки с N подкрепляющими арками.

Для определения возмущенного ветрового давления рассматривается цилиндрическое покрытие при безотрывном поперечном обтекании его установившимся плоским потоком неограниченной идеальной несжимаемой жидкости.

При определении потенциала скорости «вторичные» возмущения потенциала скорости, вызванные упругими перемещениями покрытия, не учитываются.

Тогда задача относительно потенциала скорости φ и возмущенного давления P сводится к решению задачи [2].

$$\Delta^2 \varphi = 0, \quad P = P_\infty + \rho \left[u_\infty^2 - (\Delta \varphi)^2 \right] / 2, \quad (1.1)$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial r} = 0 \quad (r = R), \quad \varphi = -u_\infty r \cos \theta \quad (r \rightarrow \infty), \quad (1.2)$$

где P_∞ , ρ , u_∞ – параметры жидкости в бесконечности.

Решение задачи (1.1) и (1.2) без отрывного обтекания жесткого цилиндрического покрытия имеет вид:

$$\varphi = -u_\infty \left(r + R^2 / r^2 \right) \cos \theta, \quad (1.3)$$

$$P = P_\infty + P_0 - \rho u_\infty^2 (R/r)^2 \left(R^2 / 2r^2 - \cos 2\theta \right). \quad (1.4)$$

Запишем уравнения цилиндрического покрытия относительно функции прогиба F и подкрепляющих арок относительно прогибов w_i ($i = \overline{1, N}$) в следующем виде [3].

$$c^2 \left[(\nabla^2 + 1) \nabla^2 \nabla^2 F - 2R^2 (1 - \nu) \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(R^2 \frac{\partial^2}{\partial x^2} - \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} \right) \nabla^2 F \right] + R^4 \frac{\partial^4 F}{\partial x^4} - \frac{R^2}{Eh} Z = 0, \quad (1.5)$$

$$\frac{d^4 w_i}{d\theta^4} + 2 \frac{d^2 w_i}{d\theta^2} + w_i = - \frac{R^4}{E_i J_i} \alpha_i W \Big|_{x=l_i^0}, \quad (1.6)$$

где

$$Z = -P_0 + \rho u_\infty^2 \left(\frac{1}{2} - \cos 2\theta \right) + \sum_{i=1}^N \alpha_i w [\delta(x - l'_i) - \delta(x - l''_i)],$$

$$w = \nabla^2 \nabla^2 F, \quad \nabla^2 = R^2 \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial \theta^2},$$

$\delta(x - l_i)$ – единичная функция Хевисайда.

Кинематические условия контакта согласно принятым допущениям запишем в виде:

$$w_i = w \text{ при } x = l_i^0. \tag{1.7}$$

Функции прогибов w , арок w_i и реакции арок ($i = \overline{1, N}$), удовлетворяющих уравнениям (1.5)-(1.6) и граничным условиям шарнирного закрепления, представим следующими суммами:

$$w = \sum_{n=1} \sum_{k=1} W_{nk} \sin \lambda_k x \sin n\theta, \tag{1.8}$$

$$w_i = \frac{R_i^4}{E_i J_i} \sum_k \left[\alpha_{k1} \chi(\theta) W_{1k} - \sum_{n=2} \frac{\alpha_{nk} W_{nk}}{(n^2 - 1)^2} \sin n\theta \right] f_{ki}, \quad (i = \overline{1, N}), \tag{1.9}$$

$q_i = \alpha_i w_i$, где

$$\chi(\theta) = \frac{\pi}{2} + \theta \cos \theta - \frac{\pi}{4} \theta \sin \theta - \frac{\pi}{2} \cos \theta + \frac{1}{8} \theta^2 \sin \theta,$$

$$f_{ki} = 2 \sin b_{ki} \cdot \sin l_{ki} / \lambda_k^2, \quad b_{ki} = \lambda_k b_i / 2, \quad l_{ki} = \lambda_k l_i^0.$$

Таким образом, задача свелась к отысканию неизвестных коэффициентов w_{nk} и α_{nk} . Подставим (1.8) в уравнение (1.5) и проинтегрируем по методу Бубнова – Галеркина. Выполняя преобразование, которое здесь не приводим, получим систему уравнений:

$$\gamma \sum_m \alpha_{mn} a_{mk} W_{mn} - \omega_{nk} W_{kn} = \gamma P_n / \bar{\lambda}_k, \tag{1.10}$$

где введены следующие обозначения:

$$\omega_{nk} = c^2 \left[(\bar{\lambda}_k^2 + n^2 + 1)^2 + 2(1 - \nu) \frac{\bar{\lambda}_k^2 (\bar{\lambda}_k^2 - n^2)}{\lambda_k^2 + n^2} \right] + \frac{\bar{\lambda}_k^4}{(\lambda_k^2 + n^2)^2}; \quad \gamma = \frac{2R^3}{EhL}; \quad c^2 = \frac{h^2}{12R^2(1 - \nu^2)};$$

$$P_n = \frac{8}{\pi n} \left[P_0 + \rho u_\infty^2 \frac{n^2 + 4}{2(n^2 - 4)} \right];$$

$$a_{mk} = \begin{cases} \frac{1}{2} \left[\frac{b_i}{R} N - \frac{1}{\bar{\lambda}_k} \sin 2b_{ki} \sum_{j=1}^N \cos 2l_{kj} \right] & \text{для } k = m; \\ \frac{(\bar{\lambda}_k^2 + n^2)^2}{\lambda_{km}^{(1)}} \sum_{s=1}^2 \left[2 - s - (s-1) \frac{\lambda_{km}^{(1)}}{\lambda_{km}^{(2)}} \sum_{j=1}^N \sin b_{kmi}^{(s)} \cos l_{nmj}^{(s)} \right] & \text{для } k \neq m; \end{cases}$$

$$\lambda_{km}^{(s)} = \bar{\lambda}_k + (-1)^s \bar{\lambda}_m; \quad \bar{\lambda}_k = \frac{k\pi R}{(N+1)l_j^0}; \quad b_{kmi}^{(s)} = \frac{\lambda_{km}^{(s)} b_i}{2}; \quad l_{nmj}^{(s)} = \lambda_{km}^{(s)} l_j^0.$$

Полученная система уравнений (1.10) относительно неизвестных α_{mn} и W_{mn} формально по своей структуре не является линейной.

Теперь остается выполнить условия (1.7). Для этого решения (1.9) представим в виде следующего ряда:

$$w_i = \beta \sum_{k=1} \left\{ \alpha_{1k} W_{1k} \sin \theta + \sum_{n=3} \left[\frac{(2-n^2)}{n(n^2-1)^2} \alpha_{1k} W_{1k} - \frac{\alpha_{nk} W_{nk}}{(n^2-1)^2} \right] \sin n\theta \right\} f_{ki} \sin \lambda_k t_i^0.$$

Тогда из условия (1.7), приравнявая коэффициенты при $\sin \theta$ и $\sin n\theta$, получим:

$$\alpha_{1k} = \frac{48 \bar{\lambda}_k^2}{2\beta(69 - 4\pi^2) \sin b_{ki}} \text{ для } n=1, \quad (1.11)$$

$$\alpha_{1k} \frac{(2-n^2)}{n(n^2-1)^2} W_{1k} - \frac{\alpha_{nk}}{(n^2-1)^2} W_{nk} = \frac{1}{\beta f_{ki}} W_{nk} \text{ для } n \neq 1. \quad (1.12)$$

Итак, решение данной задачи условно разбилось на два этапа, с одной стороны, для $n=1$, зная коэффициенты α_{1k} , из системы уравнений (1.10) при $n=1$ можем определить W_{1k} . С другой стороны, зная уже α_{1k} и W_{1k} , используя соотношения (1.12), систему уравнений (1.10) для всех остальных $n \neq 1$, приведем к виду

$$(n^2-1)^2 \omega_1 \sum_m \frac{a_{mk}}{f_{mi}} W_{mn} + \omega_{kn} W_{kn} = -\gamma \frac{P_n}{\bar{\lambda}_k} + \omega_k \frac{(2-n^2)}{n} \sum_m a_{mk} \alpha_{1kn} W_{1m}, \quad (1.13)$$

где $\omega_1 = \gamma / \beta$, $\gamma = R_i^4 / E_i J_i$.

Решая систему (1.13), находим все неизвестные W_{kn} и в результате из уравнений (1.12) определяем коэффициенты α_{nk} для определения реакций подкрепляющих арок. Определив прогибы цилиндрического покрытия и подкрепляющих арок из (1.8) и (1.9), находим все характеристики НДС арочной конструкции.

Численная реализация описанного метода определения НДС и реакций подкрепляющих арок предложена в программе ARC1. Для арочной конструкции с $N=9$ подкрепляющими арками с целью иллюстрации процесса сходимости рядов, определяющих изменения безразмерных прогибов \bar{w} , \bar{w}_i и реакций \bar{q}_i приведены их значения в конкретных точках. При этом были приняты следующие значения безразмерных величин $h_i/b_i = 2$, $h_i/l = 0,08$, $h_i/R_i = 0,2$, $h/h_i = 0,01$, $E/E_1 = 1$, $R = R_i + h_i/2 + h/2$.

Таблица

Иллюстрация процесса сходимости рядов, определяющих изменения безразмерных реакций и прогибов

n	k	$\theta = 45^0, i = 3$		$\theta = 36^0, \bar{x} = 3$
		\bar{q}_i	\bar{w}_i	\bar{w}
19	19	0,5710	-0,1095	-0,1030
39	39	0,5846	-0,1077	-0,0985
59	59	0,5905	-0,1060	-0,1040
79	79	0,5933	-0,1046	-0,1042
129	129	0,5932	-0,1046	0,1042

Как видно из таблицы, численный эксперимент показывает достаточно хорошую сходимость рядов, входящих в формулах для определения \bar{q}_i , \bar{w}_i и \bar{w} .

Практика вычислений по программе ARC1, реализующей рекомендованную методику, показывает достаточную эффективность определения НДС и реакций подкрепляющих арок.

б) Рассмотрим случай, когда цилиндрическое покрытие с подкрепляющими арками жестко скреплено. Здесь предлагается другой подход, в котором арочное сооружение

разбивается на $(N-1)$ оболочечные и N двухслойные арочные элементы. При формулировке задачи было указано, что слои «оболочка-арка» работают совместно без скольжения, и в силу того, что гипотеза недеформированных нормалей дана для слоя «оболочка-арка» в целом, условия контакта на контактных поверхностях оболочки и арок в этом случае выполняются автоматически. При таких предположениях задача об изгибе арочного сооружения под действием приложенных внешних сил (собственный вес, ветровая и снеговая нагрузки) сводится к решению задачи взаимодействия $(N-1)$ незамкнутых оболочечных элементов с N двухслойными подкрепляющими арками.

Рассмотрим в отдельности i -ую двухслойную арку и $(i-1)$ -ое и i -ое цилиндрическое покрытие и приложим силы их взаимодействия. Пусть в поперечном сечении при $x = (i-1)l - b_i/2$ имеются поперечная $Q_1^{(i-1)}$, сдвигающая $S^{(i-1)}$, растягивающая $T_1^{(i-1)}$ силы и изгибающий момент $M_1^{(i-1)}$. Точно такие же внутренние силы возникают и в сечении при $x = (i-1)l + b_i/2$. Тогда интенсивности нагрузок, приложенных на i -ую двухслойную арку, составляют:

$$q_{\tau,i} = q_{\tau} - 2S^{(i)}/b_i; \quad q_{n,i} = q_n - 2Q_1^{(i)}/b_i, \quad (1.14)$$

так как $S^{(i-1)} = S^{(i)}$ и $Q_1^{(i-1)} = Q_1^{(i)}$ при $x \approx (i-1)l$, поскольку $l \gg b_i$; q_{τ} , q_n – интенсивности внешней касательной и нормальной нагрузок на i -ую двухслойную арку.

Представим решение уравнения изгиба для i -ой двухслойной подкрепляющей арки [4] в следующем виде:

$$v_i = \sum_{m=0}^{\infty} V_{m_i} \cos m_* \theta; \quad w_i = \sum_{m=0}^{\infty} V_{m_i} m_* \sin m_* \theta, \quad (1.15)$$

$$\text{где } V_{m_i} = R_i^5 \left(-2S_m^{(i)} - 2m_* Q_{1m}^{(i)} + m_* b_i q_{nmi} + b_i q_{\tau mi} \right) / \left[D_{22}^{(i)} (m_*^2 - 1)^2 b_i \right], \quad (1.16)$$

$m_* = \pi m / \alpha$, α – стягиваемый оболочку и двухслойную арку центральный угол.

Переходим к расчету i -го цилиндрического покрытия. Представим общее решение системы уравнений i -го оболочечного элемента для каждого номера m в виде:

$$u_m = U_m e^{\lambda x}, \quad u_m = V_m e^{\lambda x}, \quad w_m = W_m e^{\lambda x}. \quad (1.17)$$

Подставив (1.17) в систему дифференциальных уравнений i -го оболочечного элемента, получим характеристическое уравнение в виде:

$$\lambda^8 - 4m_*^2 \lambda^6 + \left[6m_*^4 - (8 - 2\nu^2)m_*^2 + (1 - \nu^2)/c \right] \lambda^4 - 4m_*^2 (m_*^2 - 1) \lambda^2 + m_*^4 (m_*^2 - 1)^2 = 0. \quad (1.18)$$

Точное аналитическое определение корней уравнения (1.18) невозможно, поэтому попытаемся приближенно определить корни данного уравнения. Уравнение (1.18) содержит множитель $(1 - \nu^2)/c$ при λ^4 . Учитывая эту особенность, переходим к приближенному определению корней уравнения (1.18).

1. Пусть $m_* = 0$ и $m_* = 1$, тогда уравнение (1.18) имеет четыре нулевых корня. При $m_* = 0$ этим корням соответствует кручение i -го цилиндрического покрытия, а также поворот вокруг оси симметрии. При этом ненулевые корни соответствуют осесимметричному краевому эффекту.

2. При $m_* > 1$ и $m_* \ll 1/c$ корни уравнения (1.18) делятся на две группы: большие и малые корни. Большие корни совпадают с характеристическими показателями осесимметричного краевое эффекта. Малые корни совпадают со значениями корней характеристического уравнения полубезмоментной теории.

3. Пусть $m_*^2 \sim (1 - \nu^2)/c$ или $m_*^2 > (1 - \nu^2)/c$, то разделение корней на малые и большие не происходит, и это уравнение имеет восемь корней:

$$\lambda_{nj} = (-1)^j \beta_{mn} + (-1)^j \gamma_{mn}; \quad n, j = 1, 2, \quad (1.19)$$

где $\beta_{mn} = \left(\sqrt{\sqrt{4m_*^4 + c_*^4} + 2m_*^2} - (-1)^n c_* \right) / 2$; $c_* = \sqrt[4]{(1 - \nu^2) / 4c}$;

$$\gamma_{mn} = \left(c_* - (-1)^n \sqrt{\sqrt{4m_*^4 + c_*^4} - 2m_*^2} \right) / 2.$$

Тогда прогиб i -го цилиндрического покрытия будет иметь вид:

$$w_m^{(i)} = \sum_{j=1}^2 \sum_{n=1}^2 e^{-\beta_{mn} x_{ji}} \left(W_{n,j}^{(s,i)} \sin \gamma_{mn} x_{ji} + W_{n,j}^{(c,i)} \cos \gamma_{mn} x_{ji} \right). \quad (1.20)$$

Здесь $x_{ji} = (-1)^j (il - x) + (2 - j)l$.

Анализ показывает, что формулы (1.19)-(1.20) дают близкие к точным результатам не только для больших значений m_* , но и для малых корней. Можно показать, что приближенное характеристическое уравнение с корнями (1.19) получается из так называемой теории пологих оболочек.

Анализ характеристического уравнения (1.18) позволяет сделать некоторые выводы о применимости различных приближенных методов расчета. Отметим, что возможность применения тех или иных приближенных методов зависит от изменяемости напряженного и деформированного состояния в окружном направлении, т.е. от числа волн m .

Осевые u_i окружные v_i и нормальные перемещения w_i точек срединной поверхности i -го оболочечного элемента между двумя поддерживающими арками, а также окружное v_i^* и нормальное w_i^* перемещения точек поверхности приведения двухслойной арок будем определять по формулам

$$u_i = -\frac{1}{E_1 h_1} \sum_{m=1}^{\infty} \int \left[m_*^2 \psi_{mi} - \nu_1 \psi_{mi}'' R^2 \right] dx \sin m_* \theta;$$

$$v_i = \sum_{m=0}^{\infty} \left[V_{mi}^{(0)} - \frac{1}{m_*} W_m^{(i)} \right] \cos m_* \theta; \quad w_i = \sum_{m=1}^{\infty} \left[W_{mi}^{(0)} + W_m^{(i)} \right] \cos m_* \theta; \quad (1.21)$$

$$v_i^* = \sum_{m=0}^{\infty} V_{mi} \cos m_* \theta; \quad w_i^* = \sum_{m=1}^{\infty} V_{m*} V_{mi} \sin m_* \theta. \quad (1.22)$$

В расчетных формулах (1.21)-(1.22) введены следующие обозначения:

$$W_{mi}^{(0)} = -A_m [q_{\tau,m} + m_* q_{n,m}], \quad V_{mi}^{(0)} = \frac{A_m}{m_* (1 + cm_*^2)} \left[m_* (cm_*^2 + 1) q_{n,m} + (cm_*^4 + 1) q_{\tau,m} \right],$$

V_{mi} , $W_m^{(i)}$ – определяются из формул (1.16) и (1.20), а остальные величины, входящие в (1.21)-(1.22), из-за громоздкости здесь не приводятся.

Постоянные интегрирования в (1.21) и (1.22) определяют в зависимости от граничных условий при $x = 0, L$; $\theta = 0, \alpha$ и условий упругой стыковки оболочечных элементов с двухслойными подкрепляющими арками.

Всего неизвестных постоянных интегрирования будет $8(N-1)$. Для упрощения будем предполагать, что, кроме первого и последнего оболочечного элемента, все остальные оболочечные элементы ($i = 1, 2, \dots, N-2$) деформируются совершенно одинаково. Это возможно, поскольку все оболочечные элементы находятся под действием одинаковых внешних нагрузок и все подкрепляющие арки по своим физическим и геометрическим характеристикам одинаковы, работают в одинаковых условиях. В результате число неизвестных постоянных интегрирования останется всего 12. И эти неизвестные легко определяются из граничных условий при $x = 0$ и условий упругой стыковки оболочечного элемента с двухслойным арочным элементом при $x = l$.

Теперь мы располагаем достаточными данными для того, чтобы из (1.21)-(1.22) вычислить соответствующие перемещения и тем самым определить НДС всего арочного сооружения в целом.

2. Расчет на устойчивость арочного сооружения с тонким цилиндрическим покрытием под действием ветровой нагрузки

В этом параграфе рассмотрим устойчивость арочного сооружения. НДС данной арочной конструкции до потери устойчивости были рассмотрены в 1.

Уравнения нейтрального равновесия как для цилиндрического покрытия, так и для подкрепляющих арок запишем в перемещениях. Тогда задача определения критической скорости ветра сводится к решению систем дифференциальных уравнений и к удовлетворению граничных условий, условий контакта покрытия с подкрепляющими арками.

Решения дифференциальных уравнений нейтрального равновесия, также добавочные реакции q_i^* подкрепляющих арок в момент потери устойчивости системы представим в виде двойных рядов:

$$\begin{aligned} u &= \sum_m \sum_k U_{mk} \cos \lambda_k x \sin m_* \theta; \\ v &= \sum_m \sum_k V_{mk} \sin \lambda_k x \cos m_* \theta; \end{aligned} \quad (2.1)$$

$$\begin{aligned} w &= \sum_m \sum_k W_{mk} \sin \lambda_k x \sin m_* \theta; \quad v_i = \sum_m V_m^{(i)} \cos m_* \theta; \quad w_i = \sum_m W_m^{(i)} \sin m_* \theta; \\ q_i^* &= \sum_m \sum_k \left(\alpha_i^* \sin i \lambda_k l_i \right) W_{mk} \sin m_* \theta, \quad (i = \overline{1, N}) \end{aligned}$$

$$\text{где } \lambda_k = k\pi/L, \quad m_* = \pi m/\alpha, \quad \alpha_i^* = \left(m_*^2 - 1 \right) \left[\frac{1 - v_i^2}{E_i h_i} A_i R_i \left(P_0 + \rho u_\infty^2 a_n \right) + c_i \left(m_*^2 - 1 \right) \right].$$

После постановки (2.1) в уравнения нейтрального равновесия арочного сооружения получим бесконечную систему алгебраических уравнений для определения собственных значений задачи устойчивости исследуемого арочного сооружения при действии ветровой нагрузки.

Выпученная форма равновесия конструкции становится возможной, если только полученная система однородных алгебраических уравнений дает решения, отличные от нуля, это требует, чтобы детерминант этих уравнений был равен нулю.

Таким образом, из условия нетривиальности решения систем уравнений получается уравнение для определения критического скоростного напора.

Как видим, задачи исследования НДС и устойчивости рассматриваемого сооружения, находящегося под действием ветровой нагрузки, связаны с громоздкими вычислениями, и они реализуются только численным экспериментом.

С целью получения аналитических формул для определения критических значений \bar{P}_* ветровой нагрузки остановимся на некоторых подходах и частных случаях задачи.

1. Пусть все физические и геометрические параметры подкрепляющих арок одинаковы и $\alpha = \pi$. Для этого случая, в результате многочисленных выкладок, получим аналитическую формулу для определения \bar{P}_* в следующей форме:

$$\bar{P}_* = \frac{\sum_{j=1}^2 \left\{ \sum_{k=1}^{\infty} F_{nk}^{(j)} \left(\prod_{t=1}^{k_*} \Lambda_{nt}^{(k)} \right) \right\} - \prod_{k=1}^{k_*} \chi_{nk}^{(2)}}{\sum_{k=1}^{\infty} \left\{ \left(\chi_{nk}^{(1)} - F_{nk}^{(1)} \right) \left(\prod_{t=1}^{k_*} \Lambda_{nt}^{(k)} \right) \right\} - \sum_{k=1}^{\infty} F_{nk}^{(2)} \left\{ \sum_{q=1}^{\infty} \chi_{nk}^{(1)} \left(1 - \delta_q^k \right) \left(\prod_{t=1}^{\infty} \Lambda_{ntq}^{(k)} \right) \right\}} \quad (2.2)$$

$$\text{где } \Lambda_{nt}^{(k)} = \chi_{nt}^{(2)} + \delta_t^k \left(1 - \chi_{nt}^{(2)} \right), \quad \Lambda_{ntq}^{(k)} = \chi_{nt}^{(2)} - \delta_t^k \left(1 - \chi_{nt}^{(2)} \right) \left[\delta_t^k + \delta_t^q \left(1 + \delta_t^k \right) \right],$$

δ_q^k , δ_t^k , δ_t^q – символы Кронекера. Из-за громоздкости записи значения остальных величин, входящих (2.2), не приводятся.

2. Пусть подкрепляющие арки отсутствуют, тогда из (2.2) получим

$$\bar{P}_* = \frac{64(1-\nu^2)}{(m^2-4)\left(4+m^2L^2/\pi^2R^2\right)^2} + c \left[\frac{(m^2-4)}{4} + \frac{2(m^2-4-4\nu)}{4+m^2L^2/\pi^2R^2} \right]. \quad (2.3)$$

3. Пусть подкрепляющие арки отсутствуют и незамкнутая цилиндрическая оболочка очень длинная, т.е. $L/R \gg 1$, тогда пренебрегая в (2.3) членами, содержащими квадрат этого отношения, получим

$$\bar{P}_* = \frac{h^2}{2R^2} (m^2 - 4). \quad (2.4)$$

Для частных случаев результаты (2.3) и (2.4) подтверждаются работами других авторов.

Основными результатами данной статьи являются:

- сформулированная система допущений и построение математической модели и выведенные уравнения состояния и устойчивости арочного сооружения;
- разработанная методика расчета НДС и методика исследования устойчивости арочного сооружения, состоящего из цилиндрического покрытия с подкрепляющими арками;
- полученные формулы для исследования НДС и для определения критических нагрузок.

Список литературы

1. Ильгамов М.А. Изгиб и устойчивость цилиндрической оболочки при ее поперечном обтекании жидкостью // Прикладная механика, 1975, т. XI, вып. 3. – С. 112-119.
2. Ильгамов М.А., Камалов А.З. Колебания цилиндрической оболочки конечной длины в акустической среде // Сб. «Исследования по теории пластин и оболочек», IV. – Казань: Изд-во КГУ, 1966. – С. 367-376.
3. Камалов А.З. К расчету элементов арочных конструкций // Математические методы и модели в прикладных задачах науки и техники. Тр. Международной конференции. «Континуальные алгебраические логики, исчисления и нейроинформатика в науке и технике и экономике», Т.5. – Ульяновск, 2003. – С. 54-56.
4. Андреев А.Н., Немировский Ю.В. Многослойные анизотропные оболочки и пластины: Изгиб, устойчивость, колебания. – Новосибирск: Наука, 2001. – 288 с.

Kamalov A.Z. – candidate of physical and mathematical sciences, professor

E-mail: shigabutdinov@kgasu.ru

Khamidullina A.A. – senior lecturer

E-mail: alsu-13@list.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia Kazan, Zelenaya st., 1

To the question of research of the stress strain state and stability arched constructions

Resume

This paper deals with the problem of the stress-strain state and stability of the arch structure, consisting of open cylindrical shell (coating) with supporting elastic arches under the influence of various external loads, including wind load. Internal pressure or reactions supporting arches depend on conditions on the contact surface of the coating and arches. In practice, to realize different fixing conditions. It examines the state of stress only in the case of free-slip and hard cover binding and arches. In the first case, to determine the reactions supporting arches draws the Winkler model, ie response as proportionate deflection surface. In the second case, we propose a

different approach, in which the arch structure is divided into the shell and double arched elements. Under these assumptions, the problem of the bending of arch structures under the action of external forces (weight, wind and snow loads) is reduced to the problem of the interaction of non-closed-layer shell elements with double-layer arched elements.

To determine the wind pressure is considered perturbed cylindrical cover with unseparated cross flow to steady plane flow unbounded ideal incompressible fluid. In determining the velocity potential «secondary» perturbations caused by elastic displacements covering ignored. With these assumptions, the differential equation of the system. The algorithms calculate the arch construction for strength and stability. The formulas for the investigation of the stress-strain state and to determine the critical wind speeds.

Keywords: arch, shell, arched structure, stress – strain state, stability, critical velocity.

References

1. Ilgamov M.A. A bend and stability of a cylindrical cover at its cross-section flow liquid // *Applied mechanics*, 1975. – P. 112-119.
2. Ilgamov M.A., Kamalov A.Z. Fluctuations of a cylindrical cover of final length in the acoustic environment // *Sb. «Researches on the theory of plates and covers»*, IV. – Kazan: KSU publishing house, 1966. – P. 367-376.
3. Kamalov A.Z. To calculation of elements of arch designs // *Mathematical methods and models in applied problems of a science and equipment*. Тр. International conference. «Continual algebraic logicians, calculations and neuroinformatics in a science and equipment and economy», Т.5. – Ulyanovsk, 2003. – P. 54-56.
4. Andreev A.N., Nemirovsky Yu.V. *Multilayered anisotropic covers and plates: Bend, stability, fluctuations*. – Novosibirsk: Science, 2001. – 288 p.

УДК 666.1.001.5

Куприянов В.Н. – доктор технических наук, профессор

E-mail: kuprivan@kgasu.ru

Халикова Ф.Р. – ассистент, инженер-архитектор

E-mail: khalikova_f@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Натурные исследования энергетических параметров инсоляции жилых помещений

Аннотация

Представлены результаты измерения интенсивности ультрафиолетовой радиации солнца на поверхностях светопрозрачных конструкций и на рабочих поверхностях 26 жилых помещений, ориентированных по 8 румбам. Предложена методика, позволяющая рассчитывать дозы ультрафиолетовой радиации в объеме помещений и на рабочих поверхностях (пол помещения). Предложен уровень бактерицидной эффективности для жилых помещений, что позволило определить дозы облучения и уровень санитарно-гигиенического благополучия исследованных жилых помещений.

Ключевые слова: ультрафиолетовая радиация, светопрозрачная конструкция, бактерицидная эффективность, энергетическая доза, ориентация.

В действующих нормативных документах количественной мерой инсоляции жилых помещений является продолжительность их облучения прямым солнечным светом. Например, для широты Казани нормируемая продолжительность инсоляции составляет 2 часа [1]. Все известные микробиологические исследования по выживаемости или гибели микроорганизмов при действии солнечного света заканчиваются оценкой продолжительности облучения до достижения той или иной степени гибели микроорганизмов [2-6], однако, известно, что эффективность saniрующего действия солнечного облучения связана не только с продолжительностью облучения, но и с величиной интенсивности этого облучения, а точнее, с энергетической дозой радиации (произведением интенсивности облучения на время облучения), которая приходит к тест-объектам микроорганизмов. К сожалению, в известных отечественных работах по инсоляции жилых помещений не обнаружено связи между степенью гибели микроорганизмов и получаемой ими энергетической дозой. Известно также, что эффективность saniрующего действия инсоляции определяется энергетической дозой ультрафиолетовой части солнечного спектра. Так, например, для стерилизации воздуха, в котором присутствуют микроорганизмы золотистого стафилококка (*Staphylococcus aureus*), до уровней 90, 95 и 99 % требуются дозы ультрафиолетового облучения 130, 167 и 385 Дж/м³, соответственно [8]. То есть изменение уровня стерилизации от 90 до 99 % требует дозу облучения, увеличенную в 3 раза.

С этой точки зрения нормирование инсоляции жилых помещений только по продолжительности солнечного облучения несет большую неопределенность по уровню saniрующего действия инсоляции. Причина в том, что интенсивность солнечной радиации в течение дня не постоянная. Она изменяется от времени суток, месяца, ориентации фасадов зданий и других факторов.

На рис. 1 приведен график изменения интенсивности ультрафиолетовой солнечной радиации в течение суток для широты Казани и выделены двухчасовые участки продолжительности облучения в различные часы суток. Можно видеть, что при соблюдении нормативной двухчасовой продолжительности инсоляции дозы облучения будут различными. Дозы облучения утренних и околополуденных часов различаются более чем в 6 раз, что приведет к различному уровню санации помещений, хотя нормируемая двухчасовая продолжительность облучения обеспечена.

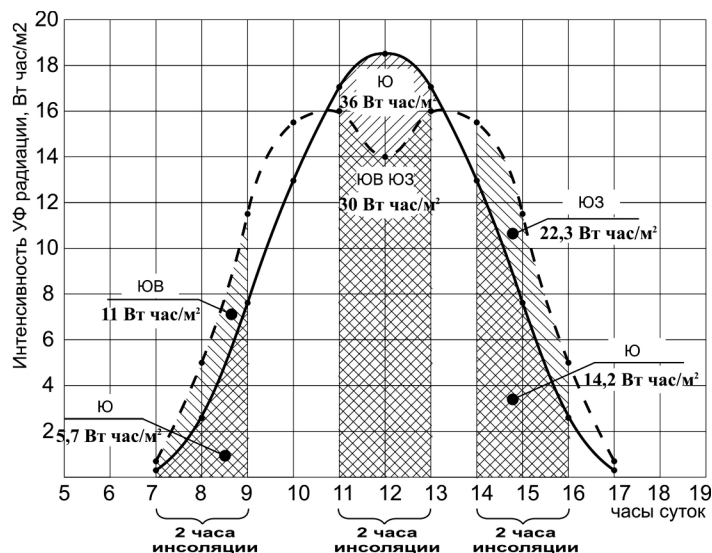


Рис. 1. Изменение интенсивности ультрафиолетовой солнечной радиации в течение суток на широте Казани в марте, по данным [9]: Ю – 5,7 Вт·час/м²; ЮВ – 11 Вт·час/м²; Ю – 14,2 Вт·час/м²; ЮЗ – 22,3 Вт·час/м²; ЮВ и ЮЗ – 30 Вт·час/м²; Ю – 36 Вт·час/м² – ориентация фасада и двухчасовые дозы ультрафиолетовой радиации в разное время суток (7-9, 11-13 и 14-16 часов)

Из вышеизложенного можно сделать единственный вывод: нормирование инсоляции помещений только по продолжительности солнечного облучения, без привязки к уровню санирующего действия, малоэффективно.

Информация о тепловой части солнечной радиации (прямой, рассеянной и суммарной) широко представлена в нормативной и научной литературе, которая используется для расчетов теплопоступлений в здания. Информация об ультрафиолетовой части солнечного облучения не носит систематического характера, что затрудняет ее использование для энергетических расчетов. Справочные таблицы по ультрафиолетовой облученности, приведенные в [9], не учитывают прозрачность атмосферы, особенно для крупных городов. Известно, что интенсивность ультрафиолетовой радиации весьма чувствительна к состоянию атмосферы. Аэрозоли, пыль, водяные пары могут понижать интенсивность ультрафиолетовой радиации на 50 и более процентов, что характерно для больших городов.

В связи с этим в настоящей работе представлены результаты натурных исследований по приходу ультрафиолетовой радиации к светопрозрачным конструкциям различных ориентаций в условиях города Казани. Исследованы 26 помещений, светопрозрачные конструкции которых ориентированы по 8 румбам (С, СВ, В, ЮВ, Ю, ЮЗ, З, СЗ). Помещения располагались на различных этажах зданий, ряд помещений имели балконы или лоджии. Во время эксперимента фиксировался уровень облачности (от 0 – ясное небо до 10 – сплошная облачность).

Измерения ультрафиолетовой радиации проводились УФ-Радиометром «ТКА-ПКМ» (12) (№ 24248-09 в Госреестре средств измерений). Прибор позволяет фиксировать интенсивность ультрафиолетовой радиации (мВт/м²) в трех диапазонах: (200-280) нм – УФ-С; (280-315) нм – УФ-В и (315-400) нм – УФ-А. При измерении интенсивности солнечного облучения прибором «ТКА-ПКМ» получают завышенные данные за счет интенсивности радиации в диапазоне 650-730 нм, что заложено в конструкцию прибора. Для получения объективных результатов эта величина интенсивности должна вычитаться при измерениях в диапазонах А, В, С. Величина интенсивности в диапазоне 650-730 нм определяется при установке стеклянного желтого фильтра ЖС-11, который полностью отсекает ультрафиолетовую часть солнечного спектра (200-420 нм).

Определялась интенсивность ультрафиолетовой радиации, проходящая через светопрозрачную конструкцию, проходящая через светопрозрачную конструкцию и проходящая к рабочей поверхности в помещении (уровень пола и уровень стола). Схемы расположения датчиков и расчетных точек на рабочей поверхности приведены на рис. 2.

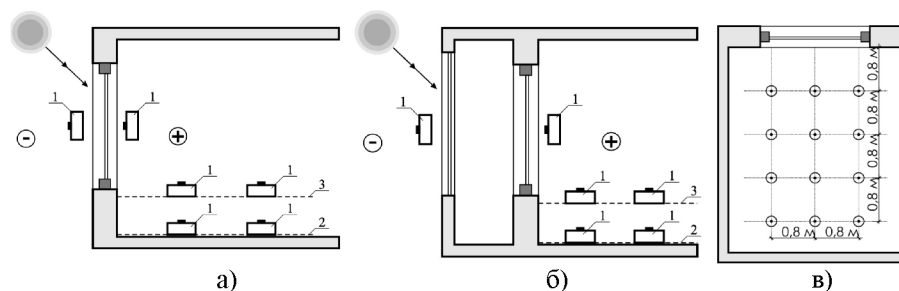


Рис. 2. Схемы расположения датчиков УФ-Радиометра (1): а) в помещении без балкона или лоджии; б) в помещении с балконом или лоджией; в) сетка расчетных точек на рабочих поверхностях; 2 – уровень пола; 3 – уровень стола

Таблица 1

**Приход ультрафиолетовой радиации к фасадам зданий
и ее поглощение светопрозрачными конструкциями**

№ пом.	Этаж	Светопрозрач. конструкция		Условия экспер.			Угол Θ^* , град	Интенсивность УФ-радиации, мВт/м ²		Поглощение УФ-радиации светопрозрач. констр., %
		окно	балкон	дата	время	облач.		перед светопрозрач. констр.	после светопрозрач. констр.	
север										
1	5	2 ^x -к/стекл.	-	22.06	12.20	8	-	2914	664	77
2	3	2 ^x -к/стекл.	-	12.05	17.10	5	-	2109	851	60
3	6	2 ^x -к/стекл.	1-к/стекл.	11.05	18.20	0	-	893	179	80
восток										
9	9	2 ^x -к/стекл.	-	21.05	12.45	0	-	3444	1488	57
10	5	1-к/стекл.	1-к/стекл.	21.05	13.30	0	-	1609	636	60
11	9	2 ^x -к/стекл.	1-к/стекл.	04.06	13.50	10	-	276	74	73
юг										
15	6	1-к/стекл.	1-к/стекл.	05.06	12.30	10	56	2202	572	74
16	3	1-к/стекл., внеш. стекло энергосб	1-к/стекл. обыч. закал. стекло	13.05	13.45	0	60	7393	325	96
17	1	2 ^x -к/стекл.	-	04.06	14.00	10	64	1177	688	42
18	3	2 ^x -к/стекл.	-	13.05	14.30	0	65	2210	888	60

*Угол Θ – угол между направлением солнечного луча и нормалью к поверхности светопрозрачной конструкции.

В табл. 1 приведены некоторые результаты натуральных экспериментов для помещений, светопрозрачные конструкции которых ориентированы на север, восток и юг. Следует обратить внимание на наличие ультрафиолетового облучения в помещениях, в которые не попадает прямой солнечный луч (в столбце «угол между направлением луча и нормалью к поверхности» не стоит величина угла). Это означает, что данные помещения облучаются не прямой, а только рассеянной ультрафиолетовой радиацией. Можно видеть, что величина интенсивности ультрафиолетового облучения этих помещений того же порядка, что и при суммарном облучении, когда солнечный луч проникает в помещение. Из этого следует важный вывод: рассеянное ультрафиолетовое облучение является значимой частью при санации помещений.

В результате исследования 26 жилых помещений установлено, что светопрозрачные конструкции, используемые в современном массовом жилищном строительстве, поглощают от 25 до 96 % проходящей к ним ультрафиолетовой радиации. Значительное поглощение ультрафиолетовой радиации отмечается в тех помещениях, перед которыми расположен застекленный балкон или лоджия. Наибольшее поглощение ультрафиолетовой радиации обнаружено у светопрозрачных конструкций с энергосберегающими и закаленными стеклами (помещение 16). Поглощение зависит от конструктивных особенностей светопрозрачных ограждений, их ориентации по сторонам горизонта, времени суток, даты и месяца года.

Таким образом, в исследованные жилые помещения проникает от 4 до 75 % ультрафиолетового облучения, и дальнейшими исследованиями предполагается оценить достаточность или недостаточность этой радиации для обеспечения необходимого уровня обеззараживания жилых помещений.

В процессе эксперимента определялся приход ультрафиолетовой радиации к светопрозрачной конструкции и ее поглощение этой конструкцией в диапазонах длин волн А, В и С. В табл. 2 приведены результаты этих измерений по некоторым помещениям. Условия эксперимента и описание светопрозрачных конструкций для исследованных помещений приведены в табл. 1.

Таблица 2

**Приход ультрафиолетовой радиации к фасадам зданий
и ее поглощение светопрозрачными конструкциями в диапазонах длин волн А, В, С**

№ пом.	Интенсивность УФ-радиации, мВт/м ²						Поглощение УФ-радиации светопрозрачной конструкцией, %		
	перед светопрозрачной конструкцией			после светопрозрачной конструкции			УФ-А	УФ-В	УФ-С
	УФ-А	УФ-В	УФ-С	УФ-А	УФ-В	УФ-С			
СЕВЕР									
1	2390	74	450	577	5	82	76	93	82
2	1832	37	240	747	5	99	60	87	59
3	737	8	148	159	0	20	78	100	87
ВОСТОК									
9	2788	82	574	1294	10	184	54	88	68
10	1344	38	227	587	4	45	56	90	80
11	239	4	33	67	0	7	72	100	80
ЮГ									
15	1851	44	307	532	4	36	71	91	88
16	5428	99	1866	302	3	20	94	97	99
17	927	28	222	577	2	109	38	93	51
18	1922	59	217	796	7	80	87	88	63

Анализ таблицы 2 показывает, что, вопреки сложившемуся мнению, диапазон бактерицидной радиации УФ-С (200-280 нм) присутствует в суммарном потоке ультрафиолетовой радиации и даже проходит через светопрозрачную конструкцию. В этом диапазоне существует длина волны 254 нм, которая обладает максимальным бактерицидным действием. Для этой длины волны в ряде работ [7, 8] приведены данные по необходимому уровню бактерицидной эффективности облучения помещений различного назначения и соответствующей этому уровню дозы облучения как для стерилизации воздуха в объеме помещения, так и для стерилизации облучаемой поверхности.

Нормы сформированы для различных помещений медицинских учреждений, для жилых помещений подобные нормы отсутствуют. Вместе с тем указано, что бактерицидная эффективность для патогенной микрофлоры не должна быть ниже 70 %. По-видимому, в первом приближении, до появления отечественных нормативов, бактерицидная эффективность облучения для жилых помещений может быть принята на уровне 70 %.

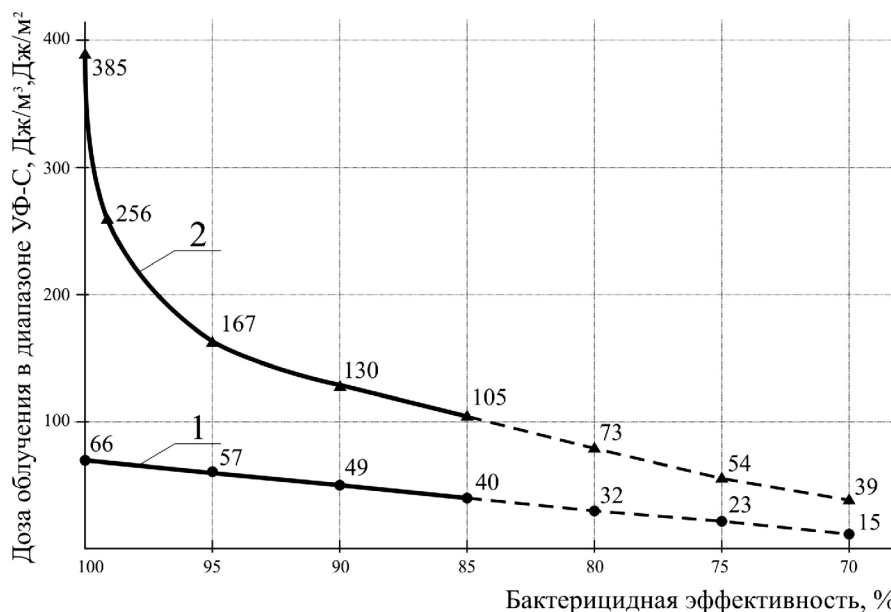


Рис. 3. Поверхностные (1), Дж/м² и объемные (2), Дж/м³ дозы облучения (диапазон УФ-С) для различных уровней бактерицидной эффективности (%) для золотистого стафилококка (*Staphylococcus aureus*) и кишечной палочки (*Escherichia Coli*)

На рис. 3 приведена зависимость уровня бактерицидной эффективности от получаемой дозы ультрафиолетового облучения, составленная по данным [7]. Дозы облучения для уровней 99,9 %, 95 %, 90 % и 85 % взяты по данным [7], дозы для уровня 70 % получены методом экстраполяции кривых.

Результаты натурального эксперимента позволяют перейти к расчету доз ультрафиолетового облучения помещений в диапазоне бактерицидной радиации УФ-С. Исходными данными для расчета служат: интенсивность ультрафиолетовой радиации после светопрозрачной конструкции (J_c , мВт/м²), параметры помещения (длина L , ширина B и высота H , в м) и параметры («в свету») светового проема (ширина b и высота h , в м). Полное количество энергии, прошедшее через площадь окна (Q , мВт), определится произведением часовой интенсивности (J , Вт/м²) на площадь светопрозрачной части проема ($b \cdot h$, м²):

$$Q = J \cdot b \cdot h, \text{ Вт} \quad (1)$$

Энергетическая доза в воздухе помещения определится как произведение Q на продолжительность облучения (τ , часы), отнесенную к объему помещения:

$$\Delta = Q \cdot \tau / (L \cdot B \cdot H), \text{ Дж/м}^3 \quad (2)$$

Величина τ принята равной нормируемой продолжительности инсоляции для Казани – 2 часа (7200 сек).

Результаты расчета доз ультрафиолетового облучения по некоторым помещениям представлены в табл. 3. Характеристика исследованных помещений и условия эксперимента представлены в табл. 1. В соответствии с рассчитанными дозами ультрафиолетового облучения в предпоследнем столбце таблицы приведены уровни бактерицидной эффективности, определенные по графикам рис. 3.

Таблица 3

Дозы ультрафиолетового облучения в объеме воздуха исследованных помещений

№	Помещения			окно b·h, м ²	J _с , мВт/м ²	Q, Вт	Δ, Дж/м ³	Бактериц. эффективность, %	Прим.
	Ориентация	L, м	V, м ³						
2	С	3,4	37	2,8	100	0,28	54	75	-
9	В	2,8	20,8	1,8	186	0,335	116	87	-
10	В	5,6	50,3	3,0	46	0,138	20	<70	балкон
12	ЮВ	3,4	38	3,3	342	1,129	214	97	2 окна
17	Ю	4,6	43	3,4	110	0,374	63	77	2 окна
18	Ю	4,0	33,6	1,65	81	0,134	29	<70	балкон
21	ЮЗ	4,5	38	2,7	118	0,319	60	76	-

Анализ табл. 3 показывает, что в летний период уровень бактерицидной эффективности, при двухчасовом облучении большинства помещений, превышает необходимые 70 % даже для помещений, ориентированных на север. Помещения с застекленными балконами или лоджиями не имеют необходимого уровня бактерицидной эффективности (пом. 10 и 18), несмотря на то, что измерения проводились при безоблачном небе.

Энергетическая доза на рабочих поверхностях помещения (уровень стола и уровень пола) определится как произведение интенсивности облучения этой поверхности в диапазоне длин волн УФ-С (J_p , мВт/м²) на продолжительность облучения (τ , часы). Величина τ равна нормируемой продолжительности облучения – 2 часа (7200 сек.). Величина J_p для исследованных помещений получена в результате измерения по схеме рис. 2. В качестве примера на рис. 4 приведены результаты измерения интенсивности ультрафиолетовой радиации в диапазоне УФ-С в расчетных точках на полу помещений 12, 18, 21 в мВт/м².

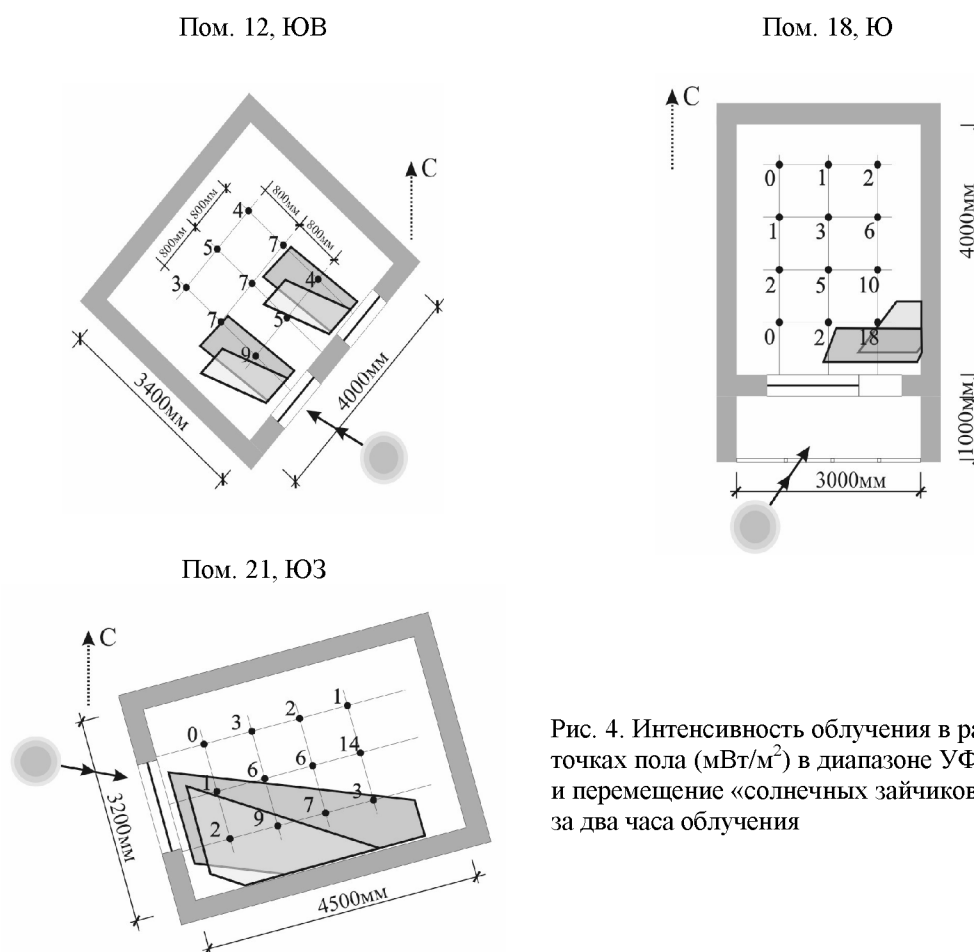


Рис. 4. Интенсивность облучения в расчетных точках пола (мВт/м²) в диапазоне УФ-С и перемещение «солнечных зайчиков» от окон за два часа облучения

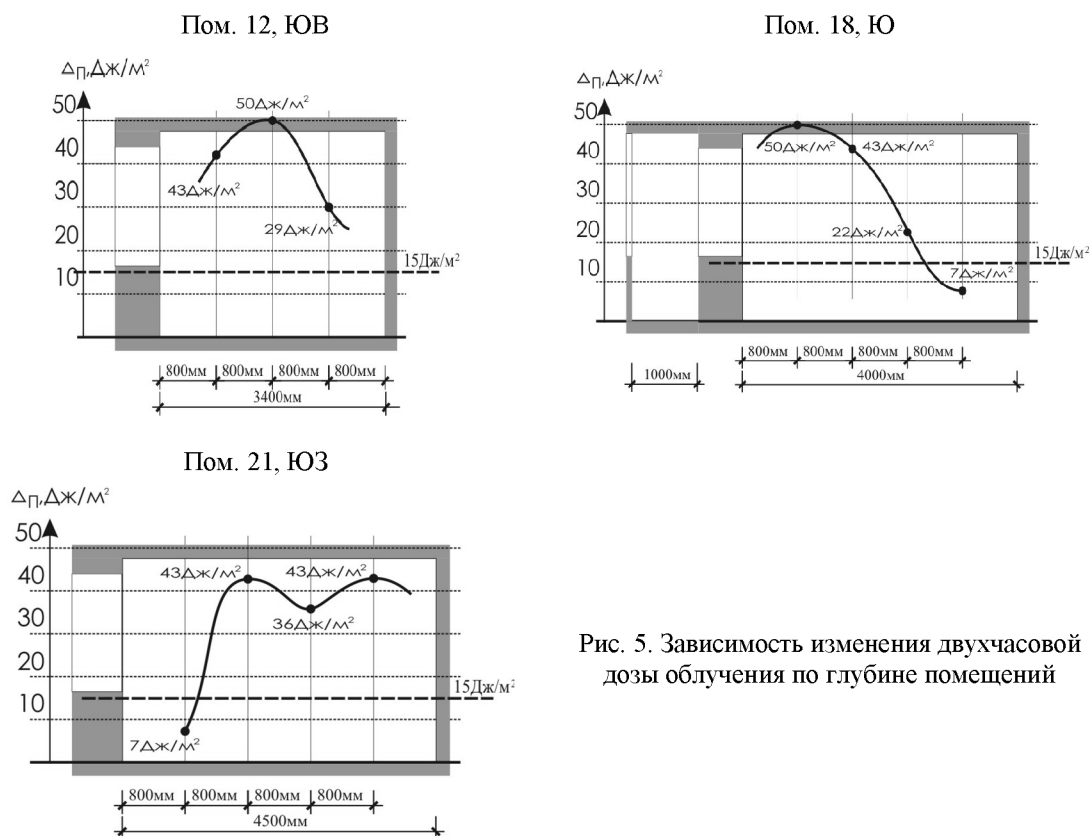


Рис. 5. Зависимость изменения двухчасовой дозы облучения по глубине помещений

На этих же рисунках показано перемещение «солнечных зайчиков» от окон за расчетную продолжительность два часа. Показатели интенсивности облучения в расчетных точках усреднялись по ширине помещений (по линиям, параллельным окну). В результате получены зависимости изменения интенсивности облучения по глубине помещения. По усредненным значениям интенсивности облучения по глубине помещения рассчитаны дозы радиации (Δ_p , Дж/м²) за 2^х часовой период облучения. Изменения доз радиации по глубине помещения приведены на разрезах помещений на рис. 5 в сравнении с величиной дозы 15 Дж/м², при которой обеспечивается минимально допустимая бактерицидная эффективность для поверхности – 70 %.

Заключение

Натурные измерения интенсивности ультрафиолетовой радиации, приходящей к фасадам зданий различных ориентаций, показали, что величина этой интенсивности в несколько раз ниже значений, приводимых в справочных таблицах пособия [9]. Причиной этого, по нашему мнению, является реальная «замутненность» атмосферы крупного города, которая поглощает ультрафиолетовую радиацию.

Исследования показали, что, вопреки общепринятому мнению, в суммарном потоке ультрафиолетовой радиации значительную часть составляет радиация диапазона УФ-С (200-280нм), которая не только приходит к фасадам зданий, но и проникает в помещение через светопрозрачную конструкцию.

Измерения ультрафиолетовой радиации, приходящей в помещения через светопрозрачные конструкции, показали, что величина рассеянной ультрафиолетовой радиации одного порядка с прямой, а для некоторых помещений даже превышает прямую. Этот факт корректирует наши представления о принципах инсоляции помещений.

По методике, предложенной в работе, были рассчитаны дозы ультрафиолетовой радиации (в том числе в диапазоне УФ-С) в объеме помещений и на рабочих поверхностях (пол помещения). Получено, что в летние месяцы дозы радиации, полученные за нормируемую продолжительность облучения 2 часа, обеспечивают необходимый уровень

бактерицидной эффективности 70 % не только помещений, облучаемых солнцем, но также помещений северной ориентации, куда не попадают прямые солнечные лучи.

Исследованиями установлено также, что наличие застекленного балкона или лоджии перед помещением не обеспечивает необходимого уровня бактерицидной эффективности в воздухе жилых помещений.

Список литературы

1. СанПиН 2.1.2.2645-10. Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий: Нормы проектирования. – утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 10.06.10 № 64 и введ. 15.08.10.
2. Беликова В.К. Естественная ультрафиолетовая радиация и ее бактерицидное значение // Гигиена и санитария, 1966, № 4. – С. 5-14.
3. Беликова В.К. Бактерицидное значение излучения солнца, проникающего в помещение // Гигиена и санитария, 1957, № 11. – С. 8-15.
4. Беликова В.К. Гигиеническая оценка опытных образцов оконного стекла // Гигиена и санитария, 1964, № 1. – С. 21-27.
5. Галанин Н.Ф. Лучистая энергия и ее гигиеническое значение. – Л.: Медицина, 1969. – 184 с.
6. Данциг Н.М. Обоснование гигиенических требований к инсоляции помещений жилых и общественных зданий и жилой застройки населенных мест // Гигиена и санитария, 1968, № 5. – С. 18-22.
7. Руководство Р 3.5.1904-04. Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха в помещениях: утв. Главным государственным санитарным врачом РФ Г.Г. Онищенко от 04.04.2004 (дата введения 04.04.2004).
8. Дозы облучения необходимые для обеззараживания. [Электронный ресурс] / Научно-производственное объединение «ЛИТ». URL: <http://www.npo.lit.ru> (дата обращения: 09.04.2010).
9. Руководство по строительной климатологии (Пособие по проектированию). – М.: Стройиздат, 1977. – 327 с.

Kupriyanov V.N. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: kupriyan@kgasu.ru

Khalikova F.R. – assistant, engineer and architect

E-mail: khalikova_f@mail.ru

Kazan State university of Architecture and Engineering

Address of the organization: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Field investigation of the energy parameters of insolation of residential premises

Resume

In existing regulations quantitative measure of insolation of accommodation is the duration of their exposure to direct sunlight. However, it is known that the effectiveness of the sanitizing sunlight is linked not only to the duration of exposure, but also with the magnitude of the intensity of the exposure, but rather with energy radiation dose (product of the intensity of radiation at the time of exposure), which comes to a test object of microorganisms. The results of measuring the intensity of the ultraviolet radiation of the sun on the surfaces of translucent structures and the working surfaces 26 residential buildings oriented to 8 points off. The technique, which allows to calculate the dose of ultraviolet radiation (including the range of UV-C) in the amount of space and on work surfaces (floor space). Proposed level of bactericidal efficiency for homes, which allowed to determine the level of hygiene being investigated premises. It is found that in the summer the radiation dose received during the duration of exposure normative 2 hours, provide the required level of 70 % bactericidal efficiency is not

only sun exposed areas, but also areas of northern orientation, which is not directly exposed to sun rays. Room with glazed balconies or loggias have the necessary level of bactericidal efficacy, despite the fact that the measurements were carried out at the cloudless sky.

Key words: ultraviolet radiation, translucent design, bactericidal efficiency, energy dose, orientation.

References

1. SanPiN 2.1.2.2645-10. Hygienic requirements for insolation and sun protection residential and public buildings and areas: Standards design. – approved. Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation of 10.06.10 № 64 and enter. 15.08.10.
2. Belikova V.K. Natural ultraviolet radiation and its bactericidal value // Hygiene and sanitation, 1966, № 4. – P. 5-14.
3. Belikova V.K. Bactericidal value of solar radiation that enters the room // Hygiene and sanitation, 1957, № 11. – P. 8-15.
4. Belikova V.K. Hygienic evaluation of prototypes of window glass // Hygiene and sanitation, 1964, № 1. – P. 21-27.
5. Galanin N.F. Radiant energy and its hygienic value. – L.: Medicine, 1969. – 184 p.
6. Danzig N.M. Justification hygiene to insolation residential and public buildings and residential areas populated areas // Hygiene and sanitation, 1968, № 5. – P. 18-22.
7. Leaders R 3.5.1904-04. The use of ultraviolet germicidal radiation disinfection indoor air: approved. Chief Medical Officer of the Russian Federation of 04.04.2004 G.G. Onischenko. (date of implementation 04.04.2004).
8. The radiation dose required for disinfection. [Electronic resource] / Scientific-Production Association «LIT». URL: <http://www.npo.lit.ru> (reference date: 09.04.2010).
9. Guide to Building Climatology (Benefit design). – M.: Stroizdat, 1977. – 327 p.

УДК 624(075.8)

Манапов А.З. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: man48-75@mail.ru

Галимшин Р.А. – кандидат технических наук, доцент

Гимранов Л.Р. – кандидат технических наук, ассистент

E-mail: leenur@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Интервальный анализ несущих конструкций защитного сооружения Ханского дворца в г. Булгары РТ

Аннотация

Определены и оценены в интервальной форме неопределенности расчетной схемы, нагрузок и прочности материалов несущих деревянных конструкций защитного сооружения над руинами Ханского дворца в г. Булгары РТ. Решение неопределенностей выполнено с применением метода статистического моделирования путем генерирования в процессной форме возможных сочетаний параметров нагрузок, функций перехода от нагрузок к усилиям и напряжениям и прочности клееной древесины. Конечные результаты решений представлены в виде двух множеств: напряжений в сечениях конструкций и удельной прочности клееной древесины, использованной при строительстве. Отказ конструкции представлен как количество случаев превышения напряжений над удельной прочностью при их сравнении на каждом временном интервале, равном 10 суткам за планируемый срок эксплуатации 50 лет.

Ключевые слова: напряжение, прочность, статистическое моделирование, пролет балки, расчетная схема.

Архитектурное решение защитного сооружения над руинами Ханского дворца в г. Булгары РТ, реализованное в форме четырехгранного шатра с использованием в качестве основных несущих конструкций клееных деревянных балок пролетом до 29 метров, относится к уникальным сооружениям деревянного зодчества. Конструктивная, расчетная и геометрическая схемы шатрового покрытия защитного сооружения приведены на рис. 1-3.

При выполнении расчета клееных деревянных балок защитного сооружения обнаружился ряд неопределенностей, существенно влияющих на напряженно-деформированное состояние сооружения в целом и его отдельных конструктивных элементов. Выявленные и требующие решения неопределенности были разделены на группы в зависимости от значимых причин их появления и влияния (таблица 1).



Рис. 1. Несущие конструкции укрытия защитного сооружения над руинами Ханского дворца в г. Булгары РТ. Период монтажа клееных деревянных балок

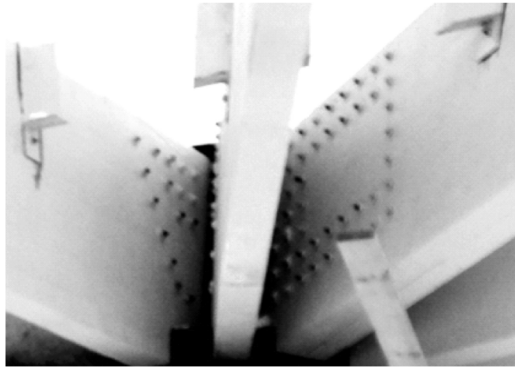


Рис. 2. Верхний опорный узел главной балки ГБ-3

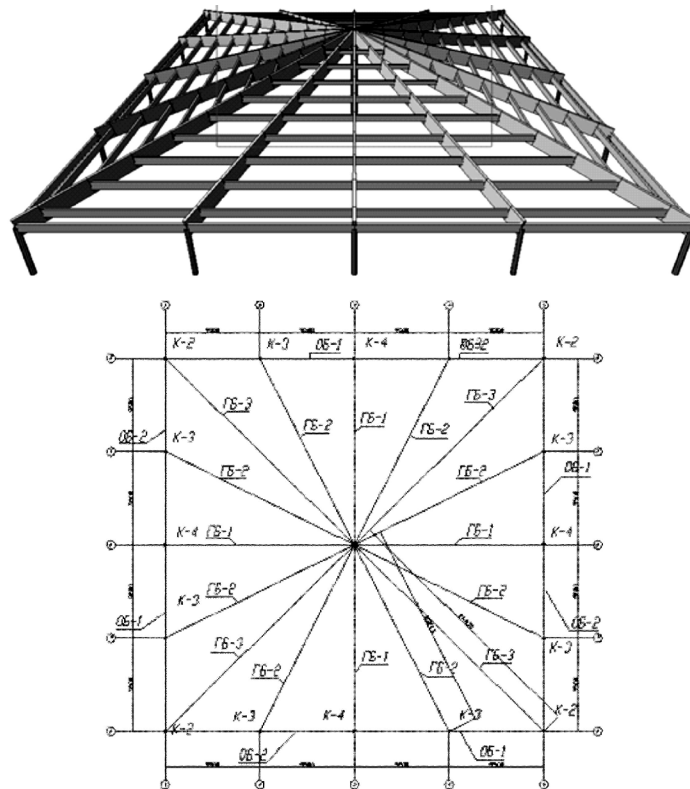


Рис. 3. Расчетная схема несущих конструкций защитного сооружения над руинами Ханского дворца в г. Булгары РТ

Таблица 1

№	Содержание неопределенности
1	Неопределенности, связанные с составлением расчетной схемы, с физической и геометрической нелинейностью
2	Неопределенности, связанные с назначением нагрузок
3	Неопределенности, связанные с прочностью и деформативностью материалов и изменениями их свойств во времени

Как следует из таблицы 1, к первой группе были отнесены неопределенности, связанные с составлением расчетной схемы сооружения. Эти неопределенности прежде всего связаны с податливостью узлов деревянных конструкций и их влиянием на перераспределение усилий между конструктивными элементами. В отличие от стальных конструкций в деревянных конструкциях затруднительно, а во многих случаях и невозможно, обеспечить равную деформативность узлов с основными элементами конструкций. Например, в рассматриваемом сооружении, в узле опирания прогонов на

главные балки, смятие прогонов будет происходить вдоль волокон, а смятие главных балок – поперек волокон. Учитывая, что модули упругости вдоль волокон и поперек волокон отличаются в несколько раз, передача усилий из одного элемента к другому будет вызывать неодинаковые деформации. В этой связи на распределение внутренних усилий в элементах пространственного каркаса защитного сооружения в г. Булгары в значительной степени влияют характеристики прочности и жесткости узлов. Неопределенности, связанные с составлением расчетной схемы защитного сооружения в г. Булгары решались вариантным методом, путем составления различных возможных расчетных схем с анализом изменений внутренних усилий.

Рассмотрено три возможных варианта расчетной схемы главных балок ГБ-2 и ГБ-3 (табл. 2).

Таблица 2

Номер варианта расчетной схемы	Условия опирания балок на колонны	Условия взаимодействия с прогонами
1 вариант расчетной схемы	Жесткая заделка на центральной и крайних колоннах	Узлы соединения с прогонами шарнирные. Жесткость на линейные перемещения равна нулю
2 вариант расчетной схемы	Шарнирное опирание на центральную и крайние колонны	Узлы соединения с прогонами шарнирные. Жесткость на линейные перемещения конечная по расчету
3 вариант расчетной схемы	Шарнирное опирание на центральную и крайние колонны	Узлы соединения с прогонами шарнирные. Жесткость на линейные перемещения равна нулю

В соответствии с принятыми вариантами расчетных схем выполнены расчеты внутренних усилий M и N и определен диапазон их возможных значений (рис. 4-5, табл. 3-4).

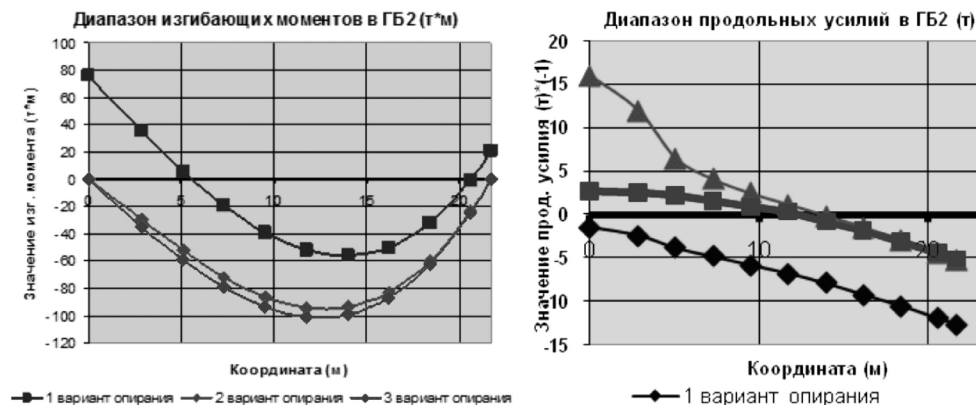


Рис. 4. Диапазон изменения значений внутренних усилий в балке ГБ-2

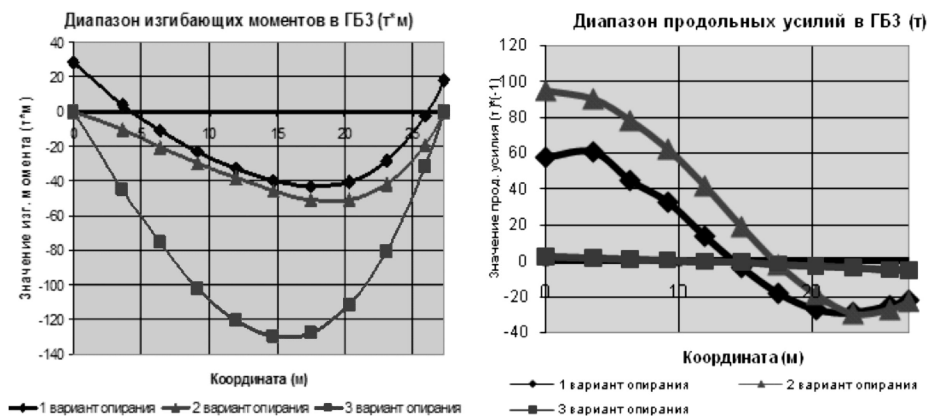


Рис. 5. Диапазон изменения значений изгибающих моментов в балке ГБ-3

Таблица 3

Коэффициенты перехода для ГБ-3
Внутренние усилия в сечениях главной балки ГБ-3
при различных вариантах расчетной схемы

Координаты (м)	1 вариант расчетной схемы		2 вариант расчетной схемы		3 вариант расчетной схемы	
	М (т*м)	N (т)	М (т*м)	N (т)	М (т*м)	N (т)
0,0	28,2	58,0	0,0	95,0	0,0	2,4
3,6	3,7	60,5	-10,5	90,0	-45,1	1,2
6,4	-11,1	45,0	-20,5	78,5	-75,8	0,8
9,2	-23,3	33,0	-29,6	62,0	-102,0	0,4
12,0	-32,8	14,0	-38,3	41,5	-120,4	-0,4
14,8	-40,1	-3,5	-46,1	19,0	-129,7	-1,0
17,5	-43,5	-18,0	-51,1	-2,0	-127,5	-2,0
20,3	-40,7	-27,0	-51,0	-19,0	-111,8	-3,0
23,1	-28,6	-29,0	-41,8	-29,5	-80,8	-4,0
25,9	2,5	-25,0	-19,4	-27,0	-31,8	-5,0
27,3	17,9	-22,0	0,0	-23,0	0,0	-5,6

Таблица 4

Коэффициенты перехода для главной балки ГБ-2

Координаты (м)	1 вариант расчетной схемы		2 вариант расчетной схемы		3 вариант расчетной схемы	
	$K_M (м^3)$	$K_N (м^2)$	$K_M (м^3)$	$K_N (м^2)$	$K_M (м^3)$	$K_N (м^2)$
0,0	-117,5	241,7	0,0	395,8	0,0	10,0
3,6	15,4	252,1	-43,8	375,0	-187,9	5,0
6,4	-46,3	187,5	-85,4	327,1	-315,8	3,3
9,2	-97,1	137,5	-123,3	258,3	-425,0	1,7
12,0	-136,7	58,3	-159,6	172,9	-501,7	-1,7
14,8	-167,1	-14,6	-192,1	79,2	-540,4	-4,2
17,5	-181,3	-75,0	-212,9	-8,3	-531,3	-8,3
20,3	-169,6	-112,5	-212,5	-79,2	-465,8	-12,5
23,1	-119,2	-120,8	-174,2	-122,9	-336,7	-16,7
25,9	10,4	-104,2	-80,8	-112,5	-132,5	-20,8
27,3	74,6	-91,7	0,0	-95,8	0,0	-23,3

Таблица 5

Координаты (м)	Интервалы функции распределения коэффициента перехода $K_M (м^3)$ для главной балки ГБ-2			Интервалы функции распределения коэффициента перехода $K_N (м^2)$ для главной балки ГБ-2		
	Максимум	Минимум	Параметры распредел	Максимум	Минимум	Параметры распредел
0,0	117,5	0,0	M=58,5 $\Delta=19,5$	395,8	10,0	M=192,9 $\Delta=60,9$
3,6	187,9	15,4		375,0	5,0	
6,4	315,8	46,3		327,1	3,3	
9,2	425,0	97,1		258,3	1,7	
12,0	501,7	136,7		172,9	1,7	
14,8	540,4	167,1	M=353 $\Delta=62,2$	79,2	4,2	M=37,5 $\Delta=11,1$
17,5	531,3	181,3		75,0	8,3	
20,3	465,8	169,6		12,5	12,5	
23,1	336,7	119,2		122,9	16,7	
25,9	132,5	10,4		112,5	20,8	
27,3	74,6	0,0		95,8	23,3	

С использованием полученных результатов составлены функции распределения коэффициента перехода $K_M (м^3)$, один из которых представлен на рис. 6.

Распределение коэффициента перехода для сечения ГБ-2-14.8

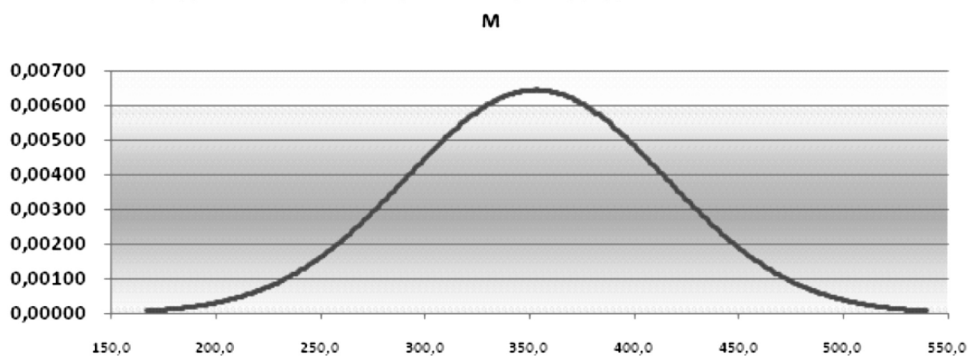


Рис. 6. Распределение коэффициентов перехода для сечения ГБ-2-14.8

При статическом расчете сооружения и для перехода от усилий к напряжениям использованы геометрические параметры главных балок (табл. 6).

Таблица 6

Геометрические характеристики главных балок

Главная балка ГБ-2		
№	Наименование	Значение
1	Размеры сечения	H=1300 мм, b=180 мм
2	Момент сопротивления, W_x	50700 см ³
3	Момент инерции, J_x	3295500 см ⁴
4	Статический момент брутто сдвигаемой части поперечного сечения элемента относительно нейтральной оси, S_x	38025 см ³
Главная балка ГБ-3		
№	Наименование	Значение
1	Размеры сечения	H=1300 мм, b=280 мм Площадь сечения 3640 см ²
2	Момент сопротивления, W_x	78866 см ³
3	Момент инерции, J_x	5126333 см ⁴
4	Статический момент брутто сдвигаемой части поперечного сечения элемента относительно нейтральной оси, S_x	59150 см ³

На втором этапе рассмотрены неопределенности, связанные с назначением нагрузок. Постоянные нагрузки от веса несущих и ограждающих конструкций корректировались в процессе проектирования и строительства в связи с изменениями сортаментов, типа и параметров материалов. Например, в процессе проектирования по желанию заказчика производилась замена кровельных прогонов из деревянного бруса на стальные квадратные трубы, изменялись требования по толщине светопрозрачного покрытия. Большие неопределенности связаны со снеговой нагрузкой. С одной стороны, в последнюю зиму 2010/2011 гг. наблюдались рекордные за весь период наблюдений зимние осадки, что практически поставило под сомнение имеющиеся положения по назначению расчетных снеговых нагрузок. С другой стороны, в нормативной литературе отсутствуют рекомендации по назначению коэффициента перехода от веса снегового покрова на земле к весу снегового покрова на кровле для шатровых покрытий.

Таблица 7

№	Наименование нагрузок
1	Постоянные нагрузки от веса несущих конструкций
2	Постоянные нагрузки от веса ограждающих конструкций
3	Вес снегового покрова на земле
4	Вес снегового покрова на покрытии

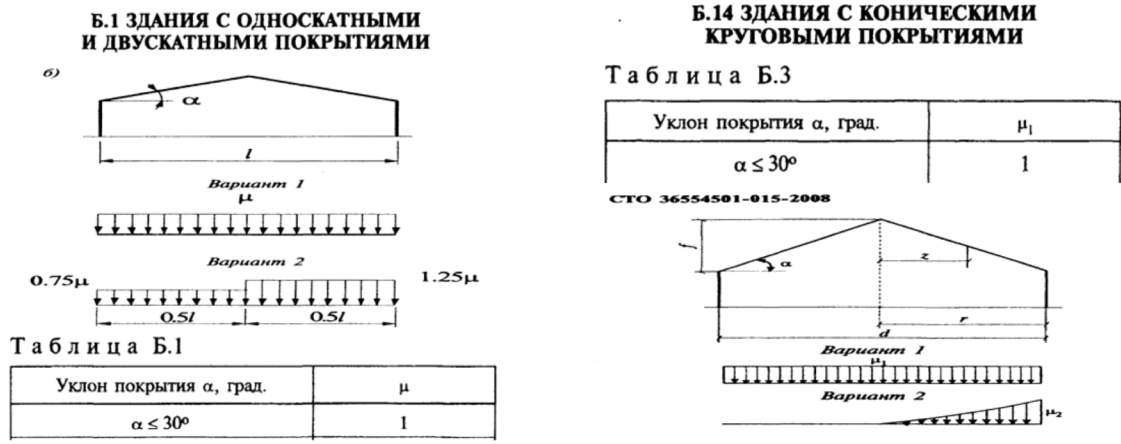


Рис. 7. Распределение снеговой нагрузки на покрытия, близкие по очертанию к шатру защитного сооружения

Статистическое представление снеговой нагрузки принято в соответствии с рекомендациями в пособии [94] к СНиП II-23-81 (табл. 8).

Таблица 8

Снеговой район по [3]	Среднее значение веса снегового покрова на 1 м ² горизонтальной поверхности, Па (кгс/м ²)	Коэффициент вариации V_f
IV	1470 (150)	0,30
V	1960 (200)	0,30

Коэффициенты учета подекадных изменений запасов воды в снежном покрове для условий проектирования приняты по данным [7] и представлены в табл. 9 и на рис. 8.

Таблица 9

Месяц года и декада	Наибольшая высота снежного покрова (10 ⁻² м)	Плотность снега (кг/м ³)	Запасы воды в снеге (10 н/м ²)	Коэффициент учета изменений запасов воды в снежном покрове	
Ноябрь	1	10			
	2	21	22	0,14	
	3	24	210	30	0,19
Декабрь	1	33	219	33	0,22
	2	38	210	51	0,33
	3	40	223	61	0,39
Январь	1	49	222	77	0,49
	2	59	238	91	0,59
	3	71	240	102	0,66
Февраль	1	82	247	121	0,78
	2	100	252	138	0,89
	3	116	268	152	0,98
Март	1	111	268	153	0,99
	2	106	291	155	1,00
	3	94	320	148	0,95
Апрель	1	60		122	0,79
	2	18			
	3	6			



Рис. 8. Коэффициент изменения подекадной снеговой нагрузки

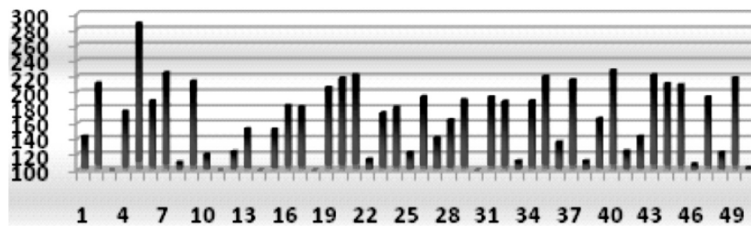


Рис. 9. Годовые максимумы снеговой нагрузки (кгс/м²) за 50 лет

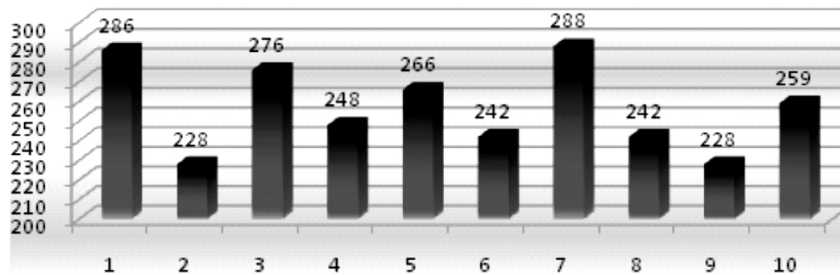


Рис. 10. 50-летние максимумы снеговой нагрузки (кгс/м²)

На основании информации о распределении снеговой нагрузки выполнено статистическое моделирование снеговой нагрузки на покрытие сооружения, выборки из которого представлены на рис. 9-10.

На третьем этапе решались неопределенности, связанные с прочностью и деформативностью древесины. При выполнении предварительных расчетов клееных деревянных балок защитного сооружения в г. Булгары РТ прочностные и деформационные характеристики древесины принимались в соответствии с нормативными требованиями [4].

Таблица 10

Напряженное состояние и характеристика элементов	Сорт древесины	R _{вр} , МПа	ν	R ^н , МПа	γ _m	R, МПа
Изгиб. Элементы брусчатые и клееные шириной свыше 13 см	1	37,5	0,15	28	1,15	16
	2	35		26	1,15	15
	3	25		19	1,14	11
Сжатие вдоль волокон. Элементы брусчатые и клееные шириной св. 13 см	1	34,5	0,13	27	1,12	16
	2	32		25	1,11	15
	3	23,5		18,5	1,11	11
Растяжение вдоль волокон. Элементы из клееной древесины	1	34	0,2	23	1,27	12
	2	25		17	1,25	9
Сжатие и смятие поперек волокон по всей площади	1-3	5	0,19	3,4	1,25	1,8

Таблица 11

Напряженное состояние и характеристика элементов	Расчетные сопротивления, МПа/кгс/см ² , для сортов (классов) древесины			
	обозначение	1/К26	2/К24	3/К16
1. Изгиб, сжатие и смятие вдоль волокон: а) элементы прямоугольного сечения (за исключением указанных в подпунктах «б», «в») высотой до 50 см. При высоте сечения более 50 см см. п. 3.2, д текста	R _и , R _с , R _{см}	14/140	13/130	8,5/85

Для оценки резервов прочности и жесткости использованы результаты собственных испытаний образцов древесины и зубчатых клеевых соединений, применяемых при изготовлении клееных деревянных балок укрытия Ханского погребения в г. Булгары РТ.

При изготовлении деревянных клееных балок нормами предусмотрена необходимость определения путем испытаний до разрушения предела прочности зубчатых клеевых соединений, используемых для продольного соединения досок, образующих сечение клееной балки. Испытания зубчатых клеевых соединений выполняются на чистый изгиб согласно схеме на рис. 11 с определением значения предела прочности зубчатого клеевого соединения по формуле (1).

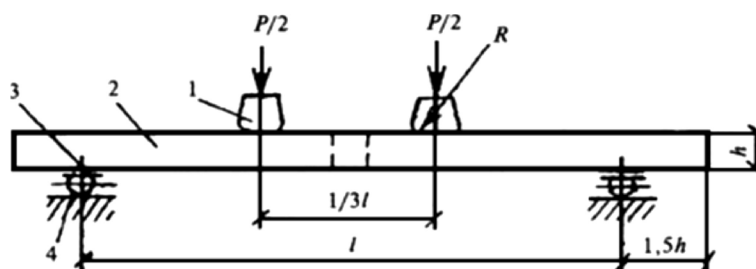


Рис. 11. Схема испытаний зубчатых клеевых соединений при поперечном изгибе по СТО 36554501-004-2006

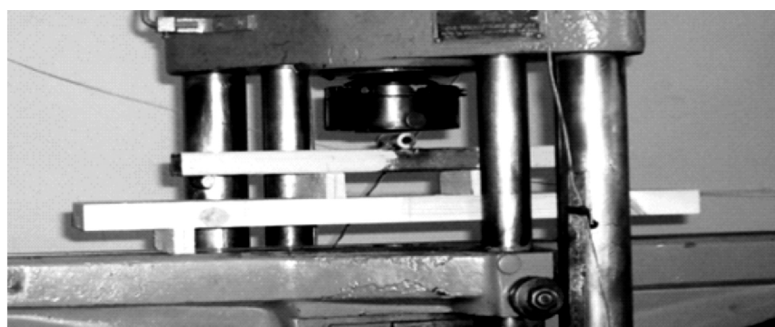


Рис. 12. Схема испытаний образцов на прессе

$$\sigma = Pl/(bh^2), \tag{1}$$

где P – разрушающая нагрузка, Н; l – величина пролета испытываемого образца, м; b – ширина сечения образца, м; h – высота сечения образца, м.

Число испытываемых образцов при лабораторных испытаниях должно быть не менее 10. Согласно вышеприведенным требованиям стандартов было выполнено испытание 10 образцов древесины с зубчатыми клеевыми соединениями до разрушения, результаты испытаний приведены в табл. 12 и на рис. 13.

Таблица 12

Номер образца	Толщина сечения (мм)	Ширина сечения (мм)	Пролет (мм)	Разрушающая нагрузка (кгс)	Предел прочности (кгс/см ²)
1	32	110	450	790	315
2	32	114	450	690	275
3	32	110	450	990	395
4	32,5	110	450	1050	406
5	33	110	450	870	326
6	33	118	450	790	276
7	32	110	450	830	331
8	32	110	450	1370	547
9	32	112	450	880	345
10	32	110	450	850	339

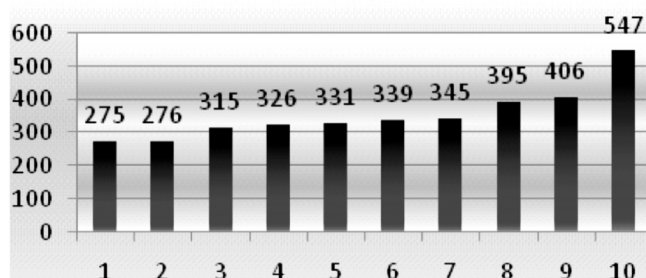
Предел прочности зубчатых соединений
кгс/см²

Рис. 13. Предел прочности зубчатых соединений по результатам испытаний 10 образцов

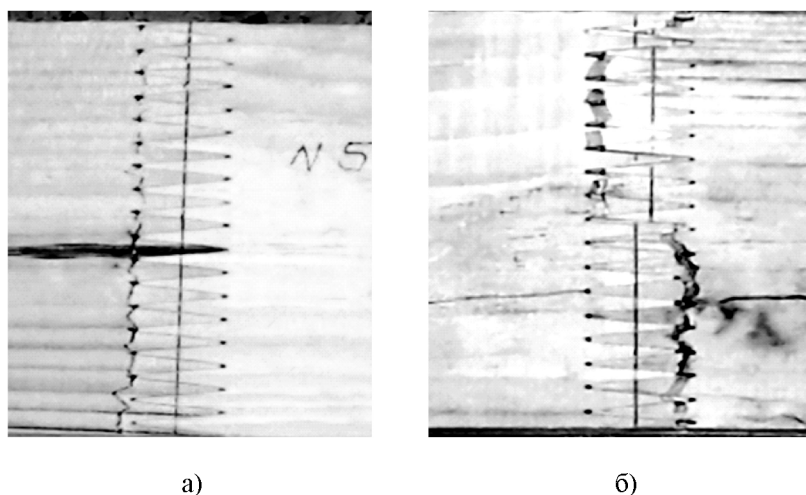


Рис. 14. Характер разрушения образцов: а) образец № 5; б) образец № 7

По результатам испытаний 10 образцов зубчатых клеевых соединений наименьшее значение предела прочности 275 кгс/см² имело место для 2 образца. Из 10 испытанных образцов 1 образец разрушился по основному материалу – древесине, 2 образца разрушились по границе зубчатого соединения с переходом в основной материал, остальные 7 образцов разрушились по границе зубчатого соединения.

На рис. 12 приведена идеализированная схема испытаний зубчатых клеевых соединений. Фактически ввиду возможных ошибок измерений геометрических параметров, мест приложения испытательных нагрузок и опорных реакций и прилагаемых при испытании нагрузок параметры испытательной схемы имеют стохастический характер. В таблице 13 путем анализа определены возможные параметры распределения геометрических размеров, используемых в расчетной формуле (1), и разрушающей нагрузки.

Таблица 13

№ образца	Толщина сечения (мм)	Ширина сечения (мм)	Пролет (мм)	Разрушающая нагрузка (кгс)
Для всех образцов	$h_{cp} = h_{ном}$ $\Delta_h = 0,02 h_{cp}$	$b_{cp} = b_{ном}$ $\Delta_b = 0,02 b_{cp}$	$l_{cp} = l_{ном}$ $\Delta_l = 0,02 l_{cp}$	$P_{cp} = P_{ном}$ $\Delta_p = 0,02 P_{cp}$
2	$h_{cp} = 32$ $\Delta_h = 0,64_{cp}$	$b_{cp} = 114$ $\Delta_b = 2,28$	$l_{cp} = 450$ $\Delta_l = 9,0$	$P_{cp} = 690$ $\Delta_p = 13,8$
6	$h_{cp} = 33$ $\Delta_h = 0,66_{cp}$	$b_{cp} = 118$ $\Delta_b = 2,36$	$l_{cp} = 450$ $\Delta_l = 9,0$	$P_{cp} = 790$ $\Delta_p = 15,8$

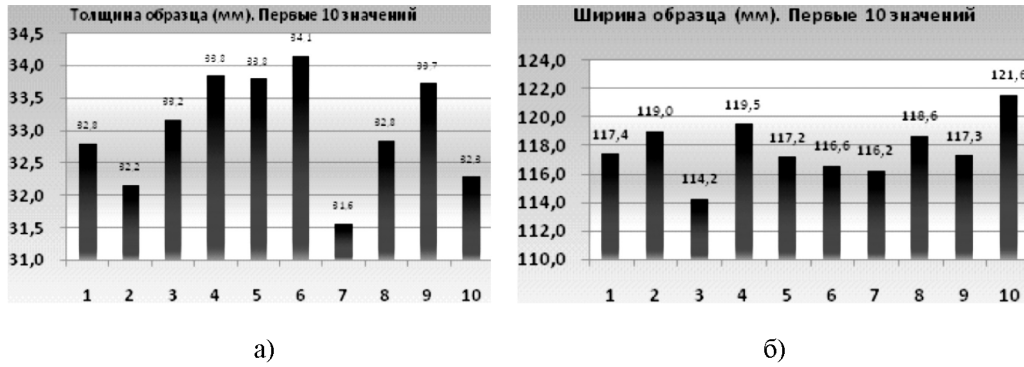


Рис. 15. Геометрические параметры образцов: а) толщина; б) ширина

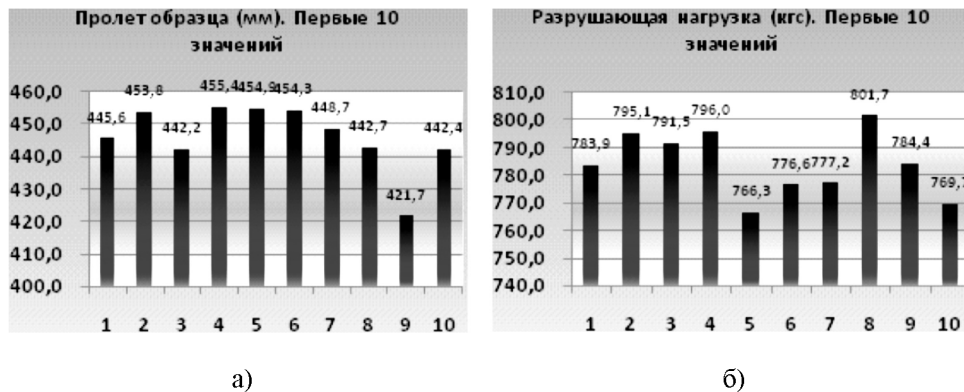


Рис. 16. Геометрические параметры образцов: а) пролет образца; б) разрушающая нагрузка

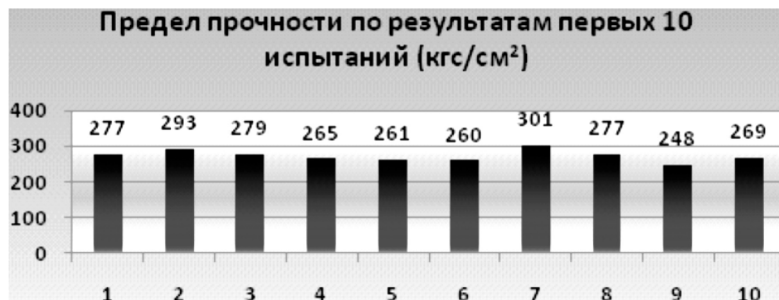


Рис. 17. Предел прочности по результатам первых 10 испытаний

При помощи генератора случайных чисел для каждого параметра, содержащегося в формуле (1), с использованием функций распределений получены множества σ в объеме 10000 значений. Методом статистического моделирования по формуле (1) получено множество напряжений разрушения соединений или предела прочности зубчатых клеевых соединений. В таблице 14 и на рисунке 15 приведены 50 минимальных значений из этого множества в 10000 значений.

Таблица 14

	218	228	231	232	233
	222	229	231	232	233
	223	230	232	232	233
	224	230	232	232	233
	225	230	232	232	233
	226	230	232	232	233
	227	230	232	232	233
	227	231	232	232	233
	228	231	232	233	233
	228	231	232	233	233

50 минимальных значений предела прочности зубчатых клеевых соединений из 10000 (кгс/см²)



Рис. 18. Минимальные значения предела прочности зубчатых соединений по результатам статистического моделирования

По результатам обработки испытаний зубчатых клеевых соединений до разрушения с использованием статистического моделирования предел прочности соединения с обеспеченностью 0,9999 равен 218 кгс/см². Минимальный предел прочности 275 кгс/см², полученный без учета возможных ошибок измерений геометрических параметров, мест приложения испытательных нагрузок и опорных реакций и прилагаемых при испытании нагрузок, имеет обеспеченность 0,9564. С учетом коэффициента длительного сопротивления $\gamma_{con} = 0,67$, предел длительной прочности зубчатого соединения с обеспеченностью 0,9999 равен 146 кгс/см².

Коэффициент длительного сопротивления

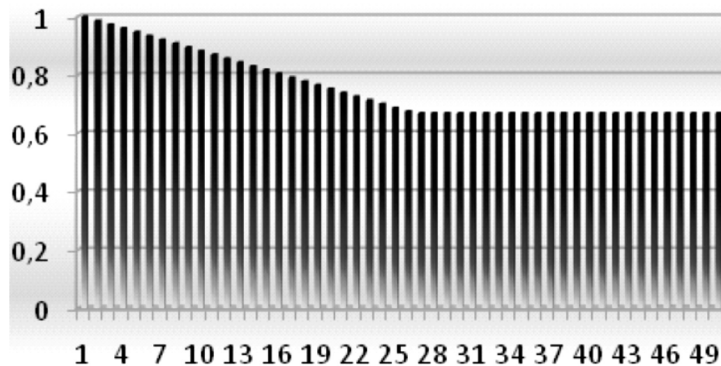


Рис. 19. Коэффициент длительного сопротивления

Длительное нормативное значение модуля упругости древесины вдоль волокон принято равным $E_d = 85000 \text{ кгс/см}^2$; а длительное расчетное значение модуля упругости $E_{od} = 65000 \text{ кгс/см}^2$ [3].

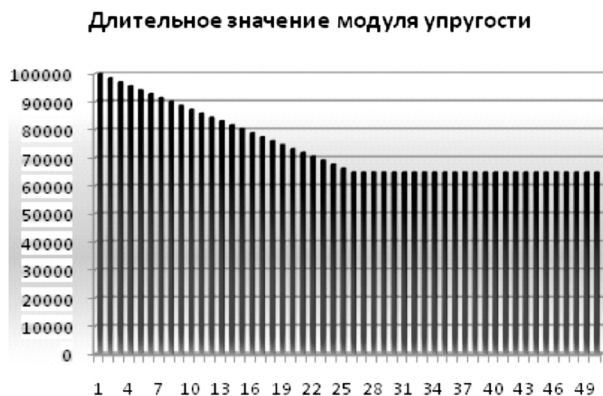


Рис. 20. Длительное значение модуля упругости.

Проверка прочности главных балок ГБ-2 и ГБ-3 на первом этапе производилась по детерминированной схеме (табл. 15). При этом расчетные параметры: внутренние усилия и геометрические параметры принимались в невыгоднейших сочетаниях, реализация которых при эксплуатации могла быть маловероятной.

Таблица 15

№	Предельные состояния	Расчет ГБ-2
1	Изгиб-прочность по нормальным напряжениям	$M=-100.9$ т*м= 10090000 кгс*см; $W_x=50700$ см ³ ; $\sigma = 199$ кгс/см ²
№	Предельные состояния	Расчет ГБ-3
1	Изгиб-прочность по нормальным напряжениям	$M=-129.7$ т*м= 12970000 кгс*см; $W_x=78866$ см ³ ; $\sigma = 164$ кгс/см ²

В соответствии с нормативными требованиями [4] расчетное сопротивление брусчатых и клееных элементов шириной свыше 13 см, работающих на изгиб, равно $R=150$ кгс/см².

Таким образом, при детерминированном расчете условие прочности при самых невыгодных сочетаниях расчетных параметров не выполняется. На втором этапе проверка прочности главных балок ГБ-2 и ГБ-3 производилась методом статистического моделирования с учетом интервальных оценок расчетных параметров.

Расчетным состоянием при этом принята также прочность при изгибе по нормальным напряжениям. При статистическом рассмотрении множество напряжений σ сравнивалось с множеством удельной прочности. Множество напряжений σ было определено как множество годовых максимумов снеговой нагрузки, умноженное на множество коэффициента перехода от нагрузок к усилиям, деленное на множество момента сопротивления расчетного сечения.

Сравнение 10 значений максимальных нормальных напряжений и 10 минимальных значений удельной прочности за период эксплуатации 50 лет 20 сооружений для балки ГБ-2 приведено на рис. 21. Результаты статистического моделирования показали, что при расчетных условиях решения отказ конструкции не ожидается.

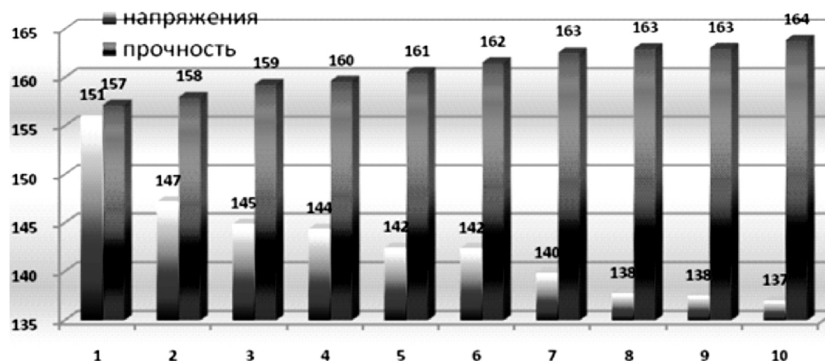


Рис. 21. Сравнительные значения прочности и напряжений

Выводы:

Определены и оценены в интервальной форме неопределенности расчетной схемы, нагрузок и прочности материалов несущих деревянных конструкций защитного сооружения над руинами Ханского дворца в г. Булгары РТ. Решение неопределенностей выполнено с применением метода статистического моделирования путем генерирования в процессной форме возможных сочетаний параметров нагрузок, функций перехода от нагрузок к усилиям и напряжениям и прочности клееной древесины. Конечные результаты решений представлены в виде двух множеств: напряжений в сечениях конструкций и удельной прочности клееной древесины, использованной при строительстве. Отказ конструкции представлен как количество случаев превышения напряжений над удельной прочностью при их сравнении на каждом временном интервале, равном 10 суткам, за планируемый срок эксплуатации 50 лет. Результаты статистического моделирования показали, что при расчетных условиях решения отказ конструкции не ожидается.

Список литературы

1. СТО 36554501-002-2006. Деревянные клееные и цельнодеревянные конструкции. Методы проектирования и расчета.
2. СТО 36554501-004-2006. Деревянные клееные конструкции. Методы испытаний клеевых соединений при изготовлении.
3. ГОСТ 20850-84 Конструкции деревянные клееные. Общие технические условия.
4. Денеш Н.Д. К вопросу нормирования модуля упругости древесины сосны. // Архитектура и строительство, 2009, № 3 (202).
5. Манапов А.З., Галимшин Р.А., Поверочные расчеты элементов деревянных конструкций с использованием интервальных оценок. // Известия КГАСУ, 2011, № 2 (16). – С. 102-110.
6. Манапов А.З., Галимшин Р.А., Статистическое моделирование элементов деревянных конструкций // Известия КГАСУ, 2011, № 4 (18). – С. 171-176.
7. Манапов А. З. Интервальный анализ строительных конструкций методом Монте-Карло. Издатель: LAP Lambert Academic Publishing, Saarbrucken, Germany, 2012. – 91 с.

Manapov A.Z. – candidate of the technical sciences, associate professor

E-mail: man48-75@mail.ru

Galimshin R. A. – candidate of the technical sciences, senior lecturer

Gimranov L.R. – candidate of the technical sciences, senior lecturer

E-mail: leenur@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

**The interval analysis of the covering structures over the khan palace
in c. Bulgar Republic Tatarstan****Resume**

The design of covering structures which have the pyramidal shape and have placed over the Khan palace is unique example of glued laminated timber building. On the stage of developing the structure model was faced many uncertainty such us difficulties in computational model because there are physical and geometric nonlinearities, uncertainty in applying loads and uncertainty in strength and flexibility of materials of the structure. To exclude uncertainty from computational model the three variants of it was reviewed. The first variant included the joint connections with central and perimeter columns, second - fixed connection. The third variant included joint connection between purlins and main beam in longitude direction of purlins. Also the interval analysis was held to determine the capacity of whole structure. In conclusion were made the following findings: the paths from loads to internal forced and from internal forces to stress were held with special transitional functions

which are resulted during statistical modeling; the failure of whole structure has not been detected during the structure live time which is 50 years.

Keywords: accident, analysis, variability, crane, refusal, damage, statistical, simulation.

References

1. STO 36554501-002-2006. Glulam wood and timber structures. Design approach.
2. STO 36554501-004-2006. Glulam wood and structures. The test methods of glued timber connections during the manufacturing.
3. GOST 20850-84 Glulam wood and timber structures. General specifications.
4. Denesh N.D. About valuation of young's module of the spine wood // Architect and civil engineering, 2009, № 3 (202).
5. Manapov A.Z., Galimshin R.A. Testing calculations of wooden designs elements with the use of interval estimations // News of the KSUAE, 2011, № 2 (16). – P. 102-110.
6. Manapov A.Z., Galimshin R.A. Statistical modeling of work of wooden structures' elements // News of the KSUAE, 2011, № 4 (18). – P. 171-176.
7. Manapov A.Z. The interval analysis of the structures by the Monte Carlo Method., LAP Lambert Academic Publishing, Saarbrucken, Germany, 2012. – 91 p.

УДК 624.074.5

Мещеряков В.М. – доктор технических наук, профессор

Косенко Е.Е. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: eekosenko@yandex.ru

Косенко В.В. – кандидат технических наук, доцент

Ростовский государственный строительный университет

Адрес организации: 344022, Россия, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162

Черпаков А.В. – младший научный сотрудник

E-mail: alex837@yandex.ru

НИИ механики и прикладной математики им. Воровича И.И. федерального государственного автономного образовательного высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»

Адрес организации: 334090, Россия, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, д. 200, корп. 1

Шакирзянов Ф.Р. – кандидат физико-математических наук, ассистент

E-mail: faritbox@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Моделирование напряженного состояния арматуры железобетонных конструкций с учетом влияния концентраторов напряжения в виде периодического профиля*

Аннотация

Для исследования свойств сечения арматурных сталеб в состоянии поставки и после упрочнения одноосным растяжением, сопоставления этих значений с характеристиками натуральных образцов разработана методика эксперимента с использованием термомеханически упрочненных арматурных сталеб классов А500С и Ат800. Рассмотрены диаграммы растяжения натуральных образцов и образцов с удаленными концентраторами напряжений в виде периодического профиля. Исследования проводились на образцах в состоянии поставки и упрочненных одноосным растяжением до различных уровней. Приведен анализ результатов проведенных экспериментов.

Ключевые слова: концентраторы, арматура, одноосное растяжение, ударное вдавливание.

Технологические и эксплуатационные свойства арматуры, применяемой при производстве железобетонных конструкций, тесно связаны с ее химическим составом и структурой, что выражается большой группой упругих и механических характеристик [1]. Небольшие отклонения химического состава исходных и промежуточных материалов, технология изготовления, наличие концентраторов напряжений в виде периодического профиля объясняют случайный характер распределения механических характеристик. Наличие концентраторов напряжений в виде периодического профиля, изменчивость механических свойств по сечению создают сложное напряженно-деформированное состояние при растяжении, особенно это касается современных видов арматуры, характеризующихся значительной изменчивостью свойств по сечению. В связи с этим определение изменения механических характеристик по сечению и их связь с механическими свойствами натуральных образцов являются одной из задач настоящей работы.

Ранее проведенными исследованиями [3, 4, 5] установлена возможность упрочнения одноосным растяжением арматуры класса Ат800 до коэффициента упрочнения $K_y = 1,15 \sigma_T$. Коэффициент упрочнения K_y представляет собой отношение действующего напряжения к физическому или условному пределу текучести. В процессе изготовления у таких видов арматуры наряду со сложной структурой сечения [2] создается сложный рельеф поверхности,

* Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (проект 2012-1.4-12-000-1004-006).

характеризующийся наличием концентраторов напряжений в виде периодического профиля и соответственно различными отклонениями значений диаметра. Упрочнение арматуры выше значений предела текучести вызывает увеличение напряжений в сечении, при этом в поверхностном слое эти изменения больше, в отличие от сердцевины [4]. При исследовании влияния упругопластического деформирования на свойства материала арматуры важно учитывать влияние концентраторов напряжений, т. к. при упрочнении одноосным растяжением арматуры длиной 6 и более метров (например, до коэффициента упрочнения $K_y = 1,05 \sigma_T$), действие концентраторов в виде периодического профиля значительно усиливается.

Для определения влияния различных факторов на арматурный стержень, в процессе его упрочнения одноосным растяжением, решено провести ряд экспериментов, связанных с определением: изменчивости свойств в сечении арматурных стержней, влияния концентраторов напряжений на диаграммы растяжения зон материала в сечении арматуры. Результаты проведенных экспериментов будут использованы для создания конечно-элементной модели стержня, которая позволит наглядно определить наиболее опасные сечения в арматурном стержне при его упрочнении одноосным растяжением.



Рис. 1. Образец для измерения твердости в сечении арматуры

Для определения механических характеристик в сечении арматуры использовался неразрушающий метод, основанный на ударном вдавливании усеченного индентора [3].

Для исследования свойств сечения арматурных стержней в состоянии поставки и после упрочнения одноосным растяжением, сопоставления этих значений с характеристиками натуральных образцов разработана методика эксперимента с использованием термомеханически упрочненных арматурных стержней классов А500С и Аt800 диаметром 12 и 14 мм, периодического профиля. Количество образцов для каждого эксперимента составило в среднем 60 шт. В процессе проведения эксперимента оценивали распределение характеристик в сечении на примере твердости, для определения которой изготовили образцы из арматуры в состоянии поставки диаметром 12 мм и длиной 20 мм. Каждый образец поместили в стальное кольцо диаметром 22,4 мм, высотой 20 мм и толщиной стенки 2 мм. Пространство между образцами и кольцом заполнили эпоксидной смолой и выдержали положенное время для ее отверждения (рис. 1). После полировки измеряли твердость по Виккерсу. Результаты измерений представлены в виде графических зависимостей (рис. 2, 3).

При проведении испытаний акцент сделан на исследование арматуры классов А500С и Аt800, т.к. после термомеханической обработки в потоке проката и приобретения сложной структуры сечения рассматриваемые классы арматуры могут использоваться в качестве напрягаемой. При анализе зависимостей видно, что у арматуры, находящейся в состоянии поставки, твердость в центре значительно ниже, чем в поверхностном слое, что характерно для термомеханически упрочненных сталей.

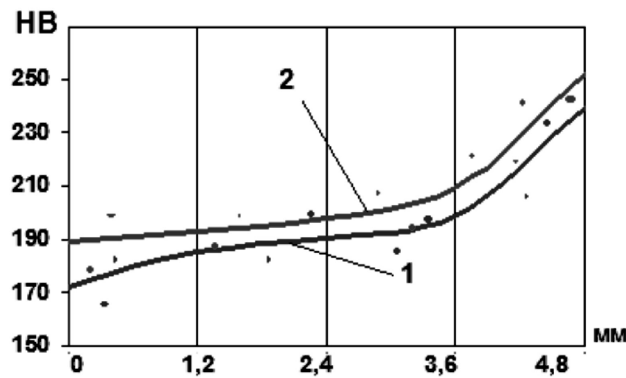


Рис. 2. Распределение твердости в сечении арматурной стали класса А500С диаметром 12 мм: 1 – в состоянии поставки; 2 – упрочненная вытяжкой до $K_u = 1,15\sigma_t$ ($\epsilon = 6\%$)

Упрочнение одноосным растяжением приводит к незначительному и равномерному увеличению твердости, что можно объяснить общим напряженным состоянием арматуры и снижением пластичности.

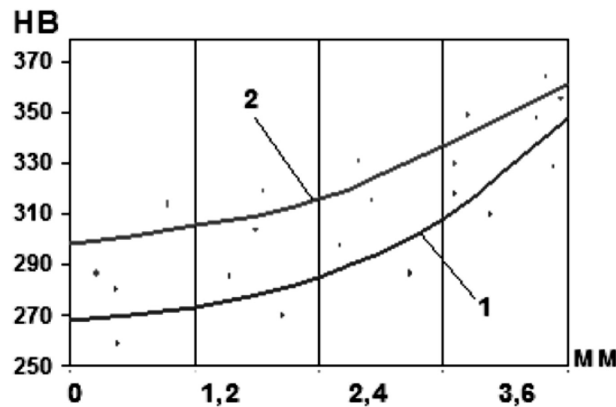


Рис. 3. Распределение твердости в сечении арматуры класса Аt800 диаметром 12 мм: 1 – в состоянии поставки; 2 – упрочненная вытяжкой до $K_u = 1,15\sigma_t$ ($\epsilon = 2,5\%$)

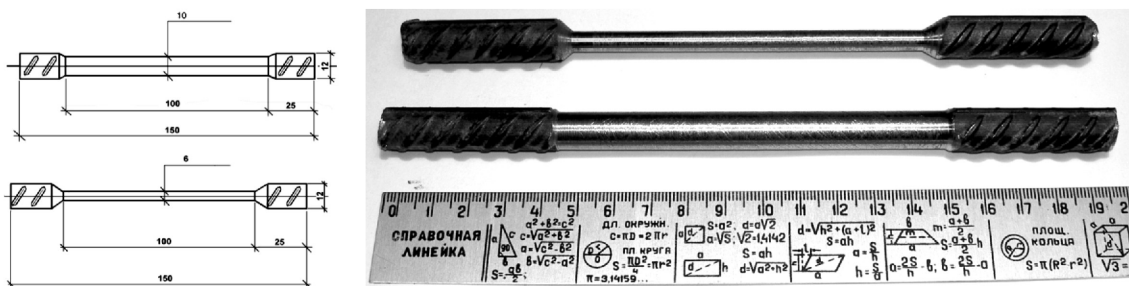


Рис. 4. Образцы с выточкой

Учитывая то, что в составе железобетонной конструкции арматура испытывает растягивающие воздействия, необходимо определить диаграммы растяжения зон материала в сечении. Для определения механических характеристик арматуры без влияния концентраторов напряжений и характеристик сердцевины изготовили образцы с выточкой на токарном станке с различными диаметрами в месте выточки (рис. 4). Таким образом, у первого типа образцов диаметр в месте выточки составил 10 мм (образцы для определения диаграммы растяжения арматуры без влияния концентраторов напряжений в виде периодического профиля), у второго – диаметр в месте выточки составил 6 мм (образцы для определения диаграмм растяжения центрального слоя арматуры). Выточка производилась по центру образцов длиной 100 мм.

При работе в составе железобетонной конструкции арматура испытывает растягивающие усилия, поэтому основным видом испытаний является разрушение натуральных образцов одноосным растяжением. Для определения необходимой информации проведены эксперименты, для которых изготовили образцы с выточкой двух типов из арматурных сталей классов А500С и Ат800. Диаграммы растяжения исследуемых типов образцов представлены на рис. 5, 6.

У образцов с выточкой диаметром 10 мм значение механических характеристик несколько выше в сравнении с натурными образцами, что видно из расположения диаграмм. Это указывает на то, что концентраторы напряжения в виде периодического профиля оказывают определенное влияние на свойства арматуры, незначительно снижая прочность арматуры.

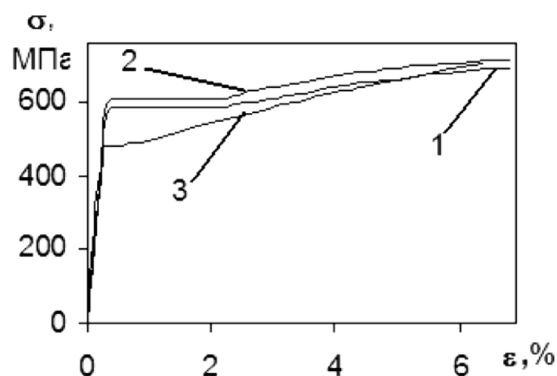


Рис. 5. Диаграммы растяжения натуральных образцов и образцов с выточкой арматурной стали класса А500С:
1 — натурные образцы без выточки; 2 — образцы с выточкой диаметром 10 мм;
3 — образцы с выточкой диаметром 6 мм

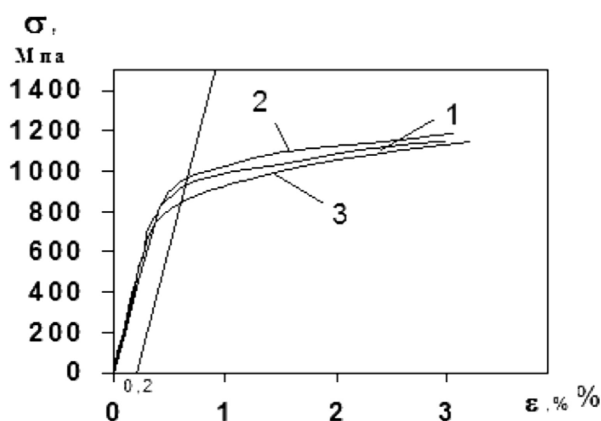


Рис. 6. Диаграммы растяжения натуральных образцов и образцов с выточкой арматурной стали класса Ат800:
1 — натурные образцы без выточки; 2 — образцы с выточкой диаметром 10 мм;
3 — образцы с выточкой диаметром 6 мм

Образцы с выточкой диаметром 6 мм выявили более низкие значения предела текучести, чем у натуральных образцов. При этом у арматуры класса А500С значения предела текучести ниже на 18 %, у арматуры класса Ат800 — на 8 %. Значения предела прочности соответствуют значениям натуральных образцов. Деформации при достижении значений предела прочности у образцов с выточкой несколько выше. Разница составляет около 0,2 %.

Таким образом, результаты проведенных экспериментов являются основой для последующих исследований свойств арматурных сталей, проведенных в настоящей работе.

При исследовании механических характеристик арматурных сталей следует учитывать ряд факторов, влияющих на свойства арматуры и являющихся причиной их изменения, при воздействии внешних условий [3]. К таким факторам относятся технологические операции, при которых арматура подвергается деформированию и нагреву.

Для определения влияния упрочнения одноосным растяжением на характер изменения механических характеристик в сечении исследуемых классов арматурных стальных использовались образцы с различными уровнями упрочнения.

Из прутков изготовили образцы в соответствии с ГОСТ 12004-81 длиной 200 мм. После нумерации общее число отрезков разделили на две партии для каждого класса стали. Обе партии подвергли упрочнению одноосным растяжением на разрывной машине ИР-200 до следующих значений коэффициента упрочнения: для стали класса А500С и Ат800 - до 1,05 σ_t и 1,15 σ_t . После нагружения образцов до определенного значения нагрузку снимали. Предварительно разрушили партию образцов каждого класса стали в количестве 10 штук для определения уровня нагружения по диаграмме растяжения. В настоящей работе выбор коэффициентов упрочнения для арматуры класса А500С 1,05 σ_t и 1,15 σ_t , связан с необходимостью предельно возможного исследования части диаграммы растяжения между пределами текучести и прочности. Методики экспериментов и образцы исследуемых арматурных стальных одинаковые, поэтому для корректного сопоставления результатов значения коэффициентов упрочнения для арматуры класса Ат800 также выбраны равными: 1,05 σ_t и 1,15 σ_t .

Диаграммы растяжения образцов с выточкой исследуемых классов арматурных стальных, упрочненных одноосным растяжением, представлены на рис. 7-10. Полученные диаграммы показывают, что упрочнение одноосным растяжением повышает значения пределов текучести у натуральных образцов арматуры класса А500С на 6 %, у арматуры класса Ат800 – на 9 %. Вид диаграмм растяжения образцов с характеристиками сердцевин арматуры идентичен вышеописанным, но с более низкими значениями предела текучести и незначительным увеличением деформаций. Упрочнение одноосным растяжением рассмотренных классов арматуры приводит к снижению ее деформативных характеристик у натуральных образцов для А500С до 3,2 %, для Ат800 – до 2,6 %. Напряжения в сечении рассмотренных классов арматуры, возникающие как в натуральных образцах, так и в образцах с выточкой при упрочнении одноосным растяжением, имеют достаточно близкие значения. Таким образом, упругопластическое деформирование приводит к выравниванию прочностных характеристик в сечении арматуры класса А500С и равномерному повышению предела текучести для арматуры класса Ат800.

Оценка характеристик поверхностного слоя с помощью натуральных испытаний затруднена, в связи со сложностью изготовления образцов. Поэтому для определения механических характеристик поверхностного слоя использован метод ударного вдавливания индентора, позволяющий определять механические характеристики на незначительном участке металла. Результаты представлены в табл. Для сравнения наряду с характеристиками сечения арматуры в таблице приведены характеристики натуральных образцов. При анализе табличных данных видно, что в центре исследуемых классов арматуры значения пределов текучести ниже, чем в поверхностном слое, а значения предела прочности отличаются незначительно. Увеличение прочностных характеристик от центра к поверхности указывает на наличие переходных структур с различными механическими характеристиками. Значения механических характеристик натуральных образцов находятся между значениями характеристик поверхностного слоя и сердцевин арматуры. Это говорит о сложном механизме распределения напряжений в арматуре при разрушении одноосным растяжением, при котором в равной степени участвуют центральный и поверхностный слой. Для сравнения в таблице представлены значения механических характеристик натуральных образцов, которые определяли с учетом диаграмм растяжения образцов, после различных уровней упрочнения. При упрочнении одноосным растяжением значения пределов текучести натуральных образцов сближаются со значениями предела текучести поверхностного слоя, что говорит о снижении пластичности арматуры в целом. Наличие более прочного поверхностного слоя позволяет арматуре выдерживать усилия, соответствующие характеристикам этого слоя [6]. Несмотря на то, что значения механических характеристик натуральных образцов находятся между значениями поверхностного слоя и сердцевин, вывести корреляционную зависимость достаточно сложно.

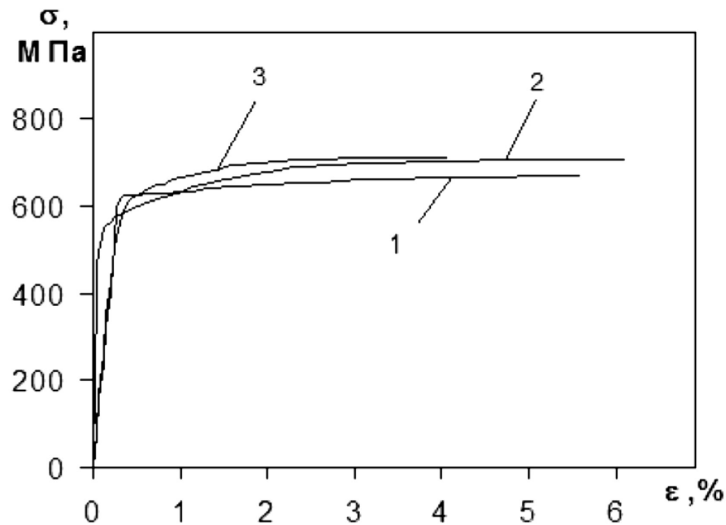


Рис. 7. Диаграммы растяжения образцов арматурной стали класса А500С диаметром 12 мм, упрочненных одноосным растяжением, до 1,05 значений предела текучести ($\varepsilon = 3\%$):
1 – натурные образцы; 2 – образцы диаметром 6 мм в месте выточки;
3 – образцы диаметром 10 мм в месте выточки

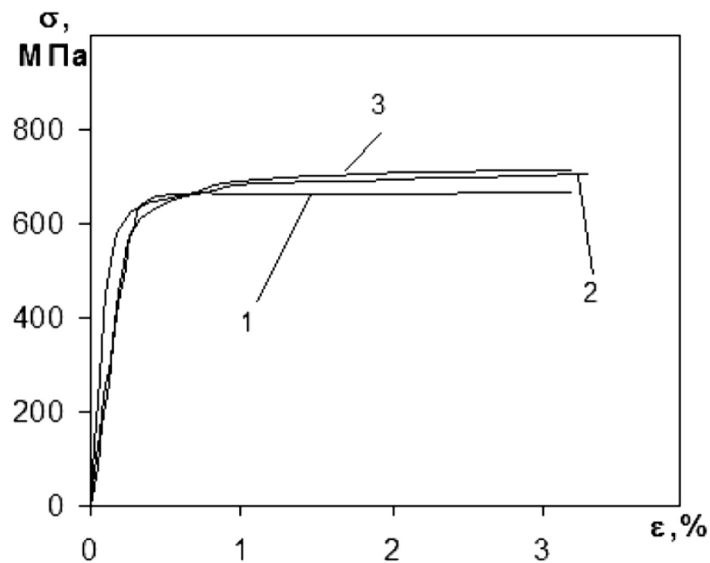


Рис. 8. Диаграммы растяжения образцов арматурной стали класса А500С диаметром 12 мм, упрочненных одноосным растяжением, до 1,15 значений предела текучести ($\varepsilon = 6\%$):
1 – натурные образцы; 2 – образцы диаметром 6 мм в месте выточки;
3 – образцы диаметром 10 мм в месте выточки

Причиной этому служит влияние множества факторов, которые делают значения характеристик случайными, даже если характер их распределения остается без изменения. Поэтому значения механических характеристик для различных партий будут различными. Использование метода ударного вдавливания индентора для оценки механических характеристик арматуры неразрушающим способом возможно только в случае однородной структуры сечения с равномерным распределением механических характеристик по сечению.

Таблица

Значения механических характеристик в сечении арматурных сталей классов А500С и Ат800

Класс стали	Уровень упрочнения	Прочн. хар-ки	Значения характеристик по центру образца		Значения характеристик по краю образца (на глубине 0,5-1 мм от поверхности)		Механич. хар-ки натуральных образцов, МПа (кН)	
			Средние МПа	Рассеивание	Средние МПа	Рассеивание		
А500С	Без упрочнения	σ_T	484	1,03	715	1,22	583 (66)	
		σ_B	697	1,03	966	1,18	690 (78)	
	Упрочненная до $K_u = 1,05\sigma_T$ ($\varepsilon = 4,2\%$)	σ_T	494	1,08	739	1,06	648 (73,3)	
		σ_B	710	1,1	993	1,08	690 (78)	
	Упрочненная до $K_u = 1,1\sigma_T$ ($\varepsilon = 4,6\%$)	σ_T	512	1,05	748	1,09	655 (74)	
		σ_B	730	1,09	1003	1,1	690 (78)	
	Упрочненная до $K_u = 1,12\sigma_T$ ($\varepsilon = 5,4\%$)	σ_T	523	1,07	762	1,09	669 (75,6)	
		σ_B	744	1,09	1020	1,11	684 (77,4)	
	Упрочненная до $K_u = 1,15\sigma_T$ ($\varepsilon = 6\%$)	σ_T	545	1,03	784	1,09	679 (76,8)	
		σ_B	769	1,05	1044	1,1	686 (77,6)	
	Ат800	Без упрочнения	$\sigma_{0,2}$	896	1,21	1073	1,05	902 (102)
			σ_B	1171	1,18	1370	1,04	1141 (129)
		Упрочненная до $K_u = 1,05\sigma_T$ ($\varepsilon = 2,1\%$)	$\sigma_{0,2}$	927	1,12	1092	1,11	1040 (118)
			σ_B	1208	1,1	1392	1,1	1141 (129)
Упрочненная до $K_u = 1,1\sigma_T$ ($\varepsilon = 2,7\%$)		$\sigma_{0,2}$	937	1,09	1097	1,08	1097 (124)	
		σ_B	1218	1,11	1398	1,09	1141 (129)	
Упрочненная до $K_u = 1,12\sigma_T$ ($\varepsilon = 2,9\%$)		$\sigma_{0,2}$	952	1,08	1113	1,09	1123 (127)	
		σ_B	1235	1,09	1416	1,11	1141 (129)	
Упрочненная до $K_u = 1,15\sigma_T$ ($\varepsilon = 3,1\%$)		$\sigma_{0,2}$	959	1,06	1121	1,04	1132 (128)	
		σ_B	1243	1,08	1425	1,06	1141 (129)	

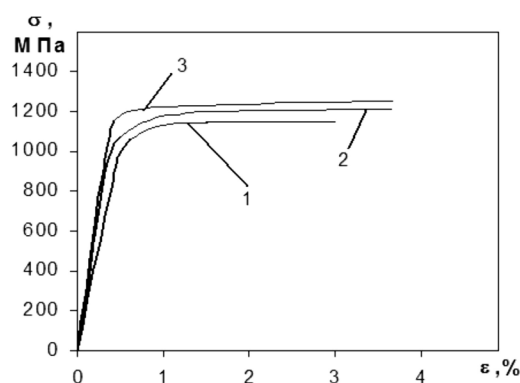


Рис. 9. Диаграммы растяжения образцов арматурной стали класса Ат800 диаметром 12 мм, упрочненных одноосным растяжением, до 1,05 значений предела текучести ($\varepsilon = 1\%$):
1 – натурные образцы; 2 – образцы диаметром 6 мм в месте выточки;
3 – образцы диаметром 10 мм в месте выточки

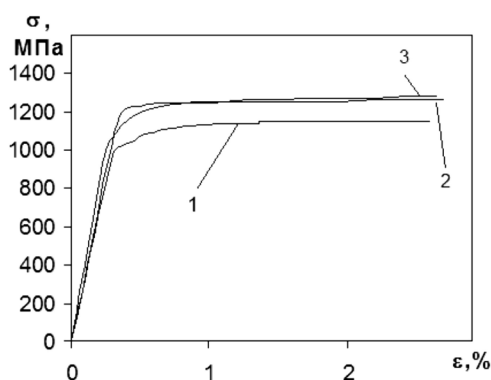


Рис. 10. Диаграммы растяжения образцов арматурной стали класса Ат800 диаметром 12 мм, упрочненных одноосным растяжением, до 1,15 значений предела текучести ($\varepsilon = 2.5\%$):
1 – натурные образцы; 2 – образцы диаметром 6 мм в месте выточки;
3 – образцы диаметром 10 мм в месте выточки

Проведенные выше эксперименты указывают на необходимость изготовления специальных образцов, как это было сделано в настоящей работе, для определения механических характеристик материала арматуры, прошедшей термомеханическое упрочнение.

Список литературы

1. Мадатян С.А. Новое поколение арматуры железобетонных конструкций // Бетон и железобетон, 1998, № 2.
2. Мадатян С.А. Арматура железобетонных конструкций. – М.: Воентехлит, 2000.
3. Косенко Е.Е., Косенко В.В., Черпаков А.В. К вопросу о влиянии геометрических размеров на прочностные характеристики арматурных сталей/ Инженерный вестник Дона, 2010, № 4.
4. Бурцева О.А., Нефедов В.В., Косенко Е.Е., Косенко В.В., Черпаков А.В. Моделирование напряженного состояния арматурных стержней, применяемых при производстве преднапряженных железобетонных конструкций / Инженерный вестник Дона, 2011, № 4.
5. Бурцева О.А., Нефедов В.В., Косенко Е.Е., Косенко В.В., Черпаков А.В. Статистическая оценка механических характеристик арматурных сталей // Тр. XV Междунар. конф «Соврем. пробл. механики сплош. ср.», 4-7 декабря 2011 г. Т. II.; ЮФУ. – Ростов-н/Д., 2011. – 272 с.
6. Мещеряков В.М., Косенко Е.Е., Косенко В.В., Черпаков А.В., Ковалев С.М. К вопросу о прочностных возможностях арматурных сталей // «Строительство-2012» Материалы международной научно-практической конференции. – Ростов-н/Д., 2012. – 166 с.

Mecherjakov V.M. – doctor of technical sciences, professor

Kosenko E.E. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: eekosenko@yandex.ru

Kosenko V.V. – candidate of technical sciences, associate professor

Rostov State Building University

Адрес организации: 344022, Russia, Rostov-na-Donu, Sotsialisticheskaja st., 162

Cherpakov A.B. – junior research associate

E-mail: alex837@yandex.ru

НИИ механики и прикладной математики им. Воровича И.И. федерального государственного автономного образовательного высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»

The organization address: 334090, Russia, Rostov-na-Donu, Stachki pr., 200, korp. 1

Shakirzianov F.R. – candidate of physical and mathematical sciences, assistant

E-mail: faritbox@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Modeling of stress condition of reinforcement concrete structures, with the influence of stress raisers as of periodical profile

Resume

To study the properties section of the reinforcing steel in the as delivered and after hardening uniaxial stretching, a comparison of these values with the characteristics of natural samples developed experimental technique using thermo hardened steel reinforcement classes A500S and At800. Consider the diagram expansion of natural samples and samples with remote stress concentrators, in the form of periodic profile. To determine the influence of various factors on rebar in its hardening uniaxial tension, a number of experiments related to the definition: the variability in the properties section of the reinforcing steel, the effect of stress concentrators at the charts of the material in tension zones of reinforcement. To determine the effect of hardening on the uniaxial tensile behavior of the mechanical characteristics of the cross-sectional study of classes of reinforcing bars used samples with different levels of hardening. The analysis of the results of the experiments conducted. To determine the mechanical properties of reinforcement used in non-destructive method based on shock indentation truncated indenter.

Keywords: concentrators, reinforcement, uniaxial tensile, impact indentation.

References

1. Madatjan S.A. The new generation of reinforcement concrete structures // Concrete and reinforced concrete, 1998, № 2.
2. Madatjan S.A. Reinforcement Concrete Structures. – M.: Voentehlit, 2000.
3. Kosenko E.E., Kosenko V.V., Cherpakov A.V. On the effect of geometric dimensions on the strength characteristics of the reinforcing bars / Journal of Engineering Don, № 4, 2010.
4. Burzeva O.A., Nefedov V.V., Kosenko E.E., Kosenko V.V., Cherpakov A.V. Modeling of stress state of rebars used in the manufacture prestressed concrete structures / Engineering Bulletin Don, № 4, 2011.
5. Burzeva O.A., Nefedov V.V., Kosenko E.E., Kosenko V.V., Cherpakov A.V. Statistical evaluation of the mechanical properties of reinforcing steels / Proc. XV Intern. conf «Sovrem. probl. solid mechanics. Wed», 4-7 December 2011 T. II.; SFU. – Rostov-n-D., 2011. – 272 p.
6. Mesherjakov V.M., Kosenko E.E., Kosenko V.V., Cherpakov A.V., Kovalev S.M. On the possibilities of reinforcing the strength steels / «Construction 2012». Proceedings of the International Scientific-Practical konferentsii – Rostov-n- D., 2012. – 166 p.

УДК 624.019; 624.072

Хусаинов Д.М. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: xdmt@mail.ru

Козлов М.В. – кандидат технических наук, старший преподаватель

E-mail: maxim-kozlov@mail.ru

Шагиева Г.Р. – магистр

E-mail: shagieva.gu@gmail.com

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Определение оптимальных размеров фундаментов рекламных конструкций балластного типа

Аннотация

Предлагается методика определения параметров фундаментов рекламных конструкций балластного типа из условия минимума экономических потерь из-за опрокидывания рекламной конструкции. Приведено значение целевой функции возможных потерь из-за отказа рекламной конструкции с учетом планируемого времени его эксплуатации, полученное с использованием методов теории надежности и с представлением ветровой нагрузки в виде случайной величины с законом распределения, параметры которого определяются по результатам многолетних метеорологических наблюдений. Рассмотрен пример определения параметров балласта типовой рекламной конструкции с учетом планируемого времени ее эксплуатации.

Ключевые слова: ветровая нагрузка, вероятность отказа рекламной конструкции в виде ее опрокидывания, закон распределения ветровой нагрузки.

Рекламные конструкции (сокращенно далее в статье РК) балластного типа представляют из себя класс рекламных конструкций, проектное положение которых обеспечивается параметрами их фундамента – балласта, укладываемого на место установки рекламной конструкции, без каких-либо дополнительных технологических операций: дополнительной анкеровки, отрывки котлована под фундамент и т. д.

Основными параметрами балласта РК является его вес G и расстояние до точки опрокидывания или отрыва от поверхности.

Предельным состоянием РК балластного типа их опрокидывание от действия ветровой нагрузки.

Преимуществом РК балластного типа является возможность ее быстрого монтажа и демонтажа.

На рис. показана типовая РК балластного типа.

Для определения оптимальных параметров балласта РК используем методы теории надежности.

Введём функцию неразрушимости РК балластного типа и запишем для нее условие неразрушимости (1):

$$Y = M_{удер} - M_{опр} \geq 0, \quad (1)$$

где $M_{опр} = k_1 W$ – опрокидывающий момент для рекламной конструкции;

W – ветровое давление, рассматриваемое как случайная величина с законом распределения Вейбула.

$$k_1 = k(z) \cdot k_0 \cdot c \cdot b \cdot h \cdot \left(H + \frac{h}{2}\right),$$

где k_0 – коэффициент динамичности, учитывающий пульсационную составляющую ветровой нагрузки;

c – аэродинамический коэффициент;

b, h – геометрические параметры рекламной конструкции (рис.);

$k(z)$ – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте;

$M_{удер} = G \cdot b_1 = k_2$ – удерживающий момент для рекламной конструкции,
 где G – вес балласта,
 b_1 – расстояние от центра тяжести балласта до точки опрокидывания РК.

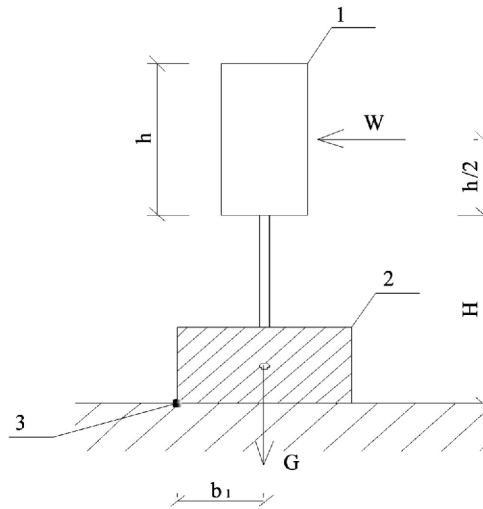


Рис.

1 – Рекламный щит размерами $h \times b$; 2 – балласт весом G ; 3 – точка опрокидывания;
 H – высота от низа щита до поверхности земли; b_1 – расстояние от центра тяжести балласта до точки отрыва (опрокидывания); W – ветровое давление на РК (рекламный щит)

Плотность распределения ветрового давления по закону Вейбула можно записать в виде формулы (2):

$$f(W) = c \cdot \beta \cdot W^{(\beta-1)} \cdot e^{(-c \cdot W \cdot \beta)}, \quad (2)$$

где c, β – параметры закона распределения, для г. Казани $c=1,0611, \beta=0,611$ по [1], определенные по результатам многолетних годовых измерений.

Используя формулу (1) для функции неразрушимости, можно записать значение плотности ее распределения (3):

$$f(Y) = -\frac{1}{k_1} \cdot f\left(\frac{k_2 - W}{k_1}\right), \quad (3)$$

Вероятность опрокидывания (разрушения) РК можно записать как (4):

$$q = F(Y = 0) = \int_{-\infty}^0 f(Y) dY = e^{-c \left(\frac{k_2}{k_1}\right) \beta}, \quad (4)$$

В (4) q можно рассматривать как вероятность отказа (опрокидывания) рекламной конструкции в течение года, так как параметры закона распределения ветрового давления определялись по результатам метеонаблюдений в течение года.

Вероятность отказа щита в течение времени t лет может быть записана как (5):

$$q_t = 1 - (1 - q)^t. \quad (5)$$

Запишем целевую функцию стоимости суммарных ожидаемых расходов от РК или возможных экономических потерь в виде формулы (6):

$$C = C_n + q_t \cdot y, \quad (6)$$

где C_n – стоимость возведения РК.

$$C_n = A + B \cdot G, \quad (7)$$

где y – ущерб от опрокидывания щита.

$$y = \Pi \cdot t, \quad (8)$$

Π – ежегодная планируемая прибыль от эксплуатации РК;

t – планируемое время эксплуатации РК;

q_t – вероятность отказа РК за время t .

Оптимальные параметры балласта РК определяем из минимума целевой функции:

$$\frac{dC}{dq} = 0, \quad (9)$$

$$C = A + B \cdot G + \Pi \cdot t + \Pi \cdot t(1 - q)^t - \min.$$

Из формулы (3) вес фундамента (балласта) РК записать в виде формулы (10):

$$G = \frac{k_1}{b_1 \cdot c^{\left(\frac{1}{\beta}\right)}} \cdot \left(\ln\left(\frac{1}{q}\right)\right)^{\frac{1}{\beta}}, \quad (10)$$

Подставляя (10) в (9), можно получить выражение минимума целевой функции экономических потерь от опрокидывания РК в виде функции (11):

$$\frac{B \cdot k_1}{b_1 \cdot c^{\frac{1}{\beta}}} \left(\ln\left(\frac{1}{q}\right)\right)^{\frac{1-\beta}{\beta}} \cdot \frac{1}{q} - \Pi t^2 = 0. \quad (11)$$

Возможно также введение ограничений к условию (11) по величине напряжений, возникающих под действием веса балласта на опорную поверхность места установки РК.

Рассмотрим пример использования целевой функции (11) на типовых рекламных щитах г. Казани.

При оценке ущерба используем фактические значения цен 2012 года.

Исходные данные:

Размеры типового рекламного щита $b=6$ м, $h=3$ м, высота щита $H=5$ м;

коэффициент динамичности $k_d=1,6$;

$k(z)=1$;

аэродинамический коэффициент $c=1,3$ по СП 20.13330.2011

$$k_1 = k(z) \cdot k_d \cdot c \cdot b \cdot h \cdot \left(H + \frac{h}{2}\right) = 1 \cdot 1,6 \cdot 1,3 \cdot 3 \cdot 6 \cdot (5 + 1,5) = 243,36.$$

Зададимся значением $b_f=1,5$ м;

Параметры распределения ветрового давления для г. Казани $c=1,0611$, $v=0,611$ по [1];

$V=2$ руб./кг – стоимость 1 кг бетона в ценах 2012 года;

$\Pi=200000$ руб./год – планируемая прибыль с одного щита в год в г. Казани.

Тогда целевая функция минимума экономических потерь от опрокидывания рекламного щита (11) запишется в виде:

$$294,5 \cdot \left(\ln\left(\frac{1}{q}\right)\right)^{0,64} \cdot \frac{1}{q} - 200000 \cdot t^2 = 0.$$

Результаты решения полученного уравнения при различных значениях планируемого времени эксплуатации приведены в таблице.

Таблица

Время эксплуатации t, лет	1 год	5 лет	10 лет	15 лет	20 лет
q, вероятность отказа, соответствующая оптимальным параметрам фундамента (балласта)	0,0043	0,00023	0,000063	0,000029	0,000017
Оптимальный вес фундамента G, кг	2374	4806	6084	6905	7492
Оптимальные размеры фундамента, м	3x0,7x0,45	3x0,7x0,91	3x0,7x1,16	3x0,7x1,32	3x0,7x1,43

Приведенный в данной статье метод определения оптимальных параметров фундаментов рекламных конструкций балластного типа может быть рекомендован к использованию при проектировании фундаментов рекламных конструкций, позволяет

определить оптимальные размеры фундаментов балластного типа в зависимости от планируемого срока эксплуатации рекламной конструкции.

Список литературы

1. Хусаинов Д.М., Шмелев Г.Н., Козлов М.В. Определение вероятностных характеристик ветровой нагрузки в г. Казани. // Известия КГАСУ, 2010, № 2. – С. 132-136.
2. Лычев А.С. Надежность строительных конструкций. – М.: Издательство АСВ, 2008. – 168 с.
3. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия.
4. Веселов Ю.А., Демченко Д.Б. Основы надежности строительных конструкций. – Ростов-на-Дону: Терра, 2001. – 384 с.

Khusainov D.M. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: xdmt@mail.ru

Kozlov M.V. – candidate of technical sciences, senior lecturer

E-mail: maxim-kozlov@mail.ru

Shagieva G.R. – magistrate

E-mail: shagieva.gu@gmail.com

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Determination of optimal size of foundations of ballast type advertising structures

Resume

Ballast type advertising constructions are the class of constructions, carrying capacity of which is determined by the parameters of their foundation – the ballast, and the limiting state of an advertising construction is its overturning. The methodology of ballast type advertising constructions foundation parameters determining is given. This methodology based on minimum of economic losses connected with an advertising construction overturning. Shows the value of the objective function of advertising possible losses due to the refusal of advertising design in view of the planned time of its operation, using methods of reliability theory and presentation of wind load in the form of a random variable with distribution whose parameters are determined by the results of years of meteorological observations. Existing design standards for determining wind loads on advertising design. This area requires a more serious approach both in the choice of mounting options and implement the selected option, and in the proper operation during the life of the structure.

Keywords: wind load, the probability of failure of the advertising structure as its rollover, the distribution of wind load.

References

1. Khusainov D.M., Smelev G.N., Kozlov M.V. Determination of probability characteristics of wind load in Kazan. // News of the KSUAE, 2010, № 2. – P. 132-136.
2. Lychev A.S. Reliability of building structures. – M.: Izdatelstvo ASV, 2008. – 168 p.
3. SP 20.13330.2011 Loads and actions.
4. Veselov Yu.A., Demchenko D.B. Basics of reliability of building constructions. – Rostov-on-Don: Terra, 2001. – 384 p.

УДК 624.019; 624.072

Хусаинов Д.М. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: xdmt@mail.ru

Крупин В.П. – ассистент

E-mail: vol-pin@mail.ru

Шагиева Г.Р. – магистр

E-mail: shagieva.gu@gmail.com

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Определение параметров рекламных крышных конструкций балластного типа с учетом неэкономических потерь

Аннотация

Особенностью рекламных крышных конструкций является большая вероятность неэкономических потерь при падении рекламной конструкции с крыши здания. Предлагается методика определения параметров фундаментов рекламных конструкций балластного типа из условия обеспечения эталонных неэкономических потерь из-за опрокидывания рекламной конструкции. В предложенной методике ветровая нагрузка представляется в виде случайной величины с законом распределения, параметры которого определяются по результатам многолетних метеорологических наблюдений. Рассмотрен пример определения параметров балласта крышной рекламной конструкции с учетом зоны возможного падения рекламной конструкции и интенсивности людского потока в этой зоне.

Ключевые слова: ветровая нагрузка, вероятность отказа рекламной конструкции в виде ее опрокидывания, закон распределения ветровой нагрузки.

Рекламные крышные конструкции балластного типа (сокращенно далее в статье РК) представляют из себя класс рекламных конструкций, устанавливаемых на крышах зданий, проектное положение которых обеспечивается параметрами их фундамента – балласта, укладываемого на место установки рекламной конструкции. Основным параметром балласта РК являются его вес G и расположение точки опрокидывания (рис. 1). Предельным состоянием РК балластного типа является их опрокидывание от действий ветровой нагрузки.

Для определения параметров балласта РК используем методы теории надежности. Введем функцию неразрушимости РК балластного типа и запишем для неё условие неразрушимости (1):

$$Y = M_{удер} - M_{опр} \geq 0, \quad (1)$$

где $M_{опр} = k_1 W$ – опрокидывающий момент;

W – ветровое давление, рассматриваемое как случайная величина с законом распределения Вейбула.

$$k_1 = k(z) \cdot k_s \cdot c \cdot b \cdot h \cdot z,$$

где $k(z)$ – коэффициент динамичности, учитывающий пульсационную составляющую ветровой нагрузки;

c – аэродинамический коэффициент;

b, h – геометрические параметры РК;

z – расстояние от уровня земли до центра приложения ветрового давления.

$$M_{удер} = G \cdot b_1 = k_2 - \text{удерживающий момент,}$$

где G – вес балласта; b_1 – расстояние от центра тяжести балласта до точки опрокидывания РК.

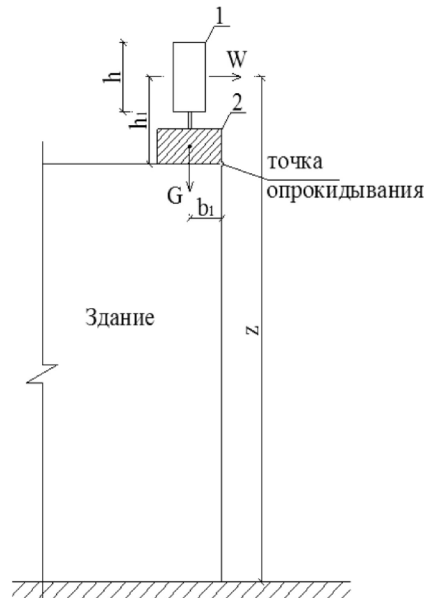


Рис. 1

- 1 – Рекламная конструкция; 2 – балласт весом G ;
 b_1 – расстояние от центра тяжести балласта до точки опрокидывания; W – ветровое давление;
 z – высота от уровня земли до центра приложения ветрового давления;
 h_1 – расстояние от центра приложения ветровой нагрузки до точки опрокидывания

Плотность распределения ветрового давления по закону Вейбула можно записать в виде (2):

$$f(W) = c \cdot \beta \cdot W^{(\beta-1)} \cdot e^{(-c \cdot W \cdot \beta)}, \quad (2)$$

где c, β – параметры закона распределения, для Казани $c=1,0611, \beta=0,611$ по (1).

Вероятность опрокидывания (разрушения) РК можно записать как (3):

$$q = F(Y = 0) = \int_{-\infty}^0 f(Y) dY = e^{-c \frac{k_2}{k_1} \beta}, \quad (3)$$

В (3) можно рассматривать как вероятность отказа (разрушения) в течение года так как параметры закона распределения ветрового давления определялись в (1) по результатам метеонаблюдений в течение года.

Вероятность отказа РК в течение времени t лет может быть записана как (4):

$$q_t = 1 - (1 - q)^t, \quad (4)$$

При обрушении крышных РК велика вероятность неэкономических потерь.

Неэкономические потери при отказе РК можно записать как (5):

$$Y_k = q_t \cdot L \cdot F(z), \quad (5)$$

где L – средневероятное количество людей на 1 м^2 поражающей поверхности,

$F(z)$ – площадь поражения при отказе РК, зависящая от высоты расположения конструкции.

В работе [2] величину неэкономичности потерь рекомендуется ограничивать значением эталонных неэкономических потерь (6):

$$q_t \cdot L \cdot F(z) \leq [Y_k], \quad (6)$$

$[Y_k]$ – эталонные неэкономические потери.

В (2) $[Y_k] = 4,1 \cdot 10^{-4} [\text{чел./50 лет}]$ из принципа одинаковых неэкономичных потерь, тогда из выражения (7) можно найти вероятность отказа РК q :

$$1 - (1 - q)^{50} \cdot L \cdot F(z) = 4,1 \cdot 10^{-4}, \quad (7)$$

соответственно вес балласта из формулы (3) можно выразить как:

$$G = \frac{k_1}{b_1 \cdot c \left(\frac{1}{q}\right)^{\beta}} \cdot \left(\ln\left(\frac{1}{q}\right)\right)^{\frac{1}{\beta}}, \quad (8)$$

Величину отказа крышной РК из (7) можно определить по формуле (9):

$$q = 1 - \left(1 - \frac{4,1 \cdot 10^{-4}}{L \cdot F(z)}\right)^{50}, \quad (9)$$

Подставляя выражение (9) в (8), можно получить величину веса балласта РК, соответствующую эталонным неэкономическим потерям.

Рассмотрим применение предложенного подхода для определения величины балласта рекламных крышных конструкций на примере г. Казани.

Определим вес балласта РК (рекламного щита) на крыше здания высотой 15 м, размером 2x3 м, h=2 м, b=2 м, h₁=2 м, b₁=1,5 м – размеры РК, z=15 м+2=17 м, d=1,6 м коэффициент динамичности.

Аэродинамический коэффициент С=1,3 по СП20.13330.2011,

k(z)=1,13;

W=30 кг/м²-нормативная ветровая нагрузка.

k₁ = k(z) · k_d · c · b · h · h₁ = 1,13 · 1,6 · 1,3 · 2 · 2 = 28,2

F(z) – площадь возможного поражения при опрокидывании РК определим по рекомендациям СНиП 12-03-99 «Безопасность труда в строительстве».

F(z) определим как площадь полукруга с радиусом R = l_{отл} + l^{сп}_{макс},

где l_{отл}=5 м – минимальное расстояние возможного отлета груза, для z=17 м,

l^{сп}_{макс} – максимальный габаритный размер РК,

R=5 м+3 м=8 м,

$$F(z) = \frac{\pi \cdot R^2}{2} = \frac{\pi \cdot 8^2}{2} = 100,5 \text{ м}^2.$$

Принимаем при проектировании средневероятное количество людей на 1 м², L=0,5 чел./м² для зоны F(z):

$$q = 1 - \left(1 - \frac{4,1 \cdot 10^{-4}}{0,5 \cdot 100,5}\right)^{0,2} = 1 - 0,99999^{0,2} = 2 \cdot 10^{-6},$$

$$\text{тогда } G = \frac{28,2}{1,5 \cdot 1,0611^{1,64}} \left(\ln\left(\frac{1}{2 \cdot 10^{-6}}\right)\right)^{1,64} = 1162 \text{ кг – вес балласта (фундамента).}$$

Балласт можно выполнить в виде железобетонной плиты размером 3x0,77x0,2 м (рис. 2).

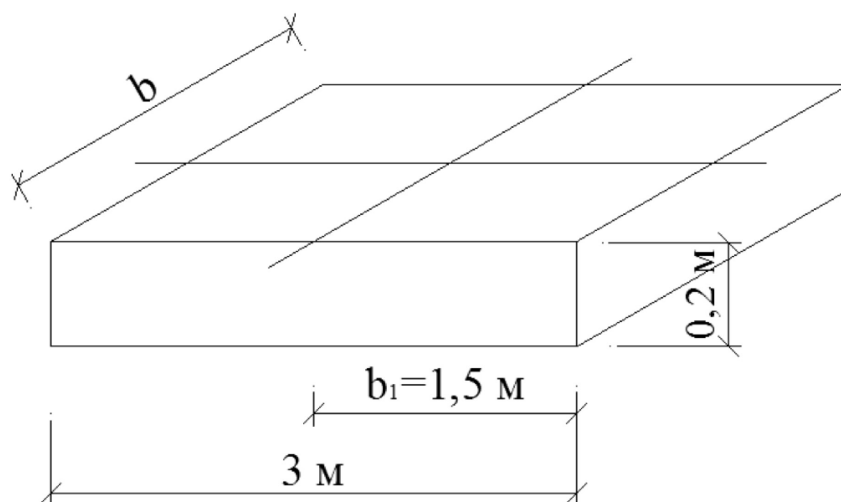


Рис. 2. Размеры балласта крышной рекламной конструкции при L=0,5 чел./м²

Значения величины балласта РК при других значениях L приведены в таблице.

Таблица

Размеры фундамента РК при неэкономических потерях

$L, \text{чел./м}^2$	0,5	0,1	0,01
q – вероятность отказа при эталонных неэкономических потерях	$2 \cdot 10^{-6}$	$8 \cdot 10^{-6}$	$8 \cdot 10^{-5}$
Вес балласта G , кг	1162	968	676
Размеры балласта, м	$3 \times 0,77 \times 0,2$	$3 \times 0,65 \times 0,2$	$3 \times 0,45 \times 0,2$

Приведенная в данной статье методика определения параметров балласта крышных РК может быть рекомендована к использованию при проектировании крышных РК, обрушение которых может привести к неэкономическим потерям с учетом геометрических параметров РК, высоты ее расположения и параметра интенсивности людского потока в зоне возможного ее падения L .

Список литературы

1. Хусаинов Д.М., Шмелев Г.Н., Козлов М.В. Определение вероятностных характеристик ветровой нагрузки в г. Казани. // Известия КГАСУ, 2010, № 2. – С. 132-136.
2. Лычев А.С. Надежность строительных конструкций. – М.: Издательство АСВ, 2008. – 168 с.
3. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия.
4. Веселов Ю.А., Демченко Д.Б. Основы надежности строительных конструкций. – Ростов-на-Дону: Терра, 2001. – 384 с.

Khusainov D.M. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: xdmt@mail.ru

Krupin V.P. – assistant

E-mail: vol-pin@mail.ru

Shagieva G.R. – magistrate

E-mail: shagieva.gu@gmail.com

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Defining the parameters of ballast type advertising constructions roof with the non-economic losses

Resume

For on-roof advertising design ballast type is a class, which is defined by the parameters of the bearing capacity of Foundation-ballast and limit state of these advertising designs is their rollover. Roof advertising structure characterized by a large number and variety of used parts and materials (Neon, LEDs, large letters, light boxes, etc.), the complexity of carrying a metal frame in accordance with acceptable standards of power, and wind loads. Advertising feature roof is a big probability of non-economic losses when falling advertising designs from the roof of the building. A method of determination of parameters of foundations of advertising constructions sand-type of reference conditions for non-economic loss due to falling advertising design. In the proposed method of wind loading appears as a random variable with distribution whose parameters are determined by the results of years of meteorological observations. Existing design standards for determining wind loads on advertising design, mounted on the roof of the building.

Keywords: wind load, the probability of failure of the advertising structure as its rollover, the distribution of wind load.

References

1. Khusainov D.M, Smelev G.N., Kozlov M.V. Determination of probability characteristics of wind load in Kazan // News of the KSUAE, 2010, № 2. – P. 132-136.
2. Lychov A.S. Reliability of building structures. – M.: Izdatelstvo ASV, 2008. – 168 p.
3. SP 20.13330.2011 Loads and actions.
4. Veselov Yu.A., Demchenko D.B. Basics of reliability of building constructions. – Rostov-on-Don: Terra, 2001. – 384 p.

УДК 69.024.15

Шмелев Г.Н. – кандидат технических наук, профессор

E-mail: shmelev@kgasu.ru

Козлов М.В. – кандидат технических наук

E-mail: maxim-kozlov@mail.ru

Сусаров А.В. – аспирант

E-mail: susarovav@mail.ru

Хайдаров Л.И. – бакалавр

E-mail: haidarov_lenar@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Испытание теплоизоляционных и гидроизоляционных материалов для определения диаграмм их работы

Аннотация

Проведены испытания теплоизоляционных и гидроизоляционных материалов с целью определения влияния на них крышных конструкций. Представлена методика проведения испытаний. Получены промежуточные значения относительной деформации в зависимости от нагрузки. Проведено численное моделирование состава кровли в ПК «ANSYS», в результате которого проиллюстрировано распределение напряжений от действующей нагрузки.

Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, гидроизоляционные материалы, крышные конструкции.

Нагрузка от крышной конструкции передается на несущие конструкции здания через кровельный состав здания. Важным его компонентом является применяемый утеплитель, и воздействие конструкции на него существенно, ведь в связи с высокой пористостью материала возникают большие деформации, что при больших нагрузках и недостаточной прочности утеплителя, несомненно, влияет на теплоизоляционные свойства.

В качестве примера испытывались 2 вида теплоизоляции по три образца на каждый.

1 материал: Технориф Н30;

2 материал: Технориф В60.

Производителем указывается нагрузка в 30 кг – для материала Технориф Н30 и 60 кг – для материала Технориф В60, при которой деформация образца не должна превышать 10 %.

Испытания проводились по ГОСТу на испытания теплоизоляционных материалов [1]. Форма и размер образцов полностью соответствуют требованиям норм.

Средства испытания и вспомогательные устройства

Испытания проводились на приборе ручного регулирования нагрузки при помощи штока с резьбой. Для измерения деформации образцов использовались индикаторы часового типа.

Порядок подготовки к проведению испытаний

Согласно [1] испытания теплоизоляционных материалов проводятся в помещении с температурой воздуха $(22 \pm 5) ^\circ\text{C}$. Образцы имеют форму параллелепипеда с размерами сторон в сечении (100 ± 1) мм x (100 ± 1) мм и высотой (50 ± 1) мм. Образец помещался на весы, установленные на прибор, в углах ставились металлические стойки, к которым закреплялись индикаторы часового типа. Нагрузка на образец передавалась через металлический шарик, помещенный в выемку металлической пластины, которая, в свою очередь, укладывалась сверху на образец. Нагружение производилось постепенно, с шагом 5 или 10 кг. Таким образом, каждый индикатор замерял деформацию на одном из четырех углов образца.

Обработка результатов

В качестве обработки результатов использовались следующие формулы:

$\Delta l_i = l_o - l_i$ – абсолютная деформация образца при i -ой ступени нагружения.

$$\varepsilon_i = \frac{\Delta l_i}{l_0} \cdot 100\% = \frac{l_0 - l_i}{l_0} \cdot 100\% \text{ – относительная деформация образца при } i\text{-ой ступени}$$

нагружения, выраженная в процентах.

Для обоих материалов построены диаграммы зависимости относительной деформации от нагрузки. Значения взяты осредненно по показаниям четырех индикаторов для серии образцов каждого утеплителя (рис. 1).

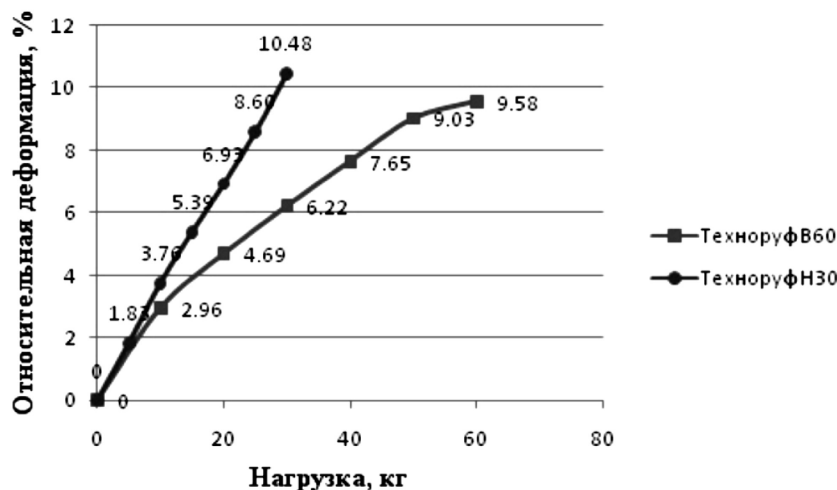


Рис. 1. Диаграммы зависимости относительной деформации от нагрузки

Для решения задач о влиянии крышных конструкций на кровельное покрытие здания необходимо знать модуль упругости используемых материалов. Однако производителями данная информация не дается. В связи с этим проведены испытания на растяжение гидроизоляционных материалов популярной марки «ТехноНИКОЛЬ» с целью построения диаграмм работы материалов на растяжение. В качестве примера взяты 5 видов материала по три образца на каждый. Испытания проводились в следующей последовательности:

- Материал 1: Унифлекс ТПП;
- Материал 2: Техноэласт ТПП;
- Материал 3: Бикрост ХПП;
- Материал 4: Мембрана Экопласт;
- Материал 5: Техноэласт ЭКП.

Испытания проводились по ГОСТу на испытания рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов [2]. Форма и размер образцов, закрепление их в разрывной машине полностью соответствуют требованиям норм.

Средства испытания и вспомогательные устройства

Испытания проводились на разрывной машине МРС-500, при одноосном растяжении. Деформации образцов измерялись при помощи двух катетометров (КМ-8), предназначенных для измерения вертикальных отрезков, в одной плоскости в местах недоступных для непосредственного измерения, с пределом основной допускаемой погрешности $\pm 0,0015$ мм.

Порядок подготовки к проведению испытаний

Согласно [2] испытание основных наплавливаемых и ненаплавливаемых битумных и битумно-полимерных материалов проводят на трех образцах-полосках размерами $(300 \times 50) \pm 1$ мм, вырезанных в продольном направлении. Рабочий участок отмечают параллельными метками, наносимыми вручную. Длина рабочего участка для образцов – 150 ± 1 мм. Для обеспечения одинакового крепления образца в захватах разрывной машины наносят установочные метки, расстояние между которыми для образца-полоски – 200 ± 1 мм. Метки наносятся симметрично относительно центра образца.

Порядок проведения испытания

Образец помещали в захваты разрывной машины по установочным меткам так, чтобы продольные оси захватов и продольная ось образца совпали между собой и с направлением движения подвижного захвата. Для используемых образцов-полосок предотвращение их выскальзывания из зажимов предусматривалось использованием с обеих сторон материала листов наждачной бумаги, размером 6x5 см.

Далее проводилось нагружение образца с шагом 10 кг (в необходимых случаях – 5 кг к концу нагружения) и фиксация удлинения образца. Нагружение проводилось до разрыва материала либо до начала площадки текучести.

Обработка результатов велась по следующим формулам:

$$\Delta l_i = l_i - l_0,$$

абсолютное удлинение образца при i -ой ступени нагружения.

$$\varepsilon_i = \frac{\Delta l_i}{l_0} \cdot 100 \% = \frac{l_i - l_0}{l_0} \cdot 100 \%,$$

относительное удлинение образца при i -ой ступени нагружения, выраженное в процентах.

Далее строились диаграммы зависимости относительного удлинения от нагрузки. Для наглядности результатов в пределах диаграммы построены графики для всей серии материалов; в диаграмме каждого материала взяты осредненные значения (рис. 2).

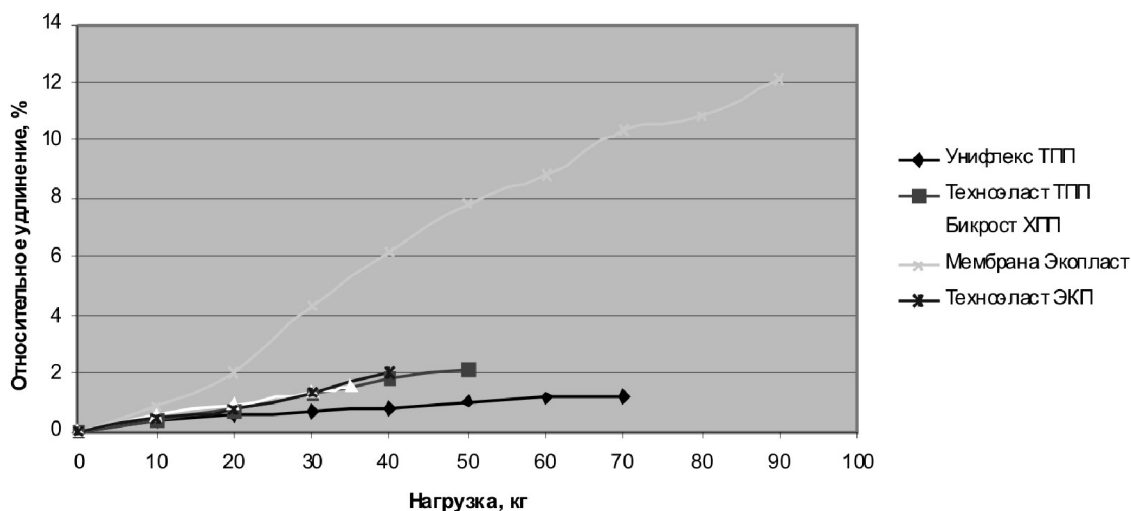


Рис. 2. Диаграммы зависимости относительного удлинения от нагрузки

На следующем этапе исследования выполнено численное моделирование состава кровли в ПК «ANSYS». При этом в постановке задачи были использованы данные (модуль упругости), полученные экспериментальным путем. В ходе моделирования рассматривался следующий состав кровли:

1. Мембрана Экопласт $t = 1,2$ мм;
2. Техноруф В60 $t=40$ мм;
3. Техноруф Н30 $t=150$ мм.

В качестве нагрузки задается пригруз весом 50 кг, установленный на краю кровли. Нагружение производится в течение времени $t=10$ с. Необходимо определить деформации самого кровельного состава под воздействием груза, а также проследить перераспределение напряжений в используемом гидроизоляционном полотне. Отслеживание ведется в пяти промежуточных значениях до одной секунды и затем с шагом в одну секунду до десяти секунд.

Деформация кровельного состава представлена на рис. 3:

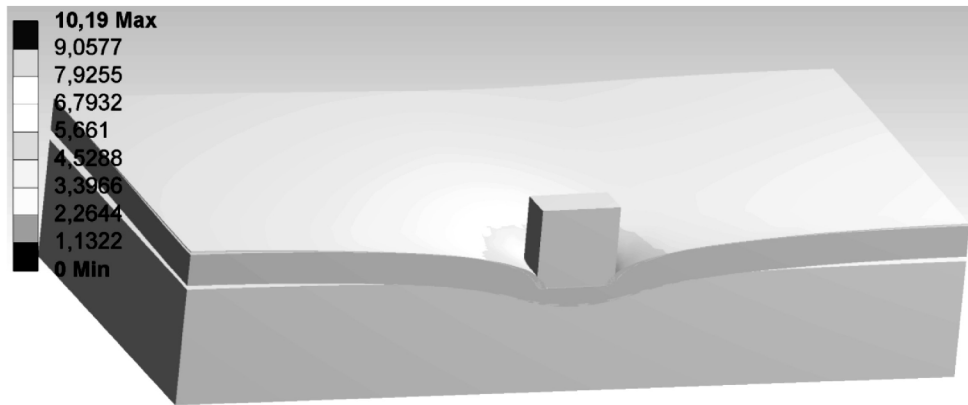


Рис. 3. Иллюстрация деформации кровли от нагрузки

Для наглядности данные о деформациях представлены на диаграмме (рис. 4):

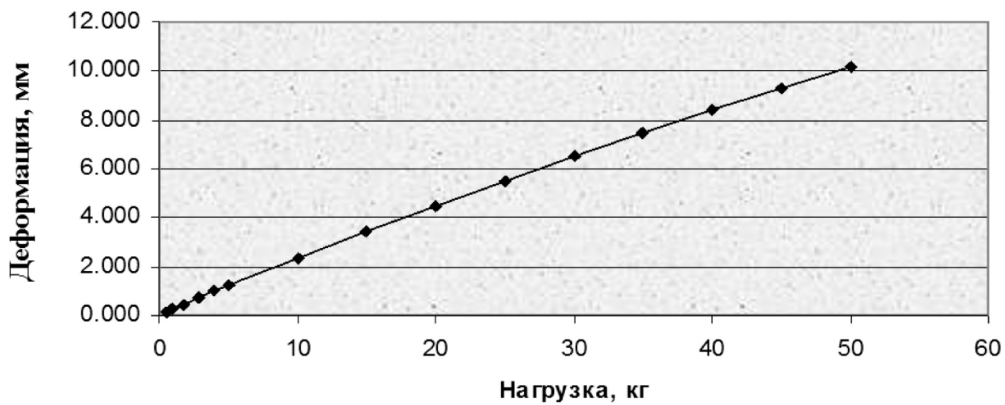


Рис. 4. Диаграмма зависимости деформации кровли от нагрузки для задачи А

Максимальное значение деформации кровельного состава достигает 10,19 мм. Деформация линейна при 10 %-ном нагружении, далее имеется отклонение. Распределение напряжений в мембране, а также диаграмма зависимости напряжения от нагрузки показаны на рис. 5, 6 и 7:

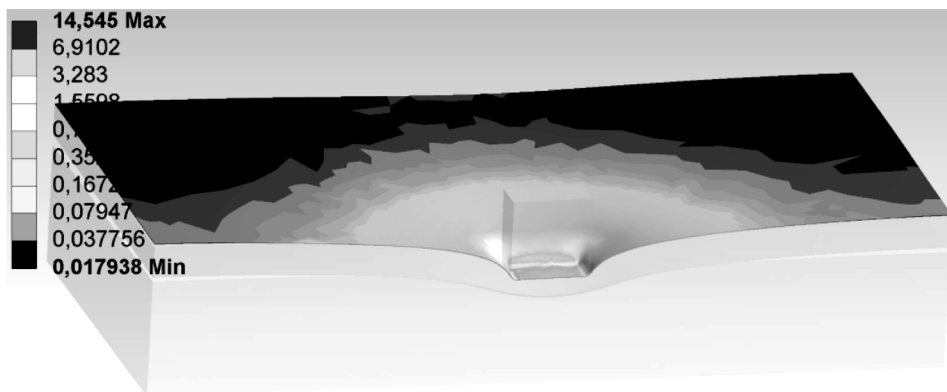


Рис. 5. Иллюстрация распределения напряжений от нагрузки для задачи А

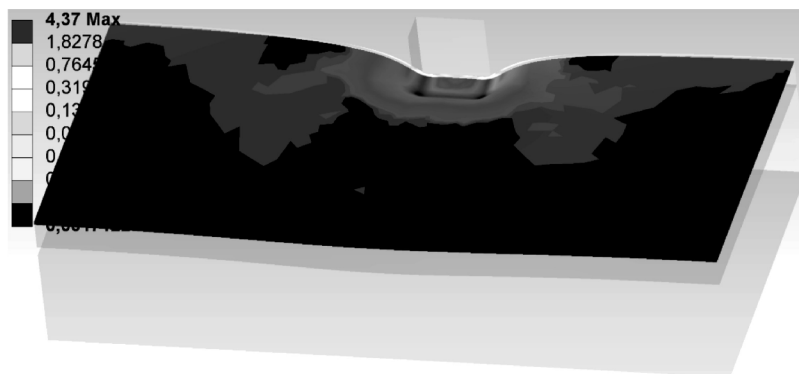


Рис. 6. Иллюстрация распределения напряжений от нагрузки для задачи А (вид снизу)

Зависимость напряжений в мембране от прилагаемой нагрузки представлена в виде диаграммы на рис. 7. Как видно из диаграммы, данная зависимость линейна при 10 %-ном нагружении.

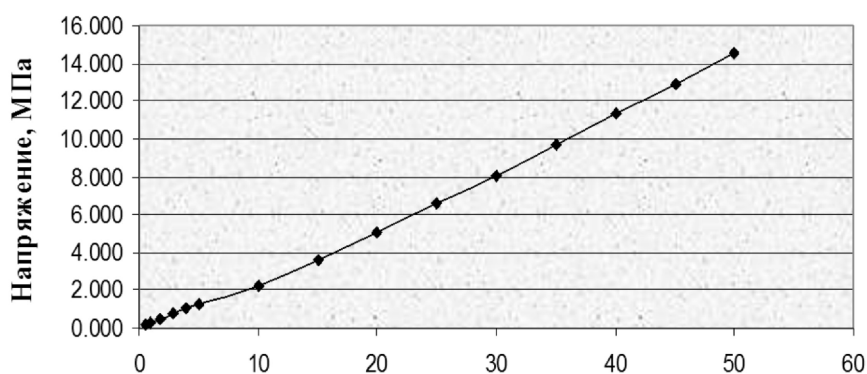


Рис. 7. Диаграмма зависимости напряжений в мембране от нагрузки

Таким образом, в результате проведенных испытаний были получены промежуточные значения относительной деформации теплоизоляционных материалов в зависимости от нагрузки. Средствами численного моделирования определена зависимость напряжений в мембране от нагрузки.

Указанная производителем прочность на сжатие соответствует 10 %-ной деформации только для материала Техноруп В60. Причиной несоответствия качества одного из материалов можно объяснить как скрытыми дефектами в выборке образцов, так и не соответствующим качеством самих материалов. Соответственно, при экспертизе несущей способности кровли необходимо учитывать возможные факторы ухудшения качества материала введением соответствующих коэффициентов безопасности.

Список литературы

1. ГОСТ 17177-94 «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний».
2. ГОСТ 2678-94 «Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные. Методы испытаний».

Shmelev G.N. – candidate of technical sciences, professor

E-mail: shmelev@kgasu.ru

Kozlov M.V. – candidate of technical sciences

E-mail: maxim-kozlov@mail.ru

Susarov A.V. – post-graduate student

E-mail: susarovav@mail.ru

Haidarov L.I. – bachelor

E-mail: haidarov_lenar@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Test insulation and waterproofing materials to determine their performance charts

Resume

In addition to waterproofing mat important component is used a heater, and the impact of design on it much, because due to the high porosity of the material there are large deformations, which, at high loads and insufficient strength of insulation, of course, affect the insulating properties.

We tested two types of insulation materials TEHNORUF H30, TEHNORUF B60 and several types of waterproofing materials.

TEHNORUF H30 – robust insulating material used as the bottom insulation layer for insulation of flat roofs. Usually used as an element in a two-layer insulation systems. Lower insulating layer is placed on the support base of the corrugated sheet metal or concrete. TEHNORUF B60 – used for insulation of flat roofs in conjunction with mineral wool slabs TEHNORUF H30. Plates are designed for use as a top layer in a two-layer insulation system. Membrane Ekoplast – Polymeric PVC membrane ECOPLAST used as a waterproofing roofing systems, foundations and tunnel structures. PVC membrane ECOPLAST fit in one layer and hot-air welded using automatic equipment.

Keywords: insulation materials, waterproofing materials, roof design.

References

1. GOST 17177-94 «Materials and construction insulation products. Test Methods».
2. GOST 2678-94 «Materials roll roofing and waterproofing. Methods of testing».

УДК 69.022.32

Шмелев Г.Н. – кандидат технических наук, профессор

E-mail: shmelev@kgasu.ru

Сусаров А.В. – аспирант

E-mail: susarovav@mail.ru

Хайруллин Л.Р. – ассистент

E-mail: lenar76@rambler.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Напряженно-деформированное состояние несущих кронштейнов навесных фасадных систем

Аннотация

В статье рассматриваются результаты натурных экспериментов кронштейнов системы навесного вентилируемого фасада «Союз». Представлена методика проведения испытаний. Также рассматриваются результаты конечно-элементного анализа данных кронштейнов в ПК «Лира». В результате расчета по прочности и деформативности и испытаний нескольких типоразмеров кронштейнов, состоящих из двух вариантов сечений, определена максимально допустимая нагрузка на кронштейн.

Ключевые слова: навесной вентилируемый фасад, прочность и деформативность несущих кронштейнов.

Испытывались два варианта сечений кронштейнов системы «Союз» с вылетами консолей 25 см, 10 см и 5 см и толщиной листа 2 мм.

Применение указанных кронштейнов потребовало экспериментального определения фактической несущей способности и деформативности. При этом деформации кронштейнов по условию деформативности ограничиваются величиной $L/75$ (п. 10.6 [3]), где L – величина вылета консоли.

Методика проведения испытаний

Для определения фактической несущей способности и деформативности кронштейнов были проведены экспериментальные исследования 9 образцов, по 3 образца каждого из 3 типоразмеров. Все образцы испытывались на изгиб. Испытание натуральных образцов проводилось в лаборатории кафедры металлических конструкций и испытания сооружений КГАСУ, при температуре +15 °С.

Испытание кронштейнов на изгиб производилось тарированными грузами, прикладываемыми к концевой части через специальный подвес. Крепление подвеса к кронштейнам выполнялось в месте крепления горизонтальной направляющей, т.е. не отличалось от реальной схемы нагружения. Точка приложения нагрузки располагалась на расстоянии 10 мм от конца кронштейна. Загружение опытных образцов кронштейнов, испытываемых на изгиб, осуществлялось мерным грузом – этапами, со снятием показаний по прогибому, через 5 минут после установки груза очередного этапа.

Таблица 1

Результаты испытания кронштейна № 1 с длиной консоли 25 см

№ этапа	Величина нагрузки, кг	Значение прогиба на конце кронштейна, мм	
		Прогиб на этапах	Остаточный прогиб
1	0	0	0,8
2	1	1,6	
3	2	3,2	
4	3	4,6	
5	4	6,9	
6	5	8,7	

Продолжение табл. 1

7	6	10,6	
8	7	13	
9	8	15	
10	9	16,95	
11	10	19,35	
12	11	21,9	

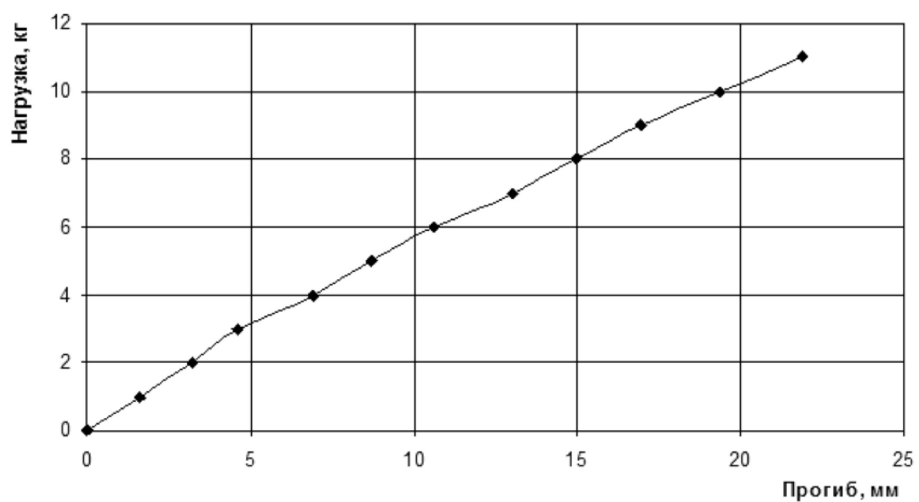


Рис. 1. Результаты испытания кронштейна № 1 с длиной консоли 25 см

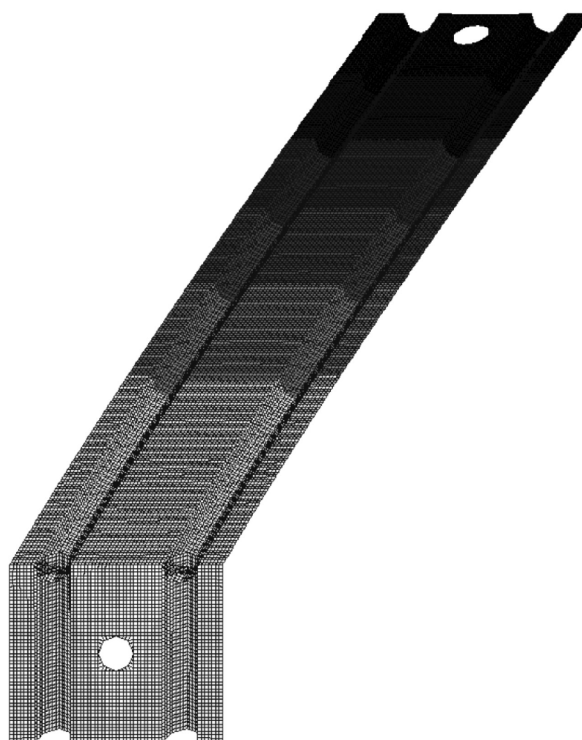


Рис. 2. Изополя перемещений по Z(G)

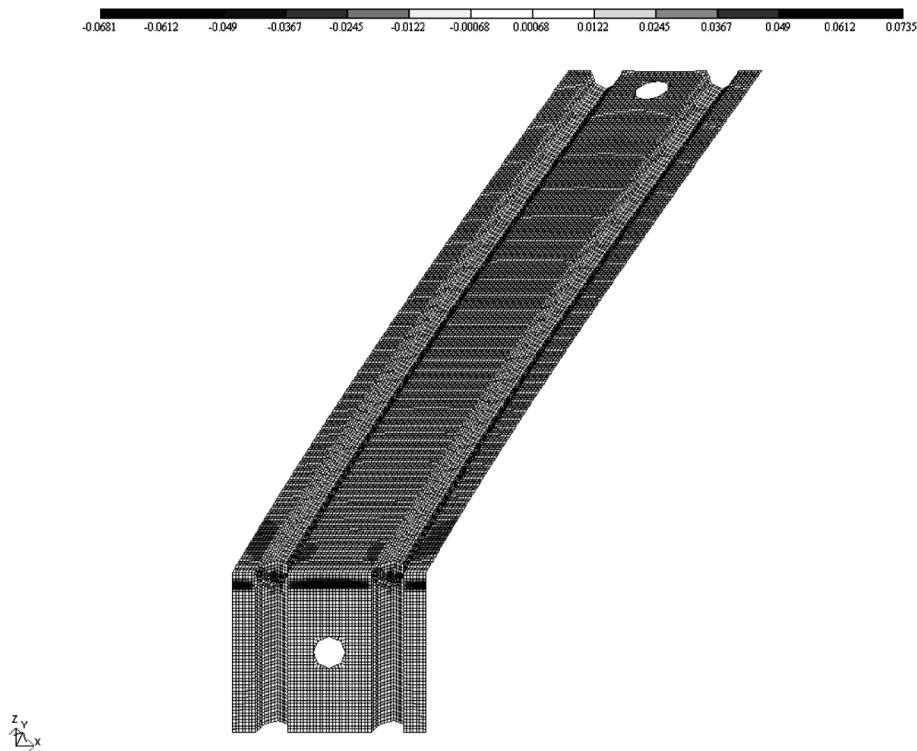


Рис. 3. Изополя напряжений по M_y

Таблица 2

Результаты испытания кронштейна № 2 с длиной консоли 10 см

№ этапа	Величина нагрузки, кг	Значение прогиба на конце кронштейна, мм	
		Прогиб на этапах	Остаточный прогиб
1	0	0	0,6
2	5	0,45	
3	10	1	
4	12	1,2	
5	15	1,65	
6	20	2,4	
7	25	3,2	
8	30	4,3	

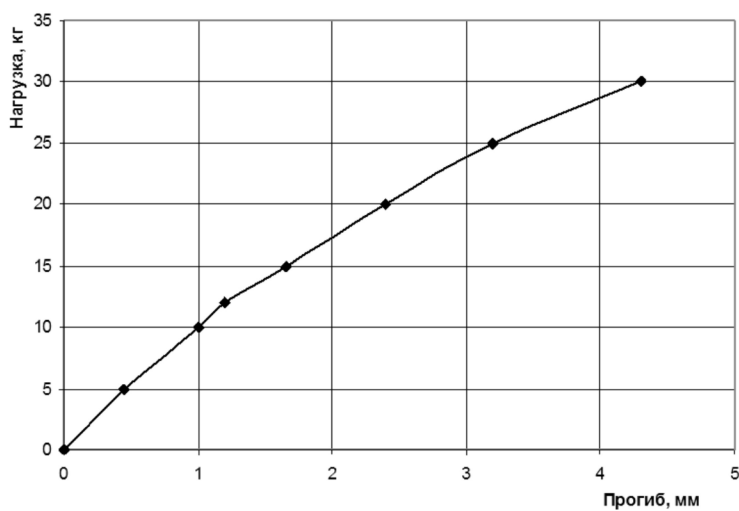


Рис. 3. Результаты испытания кронштейна № 2 с длиной консоли 10 см

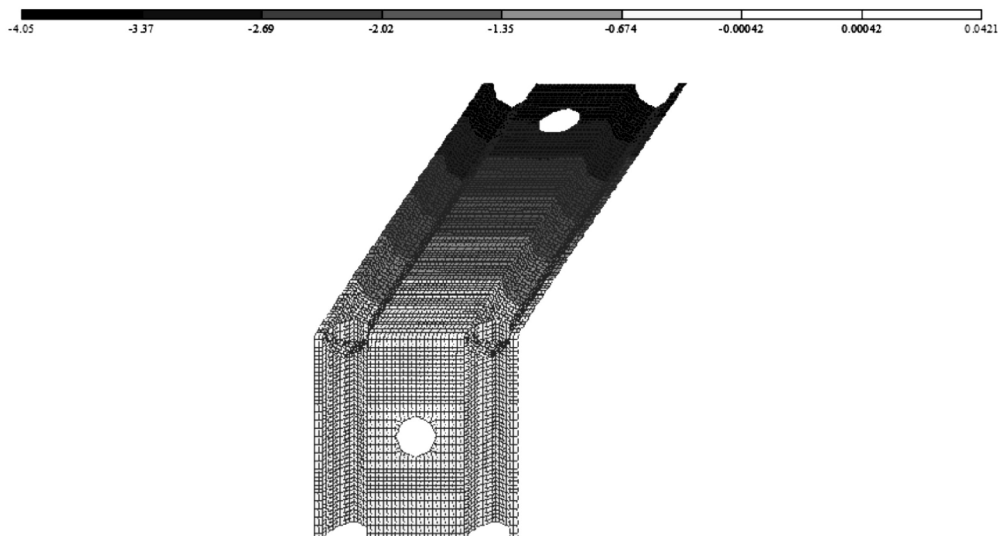


Рис. 4. Изополя перемещений по Z(G)

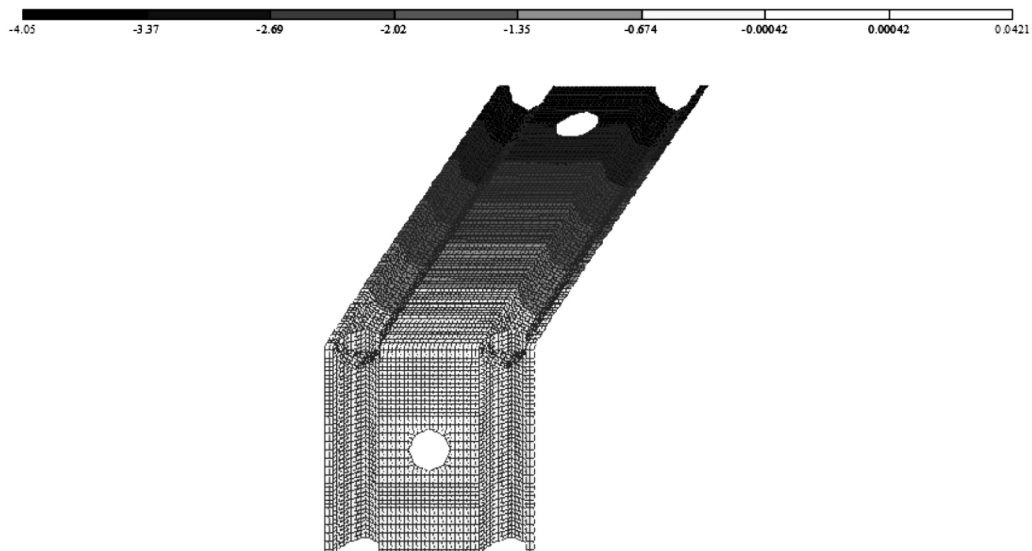


Рис. 5. Изополя напряжений по My

Таблица 3

Результаты испытания кронштейна № 3 с длиной консоли 5 см

№ этапа	Величина нагрузки, кг	Значение прогиба на конце кронштейна, мм	
		Прогиб на этапах	Остаточный прогиб
1	0	0	0,4
2	10	0,18	
3	20	0,35	
4	25	0,45	
5	30	0,55	
6	35	0,7	
7	40	0,85	
8	45	1	
9	50	1,2	
10	55	1,4	
11	60	1,6	

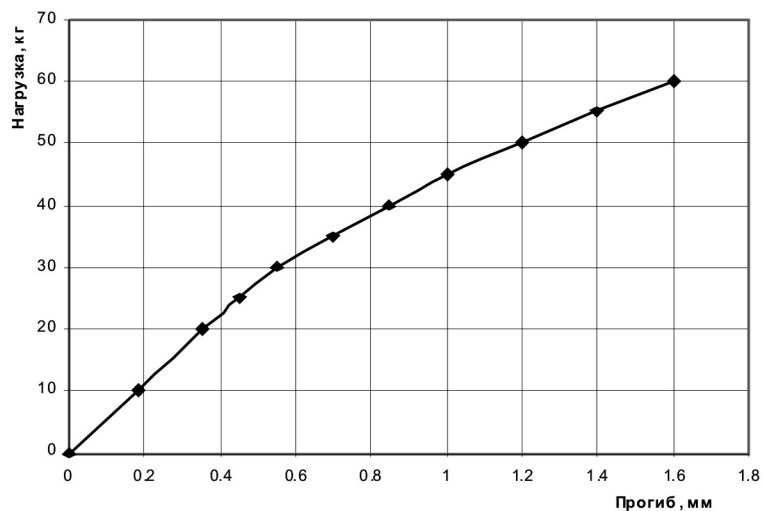


Рис. 6. Результаты испытания кронштейна № 3 с длиной консоли 5 см

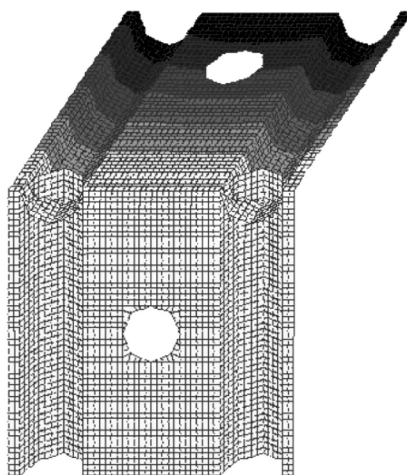
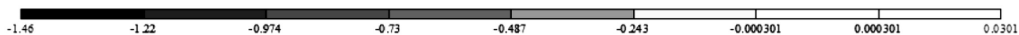


Рис. 7. Изополя перемещений по Z(G)

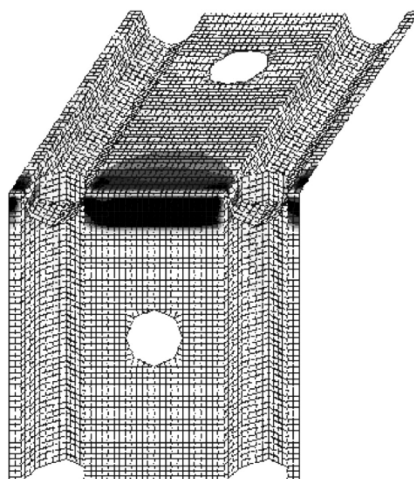
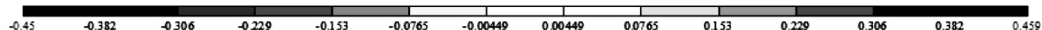


Рис. 8. Изополя напряжений по My

Максимально допустимый изгибающий момент из условия прочности для обоих вариантов сечений кронштейна:

$$1 \text{ тип сечения: } M_1 \leq WR_{y, \gamma_c}; M_1 \leq 0,052 \cdot 2450 = 127,4 \text{ кг} \cdot \text{см};$$

$$2 \text{ тип сечения: } M_2 \leq WR_{y, \gamma_c}; M_2 \leq 0,048 \cdot 2450 = 117,6 \text{ кг} \cdot \text{см}.$$

Определим максимально допустимую вертикальную силу для пяти типоразмеров из условия прочности, с учетом того, что сила прикладывается на расстоянии 10 мм от конца кронштейна:

$$1) \text{ Кронштейн длиной 25 см: } P = \frac{M_1}{l_1 - 1} = \frac{127,4}{25 - 1} = 5,31 \text{ кг};$$

$$2) \text{ Кронштейн длиной 10 см: } P = \frac{M_2}{l_4 - 1} = \frac{117,6}{10 - 1} = 13,07 \text{ кг};$$

$$3) \text{ Кронштейн длиной 5 см: } P = \frac{M_2}{l_5 - 1} = \frac{117,6}{5 - 1} = 29,4 \text{ кг}.$$

При этом деформации кронштейнов по условию деформативности ограничиваются величиной $L/75$ (п. 10.6 [1]), где L – величина вылета консоли. Максимально допустимый прогиб равен:

$$1) \text{ Кронштейн длиной 25 см: } v_1 = \frac{L_1}{75} = \frac{24}{75} = 0,32 \text{ см};$$

$$2) \text{ Кронштейн длиной 10 см: } v_4 = \frac{L_4}{75} = \frac{9}{75} = 0,12 \text{ см};$$

$$3) \text{ Кронштейн длиной 5 см: } v_5 = \frac{L_5}{75} = \frac{4}{75} = 0,053 \text{ см}.$$

Определим максимально допустимую вертикальную силу для пяти типоразмеров из условия деформативности с учетом того, что сила прикладывается на расстоянии 10 мм от конца кронштейна:

$$1) \text{ Кронштейн длиной 25 см: } P = \frac{v_1 \cdot 3EI}{(l_1 - 1)^3} = \frac{0,32 \cdot 3 \cdot 2,06 \cdot 10^6 \cdot 0,015}{24^3} = 2,15 \text{ кг};$$

$$2) \text{ Кронштейн длиной 10 см: } P = \frac{v_4 \cdot 3EI}{(l_4 - 1)^3} = \frac{0,12 \cdot 3 \cdot 2,06 \cdot 10^6 \cdot 0,013}{9^3} = 13,22 \text{ кг};$$

$$3) \text{ Кронштейн длиной 5 см: } P = \frac{v_5 \cdot 3EI}{(l_5 - 1)^3} = \frac{0,053 \cdot 3 \cdot 2,06 \cdot 10^6 \cdot 0,013}{4^3} = 66,5 \text{ кг}.$$

Таким образом, результаты расчета трех типоразмеров кронштейнов, состоящих из двух вариантов сечений, по прочности и деформативности показали, что максимально допустимая нагрузка на кронштейны равна:

- 1-й типоразмер (25 см) – **2,15 кг** (ограничивается деформативностью);
- 2-й типоразмер (10 см) – **13,07 кг** (ограничивается прочностью);
- 3-й типоразмер (5 см) – **29,4 кг** (ограничивается прочностью).

Указанные величины свидетельствуют о том, что кронштейны системы «СОЮЗ» при нагружении вышеуказанными нагрузками деформируются в упруго-пластической зоне.

Список литературы

1. СНиП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия. – М., 2003. – 43 с.
2. Фасадные теплоизоляционные системы с воздушным зазором. Рекомендации по составу и содержанию документов и материалов, представляемых для технической оценки пригодности продукции. – М., Госстрой России, 2004.
3. Справочник проектировщика. Металлические конструкции. – М., 1998. – 575 с.

Shmelev G.N. – candidate of technical sciences, professor

E-mail: shmelev@kgasu.ru

Susarov A.V. – post-graduate student

E-mail: susarovav@mail.ru

Khairullin L.R. – assistant

E-mail: lenar76@rambler.ru

Kazan State Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Stress-state bearing brackets hinged facade system

Resume

All hinged facade system with ventilated air gap is one of the most effective ways of warming and facades of buildings and structures through the following design features of these systems:

- insulated with a layer of a solid array located on the outside of the outer wall of a small amount of cold bridges, which allows to make the dew point of the inner layer of the wall;

- the screen, set the air gap relative warming layer, wall structure is well protected from the weather;

- between the facing layer and a layer of insulation arranged ventilated air gap, through which the moisture that collects in the insulation is effectively removed;

- such a construction of the outer wall is well protected from the living areas of heat loss in the winter and overheating in the summer;

- the absence of «wet» processes allows installation work at any time of the year;

- facing materials and structural engineering of facade systems provide durability of facade decoration insulation of external walls, while they can easily repair the damaged sections of the facade.

Keywords: ventilated facades, strength and deformability of bearing brackets.

References

1. SNIP 2.01.07-85 *. Load and impact. – M., 2003. – 43 p.
2. Facade insulation system with an air gap. Recommendations for the composition and content of documents and materials submitted for technical evaluation of the suitability of products. – M.: Russian State Committee for Construction, 2004.
3. Directory designer. Metal structures. – M., 1998. – 575 p.



УДК 624.131

Мирсаяпов И.Т. – доктор технических наук, профессор

E-mail: mirsayapov@kgasu.ru

Королева И.В. – старший преподаватель

E-mail: koroleva@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Особенности деформирования глинистых грунтов при режимном нагружении

Аннотация

В статье приводятся результаты экспериментальных исследований прочности и деформируемости глинистых грунтов в условиях трехосного сжатия при режимном статическом нагружении. Режимы нагружения включали чередование блоков повышающимися и понижающимися напряжениями. Получены новые данные о развитии объемных деформаций в зависимости от увеличения времени всестороннего обжатия и при изменении девиатора напряжений в образце. Выполнен анализ результатов исследований и установлены некоторые закономерности поведения глинистых грунтов при режимных трехосных нагружениях.

Ключевые слова: глинистый грунт, режимное нагружение, трехосное сжатие, объемная деформация, модуль деформации.

Модели механического поведения грунта, используемые в настоящее время, требуют определения параметров, получаемых из трудоемких опытов на приборах трехосного сжатия. Они позволяют моделировать напряженно-деформированное состояние грунта под фундаментом: результаты испытаний малых образцов переносят на прогноз конечной величины и длительности осадок зданий и сооружений в реальных условиях. При деформации глинистых грунтов ощутимы временные эффекты: релаксация, ползучесть и снижение прочности при длительном воздействии нагрузки, т.е. они способны изменять свое напряженно-деформированное состояние во времени [1-3].

Одним из основных вопросов проектирования оснований фундаментов является правильный прогноз развития длительных деформаций (осадок) оснований фундаментов. Как показывают результаты сопоставления проектных значений осадок с результатами фактических осадок, наблюдается существенное расхождение между этими величинами ($\pm 50\%$ и более).

Среди основных факторов, приводящих к такому отклонению, можно выделить неучет изменения реологических параметров грунта во времени и пренебрежение режимом нагружения (этапностью нагружения в процессе строительства).

В реальных условиях строительства и эксплуатации нагрузки на грунтовое основание фундаментов прикладываются поэтапно по мере возведения здания или сооружения. В действующих нормах проектирования при расчете осадок и несущей способности этапность нагружения основания не учитывается. В основаниях, сложенных глинистыми грунтами, напряженно-деформированные характеристики меняются и зависят от истории предыдущего нагружения [1, 3].

Учет особенностей деформирования глинистых грунтов при режимном нагружении дает возможность более точно приблизить теоретические прогнозы к реальному поведению грунтов оснований фундаментов. В связи с этим экспериментальное изучение напряженно-деформированного состояния глинистых грунтов в условиях трехосного режимного нагружения является актуальной задачей.

Испытывались образцы глинистого грунта нарушенной структуры со следующими характеристиками:

$$W = 26,6\%; W_p = 19\%; W_L = 34\%; \rho = 1,96 \text{ г/см}^3.$$

После изготовления образца были отобраны пробы грунта и определены его прочностные характеристики: $\phi = 18^\circ$, $c = 63 \text{ кПа}$. Отклонения по плотности и влажности в пределах высоты образца составили менее 1% от заданных величин, что позволило считать образец однородным.

Испытания проводились в приборе трехосного сжатия (рис. 1) в условиях трехосного режимного статического нагружения. Проведено три серии экспериментальных исследований (рис. 2-5). Первая серия экспериментов проведена с целью установления влияния величины среднего нормального напряжения на прочность и деформируемость образцов глинистого грунта при режимном нагружении. Было рассмотрено ступенчатое девиаторное нагружение при величине всестороннего обжатия 80 кПа (режим 1.1), 160 кПа (режим 1.2) и 240 кПа (режим 1.3). Вторая серия экспериментальных исследований позволила установить влияние разгрузки на этапе всестороннего обжатия при $\sigma_m = 80 \text{ кПа}$ (режим 2.1), $\sigma_m = 160 \text{ кПа}$ (режим 2.2) и $\sigma_m = 240 \text{ кПа}$ (режим 2.3) на объемное деформирование образца. При проведении третьей серии экспериментальных исследований образец подвергался всестороннему обжатию при $\sigma_m = 160 \text{ кПа}$, затем к боковым граням прикладывалась еще одна ступень нагружения, после чего образец подвергался режимному девиаторному нагружению.

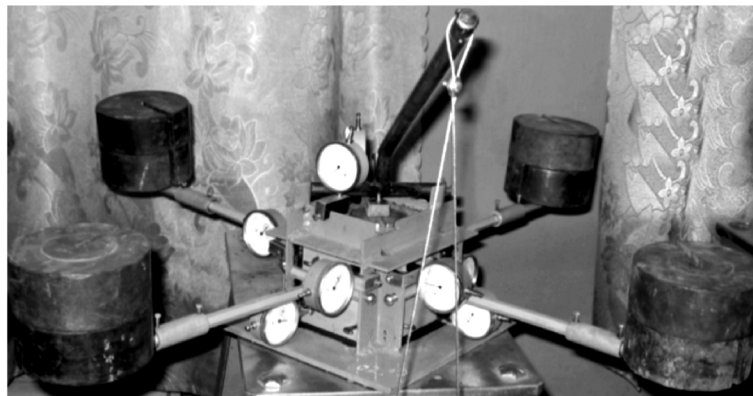


Рис. 1. Внешний вид прибора трехосного сжатия



Рис. 2. Режимы нагружения. Первая серия испытаний

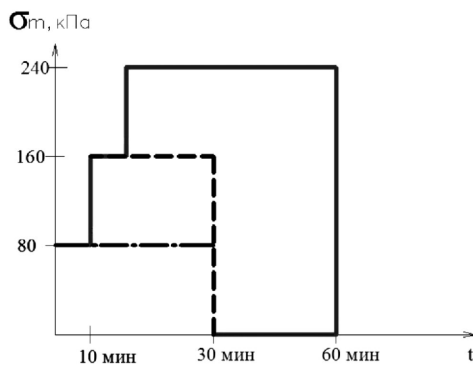


Рис. 3. Режимы нагружения. Вторая серия испытаний

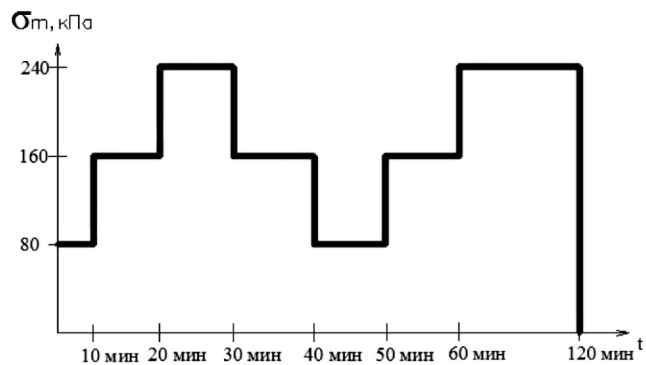


Рис. 4. Режимы нагружения. Третья серия испытаний. Режим 3.1

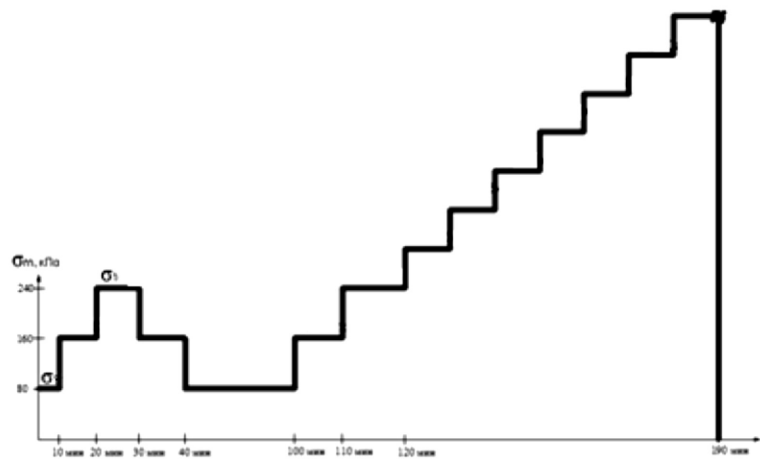


Рис. 5. Режимы нагружения. Третья серия испытаний. Режим 3.2

По результатам экспериментальных исследований построены графики развития объемных деформаций во времени (рис. 6), графики зависимости роста объемных деформаций от величины средних нормальных напряжений, паспорт грунта и паспорт ползучести (рис. 7).

Экспериментальные исследования показывают, что деформации образца развиваются на всем протяжении испытаний, при этом на этапе разгрузки объемные деформации растут с меньшей интенсивностью. Установлено, что при увеличении величины всестороннего обжатия в 2 раза объемные деформации увеличиваются на 26 %, а при увеличении средних нормальных напряжений на этапе всестороннего обжатия в 3 раза объемные деформации увеличиваются на 41 %, изменение объемных деформаций при понижающемся режиме нагружения составляет от 11 % до 14 %. По результатам второй серии экспериментальных исследований установлено, что на этапе всестороннего обжатия при выдержке образца под нагрузкой приращение объемных деформаций составило от 2 % до 12 % в зависимости от режима нагружения, после полной разгрузки образца объемные деформации уменьшились на 39 %, 23 % и 36 % при $\sigma_m = 80 \text{ кПа}$, $\sigma_m = 160 \text{ кПа}$, $\sigma_m = 240 \text{ кПа}$ соответственно.

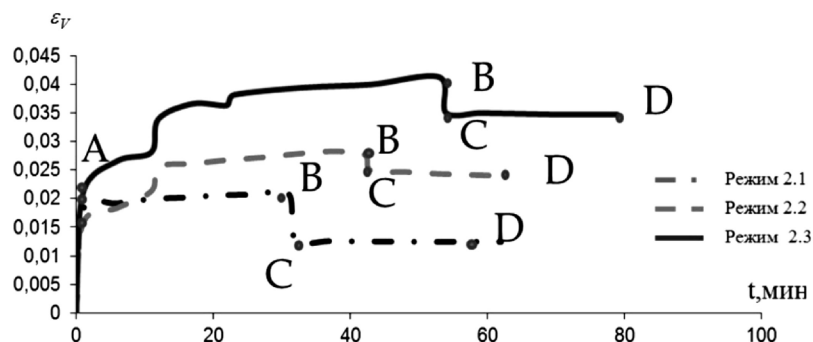


Рис. 6. Развитие объемных деформаций во времени:
 АВ – блок повышающегося нагружения; ВС – блок понижающегося нагружения;
 CD – наблюдение после разгрузки

Проведенные экспериментальные исследования показали: линейный модуль деформации E_v , модуль сдвига G не являются постоянными на протяжении всего испытания. Их величина зависит от вида напряженного состояния, от уровня действующих компонентов напряжений, от режима нагружения.

Анализ выше приведенных результатов экспериментальных исследований позволяет раскрыть закономерности развития деформаций грунта при режимном трехосном нагружении.

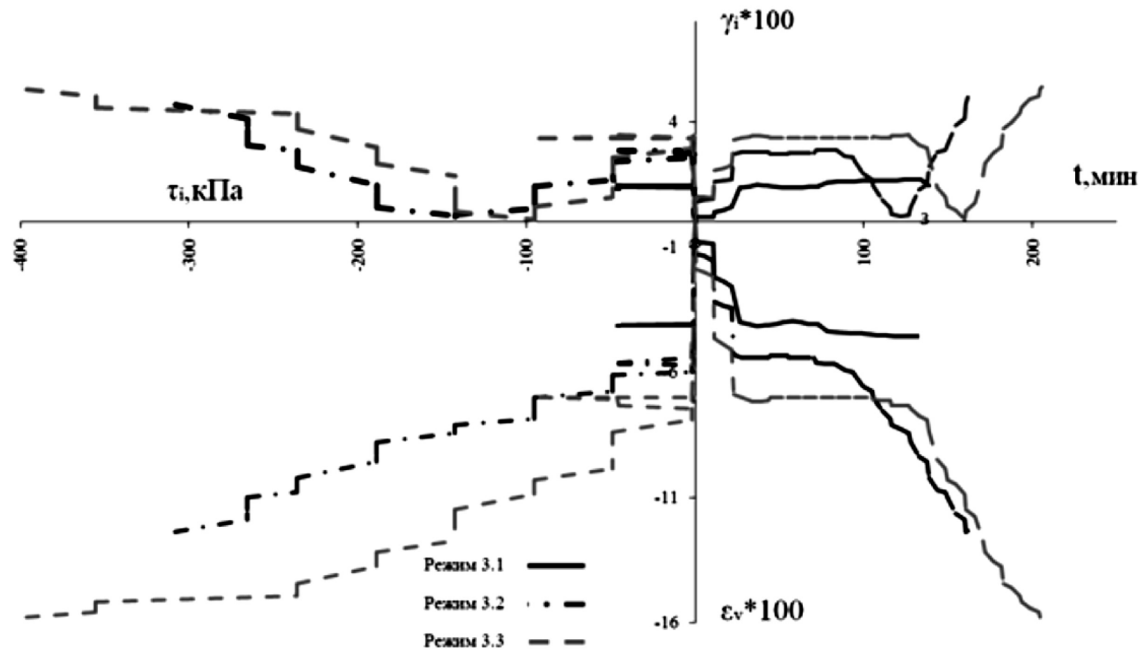


Рис. 7. Паспорт ползучести

Сначала рассмотрим образцы, испытанные повышающим режимом блочного режимного нагружения (рис. 6, 7), когда уровень нагрузки повышается ступенями при переходе от одного блока к другому.

При действии статической нагрузки в пределах каждого блока во всех испытанных образцах происходило увеличение деформаций грунта (объемных, линейных и сдвига). Деформации с различной интенсивностью развивались на всем протяжении испытаний. Наиболее интенсивное развитие деформаций происходило в первом блоке в начальный период нагружения (до 20 минут), и закономерности развития деформаций в этом блоке были такие же, как и при стационарном режиме. При переходе на более высокий уровень нагрузки наблюдался скачок полных деформаций грунта. Затем внутри второго блока начинается плавное развитие деформаций по мере увеличения времени действия нагрузки, аналогично развитию деформаций на второй стадии первого блока нагружения. Однако скорость развития этих деформаций была больше, чем на первом блоке нагружения. При переходе к другим блокам вышеописанные закономерности повторялись, но в каждом последующем блоке скорость развития деформаций увеличивалась. На последнем блоке перед разрушением происходило резкое увеличение деформаций грунта. Разрушение образца грунта происходило после достижения вертикальными деформациями предельных значений, равных 10 %.

Рассмотрим развитие деформаций при последовательно понижающемся режиме блочного нагружения, когда нагрузка уменьшается от блока к блоку ступенями.

При действии нагрузок в пределах каждого блока во всех испытанных образцах происходило изменение деформаций грунта (объемных, линейных, сдвиговых). Деформации с различной интенсивностью развивались на всем протяжении испытаний. Характер изменения деформаций грунта по мере увеличения времени действия нагрузки представлен на рис. 6 и 7. В пределах каждого блока нагружения закономерности развития деформаций в зависимости от уровня напряжений и времени действия нагрузки были такие же, как и при стационарном нагружении. При переходе в блок с более низким уровнем напряжений в момент уменьшения напряжений происходит скачкообразное уменьшение полных деформаций за счет упругой составляющей. Затем какое-то время происходит или дальнейшее уменьшение деформаций, или деформации стабилизируются. Продолжительность этого периода и характер развития деформаций после уменьшения напряжений зависят от величины перепада напряжений и времени действия нагрузки в рассматриваемом блоке: чем больше перепад напряжений, тем больше продолжительность этого периода и степень уменьшения деформаций. При

небольших перепадах напряжений продолжительность этого периода невелика, а деформации в этот период практически не меняются (сначала происходит незначительное уменьшение, затем стабилизация, потом незначительное увеличение). Природа этого явления объясняется эффектом задержки развития микро- и макротрещин после перехода на более низкий уровень напряжений. При действии нагрузки последовательно понижающегося режима происходит также качественное изменение диаграмм $\sigma_i - \varepsilon_i$, $\tau_i - \gamma_i$, характеризующих структурные изменения в грунте.

В тех случаях режим нагружения включает чередование блоков повышающимися и понижающимися напряжениями, вышеописанные закономерности повторяются.

По результатам испытаний получены аналитические зависимости, описывающие деформационные показатели глинистых грунтов при трехосном режимном нагружении:

– объемные деформации:

$$\varepsilon_v = a_1 \cdot \sigma_m^2 + a_2 \cdot \sigma_m + a_3 \cdot \sigma_2^2 + a_4 \cdot \sigma_2 + a_5 \cdot t_m + a_6 \cdot t_{раз} + a_7 \cdot t_{повт} + \beta; \quad (1)$$

– модуль объемных деформаций:

$$E_v = b_1 \cdot \sigma_m^2 + b_2 \cdot \sigma_m + b_3 \cdot \sigma_2^2 + b_4 \cdot t_m + b_5 \cdot t_{раз} + b_6 \cdot t_{повт} + n; \quad (2)$$

где σ_m – величина средних напряжений;

$\sigma_2 = \sigma_3$ – величина бокового давления при девиаторном нагружении;

t_m – время всестороннего обжатия;

$t_{раз}$ – время разгрузки;

$t_{повт}$ – время всестороннего обжатия при повторном нагружении;

$a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, \beta, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, n$ – коэффициенты, полученные экспериментальным путем.

Список литературы

1. Вялов С.С. Реологические основы механики грунтов / Уч. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1978. – 447 с.
2. Мирсайпов И.Т., Королева И.В. Исследование прочности и деформативности глинистых грунтов при длительном трехосном сжатии. // Известия КазГАСУ, 2009, № 2 (12). – С. 167-172.
3. Мирсайпов И.Т., Королева И.В. Прогнозирование деформаций оснований фундаментов с учетом длительного нелинейного деформирования грунтов. // Научно-технический журнал «Основания, фундаменты и механика грунтов», 2011, № 4. – С. 16-23.

Mirsayapov I.T. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: mirsayapov@kgasu.ru

Koroleva I.V. – senior lecturer

E-mail: koroleva@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Features of deformation of clay soils during regime loading

Resume

Soil bases foundations of buildings and structures are exposed to different static loads. In the real world of construction and maintenance loads on soil bases foundations are applied in stages as the construction of a building or structure. In the current design standards in the calculation of the bearing capacity and sediment loading phasing base not included. At the bottom, composed of clayey soils of the stress-strain characteristics vary and depend on the previous history of loading.

For the experimental study of the deformability and strength of clay soil when subjected to a load of the regime and the establishment of certain laws in the Soil Laboratory of Department of bases, foundations, dynamics of buildings and engineering geology KSUAE a series of tests in the triaxial compression. Loading conditions included alternating blocks of raising and lowering stresses. According to test results obtained graphic dependence of volume strain, linear, and the bulk modulus of deformation at different loading conditions. The obtained experimental results have established the basic laws of volume strain soil modules linear and volumetric strain changes in the strength of clay soil in the various modes of triaxial static loading.

Keywords: clay soil, modal loading, triaxial compression, volumetric deformation, deformation modulus.

References

1. Vyalov S.S. Rheological principles of soil mechanics. – M.: HSPH, 1978. – 447 p.
2. Mirsayapov I.T., Koroleva I.V. Study of strong and deformability clay soil for long triaxial compression. // News of the KSUAE, 2009, № 2 (12). – P. 167-172.
3. Mirsayapov I.T., Koroleva I.V. Prediction of deformation of the foundation with the long-term non-linear deformation of soil. // Scientific and technical magazine «OFMG», 2011, № 4. – P. 16-23.

УДК 624.154.001.8

Мирсаяпов И.Т. – доктор технических наук, профессор

E-mail: mirsayapov1@mail.ru

Шакиров М.И. – студент

E-mail: jklnumb@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Поведение моделей плитно-свайных фундаментов при циклическом нагружении

Аннотация

Здания и сооружения и их основания, наряду со статическими, подвергаются воздействию циклических нагрузок. Деформирования плитно-свайного фундамента в процессе циклических нагружений практически не изучены. В связи с этим авторами проведены экспериментальные исследования моделей плитно-свайных фундаментов при циклическом нагружении. Проведенные исследования позволили установить основные закономерности деформирования системы «плитно-свайный фундамент – грунт межсвайного пространства». Циклическое нагружение приводит к снижению несущей способности на 66,7 % на базе 2500 циклов, по сравнению со статическим нагружением.

Ключевые слова: плитно-свайный фундамент, грунт, циклическое нагружение, осадка, напряжения, усилия, межсвайное пространство, лотковые испытания, несущая способность.

При высоких уровнях нагрузки на грунтовые основания или неблагоприятных грунтовых условиях одним из способов увеличения несущей способности является применение плитно-свайных (КПСФ) фундаментов.

Исследованию плитно-свайных фундаментов посвящено большое количество работ. Однако эти исследования в основном ограничиваются установлением основных теоретических закономерностей и особенностей работы плитно-свайных фундаментов под кратковременной статической нагрузкой.

Здания, сооружения и их основания, наряду со статическими, подвергаются воздействию различного рода циклических нагрузок, которые в целом ряде случаев являются основными определяющими безопасность и эксплуатационную пригодность элементов здания [1-3].

Совместное деформирование системы «сваи – плитный ростверк – грунт межсвайного пространства» с учетом перераспределения усилий между отдельными элементами в процессе циклических нагружений практически не изучено.

В связи с вышеизложенным возникает необходимость исследования поведения плитно-свайных фундаментов при циклическом нагружении.

Экспериментальные исследования проводились в объемном лабораторном лотке с размерами 1,0x1,0x1,0 м (рис. 1). В качестве ростверка модели фундамента использовалась железобетонная плита с размерами 400x400x40 мм, армированная проволочной арматурой Ø3 Вр-I.

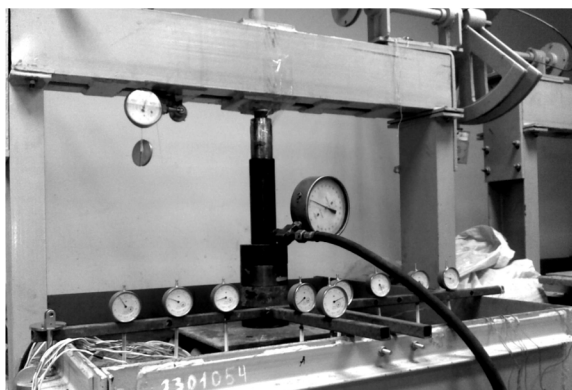


Рис. 1. Внешний вид испытательного стенда

Сваи моделировались полыми пластиковыми трубками диаметром 7 мм, с длиной 400 мм и толщиной стенки 1 мм. Деформации свай определялись с помощью наклеенных по длине тензорезистров.

Установка свай осуществлялась путем послойной отсыпки и уплотнения грунта межсвайного пространства.

Грунтом основания являлась супесь полутвердая (модуль деформации $E=4,1$ МПа, угол внутреннего трения $\varphi=15^\circ$, удельное сцепление $C=3,3$ кПа, плотность $\rho=14$ кН/м³, влажность $W=11$ %). Давление в грунтовом массиве определялось с помощью датчиков давления. Схемы расположения тензорезистров в сваях и датчиков давления в грунте приведены на рис. 2.

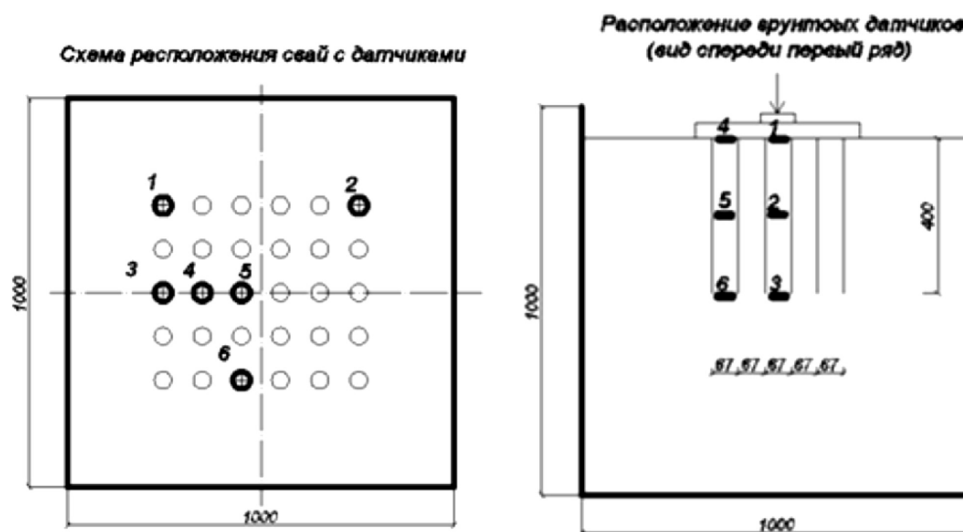


Рис. 2. Схемы расположения тензодатчиков

При проведении экспериментальных исследований фиксировались перемещения плиты фундамента, вертикальные и горизонтальные перемещения свай, деформация в грунтовом основании, в сваях и арматуре плитного ростверка.

Проведенные исследования позволили установить основные закономерности изменения напряженно-деформированного состояния основания плитно-свайного фундамента в процессе циклического нагружения.

Изменения усилий в сваях, расположенных в характерных зонах плитно-свайного фундамента, приведены на рис. 3а. Как видно из рисунка, циклическое нагружение приводит к увеличению усилий в сваях. Характер изменения усилий в сваях показывает перераспределение усилий из свай в грунт межсвайного пространства.

На рис. 3б приведены графики изменения напряжений в различных зонах грунта межсвайного пространства. Как видно из рисунков, происходит увеличение напряжений в грунте во всех зонах грунта по мере увеличения количества циклов нагружения. При этом необходимо отметить, что наибольшее увеличение напряжений происходит в массиве грунта под плитным ростверком.

Циклические нагружения вызвали увеличение осадок основания как в пределах плитного ростверка, так и за его пределами, причем интенсивность их развития зависит от координаты рассматриваемой точки. На рис. 4 приведены графики увеличения осадки основания в зависимости от количества циклов и нагрузки.

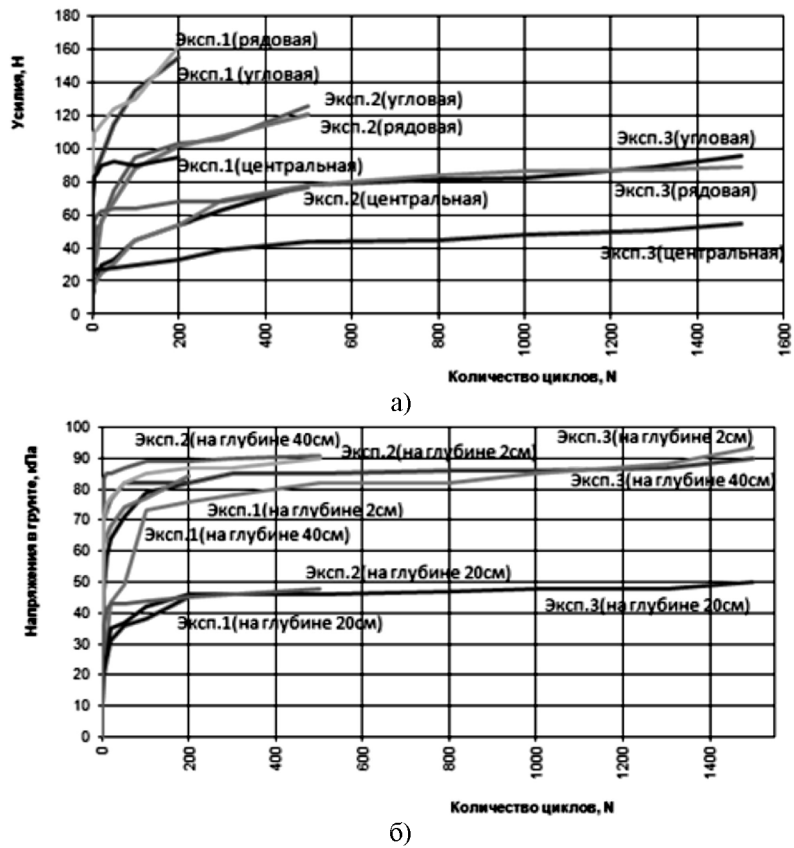


Рис. 3. Изменение:

- а) усилий в сваях плитно-свайного фундамента под действием циклической нагрузки;
- б) напряжения в грунте под действием циклической нагрузки на разных уровнях от плиты ростверка

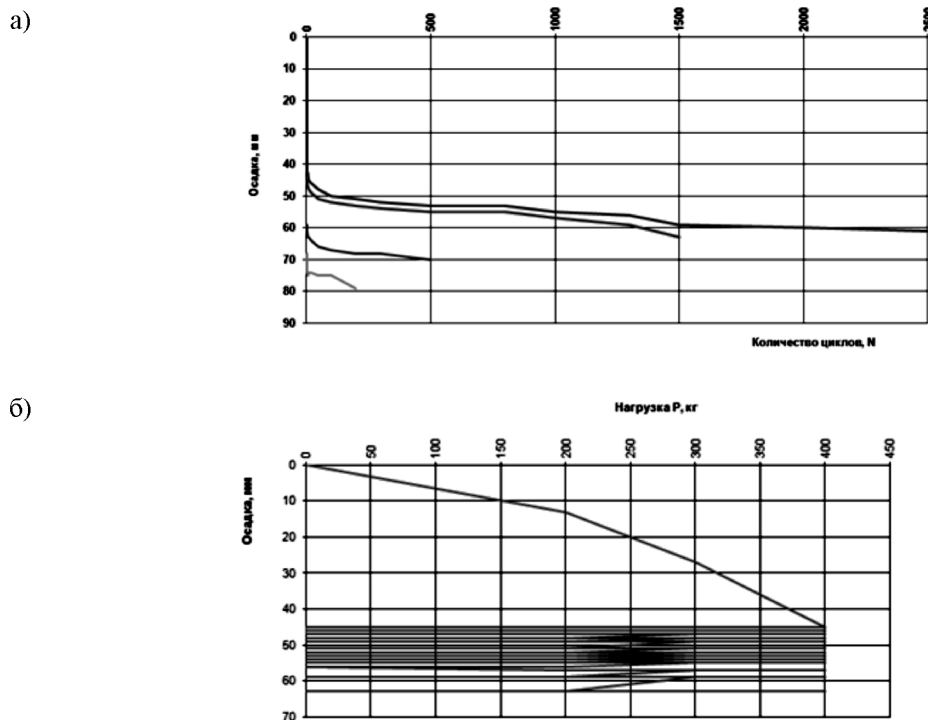


Рис. 4. График: а) развития осадок оснований моделей плитно-свайных фундаментов при различных уровнях нагрузки, б) осадки основания фундамента плитного ростверка после 1500 циклов ступенчатого нагружения (эксперимент 3)

Из рис. 4 видно, что после 200 циклов повторного нагружения интенсивность нарастания осадок существенно уменьшается, но полной их стабилизации не наблюдается. Такая закономерность развития осадок объясняется тем, что в общем случае изменение осадок зависит от развития деформаций грунта межсвайного пространства под ростверком, деформаций сдвига между грунтом и сваями и деформаций грунта в зоне под нижним концом свай.

В начальной стадии реализуются деформации уплотнения практически во всех зонах. Приращение деформаций уплотнения после 200 циклов нагружений практически прекращается, что вызывает уменьшение интенсивности нарастания осадок.

Осадки основания, измеренные в процессе ступенчатых статических нагружений после различного количества повторной нагрузки, изменяются аналогично деформациям грунта межсвайного пространства.

Как видно из рис. 4б, происходит качественное превращение диаграммы $P - S$, т.е. переход криволинейной диаграммы в прямолинейную, что свидетельствует о переходе деформирования грунта в линейную стадию.

Анализ изменения осадок оснований при ступенчатом нагружении после различного количества циклов показывает, что приращение осадок происходит в основном за счет увеличения их остаточной части (рис. 4б).

Величина же осадки в течение одного цикла меняется незначительно. При испытаниях зафиксированы изменения этих («упругих») осадок по мере увеличения количества циклов нагружений. В течение первых 20 циклов эти осадки несколько уменьшаются. Снижение «упругих» осадок можно объяснить уплотнением за счет уменьшения объема пор грунта, которое по интенсивности опережает уменьшения модуля сдвига деформаций сдвига между сваями и окружающим грунтом. Поскольку интенсивное уплотнение грунта происходит в начальный период повторных нагружений, а изменение сцепления между грунтом и сваями является более длительным процессом, то уже после 20 циклов нагружений «упругие» осадки оснований начинают увеличиваться. В случае, если не достигается предельное состояние основания, к моменту 1200 циклов нагружения наступает относительная стабилизация, т.е. зависимость $F - S_{уп}$ становится близкой к линейной (рис. 4б).

Причины, вызывающие изменение «упругих» и остаточных осадок, вероятно, различны. «Упругая» часть осадки связана с разрушением структурных связей между твердыми частицами грунта и уменьшением модуля сцепления между сваями и окружающим грунтом, а остаточная часть – с неупругими деформациями грунта под плитным ростверком вследствие виброползучести и развития микротрещин усталости в пластически деформированных локальных зонах.

Список литературы

1. Мирсаяпов И.Т., Королева И.В. Исследование прочности и деформативности глинистых грунтов при длительном трехосном сжатии // Известия КГАСУ, 2009, № 2 (12). – С. 167-172.
2. Мирсаяпов И.Т., Королева И.В. Особенности деформирования глинистых грунтов при циклическом трехосном сжатии // Международный журнал Геотехника, 2010, № 6. – С. 64-67.
3. Мирсаяпов И.Т., Шакиров М.И. Экспериментальные исследования моделей плитно-свайных фундаментов при циклическом нагружении // Достижения, проблемы и перспективные направления развития для теории и практики механики грунтов и фундаментостроения: Материалы XIII Международного симпозиума по реологии грунтов и Международного совещания заведующих кафедрами механики грунтов, оснований и фундаментов, подземного строительства и гидротехнических работ, инженерной геологии и геоэкологии / Казанский государственный архитектурно-строительный университет. – Казань, 2012. – С. 145-148.

Mirsayapov I.T. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: mirsayapov1@mail.ru

Shakirov M.I. – student

E-mail: jklnumb@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Behavior of plate-pile foundations models under cyclic loading

Resume

At high load levels on the ground or adverse ground conditions, one way to increase the carrying capacity is the use of plate-pile foundations. Buildings and structures and their foundations, along with static exposed to various types of cyclic loads, which in many cases are the main determinants security and integrity of the building elements. The joint deformation of the «pile – slab grillage – ground between pile» with regard to redistribution of effort between the individual elements in the process of cyclic loading is practically unknown.

In this regard, the authors conducted experimental research models plate-pile foundations under cyclic loading. Our studies have established the basic laws of deformation of plate-pile foundation – soil of between pile space.

Change efforts in the piles are located in specific zones of plate-pile foundation are shown in this work. As can be seen from there loading does not lead to an increase in effort in piles. Nature of the change effort in piles shows the redistribution of effort from the piles into the ground between piles.

Under the action of cyclic loading is increased sediment basement up to 30 % compared to the first dive, effort and stress in piles in the ground of between pile space.

Cyclic loading reduces the carrying capacity of 66,7 % based on 2500 cycles compared with static loading.

Neglect the influence of cyclic loading in the engineering of plate-pile, pile foundations can lead to excessive strain and loses stability of the base.

Keywords: plate-pile foundation, soil, cyclic loading, sludge, tension, stress, between pile space, trough test, bearing capacity.

References

1. Mirsayapov I.T., Koroleva I.V. Study of strong and deformability clay soil for long triaxial compression // News of the Kazan State University of Architecture and Engineering, 2009, № 2 (12). – P. 167-172.
2. Mirsayapov I.T., Koroleva I.V. Features of the deformation of clayey soils under cyclic triaxial compression // International journal of Geotechnics, 2010, № 6. – P. 64-67.
3. Mirsayapov I.T., Shakirov M.I. Experimental research of models plate-pile foundations under cyclic loading // Achievements, problems and prospects for development of the theory and practice of soil mechanics and foundation engineering: Proceedings of the XIII International Symposium on the reology of soils and the International Meeting of heads of departments of soil mechanics, foundations and basements, underground construction and engineering works, engineering geology and Geo // Kazan State University of Architecture and Engineering. – Kazan, 2012. – P. 145-148.



УДК 532.5:621.694

Багоутдинова А.Г. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: bagoutdinova@rambler.ru

Золотонос А.Я. – кандидат технических наук, инженер

Золотонос Я.Д. – доктор технических наук, профессор

E-mail: zolotonosov@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Сулимов Н.И. – студент

E-mail: nsulimov@mail.ru

Казанский (Приволжский) федеральный университет

Адрес организации: 420008, Россия, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18

Яхнев М.Н. – инженер-механик цеха радиальнойковки

ООО «МЕТЧИВ»

Адрес организации: 454091, Россия, г. Челябинск, пр. Ленина, д. 21в, оф. 613

Математическое описание теплообменных поверхностей сложных каналов типа «конфузор-диффузор»

Аннотация

В работе предложены уравнения поверхностей сложных каналов типа «конфузор-диффузор», записанные в векторно-параметрической форме на базе фундаментальных положений аналитической и дифференциальной геометрии.

Конструкции рассматриваемых каналов могут быть использованы в качестве теплообменных элементов широкого класса современной теплообменной аппаратуры.

С целью проверки адекватности и визуализации записанных уравнений построены поверхности в виде наклонных геликоидов в форме «конфузор-диффузор» эллиптического и круглого сечений с помощью пакета прикладных программ Matlab.

Ключевые слова: теплообменные элементы, теплообменная поверхность, математическая модель, винтовая линия.

Важнейшей задачей современной теплоэнергетики является создание высокоэффективной малогабаритной теплообменной аппаратуры большой единичной мощности с интенсивными процессами теплообмена, реализуемыми различными методами. К ним относятся: методы воздействия на поверхность теплообмена, гидродинамическое воздействие на поток, воздействие на физические свойства жидкости [1].

В этой связи одним из перспективных направлений является метод, основанный на идее воздействия на структуру потока через искусственно созданные неоднородности давления посредством специального профилирования поверхности.

Каналы типа «конфузор-диффузор» с переменным по ходу теплоносителя сечением относятся к одним из эффективных и технологичных конструкций поверхностей теплообмена [1, 2].

Интенсификация теплообмена в таких каналах обусловлена особенностями турбулентного течения потока под действием знакопеременного градиента давления. При этом турбулентные вихреобразования, генерируемые в диффузорных элементах и отрывной зоной кромки стыка с конфузуром, уносятся потоком и полезно используются в конфузурных элементах. В конфузурных элементах используется также эффект увеличения скоростей пристенных слоев жидкости.

В целях повышения теплоэнергетической эффективности каналов «конфузор-диффузор» путем закрутки в них внутреннего потока, авторами [3-5] предлагается выполнить такие каналы в виде винтовой поверхности в форме наклонных геликоидов (рис. 1).

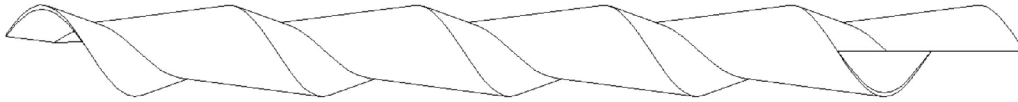


Рис. 1. Теплообменный элемент «конфузор-диффузор» с винтовой поверхностью теплообмена

В работе [6] рассмотрен метод построения поверхности, образованной движением непрерывной замкнутой кривой $\rho = \rho(s)$, вдоль некоторой криволинейной направляющей $\gamma: \vec{r} = \vec{r}(t)$. Согласно этому методу радиус-вектор точки поверхности представляется в виде:

$$\vec{r}(t, s) = \vec{r}(t) + \rho(s) \cdot \vec{v}(t) + \rho(s) \cdot \vec{\beta}(t), \tag{1}$$

где $\vec{v}(t)$ и $\vec{\beta}(t)$ – единичные векторы главной нормали и бинормали в точке, соответствующей значению параметра t .

Единичные векторы касательной $\vec{\tau}$, нормали \vec{v} и бинормали $\vec{\beta}$ образуют подвижный ортогональный базис, перемещающийся вдоль кривой, и вычисляющиеся по формулам:

$$\vec{\tau} = \frac{d\vec{r}/dt}{|d\vec{r}/dt|}, \quad \vec{v} = \frac{d\vec{\tau}/dt}{|d\vec{\tau}/dt|}, \quad \vec{\beta} = \vec{\tau} \times \vec{v}.$$

Для описания поверхности теплообмена элемента «конфузор-диффузор» в качестве направляющей кривой выберем винтовую линию, расположенную на эллиптическом цилиндре $\gamma: x = A \cos t, y = B \sin t, z = bt, 0 \leq t \leq \pi n$, n – количество витков, а в качестве образующей – ломаную, состоящую из двух звеньев (рис. 2).

Тогда

$$\vec{r}(t) = \begin{pmatrix} A \cos t \\ B \sin t \\ bt \end{pmatrix}, 0 \leq t \leq \pi n, \quad \rho(s) = \begin{pmatrix} cs \\ (1-s)l \\ 0 \end{pmatrix}, 0 \leq s \leq 1. \tag{2}$$

Здесь $l = -d$ для диффузора, $l = k$ для конфузора.

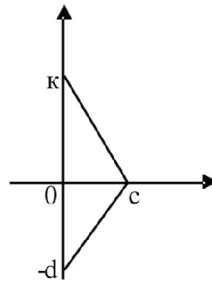


Рис. 2. Профиль канала «конфузор-диффузор»

Вычислим единичные векторы касательной, нормали и бинормали:

$$\vec{\tau} = \frac{1}{\sqrt{n(t)}} \begin{pmatrix} -A \sin t \\ B \cos t \\ b \end{pmatrix},$$

$$\vec{v} = \frac{-1}{\sqrt{m(t)}} \begin{pmatrix} A \cos t (B^2 + b^2) \\ B \sin t (A^2 + b^2) \\ b(A^2 - B^2) \sin 2t \end{pmatrix}, \tag{3}$$

$$\vec{\beta} = -\frac{1}{\sqrt{m(t) \cdot n(t)}} \begin{pmatrix} Bb \sin t (2 \cos^2 t \cdot (A^2 - B^2) - (A^2 + b^2)) \\ Ab \cos t (2 \sin^2 t \cdot (A^2 - B^2) + (B^2 + b^2)) \\ -AB (\sin^2 t (A^2 + b^2) + \cos^2 t \cdot (B^2 + b^2)) \end{pmatrix},$$

где $m(t) = A^2 \cos^2 t (B^2 + b^2)^2 + B^2 \sin^2 t (A^2 + b^2)^2 + b^2 (A^2 - B^2)^2 \sin^2 2t \cdot n(t)$,

$n(t) = A^2 \sin^2 t + B^2 \cos^2 t + b^2$,

$b = \frac{d+e}{2\pi}$ – параметр винтовой линии, характеризующий плотное прилегание витков поверхности.

Подставляя выражения (2), (3) в (1), получим параметрические уравнения винтовой поверхности эллиптического канала типа «конфузор-диффузор»:

$$\vec{r}(t, s) = \begin{pmatrix} A \cos t \\ B \sin t \\ bt \end{pmatrix} - \frac{cs}{\sqrt{m(t)}} \begin{pmatrix} A \cos t (B^2 + b^2) \\ B \sin t (A^2 + b^2) \\ b (A^2 - B^2) \sin 2t \end{pmatrix} - \frac{l(1-s)}{\sqrt{m(t) \cdot n(t)}} \begin{pmatrix} Bb \sin t (2 \cos^2 t \cdot (A^2 - B^2) - (A^2 + b^2)) \\ Ab \cos t (2 \sin^2 t \cdot (A^2 - B^2) + (B^2 + b^2)) \\ -AB (\sin^2 t (A^2 + b^2) + \cos^2 t (B^2 + b^2)) \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Параметрические уравнения винтовой поверхности трубы типа «конфузор-диффузор» круглого сечения получаются из формулы (4) при $A = B$:

$$\vec{r}(t, s) = \begin{pmatrix} A \cos t \\ A \sin t \\ bt \end{pmatrix} - cs \begin{pmatrix} \cos t \\ \sin t \\ 0 \end{pmatrix} - \frac{l(1-s)}{\sqrt{A^2 + b^2}} \begin{pmatrix} b \sin t \\ -b \cos t \\ A \end{pmatrix}. \quad (5)$$

С целью проверки соответствия уравнений (4), (5) геометрии рассматриваемых витых каналов построены поверхности (рис. 3, 4) в системе Matlab.

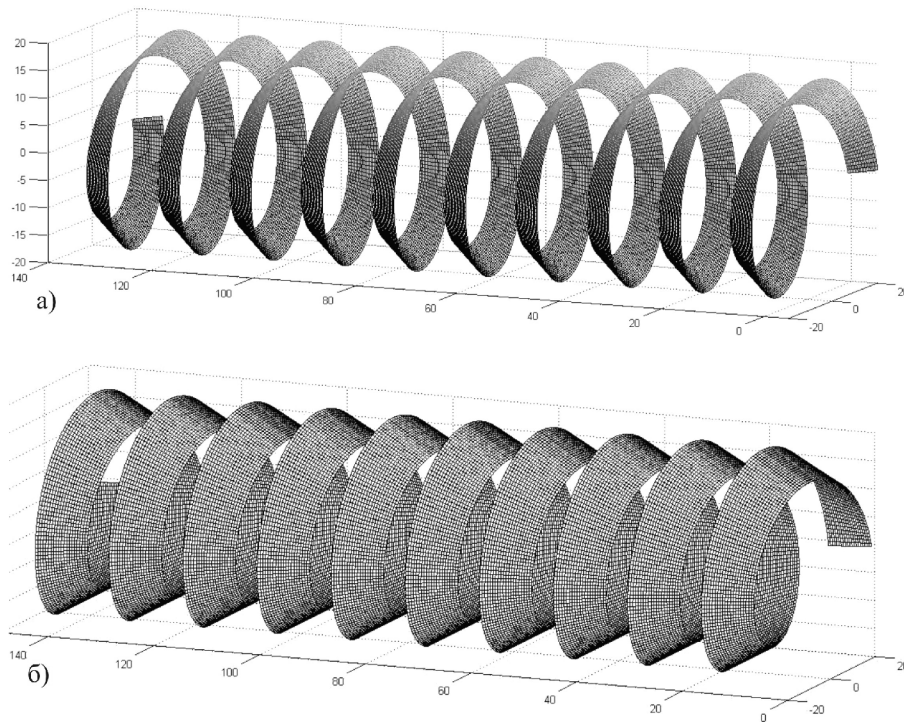


Рис. 3. Поверхность витой трубы типа «конфузор-диффузор»:
а) наклонный геликоид в форме «диффузор»;
б) наклонный геликоид в форме «конфузор»

Комбинация поверхностей в виде наклонного геликоида (рис. 3, а) – «диффузор» и наклонного геликоида (рис. 3, б) – «диффузор» позволяет построить винтовой канал типа «конфузор-диффузор» (рис. 4).

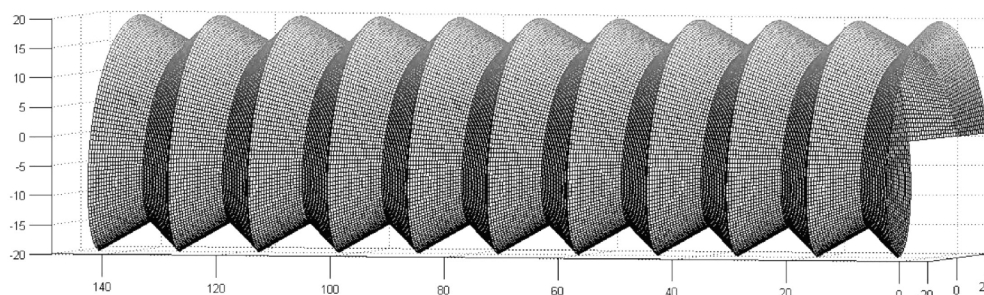


Рис. 4. Поверхность винтового канала типа «конфузор-диффузор»

Заключение

Предложена математическая модель, описывающая поверхности витых труб типа «конфузор-диффузор», которые могут быть использованы в качестве теплообменных элементов широкого класса современной теплообменной аппаратуры.

Список литературы

1. Гортышов Ю.Ф., Олимпиев В.В. Теплообменные аппараты с интенсифицированным теплообменом. – Казань: КГТУ, 1999. – 176 с.
2. Мигай В.К. Моделирование теплообменного энергетического оборудования. – Л.: Энергоатомиздат, 1987. – 262 с.
3. Патент № 119452 на пол. мод. РФ. Теплообменный элемент / Золотоносов А.Я., Золотоносов Я.Д., Багоутдинова А.Г., Осыка И.И. № 2012109355/06; заявл. 12.03.12.; опубл. 20.08.2012, Бюл. № 23.
4. Золотоносов А.Я., Золотоносов Я.Д., Горская Т.Ю. Совершенствование теплообменных аппаратов типа «труба в трубе» с вращающейся поверхностью теплообмена «конфузор-диффузор» // Известия КГАСУ, 2012, № 2 (20). – С. 112-124.
5. Багоутдинова А.Г., Золотоносов Я.Д., Мустакимова С.А. Энергоэффективные теплообменные аппараты на базе теплообменных элементов в виде пружинно-витых каналов // Известия КГАСУ, 2012, № 3 (21). – С. 86-95.
6. Багоутдинова А.Г., Золотоносов Я.Д., Мустакимова С.А. Геометрическое моделирование сложных поверхностей пружинно-витых каналов теплообменных устройств // Известия КГАСУ, 2011, № 4 (18). – С. 185-193.

Bagoutdinova A.G. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: bagoutdinova@rambler.ru

Zolotonosov A.Ya. – candidate of technical sciences, engineer

Zolotonosov Ya.D. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: zolotonosov@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Sulimov N.I. – student

E-mail: nsulimov@mail.ru

Kazan (Volga) Federal University

The organization address: 420008, Russia, Kazan, The Kremlin st., 18

Yakhnev M.N. – engineer mechanic of the radial forging plant

Ltd. «METCHIV»

The organization address: 454091, Russia, Chelyabinsk, Lenin st., 21v, of. 613

Mathematical description of the heat exchange surfaces of complex channels such as «confuser-diffuser»

Resume

The most important task of the modern heat power engineering is the creation of high-performance small-size heat-exchange equipment of large unit capacity from the intensive processes of heat exchange, implemented by different methods. These include: methods of impact to the surface heat transfer and hydrodynamic effects in the flow, the impact on the physical properties of a fluid.

One of the promising directions of the method is based on the idea of the impact on the structure of the flow through artificially created by the heterogeneity of pressure by means of a special profiled surface.

Channels like the «confuser-diffuser» with variable cross-section is one of the most effective and high-tech designs of heat transfer surfaces.

In order to improve the efficiency of the heat supply channels «confuser-diffuser» by way of spin in their internal flow, the authors are invited to perform such channels in the form of a helical surface in the form of slanting helicoids.

In this article we propose a mathematical model describing the heat transfer surfaces twisted channel type «confuser-diffuser». Equation surfaces are stored in a vector-parametric form on the basis of the fundamental analytical and differential geometry.

In order to verify the adequacy and visualization recorded equations are constructed surface in the form of tapering helicoids in the form of «confuser-diffuser» elliptical and circular cross-sections with the help of the package of applied programs of Matlab.

Keywords: heat transfer elements, the heat exchange surface, the mathematical model, helix.

References

1. Gortichov Yu.F., Olimpiev V.V. Heat exchange devices with improved heat transfer. – Kazan: Kazan state technical University, 1999. – 176 p.
2. Twinkle V.K. Modeling of the heat-exchange of energy equipment. – L.: Energoatomizdat, 1987. – 262 p.
3. Zolotonosov A.Ya., Zolotonosov Ya.D., Bagoutdinova A.G., Osika I.I. Heat exchanging element: Patent № 119452 on the floor. fashion. Growing up. The Federation. № 2012109355/06; Appl. 12.03.12.; publ. 20.08.2012, Byull. № 23.
4. Zolotonosov A.Ya., Zolotonosov Ja.D., Gorskaya T.Yu. Improvement of heat exchange devices of the type «pipe in pipe» with rotating heat-exchange surface «confusor-diffusor» and ribbed flowing part // News of the KSUAE, 2012, № 2 (20). – P. 112-124.
5. Bagoutdinova A.G., Zolotonosov Ya.D., Mustakimova S.A. Energy-efficient heat-exchange devices based on heat-exchange elements in the form of a spring-twisted channels // News of the KSUAE, 2012, № 3 (21). – P. 86-95.
6. Bagoutdinova A.G., Zolotonosov Ya.D., Mustakimova S.A. Geometrical modelling of difficult surfaces of spring-twisted channels of heat exchange devices // News of the KSUAE, 2011, № 4 (18). – P. 185-193.

УДК 697.1(107), 697.03:5(107)

Давыдов А.П. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: ap_Davidov@mail.ru

Валиуллин М.А. – кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Величина поправочного коэффициента к количеству движения при слиянии двух параллельных потоков жидкости в ламинарном и турбулентном режимах

Аннотация

В вентиляционной технике при определении гидравлических характеристик различных устройств (тройники, воздухоприемники и т.д.) возникает необходимость оценки скоростных полей. При слиянии двух потоков поля скоростей в значительной степени отличаются как от плоских идеальных полей, так и от полей скоростей при равномерно установившемся движении жидкости (воздуха) в трубопроводе.

В статье рассматривается случай слияния двух параллельно движущихся потоков. Получены аналитические зависимости поправочного коэффициента к количеству движения в месте слияния двух потоков как при ламинарном, так и турбулентном режимах.

Ключевые слова: вентиляционная техника, поле скоростей, поправочный коэффициент, количество движения, слияние потоков.

В ряде вентиляционных устройств (тройники, воздухоприемники и т.д.) имеет место движение жидкости с переменным расходом. При расчете указанных устройств возникает необходимость оценки скоростных полей, которые в значительной мере отличаются как от плоских идеальных полей, так и от полей скоростей, имеющих место при равномерно установившемся движении жидкости в трубопроводе.

Рассмотрим наиболее простой случай слияния двух параллельно движущихся потоков. Определим аналитически значения поправочного коэффициента к количеству движения в области слияния двух потоков. Схема рассматриваемого течения представлена на рис. 1.

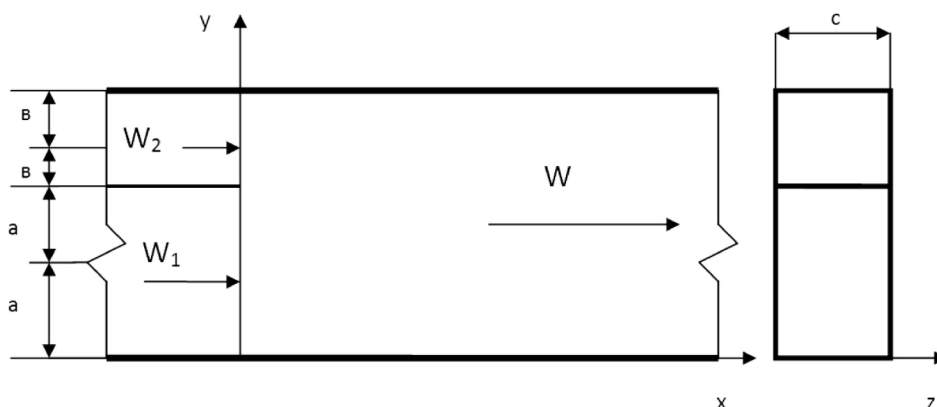


Рис. 1. Расчетная схема

Два потока движутся с различными скоростями W_1 и W_2 по параллельным каналам. Каналы разделяет стенка, толщина которой принимается бесконечно малой величины. Стенки канала имеют определенный коэффициент трения. В конкретном сечении стенка, разделяющая каналы, прерывается. Далее происходит совместное течение двух потоков.

Разместим систему координат так, чтобы ось x совпадала с направлением движения потока, а плоскость $yoх$ с плоскостью, в которой происходит слияние потоков.

В общем виде поправочный коэффициент к количеству движения для рассматриваемого случая записывается:

$$\beta = \frac{\int_0^{z_1} \int_{y_1(y)}^{z_2(y)} U^2 dy dz}{W^2 F} \quad (1)$$

Используя известные зависимости между коэффициентом трения, распределением местных скоростей по сечению трубопровода и взаимосвязью между местной и средней скоростями [1], запишем, соответственно для ламинарного и турбулентного видов движения, аналитические зависимости между указанными скоростями.

Ламинарное движение жидкости

Для ламинарного движения закон распределения локальных скоростей по поперечному сечению трубопровода описывается известным законом:

$$U_1 = \frac{y_1}{a} \left(2 - \frac{y_1}{a}\right) V_1, \quad (2)$$

$$U_2 = \frac{y_2}{b} \left(2 - \frac{y_2}{b}\right) V_2. \quad (2a)$$

Учитывая, что для рассматриваемого вида течения $V_1 = 2W_1$, $V_2 = 2W_2$, можем записать:

$$U_1 = \frac{y_1}{a} \left(2 - \frac{y_1}{a}\right) 2W_1, \quad (3)$$

$$U_2 = \frac{y_2}{a} \left(2 - \frac{y_2}{a}\right) 2W_2. \quad (3a)$$

Подставляя (3) и (3a) в выражение (1), получим:

$$\beta_x^n = \frac{\int_0^{z_1} \int_{y_1}^{z_1} \left[\frac{y_1}{a} \left(2 - \frac{y_1}{a}\right) 2W_1 \right]^2 dy dz + \int_{y_1}^{z_2} \int_0^{z_2} \left[\frac{y_2}{b} \left(2 - \frac{y_2}{b}\right) 2W_2 \right]^2 dy dz}{W^2 F} \quad (4)$$

Проведя некоторые преобразования и решая интегралы в установленных пределах, имеем:

$$\beta_x^n = 2.133 \frac{(f_1 W_1^2 + f_2 W_2^2)}{F W^2}, \quad (5)$$

но, $f_1 = 2ac$, $f_2 = 2bc$ и $F = (2a+2b)c$.

Подставляя значения площадей в выражение (5), получаем:

$$\beta_x^n = 2.133 \frac{(aW_1^2 + bW_2^2)}{(a+b)W^2}. \quad (6)$$

Формула (5) и (6) дает возможность определить значение поправочного коэффициента к количеству движения в месте слияния двух параллельных ламинарных потоков.

Турбулентное движение жидкости

В результате обширных экспериментальных исследований достаточно широкое распространение получила степенная зависимость между максимальной скоростью на оси трубы и местной скоростью в любой точке. Для рассматриваемого случая эта связь запишется:

$$U_1 = \left(\frac{y_1}{a}\right)^n V_1, \quad (7)$$

$$U_2 = \left(\frac{y_2}{b}\right)^n V_2, \quad (7a)$$

где $n = 0,9\sqrt{\lambda}$.

В свою очередь, используя известную зависимость [2] $V = (1 + 1,3\sqrt{\lambda})W$ между максимальной скоростью в трубе и средней скоростью потока, можем записать, принимая $\lambda_1 \approx \lambda_2 = \lambda$:

$$U = \left(\frac{y_1}{a}\right)^n (1 + 1,3\sqrt{\lambda})W_1, \quad (8)$$

$$U_2 = \left(\frac{y_2}{b}\right)^n (1 + 1,3\sqrt{\lambda})W_2. \quad (8a)$$

Подставляя (8) и (8a) в (1), получаем:

$$\beta_x^T = \frac{\int_0^{y_1} \int_0^z \left[(1 + 1,3\sqrt{\lambda}) \left(\frac{y_1}{a}\right)^n W_1 \right]^2 dydz + \int_{y_1}^{y_2} \int_0^{z_1} \left[(1 + 1,3\sqrt{\lambda}) \left(\frac{y_2}{b}\right)^n W_2 \right]^2 dydz}{W^2 F} \quad (9)$$

После преобразования и интегрирования в установленных пределах имеем:

$$\beta_x^T = \frac{(1 + 1,3\sqrt{\lambda})^2 (f_1 W_1^2 + f_2 W_2^2)}{(2n + 1) F W^2}. \quad (10)$$

Принимая во внимание, что для нашего случая $f_1 = 2ac$ $f_2 = 2bc$ $F = (2a + 2b)c$ и $n = 0,9\sqrt{\lambda}$, выражение (10) примет вид:

$$\beta_x^T = \frac{(1 + 1,3\sqrt{\lambda})^2 (aW_1^2 + bW_2^2)}{(1,8\sqrt{\lambda} + 1) (a + b)W^2}. \quad (11)$$

Зависимость (10) дает возможность определить значение поправочного коэффициента к количеству движения (на ось x) в месте слияния двух параллельных турбулентных потоков.

Экспериментальная проверка полученных зависимостей проводилась на аэродинамическом стенде. Аэродинамический стенд состоял из системы воздуховодов, экспериментального элемента $0,15 \times 0,15$ м, сделанного из органического стекла с внутренней перегородкой, камеры статического давления для замера суммарного расхода и вентилятора. Расход каждого из двух сливаемых потоков измерялся коллекторами. Поле скоростей снималось пневмометрической трубкой непосредственно за местом слияния потоков. Шаг, через который производились замеры динамического давления для определения местной скорости, составлял $0,01$ м. Изменение шероховатости стенок воздухопровода осуществлялось наклеиванием песка определенной крупности. По значениям скоростей определялась экспериментальная величина поправочного коэффициента к количеству движений $\beta_{\text{экс}}$ и сравнивалась со значением, вычисленным по формуле (10).

Таблица

№	W_1	W_2	W	$2a$	$2b$	$Re=W_n d/\nu$	λ	$\beta_{\text{экс}}$	$\beta_{\text{выч}}$	$(\beta_{\text{выч}}-\beta_{\text{экс}})/\beta_{\text{выч}} \times 100 \%$
1	7,29	5,52	6,27	0,1	0,05	$\frac{58300}{13800}$	0,0011	1,095	1,14	3,9
2	6,86	8,40	6,82	0,1	0,05	$\frac{54700}{20900}$	0,0011	1,13	1,19	5,0
3	4,29	1,97	3,32	0,1	0,05	$\frac{34200}{4900}$	0,0011	1,14	1,24	8,08
4	4,16	3,50	3,78	0,1	0,05	$\frac{33100}{8700}$	0,0011	1,074	1,1	2,5
5	3,26	10,9	5,15	0,1	0,05	$\frac{26000}{27150}$	0,0011	1,40	1,54	3,2
6	6,51	9,41	7,34	0,1	0,05	$\frac{51900}{23400}$	0,025	1,15	1,21	4,9
7	3,90	6,0	4,73	0,1	0,05	$\frac{31100}{16900}$	0,025	1,22	1,29	5,4
8	3,30	3,64	3,4	0,1	0,05	$\frac{26300}{9100}$	0,025	1,086	1,14	4,7

Часть экспериментальных данных приведена в табл. По данным, приведенным в таблице, можно заключить, что значения коэффициента $\beta_{\text{выч}}$, вычисленные по формуле (10), и значения, найденные в ходе экспериментов, практически совпадают. Ошибка составляет в среднем 2-8 %. Величина поправочного коэффициента к количеству движения для случая слияния двух параллельных потоков в значительной мере отличается от единицы.

Экспериментальные исследования для проверки выражения (6) проводились с использованием интерферометра. Процесс слияния двух параллельных потоков визуализировался и пересчитывался на натуральный размер. На рис. 2 приведена интерферограмма слияния двух параллельных потоков. Приведенная интерферограмма иллюстрирует слияние симметричных потоков с одинаковыми средними скоростями.

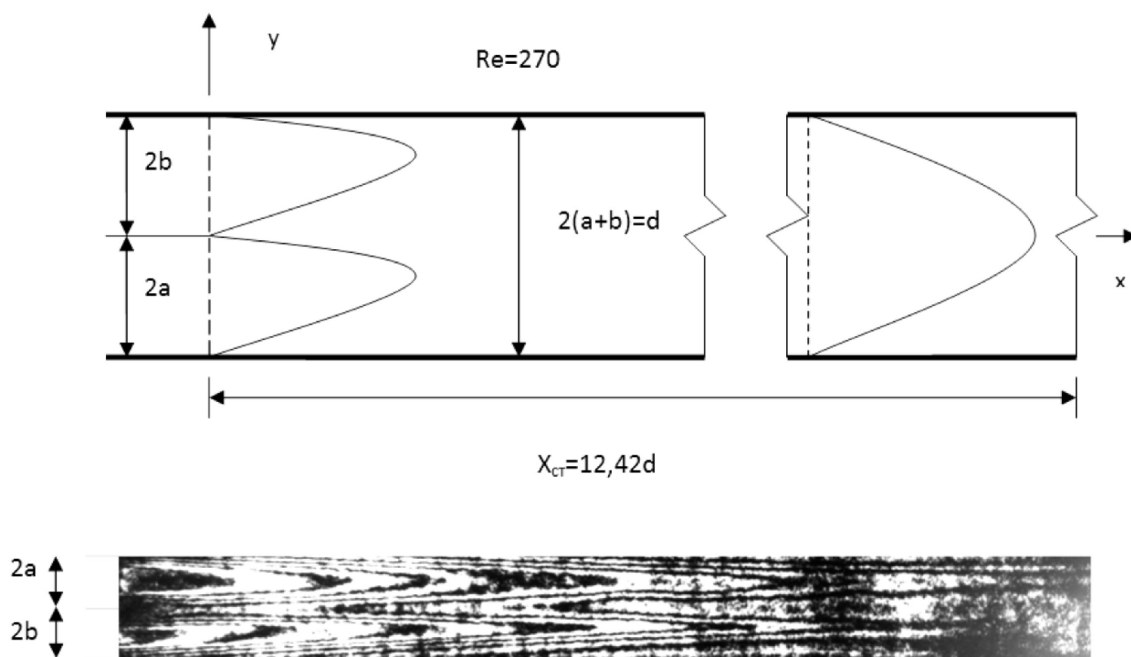


Рис. 2.

Условные обозначения:

- U – местная скорость движения, м/с; V – максимальная скорость движения, м/с;
 W – средняя скорость движения, м/с; β – поправочный коэффициент к количеству движения;
 x, y, z – текущие координаты, м; a, b, c – геометрические размеры трубопровода, м;
 λ – коэффициент трения; Re – критерий Рейнольдса

Список литературы

1. Альтшуль А.Д., Киселев П.Г. Гидравлика и аэродинамика. – М.: Стройиздат, 1975.
2. Альтшуль А.Д. Гидравлические потери на трение в трубопроводах. – М.: Госэнергоиздат, 1963.

Davidov A.P. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: ap_Davidov@mail.ru

Valiullin M.A. – candidate of technical sciences, associate professor

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The value of the correction factor to the linear momentum at the confluence of two parallel fluid flows in laminar and turbulent modes

Resume

In the calculation of the ventilation elements (tees, air inlets, etc.) it is necessary to estimate the velocity field. To its evaluation the value of the correction factor to the linear momentum β is used, which is the ratio of the local velocity to the mean flow velocity. Until now in the calculation of these devices this factor is accepted equal to one in the turbulent regime and equal to two in the laminar motion. However, experience shows that this is not true. The value of the correction factor for each unit is determined experimentally. This complicates the calculations.

In the article the case of a merger of two parallel-moving streams is regarded. The analytical dependences of the correction factor to the linear momentum are obtained both for laminar β_x^n and turbulent β_x^m flows.

Experimental verification of the obtained relationships conducted on aerodynamic stand for the turbulent regime. The velocity field was received by using the pneumometric tube directly behind the confluence of the streams. Changing of the roughness was performed by gluing a sand with specific size onto the duct wall. By obtained speed values the experimental value of the correction factor to the linear momentum were determined and compared with the analytical dependence. The discrepancy was 2-8 %, which allows the use of the obtained dependences. For laminar mode the experimental studies were conducted using the interferometer. The interferogram shown illustrates the merger of symmetric flows with identical average speeds.

Keywords: ventilation technique, the velocity field, the correction factor, the linear flow momentum, merger flows.

References

1. Altshul A.D., Kiselev P.G. Hydraulics and aerodynamics. – M.: Stroiizdat, 1975.
2. Altshul A.D. Hydraulic friction losses in the piping. – M.: Gosenergoizdat, 1963.

УДК 338.26

Караева Ю.В. – кандидат технических наук

E-mail: julieenergy@list.ru

Даминов А.З. – кандидат технических наук

E-mail: daminov@list.ru

Соломин И.Н. – аспирант

E-mail: solil1@yandex.ru

**Исследовательский центр проблем энергетики Казанского научного центра
Российской академии наук**

Адрес организации: 420111, Россия, г. Казань, ул. Лобачевского, д. 2/31

Садьков Р.А. – доктор технических наук, профессор

E-mail: sadykov_r_a@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Моделирование и долгосрочное прогнозирование развития энергетического сектора населенного пункта*

Аннотация

Разработан метод прогнозирования развития энергетического сектора населенного пункта, составными частями которого являются: алгоритм комплексного решения задачи, имитационная модель, база данных, программно-вычислительный комплекс. Разработанная имитационная модель основана на применении гибридного моделирования, объединяющего методики «восходящего» и «нисходящего» моделирования, а при формировании базы данных учтены существующие и перспективные технологические решения. Разработана модель энергетического сектора г. Казани, основанная на двух прогнозных вариантах роста цен и тарифов на товары и услуги естественных монополий в 2012-2014 годах.

Ключевые слова: моделирование, долгосрочное прогнозирование, энергетический сектор, населенный пункт.

Введение

Методы моделирования и долгосрочного прогнозирования развития энергетического сектора населенного пункта позволяют:

- систематически проводить прогнозно-аналитические работы;
- отбирать для последующей реализации решения, новые технологии, проекты и программы, ориентированные на достижение целей надежного энергоснабжения;
- формировать научно-техническую политику, согласованную с требованиями инновационной экономики;
- осуществлять комплексное совершенствование энергетического сектора.

Необходимо отметить, что наиболее важные, принципиальные решения в области научно-технического развития и отбора приоритетов формируются именно на этапах прогнозирования и планирования. Многовариантное прогнозирование направлено на выявление основных закономерностей, тенденций и проблем развития, выработку различных сценариев развития энергетического сектора населенного пункта. Прогнозно-аналитические работы являются важнейшим и необходимым направлением инновационной деятельности и служат информационной базой подготовки научно обоснованных решений и формирования различных вариантов научно-технического развития.

* Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (Соглашение № 14.В37.21.0336).

Современные методы моделирования и долгосрочного прогнозирования развития энергетического сектора

Топливо-энергетический баланс (ТЭБ) как основа перспективного прогнозирования спроса и предложения энергоресурсов с учетом оценки тенденций развития энергетического сектора становится основным инструментом формирования социально-экономической политики на среднесрочную и долгосрочную перспективу. ТЭБ крупного населенного пункта, такого как город, связывает воедино балансы природных ресурсов, инвестиционные планы компаний и государства, балансы производства и потребления, импорта-экспорта. Построение качественного прогнозного топливо-энергетического баланса населенного пункта требует постоянного мониторинга показателей потребления и производства энергоресурсов, меняющихся под действием всех реальных факторов, корректировки прогнозных показателей баланса и постановки этого процесса на системную регулярную основу.

Оценка вариантов развития энергетического сектора и их последствий, выявление механизмов оптимального использования энергоресурсов, анализ и прогнозирование структуры энергетического сектора, влияние на нее таких факторов, как экспортная стратегия России, динамика роста ВВП, конъюнктура внешнего рынка, возможности применения в будущем новых, альтернативных источников энергии – актуальные вопросы для российской экономики. Решение данных задач в силу их чрезвычайной сложности и объема информации возможно только на основе методов математического моделирования.

До 80-х годов XX века модели прогнозирования развития энергетического сектора широко применялись для оптимизации структуры ТЭБ страны и союзных республик. Однако в силу ряда причин, а также ограниченных возможностей вычислительной техники в то время они оказались малоэффективными и перестали использоваться. В результате опыт разработок практически оказался утерянным, а изменившиеся экономические условия полностью нивелировали значимость полученных тогда результатов [1].

Экономически развитые страны в настоящее время обосновывают свою энергетическую политику с помощью модельных исследований. К числу наиболее известных моделей относятся: MARKAL, MESSAGE, NEMS и EFOM [2, 3]. Разработка этих моделей связана с большими затратами, особенно в части информационного обеспечения и многолетним опытом использования для решения широкого круга задач, связанных с развитием энергетического сектора. Однако эффект, полученный от использования этих моделей, далеко превосходит затраты, которые были вложены на их создание.

В настоящее время по заказу Департамента по экономическому развитию и инвестициям организацией ОАО «Волгоинформсеть» ведется разработка автоматизированной информационной системы АИС-ТЭБ для целей мониторинга, анализа и прогнозирования топливо-энергетического баланса региона.

По заказу Департамента топливо-энергетического комплекса Министерства промышленности и энергетики Российской Федерации компанией ЗАО «Прогноз» разработана «Автоматизированная система многовариантного краткосрочного прогнозирования развития топливо-энергетического комплекса России», представляющая собой единую программно-технологическую систему для интеграции различных информационных ресурсов и модельных комплексов прогнозирования ситуации в энергетическом секторе.

Институт Энергетических Исследований (ИНЭИ) РАН осуществляет методическое сопровождение регулярных прогнозных макроэкономических расчетов, проводимых по сценариям, которые формируются как самим институтом, так и Министерством экономического развития РФ, таким образом, проводится непрерывный поток исследований с помощью регулярно обновляемого модельного инструментария («Creator», «Digger», «CopyDate», «Модели ЭНергетики в ЭКономике» (МЭНЭК)). В ИНЭИ РАН выполнено научное обоснование к проекту «Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2030 г.»; разработаны рекомендации по ориентирам долгосрочной государственной энергетической политики на основе формирования и

прогнозной оценки сценариев развития российского энергетического сектора, перспективных топливно-энергетических балансов России на период до 2030 г. [4-7].

Рассмотренная методология послужила базой для подготовки первой версии Энергетической стратегии России до 2010 года, многие положения которой в приложении до 2000 года нашли свое подтверждение на практике.

Применение программных комплексов востребовано на уровне различных министерств и ведомств. Однако эти работы имеют целевое назначение и не нашли широкого применения. В таких методах основной акцент делается на экономические показатели и решение задачи планирования и прогнозирования экономического развития.

Использование обширной статистической информации зачастую связано со значительными проблемами, но наибольшую сложность представляет поиск конкретных экономических показателей, таких как: переменные и постоянные затраты, возникающие при эксплуатации оборудования, цена энергоресурса в зависимости от объема продаж, данные, необходимые для построения кривых спроса и предложения.

Сложности в применении подобных программных комплексов возникают из-за необходимости использования в качестве исходной информации значительного количества экономических данных, которые являются труднодоступными и часто изменяемыми, что приводит к значительной неопределенности исходных данных.

Постановка задачи исследований

Отличие разработанного метода моделирования и долгосрочного прогнозирования развития энергетического сектора населенного пункта от существующих технологий исследований заключается в следующем:

- применение технических расчетов;
- наличие информационной сети топливно-энергетического баланса, позволяющей формализованно представить топливно-энергетическое хозяйство в виде совокупности объектов различного типа с использованием соответствующих данному типу хозяйства расчетных уравнений;
- учет инновационных технологических решений;
- возможность детального рассмотрения энергетического хозяйства любой отрасли (ЖКХ, угольной, газовой, нефтеперерабатывающей и т.п.), от энергетического потока в рамках одного предприятия отрасли до энергетического потока регионального уровня.

Составными частями разработанного метода планирования и прогнозирования развития энергетического сектора являются: алгоритм комплексного решения задачи, имитационная модель, база данных, программно-вычислительный комплекс.

1. *Алгоритм* комплексного решения задачи развития энергетического сектора населенного пункта будет состоять из блоков технических расчетов; анализа структуры энергетического сектора и состояния существующих генерирующих технологий; технико-экономического обоснования применения новых единиц оборудования и инновационных технологий с возможностью детального рассмотрения энергетического хозяйства любой отрасли; прогнозирования потребностей в различных видах энергии и темпов роста цен на энергоносители с учетом сложной структуры энергосистемы.

2. *Имитационная модель*. Разработанная имитационная модель основана на применении гибридного моделирования, объединяющего методики «восходящего» и «нисходящего» моделирования, позволяющего оценить потребности в энергии, осуществить выбор инновационных технологий, технические характеристики оборудования, корректировать цены энергоресурсов и энергии с учетом величины спроса. При создании модели для конкретного населенного пункта будет построена информационная сеть, дающая формализованное представление энергетического сектора в виде совокупности объектов различного уровня (ТЭЦ, котельная, тепловой узел, энергетическое оборудование и т.д.), обменивающихся потоками энергии. Каждому типу узла информационной сети энергетического баланса будет соответствовать свой вычислительный блок для решения системы нелинейных уравнений.

Каждый узел i – энергоресурса имеет ограничение:

$$Q_i \leq Q_{\max}, \quad (1)$$

где Q_i , Q_{\max} – возможное и максимальное значения количества энергии в ресурсе, поступающем на преобразование, т.у.т.

Для всех узлов выполнялось уравнение сохранения потока (уравнение энергетического баланса).

Для узлов преобразования и транспорта энергии уравнение энергетического баланса имело вид [8]:

$$\sum_{t=1}^{L_{\text{вых}}} Q_{jrtl}^{\text{вых}} = \sum_{n=1}^{N_{\text{вх}}} Q_{jrtm}^{\text{вх}} \cdot f_j, \quad (2)$$

где $Q_{jrtl}^{\text{вых}}$ – количество энергии на выходе из r – узла преобразования (или транспорта энергии) в год t для всех j – энергопреобразующих технологий, т.у.т.; $Q_{jrtm}^{\text{вх}}$ – количество энергии на входе в r – узел преобразования (или транспорта энергии) в год t для всех j – энергопреобразующих технологий, т.у.т.; f_j – КПД процесса преобразования; $L_{\text{вых}}$ – количество выходных линий; $N_{\text{вх}}$ – количество входных линий.

Для узлов резерва энергии баланс записывался в виде [8]:

$$Q_{rt}^{\text{вых}} = Q_{rt}^{\text{вх}}, \quad (3)$$

где $Q_{rt}^{\text{вх}}$, $Q_{rt}^{\text{вых}}$ – количество энергии на входе и выходе из r – узла резерва энергии в год t , т.у.т.

На все узлы накладывалось условие неотрицательности переменных:

$$Q \geq 0, P \geq 0, \quad (4)$$

где Q – количество энергии, кВт·ч; P – цена энергии, руб./т.у.т.

В информационной сети применяются узлы шести типов.

Узел «Топливо-энергетические ресурсы».

В соответствии с Методологическими положениями по расчету топливно-энергетического баланса Российской Федерации в соответствии с международной практикой вносятся данные по всем видам энергоресурсов различных агрегированных групп, входящим в ТЭБ населенного пункта [9]. Для построения регрессионной кривой предложения энергоресурсов необходимо задать цены на энергоресурсы за последние 5 лет.

Узел «Преобразование энергии».

В качестве преобразующих технологий рассматриваются энергоустановки, сопоставимые по режиму производства и обеспечению заданной потребности в электрической и тепловой энергии и имеющие более высокие технико-экономические показатели. При расчете экономической эффективности применяются интегральные (дисконтные) показатели.

Узел «Передача энергии».

В узлах передачи энергии рассматриваются трубопроводы, линии электропередач и т.п. При расчете экономической эффективности применяется метод дисконтированных интегральных затрат.

Узел «Распределение энергии».

Принципиальной основой для распределения энергии является предположение, что доли энергетических ресурсов на рынке обратно пропорциональны их ценам, это соответствует гипотезе пропорционального выбора, предложенной Кауфманом. Следует отметить, что данное предположение используется в наиболее известной гибридной модели CIMS (Canadian Integrated Modeling System) [10, 11]. Данная модель отражает развитие технологий в течение длительного с учетом времени их эксплуатации и модификации. Новые рыночные доли технологий, конкурирующих на рынке, моделируются на основании интегральных дисконтированных затрат. При моделировании ситуаций запаздывания между изменением цен на энергоносители и реакцией рынка, выражающейся в изменении размеров рыночных сегментов источников предложения, применяется лаг.

Узел «Формирование цен и тарифов на энергоносители».

В этом узле цена энергии будет скорректирована таким образом, чтобы имитировать налоги, субсидии, государственное регулирование цен. Результирующую цену энергоресурса (энергии) на выходной линии данного узла определим как линейную зависимость от P_{ij}^{ex} :

$$P_{ij}^{exx} = \tau \cdot P_{ij}^{ex} + \varphi, \quad (5)$$

где P_{ij}^{exx} – цена энергоресурса (энергии) на выходе из узла ценового регулирования, руб./т у.т.; P_{ij}^{ex} – цена энергоресурса (энергии) на входе в узел ценового регулирования, руб./т у.т.; τ – относительный ценовой множитель; φ – абсолютное значение прироста (убыли) цен энергоресурсов (энергии), руб./т у.т.

Величины τ и φ определим, исходя из установленных государством налогов и субсидий на добываемые энергоносители и производимые виды энергии.

Если ценовой интервал определен для данного узла (государственное регулирование цен), то вычисленная выходная цена сравнивается с установленными пределами (если цена на выходе больше максимального значения, то она устанавливается равным ему; если цена меньше минимального значения, то она приравнивается к нему):

$$P_{ij}^{\min} < P_{ij}^{exx} < P_{ij}^{\max}, \quad (6)$$

$$\text{если } P_{ij}^{exx} > P_{ij}^{\max}, \text{ то } P_{ij}^{exx} = P_{ij}^{\max}, \quad (7)$$

$$\text{если } P_{ij}^{exx} < P_{ij}^{\min}, \text{ то } P_{ij}^{exx} = P_{ij}^{\min}, \quad (8)$$

где P_{ij}^{\min} , P_{ij}^{\max} – минимальное и максимальное значения цены энергоносителя (энергии), руб./т у.т.

Узел «Конечное потребление».

Данный узел должен указываться в информационной сети для отображения точек конечного потребления, т.е. завершающих энергетические потоки в сети. Этот блок охарактеризуем уравнением количества энергии, отражающим прогноз изменения потребления энергоносителя.

Конечные виды энергии рассмотрим в качестве продуктов (услуг) энергетики. Конечная энергия – это преобразованные виды подведенной потребителям энергии с учетом потерь при преобразовании. При этом учитываются потери энергии при транспорте и трансформации первичных видов энергии во вторичные энергоносители, а также при подводе их к конечным потребителям.

Возможный спрос на энергоносители в решающей степени зависит от темпов экономического развития, изменений в производственной структуре, роста численности населения и его благосостояния. При количественной оценке перспективной динамики энергопотребления учтем влияние на нее научно-технического прогресса и энергосберегающей политики. Выбор метода для прогнозирования энергопотребления в населенном пункте зависит от имеющейся информации и целей прогноза. При отсутствии детально проработанных перспективных сценариев развития населенного пункта для оценки на период до двадцати лет может быть применен двухэтапный метод. Он сочетает в себе учет общероссийских тенденций и региональных особенностей, так как технико-экономическая ситуация в стране оказывает влияние на перспективы развития отдельных территорий, а регионы России отличаются друг от друга по природным, климатическим, демографическим, экономическим и другим характеристикам, обуславливающим их различие в существующих уровнях энергопотребления. Исходной базой для определения энергопотребления по регионам будет прогноз потребности в энергоносителях по стране в целом.

3. *База данных.* При формировании базы данных были учтены существующие и перспективные технологические решения, технико-экономические показатели энергетического оборудования систем различного уровня, климатические условия. Отдельными динамически изменяющимися разделами базы данных являются спрос и потребление энергоресурсов, стоимость энергоносителей.

4. *Программный комплекс.* Разработанная «Программа расчета и планирования развития топливно-энергетического комплекса с учетом инновационных технологических решений использования традиционных и возобновляемых видов энергии» позволяет в режиме интерактивного диалога с пользователем осуществлять комплексный и системный анализ процесса формирования топливно-энергетического баланса населенного пункта [12].

Моделирование энергетического сектора г. Казани

Разработана информационная сеть энергетического сектора г. Казани. На рис. отображены все энергогенерирующие компании города.

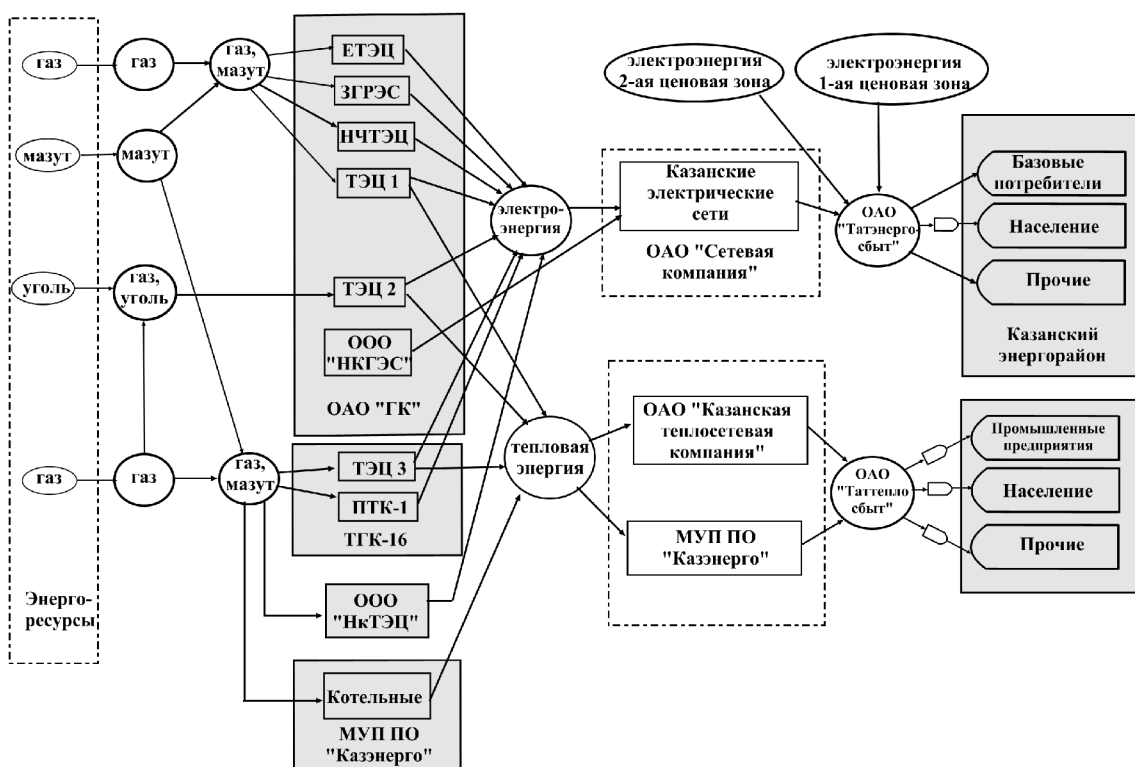


Рис. Информационная сеть энергетического сектора г. Казани

Суммарная установленная электрическая мощность компаний составляет 6 836 МВт, а тепловая мощность – 14 655 Гкал (17 044 МВт). Расходы на топливо в структуре затрат на производство тепловой и электрической энергии составляют порядка 80 %. Основным видом топлива для генерирующих компаний является природный газ. Резервным видом топлива является топочный мазут марки М-100. Исключение – ТЭЦ 2, для которой резервным энергоресурсом является уголь.

Основными факторами роста цен (тарифов) субъектов естественных монополий продолжают оставаться рост цен на топливо, а также включение инвестиционной составляющей в регулируемые тарифы.

Рассмотрено два варианта прогноза роста цен и тарифов на товары и услуги естественных монополий в 2012-2014 годах (табл.).

Первый – основной вариант (используется в качестве расчетного для всех вариантов прогноза) – предусматривает сохранение принятых решений в отношении регулируемых тарифов на услуги естественных монополий. В электроэнергетике предусматриваются действующие механизмы ценообразования, с учетом корректировки для сдерживания роста цен в 2011 году, т.к. в начале года произошел опережающий рост цен и тарифов на электроэнергию по отношению к планируемому уровню.

Таблица

Прогноз роста цен (тарифов) субъектов естественных монополий

	Варианты	2011 г. оценка	Прогноз (годы)		
			2012	2013	2014
ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ (государственное регулирование тарифов для населения)					
Доля потребления по нерегулируемым ценам		76	76	76	76
Рост конечных цен в среднем для всех категорий потребителей	осн.	113-115	111-113	110-112	109-110
	доп.		105-107	106-108	106,5-108,5
Рост регулируемых тарифов в среднем для населения		110	110	110	110
ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ (либерализация цен)					
Доля потребления по нерегулируемым ценам		100	100	100	100
Рост конечных цен в среднем для всех категорий потребителей	осн.	110-112	108-110	107-109	104-106
	доп.		104-106	103-105	105-107
Рост нерегулируемых тарифов в среднем для населения		125	118-120	105-107	106-108
ТЕПЛОВАЯ ЭНЕРГИЯ					
Тепловая энергия	осн.	115-116	110-112	110-111	109-110
	доп.		108-110	108-109	107-108
Тарифы для населения		125-126	125-130	110-111	109-110

Для сохранения роста цен и тарифов на электроэнергию в 2011 году в рамках 13-15 % были приняты исключительные меры, такие как: отмена индексации по плате за мощность по инфляции 2011 года; изменение порядка расчета тарифов на мощность для генерации, работающей в вынужденном режиме, а также для генерации, формировавшей наиболее дорогую часть предложения, с целью снижения стоимости их оплаты; снижение целевых инвестиционных средств ГЭС; увеличение периода «сглаживания» тарифа для ОАО «ФСК ЕЭС»; снижение тарифов для территориальных сетевых организаций, «сглаживание» для ограничения роста тарифов сетевых компаний не более 15 %.

Рост внутренних цен на газ определяется исходя из необходимости сокращения разрыва между доходностью поставок газа на внутренний и внешний рынок и обеспечения необходимого объема инвестиций, при этом ограничителем выступает повышение цен на электроэнергию.

Второй – дополнительный вариант – предполагает усиление в 2011 году мер по повышению эффективности деятельности и ограничения роста цен (тарифов) субъектов естественных монополий. Такой вариант прогноза предполагает снижение прогноза роста цен (тарифов) для предприятий на 2012-2014 гг. до уровня близкого к прогнозу инфляции.

При исследовании вариантов развития энергетического сектора г. Казани за базовые ограничители были приняты ситуационные изменения по поставкам природного газа в регион и присутствие в структуре баланса импорта электрической энергии из других регионов Российской Федерации.

Заключение

Моделирование и долгосрочное прогнозирование развития энергетического сектора населенного пункта позволит обеспечить: оперативный анализ состояния и тенденций развития энергетического сектора на основе построения отчетного топливно-энергетического баланса, выявления угроз, точек «дефицита» и диспропорций развития для

заблаговременного принятия мер, стимулирующих предотвращение кризисных ситуаций и выбора оптимальных путей развития энергетического сектора; оперативное построение прогнозного топливно-энергетического баланса на основе комплексного прогнозирования спроса и предложения на энергоресурсы, инвестиционной, налоговой и ценовой политики, развития транспортной инфраструктуры, экспорта, импорта; сценарные исследования развития кризисных ситуаций, поиск и отработку адекватных управленческих решений.

Список литературы

1. Хоуп Э. Экономика электроэнергетики: рыночная политика. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 448 с.
2. Беляев Л.С. Системные исследования проблем энергетики. – Новосибирск: Наука, 2000. – 558 с.
3. Суслов Н.И. Анализ взаимодействия экономики и энергетики в период рыночных преобразований. – Новосибирск: Издательство ИЭиОПП СО РАН, 2002. – 270 с.
4. Макаров А.А., Шапот Д.В., Лукацкий А.М. и др. Инструментальные средства для количественного исследования взаимосвязей энергетики и экономики // Экономика и математические методы, 2002, № 1. – С. 45-56.
5. Веселов Ф.В., Курилов А.Е., Макарова А.С. Методология прогнозирования и оптимизации развития электроэнергетики в рамках топливно-энергетического комплекса // Сб. научных трудов «Материалы 2-й Международной конференции «Планирование развития энергетики: методология, программное обеспечение, приложения». – М.: ЦНИИАтоминформ, 2004. – С. 54-64.
6. Шапот Д.В., Беленький В.З., Лукацкий А.М. Методы исследования взаимосвязей экономики и энергетики // Известия РАН. Энергетика, 1995, № 6. – С. 13-23.
7. Шапот Д.В., Лукацкий А.М., Герасимов Н.А. Модельно-информационный комплекс специалиста в области управления сложными системами (на примере топливно-энергетического комплекса страны). – М.: Институт энергетических исследований РАН, 1991. – 81 с.
8. Бережная Е.В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем: Учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 432 с.
9. Методологические положения по расчету топливно-энергетического баланса Российской Федерации в соответствии с международной практикой // www.businesspravo.ru: Портал поддержки предпринимательской деятельности, 2003-2012. URL: http://www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow_DocumID_72009.html (дата обращения 24.04.2012).
10. Rivers N., Jaccard M. Combining top-down and bottom-up approaches to energy-economy modeling using discrete choice methods // The energy journal, 2005, № 29. – P. 98-108.
11. Koopmans C.C., Velde D.W. Bridging the energy efficiency gap: using bottom-up information in a top-down energy demand model // Energy Economics, 2001, № 23. – P. 57-75.
12. Караева Ю.В. Метод планирования топливно-энергетического баланса региона // Новые промышленные технологии, 2009, № 6. – С. 21-26.

Karaeva Iu.V. – candidate of technical sciences

E-mail: julieenergy@list.ru

Daminov A.Z. – candidate of technical sciences

E-mail: daminov@list.ru

Solomin I.N. – post-graduate student

E-mail: solill@yandex.ru

Research center of power engineering problems Kazan scientific center Russian Academy of Sciences

The organization address: 420111, Russia, Kazan, Lobachevsky st., 2/31

Sadykov R.A. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: sadykov_r_a@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Modeling and long-term forecasting of the township energy sector development

Resume

Forecasting method of the township energy sector development is developed. It consists of algorithm for complex problem solving, simulation model, database and software computer system. Existing and future technology solutions are taken into account in the database formation. The model of the energy sector of Kazan is developed.

The development of hybrid models represents an important step in energy economy modeling, as hybrid models embody the most useful features of both top-down (or partial equilibrium) and bottom-up models (mainly computable general equilibrium models). Hybrid models explicitly represent technologies in a similar way to bottom-up models, thus enabling policy makers to understand the effects of technology-specific policies on energy consumption and the economy. However, to simulate consumer choice between alternative technologies and processes, hybrid models diverge from bottom-up models to use the behaviorally realistic approach of top-down models, resulting in a simulation model rather than an optimization model, which is ultimately of more use to policy makers.

The primary challenge in developing a representative hybrid model lies in specifying the algorithm to simulate consumer choice between alternative technologies. The algorithm needs to capture the fundamentals of consumer behavior at a disaggregate level. This essentially involves estimating the empirically derived aggregate parameters used in top-down modeling at a technology specific level.

Keywords: modeling, long-term forecasting, energy sector, township.

References

1. Hope E. Economics of electric energy market policy. – Novosibirsk: Publishing House of the Russian Academy of Sciences, 2001. – 448 p.
2. Belyaev L.S. System Studies of Energy. – Novosibirsk: Nauka, 2000. – 558 p.
3. Suslov N.I. Analysis of the interaction between the economy and energy in the period of market reforms. – Novosibirsk: Publishing IEOPP Russian Academy of Sciences, 2002. – 270 p.
4. Makarov A.A., Shapot D.V., Lukatsky A.M. Tools to quantitatively study the relationship of energy and economy // Economics and Mathematical Methods, 2002, № 1. – P. 45-56.
5. Veselov F.V., Kurilov A.E., Makarova A.S. The methodology of forecasting and optimization of power development in the energy sector // The collection of proceedings «Materials of 2th International Conference «Planning for Energy: methodology, software, applications» – M.: CNIIAtominform, 2004. – P. 54-64.
6. Shapot D.V., Belenky V.Z., Lukatsky A.M. Methods for studying the relationship of economy and energy // Izvestiya RAS. Energy, 1995, № 6. – P. 13-23.
7. Shapot D.V., Lukatsky A.M., Gerasimov N.A. Model-information complex expert in the management of complex systems (for example, the fuel and energy complex of the country). – New York: Institute for Energy Studies, 1991. – 81 p.
8. Berezhnaya E.V., Berezhnoy V.I. Mathematical modeling of economic systems: the manual. – M.: Finance and Statistics, 2005. – 432 p.
9. Methodological principles for the calculation of the fuel and energy balance of the Russian Federation in accordance with international practice // www.businesspravo.ru. URL: http://www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow_DocumID_72009.html (reference date: 04.24.2012).
10. Rivers N., Jaccard M. Combining top-down and bottom-up approaches to energy-economy modeling using discrete choice methods // The energy journal, 2005, № 29. – P. 98-108.
11. Koopmans C.C., Velde D.W. Bridging the energy efficiency gap: using bottom-up information in a top-down energy demand model // Energy Economics, 2001, № 23. – P. 57-75.
12. Karaeva Yu.V. The method of planning the energy balance of the region // New Industrial Technology, 2009, № 6. – P. 21-26.

УДК 519.711.2:533.15

Осипова Л.Э. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: osipovalilija@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Низамов И.И. – аспирант

E-mail: nizuama@yandex.ru

Казанский национальный исследовательский технологический университет

Адрес организации: 420045, Россия, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 68

Исследование диффузии в многокомпонентных газовых смесях

Аннотация

Проведен анализ математического описания процесса диффузии в многокомпонентных газовых смесях. Показаны преимущества матричных моделей. На основе матричных уравнений многокомпонентной диффузии разработана математическая модель, учитывающая динамику развития процесса в трубке Стефана. Модель была реализована методом конечных разностей в Excel совместно с универсальным моделирующим пакетом Cham Cad. Адекватность математической модели подтверждена сравнением полученных значений профилей концентраций компонентов с результатами, опубликованными в литературе. Рекомендованы матричные уравнения многокомпонентной диффузии, пригодные для перехода к уравнениям массоотдачи.

Ключевые слова: многокомпонентная диффузия, массоотдача, матричная модель, прибор Стефана, эквимольный процесс, динамика.

Введение

Проектирование аппаратов очистки вентиляционного воздуха предполагает проведение расчетов разнообразных массо- и теплообменных процессов, в которых необходимо учитывать многокомпонентность среды и особенности конкретных процессов, в первую очередь связанные с диффузионными явлениями.

В основе описания многокомпонентного массопереноса практически всегда лежат уравнения диффузии, а переход от уравнений диффузии к уравнениям массоотдачи реализуется с использованием каких-либо из теорий массопередачи [1, 2].

В последние годы появился ряд работ [3-6], посвященных исследованию многокомпонентной диффузии (МКД) в газовых смесях. Механизм переноса массы в многокомпонентных системах достаточно сложен. Так, при МКД наличие (или отсутствие) собственного градиента концентраций для рассматриваемого компонента далеко не полностью определяет механизм его переноса. Поэтому при МКД возникают такие явления, как диффузионный барьер, осмотическая и реверсивная диффузия [7].

Теоретический анализ процесса диффузии

Теоретические исследования МКД, как правило, базируются на использовании уравнения Стефана-Максвелла, которое, в свою очередь, получено из решения уравнения Больцмана. Это уравнение для изотермических и изобарических условий является достаточно строгим приближением, вполне удовлетворяющим требованиям практики. В качестве важнейшего допущения при выводе уравнения выступало условие независимости бинарных коэффициентов молекулярной диффузии от состава газовой смеси. Как теоретические, так и экспериментальные данные подтверждают справедливость данного допущения.

Процесс МКД в m – компонентной идеальной газовой смеси описывается при этом следующей системой дифференциальных уравнений Стефана-Максвелла:

$$-\frac{P}{RT} \frac{dy_i}{dl} = \sum_{j \neq i}^m \frac{N_j y_j - N_i y_i}{D_{ij}}. \quad (1)$$

Для стационарной (установившейся) диффузии при постоянном давлении независимыми в системе уравнений (1) являются только $(m-1)$ уравнений, так как $\sum_{i=1}^m \frac{dy_i}{dl} = 0$.

Одновременно система уравнений (1) содержит m неизвестных потоков N_i . Поэтому решение системы может быть достигнуто только при наложении дополнительных условий, которые обычно задаются в виде связи между отдельными потоками и имеют вид:

$$\sum_{i=1}^m N_i = N_c. \quad (2)$$

На практике наиболее широко в качестве частных случаев рассматриваются варианты эквимолярной диффузии ($N_c = 0$) и диффузии контролируемого газа (газовой смеси) через слой инертных газов ($\sum N_{ин} = 0$). В обоих случаях удается исключить из рассмотрения поток одного (нескольких) компонентов и понизить размерность системы уравнений (1) до $(m-n)$. Однако и в этом случае, невзирая на кажущуюся простоту системы уравнений (1), их аналитическое решение приводит к весьма громоздким выражениям для обоих вариантов постановки задачи [3-7] уже для трехкомпонентных смесей ($m=3$). При этом уравнения (1) разрешаются или относительно профилей концентраций, или относительно потоков, хотя в работе [3] приводится оригинальный прием комбинированного решения обоих вариантов постановки задачи. Использование аналитических решений для моделирования процессов диффузии в смесях с числом компонентов более 3-х представляет скорее теоретический, чем практический интерес.

В практических приложениях (прежде всего для перехода от уравнений диффузии к уравнениям массопередачи) удобнее применять решения, выполненные относительно потоков, при этом наибольший интерес представляют матричные методы описания диффузии.

Отмеченные недостатки аналитических приемов решения системы уравнений (1), а также запросы практического приложения результатов, инициировали развитие методов расчета многокомпонентной диффузии, основанных на использовании феноменологических уравнений [8]:

$$(N) = -\frac{P}{RT} [D] \left(\frac{dy}{dl} \right). \quad (3)$$

Элементы квадратной матрицы в (3) получили название «практических» коэффициентов диффузии, а выражения для их определения находятся совместным решением уравнений (1) и (3). Анализ известных решений показывает [8], что практические коэффициенты диффузии зависят не только от бинарных коэффициентов диффузии и от концентраций диффундирующих компонентов, но и от соотношения между диффузионными потоками. Это обстоятельство также ограничивает область практического использования известных решений, поскольку соотношение между диффузионными потоками в большинстве случаев может быть определено только после расчета самих потоков.

Использование системы уравнений (3) практически снимает ограничения, накладываемые на решения количеством компонентов смеси, и существенно упрощает переход от уравнений диффузии к уравнениям массоотдачи путем линеаризации уравнений диффузии [9-11].

Сама по себе структура уравнения Стефана-Максвелла (1) не накладывает ограничений на условия связи между потоками (2), что принципиально допускает использование этого уравнения для описания любых произвольных вариантов протекания процессов диффузии. В этой универсальности заключается как сила, так и определенная слабость самого уравнения Стефана-Максвелла. Действительно под изобарической и изотермической диффузией понимается смещение молекул одного сорта относительно молекул другого сорта при наличии разности их концентраций между рассматриваемыми сечениями. Поэтому по определению диффузия протекает только относительно центра масс измерительной системы и принципиально является эквимолярной. Это относится и к определению самих коэффициентов взаимной

диффузии D_{ij} . В то же время сам центр масс измерительной системы может смещаться относительно контрольной поверхности, которая в условиях проведения эксперимента (например, в трубке Стефана) остается неподвижной. Данный вид переноса определяется конвективным механизмом течения среды относительно лабораторной системы координат («Стефановский» поток). Связь между рассматриваемыми видами диффузии выражается известным уравнением:

$$N_i = N_i^D + N_i^K = N_i^* + N_c y_i. \quad (4)$$

Под эквимоллярной составляющей общего диффузионного потока N_i^* следует понимать тот поток, который имел бы место при тех же градиентах концентраций, но в эквимоллярном процессе ($N_c = 0$). При неэквимоллярной диффузии фактические потоки компонентов N_i будут отличаться от N_i^* на какую-то величину ΔN_i :

$$N_i = N_i^* + \Delta N_i. \quad (5)$$

Подставив (5) в (1) и в (2), получим:

$$\sum_{i \neq j}^m \frac{\Delta N_i y_j - \Delta N_j y_i}{D_{ij}} = 0 \quad \text{и} \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^m \Delta N_i = N_c. \quad (7)$$

Из (6) и (7) следует, что $\Delta N_i = N_c y_i$, что легко проверяется подстановкой. Как видим, предлагаемый подход позволяет исследовать любой вид диффузии путем сведения произвольного диффузионного процесса к эквимоллярному. Уравнение (3) записывается в этом случае в виде:

$$(N) = -\frac{P}{RT} [D^*] \left(\frac{dy}{dl} \right) + N_c (y|_{l=0}), \quad (8)$$

причем элементы матрицы практических коэффициентов диффузии оказываются в этом случае не зависящими от соотношения между диффузионными потоками, поскольку этот эффект учтен при введении в структуру уравнения диффузии (1) конвективного члена.

Для частного случая бинарной диффузии одного компонента через слой инертного газа ($N_2 = 0$; $N_c = N_1$) уравнение (8) сводится к широко известному выражению, используемому для определения коэффициентов взаимной бинарной диффузии:

$$N_1 = -\frac{P}{RT} D_{12}^* \frac{dy_1}{dl} + N_1 y_{1f} \quad (9)$$

или

$$N_1 (1 - y_{1f}) = N_1^*. \quad (10)$$

Из уравнений (9)-(10) видно, что эквимоллярная диффузия идет «труднее», чем неэквимоллярная. Это объясняется наложением на процесс чисто диффузионного переноса 1-го компонента при неэквимоллярной диффузии сопутствующего Стефановского потока, причем этот эффект зависит от концентрации инертного компонента на контрольной поверхности. Важно, что для обоих видов диффузии коэффициент переноса D_{12}^* остается одним и тем же (эквимоллярным).

К настоящему времени разработано несколько методов расчета элементов матрицы уравнения (3). В большинстве случаев нормирование общего диффузионного потока относительно каких-либо эталонных (например, эквимоллярных) условий не проводится [8, 10, 12]. Поэтому элементы матрицы уравнения (3) оказываются зависящими не только от концентраций, но и от самого суммарного (конвективного) потока или от соотношений между отдельными потоками, а также от концентраций диффундирующих компонентов на контрольной поверхности. Это обстоятельство существенно осложняет использование (3), поскольку во многих практически важных случаях закономерности формирования суммарного потока не определены. Также широкое распространение на практике получил метод описания диффузии, основанный на использовании «эффективных»

коэффициентов диффузии. В этом случае в квадратной матрице уравнения (3) присутствуют только диагональные члены, что существенно упрощает описание процесса. Однако условие Дамкелера должно, естественно, выполняться и в этом случае. Данный подход в некоторых случаях может давать вполне удовлетворительные результаты [3], однако в общем случае он представляется неоправданно грубым.

Оригинальный метод расчета эквимолярной массопередачи в многокомпонентных смесях был предложен в работе [13]. Применительно к уравнениям эквимолярной диффузии это решение имеет вид:

$$N_i^* = -\frac{P}{RTl} \sum_{j \neq i}^m D_{ij}^* (y_{i|l=0} y_{j|l=l} - y_{j|l=0} y_{i|l=l}). \quad (11)$$

Сопоставление (11) с аналитическим решением уравнений Стефана-Максвелла, полученным Туром с принятием определенных допущений для эквимолярной диффузии в трехкомпонентной газовой смеси [7], показывает, что (11) удовлетворяет только одному из двух уравнений Тура. Поэтому (11) являются приближенными решениями, хотя они и

удовлетворяют условию Дамкелера $\left(\sum_{i=1}^m N_i^* = 0 \right)$. Проведенный анализ уравнения (11) показывает, что при его выводе использовано допущение о линейности профилей концентраций всех диффундирующих компонентов в диффузионном слое. Система уравнений (11) легко приводится к виду (8), в котором элементы матрицы практических коэффициентов эквимолярной диффузии рассчитываются по уравнениям:

$$D_{ii}^* = \sum_{j \neq i}^m D_{ij} y_j \quad \text{и} \quad (12)$$

$$D_{ij}^* = -y_i D_{ij}, \quad (13)$$

причем при расчете элементов матрицы практических коэффициентов диффузии по уравнениям (12) и (13) могут использоваться концентрации, соответствующие любому сечению диффузионного слоя, в том числе и граничного, что следует из принятого условия линейности профилей концентраций.

Все вышерассмотренные решения были получены для стационарного режима протекания диффузии. В то же время экспериментальные способы изучения процесса диффузии характеризуются достаточным разнообразием аппаратного оформления и существенной нестационарностью условий исследования, что может оказывать влияние на результаты обработки опытных данных. Так, широкое распространение в практике исследования диффузии в газах получил прибор (трубка) Стефана. Прибор представляет собой трубку с запаянным концом, в которую заливается исследуемая жидкость, состоящая из испаряющихся и диффундирующих через слой инертного газа компонентов. Сам прибор помещается в термо- и баростаты, а открытый конец трубки обдувается исследуемым инертным газом. Массовый поток диффундирующего компонента определяется при этом по количеству жидкости, испаряющейся за определенное время с поверхности раздела «газ-жидкость» и отходящей из прибора. При этом на открытом конце трубки концентрация пара поддерживается на значении, близком к нулю. Это достигается за счет создания поперечного потока инертного газа, обдувающего открытый конец трубки. Расход обдувочного газа не должен создавать заметных возмущений ламинарному течению среды внутри трубки. При такой организации эксперимента непосредственно у поверхности раздела фаз концентрация пара определяется условиями парожидкостного равновесия, т.е. давлением и температурой насыщенных паров испаряемой жидкости. При этих условиях для бинарной смеси профиль концентраций в трубке оказывается линейным, а коэффициент бинарной диффузии определяется из (9-10).

В случае многокомпонентной диффузии процесс существенно осложняется. Различие в коэффициентах бинарной диффузии для всех пар, составляющих многокомпонентную смесь, приводит к тому, что при тех же самых условиях проведения эксперимента профили концентраций компонентов по высоте трубки Стефана становятся нелинейными [4].

Для прибора Стефана в одномерном пространстве уравнения неразрывности для

многокомпонентной системы записываются в виде:

$$C \frac{\partial y_i}{\partial t} = - \frac{\partial N_i}{\partial l}. \quad (14)$$

Из (14) видно, что процесс формирования профиля концентраций в трубке будет развиваться во времени. Продолжительность нестационарного периода зависит при этом от длины трубки, от физико-химических свойств компонентов исследуемой системы и от термодинамических параметров состояния самой системы. Как отмечается в [3], суммирование левой и правой частей уравнения (14) по всем компонентам при допущении о постоянстве C позволяет сделать вывод о том, что суммарный поток не зависит от координаты и является функцией только времени. В любой момент времени и для любого сечения трубки в условиях эксперимента (изобарическая и изотермическая диффузия) выполняется условие $N_c = N_c|_{l=0}$. Специальные исследования нестационарных режимов показали [14], что в период нестационарности профили концентраций претерпевают существенные изменения. В частности, в начальный период времени градиенты концентраций, а значит, и сами диффузионные потоки имеют максимальные значения, которые постепенно снижаются (релаксируют) до некоторых стационарных значений. Представляется, что при обработке экспериментальных данных эти обстоятельства целесообразно учитывать.

Экспериментальная часть

С использованием матричных уравнений многокомпонентной диффузии (8), (12), (13) была разработана математическая модель, учитывающая динамику развития процесса в трубке Стефана и адаптированная к общепринятым условиям проведения эксперимента в приборе (одномерная постановка задачи). Модель была реализована методом конечных разностей в пакете Excel.

При разработке модели учтены следующие положения:

- трубка Стефана разбивается на k областей (ячеек) с высотой Δl (шаг интегрирования по координате);
- в пределах шага интегрирования по координате профиль концентраций принимается линейным;
- процесс диффузии в период каждого цикла расчета рассматривается как квазистационарный;
- шаг интегрирования по времени выбирается из условия обеспечения устойчивости решения: смещение фронта движения суммарного потока в каждой ячейке при интегрировании процесса по временной координате должно с заданной точностью соответствовать шагу интегрирования по пространственной координате (равен высоте ячейки);
- координата заполнения трубки диффундирующей средой (или вытеснения инертного компонента) как для каждой отдельной ячейки, так и для трубки в целом

определяется выражением: $H_{\phi p} = \int_0^t N_c dt$;

- элементы матрицы коэффициентов многокомпонентной диффузии (12), (13) для каждой ячейки рассчитываются с использованием концентраций компонентов на входе в ячейку;
- общий материальный баланс замыкается на выходе из последней верхней ячейки, граничащей с внешней областью, в соответствии с заданными граничными условиями ($y_{\text{ин}} = 1$);
- дополнительно в модели была реализована связь Excel с универсальным моделирующим пакетом Chem Cad, что позволяло при необходимости (в случае заметных изменений состава исследуемой жидкости по времени эксперимента) проводить пересчет граничных концентраций диффундирующих компонентов на поверхности раздела фаз «газ-жидкость».

Проверку адекватности модели провели с использованием экспериментальных данных, приведенных в литературе [15]. В [3] отмечается, что данный материал является практически единственным источником, в котором опубликованы результаты измерения профилей концентраций, образующихся при диффузии двухкомпонентной смеси газов (ацетон, метанол) через слой инертного компонента (воздух). Это обстоятельство

объясняет интерес, проявленный к обсуждаемому источнику рядом исследователей [3-6]. Следует отметить, что исследование профилей концентраций в рассмотренных работах проведено только для стационарного режима работы прибора.

В соответствии с условиями проведения эксперимента для модели определены граничные условия:

- концентрации компонентов на поверхности раздела фаз «газ-жидкость», определенные из условия термодинамического равновесия системы, считаются постоянными ($y_1 = 0,319$; $y_2 = 0,528$; $y_3 = 0,153$) [15], т.е. пересчет граничных концентраций в рамках данного исследования не проводился;

- для верхнего сечения трубки Стефана принято $y_1 = 0$; $y_2 = 0$; $y_3 = 1$.

Параметры, характеризующие условия проведения опыта, приняты в соответствии с данными [15]: $P = 0,9935$ бар; $T = 328,5$ К; $l = 0,238$ м; $C = 37$ моль/м³; $D_{12}^* = 8,48 \times 10^{-6}$ м²/с; $D_{13}^* = 13,7 \times 10^{-6}$ м²/с; $D_{23}^* = 19,9 \times 10^{-6}$ м²/с; $N_1 = 1,781 \times 10^{-3}$ моль/м²с; $N_2 = 3,186 \times 10^{-3}$ моль/м²с.

Дополнительно вносим допущения:

- в начальный момент времени система полностью заполнена инертным компонентом (воздухом);

- растворимостью воздуха в исследуемой жидкой смеси пренебрегаем ($N_{3f} = 0$).

Предлагаемая модель позволяет для каждого момента времени рассчитывать мольные потоки и концентрации, складывающиеся в каждом сечении трубки в результате диффузии испаряющихся компонентов через слой инертного газа, а также рассчитывать время выхода процесса на стационарный режим (потоки по высоте трубки устанавливались на постоянных значениях с точностью до 0,1 %). Потоки и профили концентраций, определенные для стационарных режимов, сравнивались с опытными данными и с известными решениями. Вся информация по потокам и профилям концентраций с целью визуализации динамики развития процесса отображалась на графиках.

Обсуждение результатов

После запуска модели в трубке Стефана начинается процесс вытеснения инертного газа из ячеек диффундирующей средой. В начальный момент времени, вследствие высоких градиентов концентраций, в нижнем сечении трубки наблюдаются максимальные значения потоков (в том числе и N_c), а из верхнего среза трубки интенсивно вытесняется инертный газ. С течением времени потоки N_1 и N_2 релаксируют к некоторым стационарным значениям, а поток воздуха N_3 уменьшается также до стационарного значения, близкого к нулю. Количество ячеек (участков интегрирования), на которое разбивалась трубка, подбиралось таким образом, чтобы расчетные значения потоков в результате интегрирования практически (с точностью до 0,5 %) не зависели от дальнейшего увеличения числа участков интегрирования. Аналогичным образом подбирался и шаг интегрирования по времени. Для анализа точности расчетов было произведено сравнение расчетных значений потоков диффундирующих компонентов после выхода системы на стационарное состояние с экспериментальными данными [15]. Результаты сравнения представлены в таблице.

Таблица

Сопоставление расчетных значений потоков (модель) с экспериментальными данными [15]

Потоки	N_1 моль/(м ² с)	N_2 моль/(м ² с)	N_3 моль/(м ² с)	N_c моль/(м ² с)
Расчет (модель)	0,001814	0,003329	0	0,005143
Эксперимент [15]	0,001781	0,003186	0	0,004967
Погрешность, %	1,85	4,49	–	3,54

Как видим, значения потоков, рассчитанные по предлагаемой модели, в пределах точности эксперимента совпадают с экспериментальными данными.

На рис. 1 показан процесс формирования стационарного профиля концентраций для 1-го (ацетон) и 3-го (воздух) компонентов по мере развития процесса. Для 2-го компонента (метанол) профиль качественно соответствует профилю по 1-му компоненту. Как видим, в начальный момент времени наблюдается максимальная нелинейность профилей

концентраций. Более того, можно отметить, что по мере развития процесса имеет место качественное изменение профилей. Это объясняется непрерывной трансформацией мольных потоков по всем компонентам системы в процессе выхода процесса на стационарный режим. Стационарный режим для принятых условий эксперимента (геометрия прибора, параметры состояния исследуемой системы) устанавливается в приборе через 15-20 минут. Увеличение числа участков интегрирования по продольной координате свыше 10 практически не влияет на точность конечного результата.

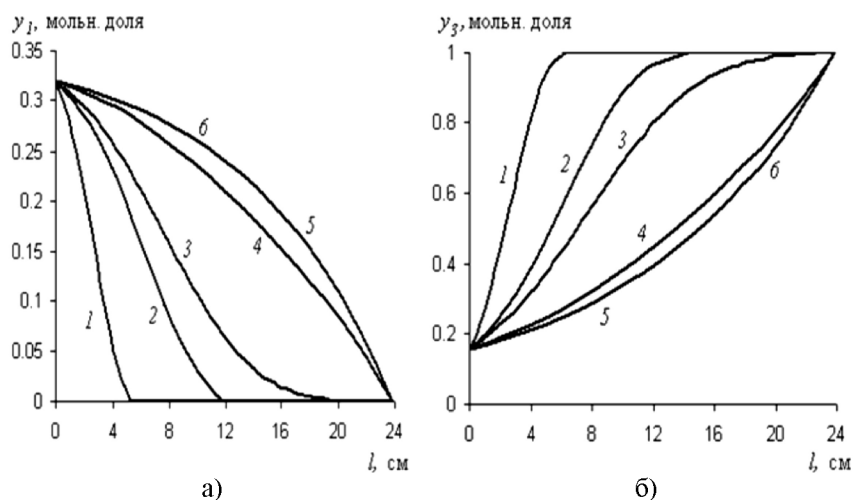


Рис. 1. Изменение профилей концентраций ацетона (а) и воздуха (б) в трубке Стефана с течением времени: 1 – через 10 сек.; 2 – через 50 сек.; 3 – через 100 сек.; 4 – через 400 сек.; 5 – через 1000 сек. и 6 – через 10000 сек. от начала опыта

После выхода системы на стационарное состояние сформировавшиеся профили концентраций сравнили с экспериментальными данными (рис. 2). Сюда же для сравнения наложены профили концентраций, рассчитанные по приближенному уравнению Тура [1] и по комбинированному методу В.В. Дильмана [3].

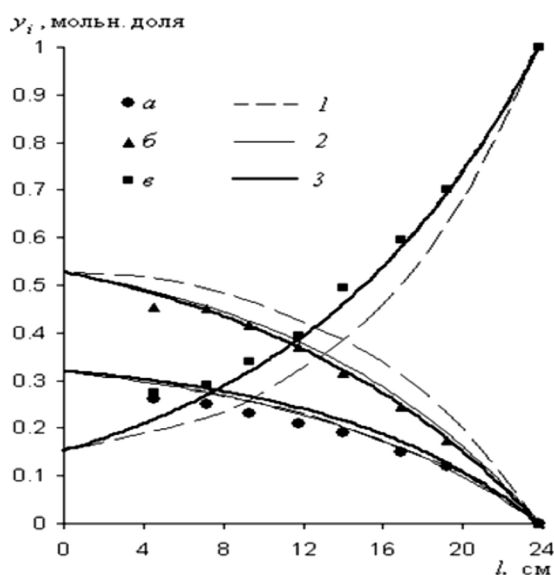


Рис. 2. Сравнение профилей концентраций в трубке Стефана, полученных опытным путем [2] (точки), с расчетными данными (линии), определенными разными методами:
1 – по приближенному уравнению Тура [1];
2 – по уравнениям, полученным комбинированным методом [3];
3 – по матричной модели; а – ацетон, б – метанол, в – воздух

Как видим, результаты расчета процесса трехкомпонентной диффузии по комбинированному методу Дильмана и по матричной модели практически совпали. Эти результаты вполне удовлетворительно согласуются и с опытными данными [15]. Следует отметить, что аппроксимационные решения Тура, которые зачастую трактуются как эталонные решения, согласуются с опытом существенно хуже.

Список обозначений

C – мольная плотность газовой смеси, кг-моль/ m^3 ; D – коэффициент бинарной диффузии, m^2/c ; N – поток вещества, кг-моль/ $(m^2 c)$; P – давление, Па; R – универсальная газовая постоянная, кДж/(кг-моль К); T – температура газа, К; y – мольная концентрация газа; l – длина трубки (пути диффузии), м; $[]$ – квадратная матрица; $()$ – столбцовая матрица.

Индексы

D – диффузионная составляющая; i, j – компоненты; f – поверхность раздела, K – конвективная составляющая; s – суммарный поток; * – эквимолярные условия; m – число компонентов.

Список литературы

1. Кафаров В.В. Основы массопередачи. – М.: Высшая школа, 1972. – 494 с.
2. Рамм В.М. Абсорбция газов. – М.: Химия, 1971. – 767 с.
3. Дильман В.В. Комбинированный метод исследования и расчета многокомпонентной диффузии с инертным газом // Теорет. основы хим. технологии, 2008, т. 42, № 2. – С. 176-180.
4. Дильман В.В., Лотхов В.А., Каширская О.А. Экспериментальная проверка уравнений Стефана–Максвелла // Теорет. основы хим. технологии, 2009, т. 43, № 3. – С. 303-307.
5. Дильман В.В. Концентрационные зависимости трехкомпонентной диффузии Стефана–Максвелла в газовых смесях // Теорет. основы хим. технологии, 2010, т. 44, № 3. – С. 270-274.
6. Дильман В.В., Каширская О.А., Лотхов В.А. Особенности многокомпонентной диффузии // Теорет. основы хим. технологии, 2010, т. 44, № 4. – С. 396-400.
7. Toor H.L. Diffusion in three-component gas mixtures // AIChE Journal, 1957, vol. 3, № 2. – P. 198-204.
8. Туревский Е.Н., Александров И.А., Двойрис А.Д. Сравнение методов расчета диффузии в многокомпонентных газовых смесях // Химия и технология топлив и масел, 1971, № 4. – С. 36-40.
9. Александров И.А. К расчету массопередачи в многокомпонентных системах // Теорет. основы хим. технологии, 1970, т. 4, № 1. – С. 48-52.
10. Александров И.А. Массопередача при ректификации и абсорбции многокомпонентных смесей. – Л.: Химия, 1975. – 320 с.
11. Осипова Л.Э., Теляков Э.Ш., Николаев Н.А. Моделирование неэквимолярных процессов массо- и теплопереноса в системах газ (пар)-жидкость // Теорет. основы хим. технологии, 1997, т. 31, № 3. – С. 1-7.
12. Toor H.L. Solution of the linearized equation of multicomponent mass transfer // AIChE Journal, 1964, vol. 10, № 4. – P. 448-455.
13. Константинов Е.Н., Николаев А.М. Массопередача при ректификации многокомпонентных смесей // Известия ВУЗов. Нефть и газ, 1964, № 1. – С. 53-57.
14. Arnold J.H. Studies in diffusion III. Unsteady state vaporization and absorption // Trans. Am. Inst. Chem. Eng., 1944, vol. 40, № 3. – P. 361-369.
15. Carty R., Schrodt T. Concentration profiles in ternary gaseous diffusion // Ind. Eng. Chem. Fundam, 1975, vol. 14, № 3. – P. 276-284.

Osipova L.E. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: osipovalilija@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Nizamov I.I. – post-graduate student

E-mail: nizyama@yandex.ru

Kazan National Research Technological University

The organization address: 420045, Russia, Kazan, K. Marks st., 68

Research of diffusion in multicomponent gas mixtures

Resume

Designing of system of air cleaning and heating (cooling) assumes carrying out different calculation of mass and heat transfer processes. Is necessary to consider that the multi-component of medium and the process primarily are related to the diffusions phenomena. As a rule description of multi-component diffusion are based on equations of Stefan-Maxwell. These equations obtained from the solution of the Boltzmann equation. For the isothermal and adiabatic conditions these equations are rigorous approximation, which satisfies practical requirements. As an important assumption in the derivation of an equation was assumption of independence of the binary molecular diffusion coefficient of the gas mixture. Theoretical and experimental results confirm the validity of this assumption.

Mathematical description diffusion process of multi-component gas mixtures is presented. The advantages of matrix models with comparison with obtained by the combined method equations of V.V. Dilman are shown. On the basis matrix equations of multi-component diffusion is developed mathematical model taking into account the dynamics of process in Stephen tube. The model was realized by the method of method of finite differences in Excel and Chem Cad. Three-component mixture - acetone, methanol and air was investigated. As a result, molar flows and concentrations, folding in each section of the tube as a result of the diffusion of volatile components (acetone, methanol) through a layer of inert gas (air), and the time to process a steady state were calculated. The formation of a stationary concentration profiles for 1 (acetone) and third (air) component along the tube was shown graphically. For the second component (methanol) profile qualitatively corresponds to the profile of the 1st component. Adequacy of the mathematical model is confirmed by comparing the values obtained profiles of concentrations of components with the results published in the literature.

Keywords: multi-component diffusion, mass transfer, Stephen's instrument, matrix model, equimolar process, dynamics.

References

1. Kafarov V.V. Fundamentals of mass transfer. – M.: High School, 1972. – 494 p.
2. Ramm V.M. Absorption of gases. – M.: Chemistry, 1971. – 767 p.
3. Dilman V.V. Combined method of investigation and calculation of multicomponent diffusion with inert gas // Theoret. basis chem. technology, 2008, vol. 42, № 2. – P. 176-180.
4. Dilman V.V., Lotkhov V.A., Kashirskaya O.A. Experimental verification of the Stefan-Maxwell equations // Theoret. basis chem. technology, 2009, vol. 43, № 3. – P. 303-307.
5. Dilman V.V. Concentration dependences of ternary diffusion Stefan-Maxwell gas mixtures // Theoret. basis chem. technology, 2010, vol. 44, № 3. – P. 270-274.
6. Dilman V.V., Kashirskaya O.A., Lotkhov V.A. Features multicomponent diffusion // Theoret. basis chem. technology, 2010, vol. 44, № 4. – P. 396-400.
7. Toor H.L. Diffusion in three-component gas mixtures // AIChE Journal, 1957, vol. 3, № 2. – P. 198-204.
8. Turevsky E.N., Alexandrov I.A., Dvoyris A.D. Comparison of methods for the calculation of diffusion in multicomponent gas mixtures // Chemistry and technology of fuels and oils, 1971, № 4. – P. 36-40.
9. Alexandrov I.A. Calculation of mass transfer in multicomponent systems // Theoret. basis chem. technology, 1970, vol. 4, № 1. – P. 48-52.

10. Alexandrov I.A. Mass transfer in distillation and absorption of multicomponent mixtures. – L.: Chemistry, 1975. – 320 p.
11. Osipova L.E., Telyakov E.S., Nikolaev N.A. Neekvimolyarnyh modeling processes of mass and heat transfer in systems gas (vapor)-liquid // Theoret. basis chem. technology, 1997, vol. 31. – P. 1-7.
12. Toor H.L. Solution of the linerarized equation of multicomponent mass transfer // AIChE Journal, 1964, vol. 10, № 4. – P. 448-455.
13. Konstantinov E.N., Nikolaev A.M. Mass transfer in distillation of multicomponent mixtures // News of high schools. Oil and gas, 1964, № 1. – P. 53-57.
14. Arnold J.H. Studies in diffusion III. Unsteady state vaporization and absorption // Trans. Am. Inst. Chem. Eng., 1944, vol. 40, № 3. – P. 361-369.
15. Carty R., Schrod T. Concentration profiles in ternary gaseous diffusion // Ind. Eng. Chem. Fundam, 1975, vol. 14, № 3. – P. 276-284.

УДК 697.34

Соломин И.Н. – аспирант

E-mail: solill@yandex.ru

Даминов А.З. – кандидат технических наук

E-mail: daminov@list.ru

**Исследовательский центр проблем энергетики Казанского научного центра
Российской академии наук**

Адрес организации: 420111, Россия, г. Казань, ул. Лобачевского, д. 2/31

Еремин С.А. – главный инженер

**Муниципальное унитарное предприятие «Производственное объединение
«Казэнерго»**

Адрес организации: 420022, Россия, г. Казань, ул. Г. Тукая, д. 162

Садьков Р.А. – доктор технических наук, профессор

E-mail: sadykov_r_a@mail.ru

Сафин И.А. – бакалавр

Фанзов А.И. – бакалавр

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Метод определения оптимальных диаметров участков тепловой сети*

Аннотация

В данной статье рассмотрен один из методов оптимизации системы централизованного теплоснабжения путем определения оптимальных значений диаметров участков тепловой сети. Данный метод основан на условии минимума эксплуатационных затрат в тепловой сети. Приведены математические и графические зависимости определения удельных затрат и оптимальных значений диаметров. Представлены результаты расчетов оптимальных значений диаметров участков тепловой сети действующей системы теплоснабжения г. Казани.

Ключевые слова: система теплоснабжения, тепловая сеть, оптимизация, удельные затраты.

В современных условиях функционирования систем централизованного теплоснабжения (СЦТ) в России, в частности в г. Казани, сложилась ситуация, при которой основные причины невозможности снижения цены (тарифа) на тепловую энергию в большей степени зависят от состояния и функционирования тепловых сетей. Это связано с высокой стоимостью прокладки теплотрассы, значительными тепловыми потерями вдоль трассы, низкой гидравлической устойчивостью, что приводит к высоким затратам на топливо и электроэнергию для выработки и транспорта тепловой энергии. Поэтому одним из направлений энергосбережения в системах централизованного теплоснабжения является совершенствование схем и параметров тепловых сетей. Исследование режимов работы таких тепловых сетей, являющихся связующим звеном между источниками и потребителями теплоты, обеспечивает принятие конкретных проектных и технологических решений, способствующих экономии тепловой и электрической энергии. Поэтому совершенствование методики выбора новых и повышение эффективности существующих тепловых сетей является актуальной задачей, решение которой позволит повысить качество и надежность работы СЦТ в целом, что соответствует одному из стратегических направлений развития России – модернизации энергетики и повышению энергоэффективности систем теплоснабжения.

* Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (Соглашение № 14.В37.21.0296).

Жилой фонд городов в основном представлен типовыми многоэтажными зданиями (зданиями массовой застройки). Для отопления и горячего водоснабжения этих зданий наиболее часто используются централизованные системы теплоснабжения с расчетными температурами теплоносителя 150-70 °С, 130-70 °С, 115-70 °С, 95-70 °С. На практике данные температурные графики редко выполняются. Зачастую при низких температурах наружного воздуха потребителю подается теплоноситель с пониженной температурой. В современных системах теплоснабжения вместо расчетных температур теплоносителя 150 и 130 °С нагрев сетевой воды производится только до 130 °С и 115 °С соответственно. Данный факт называется «температурным срезом» (рис. 1).

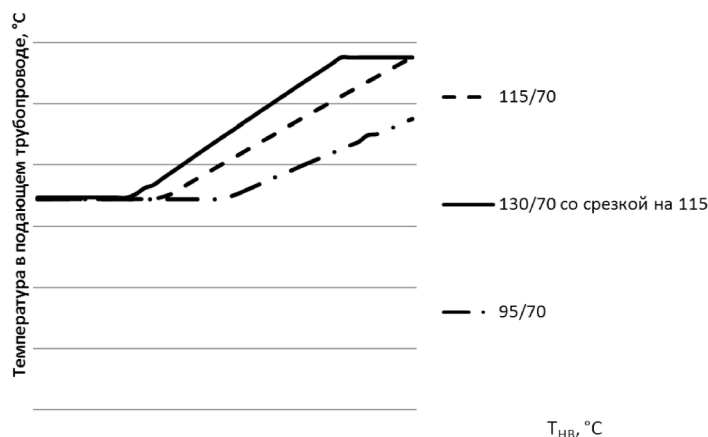


Рис. 1. Температурные графики систем теплоснабжения г. Казани

В силу разных стоимостных коэффициентов единиц тепловой энергии и электрической представляется возможным в целях энергосбережения регулирование тепловой нагрузки как качественным методом (температурный график), так и количественным (увеличением расходов при возможности снижения температуры теплоносителя в подающем трубопроводе и постоянстве его температуры в обратном). Однако увеличение расхода теплоносителя на источнике повлечет за собой увеличение гидравлического перепада. Если же снижение температуры подачи не позволит выполнить условие увеличения расходов и перепадов, может возникнуть гидравлическая разрегулировка тепловой сети и присоединенных потребителей. Потребитель (в данном случае адекватно называть его температурным регулятором в ИТП) для обеспечения необходимой отопительной нагрузки помещения увеличит расход теплоносителя, «сажая» гидравлический перепад. Потребители, не имеющие регуляторов и находящиеся в тупиковых точках сети, ощутят при этом значительный «недотоп», т.к. им не «хватит» перепада.

Пока гидравлические параметры теплосети соответствуют оптимальному температурному графику, составляющими которого являются тепловая нагрузка, расход, давление и температура, проблем «недотопа» быть не может, и не важно, по какой температуре подачи работает источник (рис. 2).



Рис. 2. Схематичная система централизованного теплоснабжения

Максимальное значение температуры воды подающего трубопровода для теплосети определяется источником и определяет конфигурацию тепловой сети, капитальные вложения в строительство и эксплуатационные затраты. При этом потребитель должен гарантированно получать необходимое количество теплоты для нагрева внутреннего объема помещения до нормируемой температуры, независимо от температурного графика теплоисточника.

Из опыта эксплуатации действующим СЦТ г. Казани можно проследить так называемые явления перетопов и недотопов, которые характеризуются несоответствием величин потребляемой тепловой энергии теплопотребляющими установками их расчетным тепловым нагрузкам. Основными причинами этого дисбаланса являются не полностью адекватное потокораспределение по тепловой сети и несоответствие диаметров ее участков пропускной способности, что приводит к изменению расходов на участках и перепадов давлений в узлах. В итоге меняется величина тепловой нагрузки у потребителей, что приводит к снижению или повышению температуры теплоносителя на вводе к потребителю. Данные причины нарушают температурные графики работы теплоисточников и ведут к возникновению перетопов и недотопов потребителей. Для устранения недотопов (для обеспечения необходимой нагрузки) эксплуатирующие предприятия вынуждены увеличивать расходы теплоносителя на источниках или насосных станциях, с целью устранения их количественным методом. Однако перетопы в этом случае не исчезают, и часть невостребованной тепловой энергии, циркулирующей с теплоносителем в сети, теряется безвозвратно. Перетопы, в свою очередь, возможно было бы устранить с помощью дросселирования потоков, снижая расходы на участках тепловой сети, но оно не всегда и не везде применимо.

В идеале тепловая сеть обязана транспортировать и распределять тепловую энергию с наименьшими тепловыми потерями и обеспечивать необходимым количеством тепловой энергии потребителей. Однако при существующем состоянии сетей тепловые потери намного превышают нормируемые значения, что влечет значительное падение температуры теплоносителя вдоль теплотрассы. Причинами данных потерь могут являться низкая скорость течения теплоносителя и несоответствие пропускной способности расчетным расходам на участках тепловой сети. Также на потери оказывает влияние тепловая изоляция и ее состояние. Все эти параметры, от которых зависит качество теплоснабжения, имеют нормативные значения, которые, в свою очередь, сведены в таблицы и номограммы для простоты использования при проектировании новых теплотрасс. Но в процессе эксплуатации технические характеристики конструктивных и технологических элементов системы меняются и требуют проведения дополнительного анализа и расчетов. Результатом данного анализа является оптимизация системы теплоснабжения с учетом эксплуатационных изменений и развития системы теплоснабжения.

Как уже отмечалось, максимальная или расчетная температура теплоносителя определяет схему тепловой сети и ее параметры. К данным параметрам можно отнести диаметры участков трубопроводов, расходы теплоносителя на данных участках, его скорости и падения давлений. Оптимальное значение диаметров участков определяется на основании расчетов нагрузок потребителей и расходов на участках тепловой сети от потребителей до источника. Данный расчет проводится для определенного температурного графика и применяется в основном при проектировании вновь сооружаемых трубопроводов. При расчете действующих систем теплоснабжения расчетное балансовое соотношение распределяемой и потребляемой тепловой энергии и реальное далеко не всегда совпадают. Для анализа действующих систем теплоснабжения адекватно использовать методику оптимизации, основанную на удельных затратах в тепловой сети. Далее полученные результаты необходимо проверить на соответствие заданным условиям надежности теплоснабжения.

Не учитывая капитальные затраты на сооружение элементов теплотрассы, основными для расчетов в данном случае являются эксплуатационные, или затраты непосредственно какого-либо вида энергии для достижения качественного снабжения тепловой энергией. Капитальные же затраты можно использовать для конечного сравнения окупаемости тех или иных оптимизационных мероприятий. К эксплуатационным

(энергетическим) затратам относятся затраты на топливо, сжигание которого необходимо для нагрева теплоносителя до необходимой температуры, и на электроэнергию для перекачки его по системе трубопроводов. Математически они выражаются [1, 2]:

$$Z_{\text{год}} = \begin{cases} \frac{h}{\eta_{\text{сн}}} \sum_i^n A_{\text{п}} (l_i + l_{\text{экв}}) \frac{G_i^3}{d_i^{5,25}}; \\ h \sum_i^n q_{\text{д}} l_i \beta_i; \end{cases} \quad (1)$$

где h – число часов работы тепловой сети в год, ч; $\eta_{\text{сн}}$ – КПД сетевых насосов; G_i – расход теплоносителя на участке, $\text{м}^3/\text{ч}$; $A_{\text{п}}$ – коэффициент, зависящий от шероховатости участка трубопровода и плотности теплоносителя, $\text{м}^{3,25}/\text{кг}$; l_i – длина участка трубопровода, м; $l_{\text{экв}}$ – эквивалентная длина участка, м; d_i – диаметр участка, м; $q_{\text{д}}$ – плотность теплового потока через тепловую изоляцию, $\text{Вт}/\text{м}$; β_i – коэффициент, учитывающий тепловые потери запорной арматурой; n – число участков тепловой сети.

Величину энергии, затрачиваемой в тепловой сети, можно выразить с помощью удельного показателя, сложив два вида затрат и поделив на величину энергии, распределяемой в тепловой сети:

$$Z_{\text{уд}} = \frac{1}{9,81\rho c (t_{\text{под}} - t_{\text{об}})} \sum_i^n \left(\frac{A_{\text{п}} G_i^2 (l_i + l_{\text{экв}})}{\eta_{\text{сн}} d_i^{5,25}} + \frac{3600 q_{\text{д}} l_i \beta_i}{G_i} \right), \quad (2)$$

здесь ρ – плотность теплоносителя, $\text{кг}/\text{м}^3$; c – теплоемкость воды, $\text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$; $t_{\text{под}}$, $t_{\text{об}}$ – средняя температура теплоносителя в подающем и обратном трубопроводе соответственно, $^{\circ}\text{C}$.

Для определения оптимального диаметра можно представить данное выражение как функцию переменной – значения величины диаметра:

$$Z_{\text{уд}} = f(d_i) \rightarrow \min. \quad (3)$$

Продифференцировав выражение (2) по переменной d_i и приравняв нулю, получим уравнение для нахождения оптимального диаметра из условия минимума эксплуатационных затрат. Откуда можно получить расчетную зависимость:

$$d_{\text{опт}} = \sqrt[6,25]{\frac{5,25 A_{\text{п}} G^3 (l + l_{\text{экв}})}{3600 \eta_{\text{п}} \beta a}}, \quad (4)$$

Графическая зависимость удельных затрат на участках тепловой сети от величины диаметра при постоянном расходе на них изображена на рис. 3.

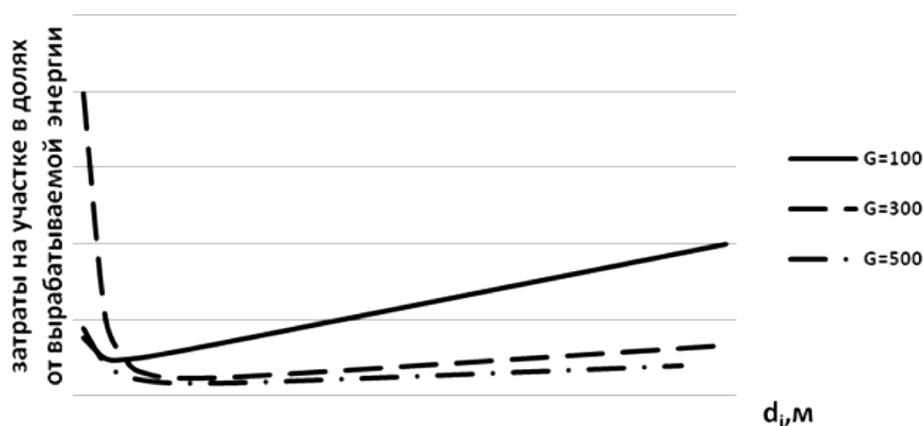


Рис. 3. Зависимость удельных затрат на участке от диаметра $d_i, \text{м}$ при расходе $G, \text{м}^3/\text{ч}$

Результаты расчетов оптимальных диаметров участков действующей системы теплоснабжения сведены в таблицу (табл.)

Таблица

Результаты расчетов оптимального диаметра участков действующей тепловой сети

Расход т/ч	Коэффициент, зависящий от экв. шероховатости	Длина участка	Экв. длина участка	Тепловые потери для диаметра d_i	Оптимальный диаметр участка
G, м ³ /ч	$A_r, м^{0,25}$	l, м	$l_{экв}, м$	q, Вт/м	$d_i, м$
100	0,000025	100	13,68	47	250
300	0,000025	100	13,68	54	400
500	0,000025	100	13,68	63	500

Выводы:

1. Для заданного расхода на участке тепловой сети существует значение диаметра этого участка, при котором удельные затраты на нем минимальны.
2. Определение оптимальных значений диаметров тепловой сети является оптимизационным мероприятием, т.к. ведет к снижению удельных эксплуатационных затрат.

Список литературы

1. Чебаевский В.Ф., Накладов Н.Н. Проектирование насосных станций и испытание насосных установок / Учеб. пособие для вузов. – М.: Колос, 2000. – 376 с.
2. Хрилев Л.С., Смирнов И.А. Оптимизация систем теплофикации и централизованного теплоснабжения / Под ред. Е.Я. Соколова. – М.: Энергия, 1978. – 264 с.

Solomin I.N. – post-graduate student

E-mail: solil1@yandex.ru

Daminov A.Z. – candidate of technical science

E-mail: daminov@list.ru

Research center for power engineering problems Kazan scientific center Russian Academy of Sciences

The organization address: 420111, Russia, Kazan, Lobachevskiy st., 2/31

Eremin S.A. – chief engineer

Municipal Unitary Company Production Association «Kazenergo»

The organization address: 420022, Russia, Kazan, G. Tukaya st., 162

Sadykov R.A. – doctor of technical science, professor

E-mail: sadykov_r_a@mail.ru

Safin I.A. – bachelor

Faizov A.I. – bachelor

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

A method of determining the optimum diameter values of the heat supply network sections

Resume

The enhancements in schemes and parameters of heat networks are one of the trends in energy saving for district heating systems. The study of operation modes of such heat networks, serving as a link between sources and consumers of heat, ensures the adoption of specific design and technological solutions which help to save both: heat and electric power. For a difference in cost factors for units of heat and electricity, for the purpose of energy saving it is possible to regulate thermal load using both: qualitative (heat curve) and quantitative (increasing costs with

the possibility of reducing the heat carrier temperature at the delivery conduit and keeping the temperature constant at the return conduit) methods. Maximum or design temperature of the heat carrier determines the heat network layout and parameters. These parameters include: diameters of the pipeline sections, the flow of the heat carrier within these areas, its speed and pressure drops. When designing new installations of heating networks the optimum diameters of the heat network sections are determined by calculations of consumer loads and loads on heat network sections (from consumers to the source). In the analysis of the existing heating systems it's reasonable to use optimization techniques based on unit costs for the heat network. To determine the optimum diameter, the expression of specific costs is presented as a function of the variable, i.e. diameter value. Diameter optimum value is obtained on the condition that the derivative of the function is equal to zero.

Keywords: heat supply system, heating network, optimization, cost per unit.

References

1. Chebaevskiy V.F., Nakladov N.N. Design of pumping stations and testing the pumping units / Studies. The grant for high schools. – M.: Kolos, 2000. – 376 p.
2. Hrilev L.S., Smirnov I.A., Optimization of district heating and centralized heat supply systems / Edited by E.Y. Sokolov. – M.: Energy, 1978. – 264 p.

УДК 532.5:621.9.044

Чирков А.М. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: techlaser@mail.ru

ООО «Вятское машиностроительное предприятие «Лазерная техника и технологии»

Адрес организации: 610002, Россия, г. Киров, ул. Молодой Гвардии, д. 14

Князева И.А. – аспирант

E-mail: iraida_knyazeva@mail.ru

Вятский государственный университет

Адрес организации: 610000, Россия, г. Киров, ул. Московская, д. 36

Золотонос Я.Д. – доктор технических наук, профессор

E-mail: zolotonosov@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Технологические особенности лазерной сварки пружинно-витых каналов теплообменных аппаратов

Аннотация

Данная статья посвящена технологическим особенностям, которые необходимо учитывать в процессе лазерной сварки пружинно-витых каналов теплообменных аппаратов. Выявлена и обоснована необходимость одновременного ведения двух технологических процессов: навивки пружины и лазерной сварки. Данное технологическое решение позволяет получить требуемое качество сварного соединения при сохранении геометрических размеров готовой детали в поле допуска на размер. Применение данного инженерного решения обеспечивает высокую технологическую воспроизводимость качества изготовления пружинно-витых каналов теплообменных аппаратов. Также в статье представлены результаты метрологических измерений и металлографических исследований сварных швов пружинно-витых каналов теплообменных аппаратов.

Ключевые слова: теплообменные аппараты, пружинно-витой канал, лазерная сварка, технологические особенности, технологическая воспроизводимость качества.

Развитие современного производства обуславливает внедрение наукоемких технологий, к которым относится и лазерная обработка материалов. Такая обработка является одной из технологий, которые определяют современный уровень производства в промышленно развитых странах. Использование лазерной обработки материалов позволяет обеспечить высокое качество производимой продукции, заданную производительность, экологическую чистоту, а также экономию людских и материальных ресурсов.

Хорошо отработанные и экономически эффективные технологии дуговой сварки плавлением имеют ряд недостатков применительно к сварным конструкциям.

В первую очередь, это значительные деформации в процессе сварки, существенное тепловложение в сварное соединение, склонность к образованию горячих трещин.

В настоящее время на большинстве предприятий узлы теплообменного аппарата изготавливаются сваркой неплавящимся электродом в среде защитного инертного газа (ТИГ-сварка), но при сварке данным способом могут возникать прожоги, коробление поверхности, в зоне сварного соединения наблюдаются окисления, что ухудшает товарный вид изделия. Повышение качества, снижение длительности технологического цикла сварки, т.е. увеличение производительности и снижение себестоимости, требуют замены существующего способа ТИГ-сварки на более производительный и качественный способ.

Известно, что лазерная сварка характеризуется наименьшим тепловложением по сравнению с другими методами сварки. Поэтому ее применение должно быть целесообразно с точки зрения как остаточных напряжений и деформаций, так и уменьшения размеров зоны термического влияния.

Любое сравнение лазерной сварки с другими способами является достаточно условным, поскольку каждый метод сварки имеет свои определенные преимущества и недостатки, которые определяют области оптимального технико-экономического применения.

Преимущества лазерной сварки перед TIG-сваркой в основном заключаются в следующем:

1. За счет высокой концентрации энергии и малой площади пятна нагрева объем сварочной ванны при лазерной сварке в несколько раз меньше, что положительно сказывается на ряде характеристик как сварочного шва, так и изделия в целом. Уменьшение объема расплава и получение швов с большим отношением глубины проплавления к ширине шва дает возможность снизить деформации деталей до 10 раз. Это, в свою очередь, приводит как к значительной экономии металла (за счет уменьшения допусков), так и к повышению производительности (в результате экономии времени на правку после сварки), а также исключение послесварочной механической обработки.

Малый объем расплавленного металла и специфическая форма шва также улучшают условия кристаллизации, что повышает технологическую прочность и механические свойства сварных соединений.

2. Отсутствие электрода, близко расположенного к поверхности сварочной ванны, исключает попадание в нее инородных материалов.

3. Острая фокусировка луча и возможность передачи его на значительные расстояния позволяют осуществлять сварку в труднодоступных местах.

4. Термический цикл лазерной сварки характеризуется высокими скоростями нагрева и охлаждения, дает возможность уменьшить зону термического влияния, что позволяет снизить эффект фазовых и структурных превращений в околошовной зоне, приводящих к разупрочнению материала, трещинообразованию, снижению коррозионной стойкости и т.д.

5. Большие скорости сварки (до 9-11 м/мин) обеспечивают высокую производительность процесса, в десятки раз превышающую производительность дуговой сварки.

6. Сварные швы при лазерной сварке качественные и практически не имеют дефектов.

7. Использование передачи энергии по световоду при сварке твердотельными лазерами позволяет автоматизировать или роботизировать процесс и проводить его в различных пространственных положениях.

В совокупности все эти преимущества делают лазерную сварку экономически более выгодной, чем дуговую, несмотря на высокую стоимость лазерного оборудования.

В зависимости от конструкции свариваемых деталей, технологических требований и ряда других факторов возможно проведение лазерной сварки со сквозным проплавлением и без сквозного проплавления. Сквозное проплавление находит более широкое применение при сварке листовых нагруженных конструкций, а несквозное проплавление часто используют для герметизации или для соединения тонких деталей с массивными. Сварка возможна во всех пространственных положениях. Особенности технологии, связанные с большой скоростью процесса, прецизионностью и рядом других факторов, обуславливают возможность осуществления лазерной сварки с глубоким проплавлением только в автоматическом режиме.

Теплообменные аппараты используются практически во всех отраслях промышленности. Их основная задача – обеспечить передачу тепла от одного теплоносителя к другому и тем самым решить проблемы охлаждения, нагрева элементов технологического оборудования или обеспечить температурный режим технологических процессов [2].

Вопросам оптимизации конструкций теплообменных аппаратов посвящено большое количество научных исследований, в результате которых была доказана высокая эффективность применения пружинно-витых каналов в теплообменном оборудовании.

Изготовление элемента теплообменного аппарата в виде кольцевого пружинно-винтового канала производится путем навивки проволоки заданного диаметра на оправку требуемого диаметра круглой трубы с последующей лазерной сваркой по стыкам пружинной навивки.

Для отработки технологии лазерной сварки пружинно-витых каналов теплообменных аппаратов применяются образцы-свидетели.

Образец-свидетель представляет собой пружинно-витой канал с длиной пружины 100 мм. Внешний вид образца-свидетеля представлен на рис. 1.

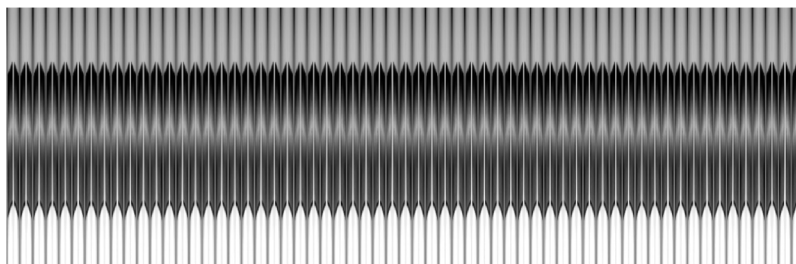


Рис. 1. Внешний вид образца-свидетеля пружинно-витого канала теплообменного аппарата

Особенностью лазерной сварки пружинно-витых каналов теплообменного оборудования является необходимость учета погрешности в изготовлении проволоки, которая накапливается с каждым витком. Данная особенность обуславливает необходимость прецизионного наведения луча лазера на стык витков.

Изготовление пружинно-витого канала теплообменного оборудования в два последовательных этапа: навивка пружины и последующая сварка не дает возможности автоматизировать процесс, так как при таком способе ведения технологического процесса перед сваркой каждого элемента необходимо производить корректировку программы движения лазерной головки с учетом погрешности в изготовлении проволоки.

Для этого необходимо как минимум два раза проводить процесс сварки в тестовом режиме (рис. 2), что, в свою очередь, увеличивает в несколько раз трудоемкость и длительность процесса получения готового изделия, а это оказывает непосредственное влияние на себестоимость изготовления пружинно-витых каналов теплообменных аппаратов.

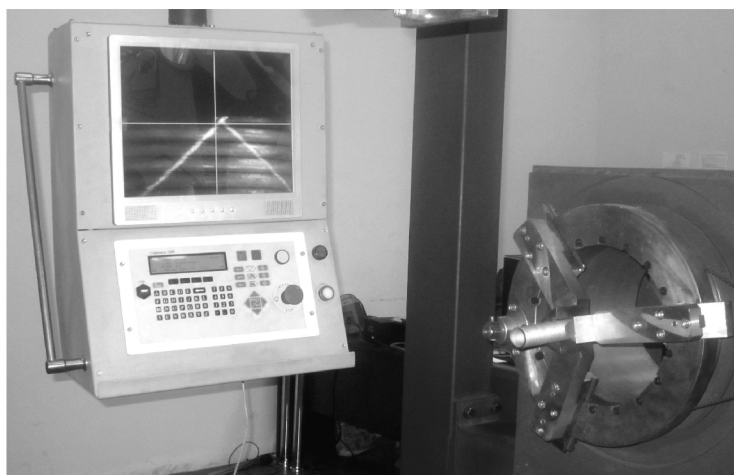


Рис. 2. Процесс сварки пружинно-витого канала теплообменного оборудования в тестовом режиме

Без проведения процесса сварки в тестовом режиме невозможно спрогнозировать погрешность проволоки, а следовательно, невозможно запрограммировать движение лазерной головки, при котором будет получен качественный сварной шов.

Для решения данной проблемы предлагается одновременное ведение двух технологических процессов: навивки пружины и лазерной сварки. Технически реализация данного способа требует нестандартного специализированного оборудования со встроенной системой активного слежения за положением лазерного луча относительно стыка витков пружины.

Данное технологическое решение позволяет получить требуемое качество сварного соединения при сохранении геометрических размеров готовой детали в поле допуска на размер. Применение данного инженерного решения обеспечивает высокую технологическую воспроизводимость качества изготовления пружинно-витых каналов теплообменных аппаратов.

О качестве выполнения сварного соединения можно судить после проведения трех видов контроля:

1. Метрологический контроль геометрических размеров пружинно-витых каналов теплообменных аппаратов, сваренных лазерной сваркой. При этом контролируется:

- длина пружинно-витого канала теплообменного аппарата – l , мм;
- глубина проплавления – h , мм;
- изменение толщины стенки трубы от фактического диаметра проволоки – t , мм.

После того, как сваренное изделие прошло метрологический контроль, то есть все размеры находятся в поле допуска на размер, проводится металлографический контроль сварного соединения.

2. Металлографический контроль сварных соединений пружинно-витых каналов теплообменных аппаратов, выполненных лазерной сваркой. Данный вид контроля выполняется с целью исследования структуры шва и зоны термического влияния, установления наличия или отсутствия дефектов. Характер структур металла шва позволяет оценить его механические свойства.

3. Пневмогидравлические испытания пружинно-витых каналов теплообменных аппаратов, сваренных лазерной сваркой. Данный вид контроля проводится с целью проверки плотности шва. Гидравлические испытания, помимо проверки плотности швов, дают возможность определить прочность пружинно-витого канала при наибольших нагрузках.

Вывод:

1. Высокая стабильность энергии луча лазера, равная 1 %, в сочетании с высокой точностью наведения луча лазера на стык свариваемых кромок, равной ± 10 мкм, позволяет гарантировать высокую точность воспроизведения геометрических параметров сварного шва и позволяет обеспечить стабильность механических свойств сварного соединения.

2. Автоматизация процесса лазерной сварки пружинно-витых каналов теплообменного оборудования в сочетании с высокой стабильностью энергии луча лазера и точностью наведения луча лазера на стык свариваемых кромок позволяет избежать дефектов сварного соединения и устранить зависимость получения высокого качества сварного соединения от функционального состояния сварщика и его квалификации.

3. Высокая скорость лазерной сварки в сочетании с минимальной шириной шва определяет низкий уровень погонной энергии сварочного процесса, минимизирует зону термического влияния и температуру нагрева сварного узла.

Таким образом, внедрение автоматизированной лазерной сварки с видеоконтрольной лазерной системой наведения луча лазера на стык свариваемых кромок обеспечивает высокую технологическую воспроизводимость сварочного процесса, гарантирует высокое качество сварного шва и практически исключает возможность образования дефектов сварного соединения.

Список литературы

1. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Чирков А.М.. Гибридные технологии лазерной сварки. Учебное пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 68 с.
2. Багоутдинова А.Г., Золотонос Я.Д. Геометрическое моделирование сложных поверхностей пружинно-витых каналов теплообменных устройств // Известия КГАСУ, 2011, № 4 (18). – С. 185-192.

Chirkov A.M. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: techlaser@mail.ru

Vyatka machinbuilding enterprise Laser technics and technologies Ltd

The organization address: 610002, Russia, Kirov, Young Guard st., 14

Knyazeva I.A. – graduate student

E-mail: iraida_knyazeva@mail.ru

Vyatka State University

The organization address: 610000, Russia, Kirov, Moscovskaya st., 36

Zolotonosov Ya.D. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: zolotonosov@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Technological features of laser welding of spring-twisted channels of heat exchangers

Resume

The article discusses a method of making spring-twisted channels using the technology of laser welding. The advantages of laser welding to other types of welding for the manufacture of spring-twisted channel of heat exchangers are shown.

They are:

- Minimum molten weld pool due to the high ratio of concentration of the heat source;
- Less than the values of transverse and longitudinal shrinkage due to the minimum amount of weld pool;
- High-speed welding because of the process in deep penetration;
- Minimum heat affected zone due to high welding speeds;
- Minimum investment in heat welded construction;
- The possibility of welding at atmospheric conditions.

Two variants of the technological process. The rationale of two simultaneous processes: coiling spring and laser welding.

Simultaneous management of two processes: the winding spring gives the desired weld quality while maintaining the geometric dimensions of the finished part in the dimensional tolerance. Technology provides high reproducibility of manufacturing quality of spring-twisted channel of heat exchangers.

Shows the required control methods, the results of which judge the quality of the manufacture of spring-twisted channel heat exchangers can be judged.

- Metrological control of geometrical sizes of spring-twisted channel heat exchangers, welded together by laser welding.
- Metallographic examination of welds spring-twisted channel heat exchangers made by laser welding.
- Fluid-testing of spring-twisted channel of heat exchangers, welded together by laser welding.

Keywords: heat exchangers, spring-twisted channel, laser welding, technological features, technological reproducibility quality.

References

1. Grigoryanc A.G, Shiganov I.N, Chirkov A.M. Hybrid laser welding technology. Textbook. – M.: Publishing House of the MSTU. NE Bauman, 2004. – 68 p.
2. Bagoutdinova A.G., Zolotonosov Ya.D. Geometrical modelling of difficult surfaces of spring-twisted channels of heat exchange devices / News of the KSUAE, 2011, № 4 (18). – P. 185-192.



УДК 330.356

Васенев А.Н. – кандидат экономических, доцент

Васенев А.Н. – кандидат технических наук, старший научный сотрудник

E-mail: anvasenev@mail.ru

Ивановская государственная текстильная академия

Адрес организации: 153000, Россия, г. Иваново, пр. Ф. Энгельса, 21

Богачев М.И. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: rogex@mail333.com

**Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)**

Адрес организации: 197376, Россия, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5

Адельшин А.А. – кандидат технических наук, инженер

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Применение комбинированных методов оценки экономического эффекта от внедрения новых технологий на примере систем очистки нефтепромысловых сточных вод*

Аннотация

Комплексный подход к комбинированному анализу экономического эффекта является эффективным средством в процессе принятия управленческого решения о внедрении новых технологий в производство. В данной работе авторы предлагают концепцию совмещения двух видов анализа: качественного и количественного, а также рассматривают варианты комбинирования различных данных как базис для принятия качественного решения.

В качестве примера рассматривается поиск экономического эффекта от применения систем очистки нефтепромысловых сточных вод с включением технологической схемы установки БГКО-900.

Ключевые слова: экономический эффект, нефтепромысловая сточная вода, принятие управленческого решения, качество управления, новые технологии.

На современном этапе развития общества научно-техническая деятельность является важнейшим фактором интенсификации производства и повышения его эффективности, в первую очередь, экономической. Особая роль в данном процессе принадлежит отраслевым наукам, включая: научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, ориентированные на создание средств и предметов труда, совершенствование технологий промышленности, организации производства.

Комплексный анализ экономической эффективности при применении новой техники и технологии позволяет установить состав результатов и затрат. В самом общем случае, эффективный результат состоит из научного, технического, организационного, социального и экономического эффектов [1]. Кроме того, результат может включать и эффекты специального характера: удовлетворение качественно новых потребностей населения и бизнеса, укрепление конкурентоспособности страны на мировой арене, уменьшение дефицита ресурсов народного хозяйства, охрана природы и др. В соответствии с этим при комплексном анализе необходимо учитывать разносторонний эффект, который определяется технической, организационной, социальной и экономической целесообразностью создания новой техники либо внедрения инновационных решений.

Комплексный анализ рациональности новой техники может быть как качественным, так и количественным [2].

* Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (проект 2012-1.4-12-000-1004-006).

Качественный анализ основывается на принятии сравнительных оценивающих решений с привлечением экспертов в данной предметной области, иными словами, по сравнительной шкале оценок «хуже-лучше», «больше-меньше», «дешевле-дороже» и т.д.. Достоинством качественного анализа являются минимальные затраты времени и средств на обоснование выбора вариантов. Выбор способов и средств путем качественного комплексного анализа можно считать обоснованным, если преимущества их по всем основным характеристикам очевидны.

Количественный анализ состоит в расчете и сравнении соответствующих показателей (технических, организационных, социальных, экономических и др.) по вариантам.

В свете задач, стоящих перед отраслевой наукой вообще и прикладными исследованиями и разработками в частности, особое значение приобретает определение совмещенного экономического эффекта внедрения инновационных решений в производстве, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, усовершенствование методов измерения, новых направлений исследований и разработок [3]. В соответствии с данной целью в работе рассматривается концепция совмещения двух видов анализа и предлагается вариант комбинирования различных данных для формирования базиса для принятия решения.

Важность такого комплексного подхода заключается в том, что даже на стадии подготовки и начала развертывания широкомасштабных работ представляется объективная значимость по оценке целесообразности проведения соответствующих исследовательских работ и научно-технических разработок.

Отнесение оборудования к инновационному типу должно быть обусловлено рядом условий, которые предполагают наличие у него лучших характеристик по сравнению с традиционными средствами производства. В частности, может быть применена классификация эффектов комплексного расчета внедрения инновационного оборудования, основанная на выявлении эффектов ресурсосбережения и ресурсоотдачи (таблица 1) [4].

Таблица 1

Места возникновения экономического эффекта

Эффекты ресурсосбережения	Эффекты ресурсоотдачи
1. Эффект энергосбережения.	1. Рост производительности оборудования.
2. Экономия производственных площадей.	2. Рост энергоотдачи.
3. Экономия материалов (сырья, комплектующих, покупных полуфабрикатов).	3. Рост отдачи от использования инструментов и технологической оснастки.
4. Снижение затрат на инструменты и технологическую оснастку.	4. Рост отдачи от использования производственных площадей.
5. Эффект снижения уровня брака.	5. Рост отдачи от использования материалов (сырья, комплектующих, покупных полуфабрикатов).
6. Экономия времени основных производственных рабочих.	6. Отдача от использования рабочего времени основных производственных рабочих.
7. Экономия времени вспомогательных рабочих.	
8. Экономия времени обслуживающего персонала.	
9. Экономия по расходам на ремонт.	

Однако не все эффекты могут быть рассчитаны в условиях одного внедрения ввиду того, что некоего набора мест возникновения эффекта может не существовать, либо они могут проявляться незначительно [5]. В таком случае предлагается использовать комбинировать качественный и количественный методы расчета экономической эффективности. Применение комбинированного метода требует привлечения дополнительных междисциплинарных методов сбора данных, позволяющих выявлять эффекты не только в денежном выражении, но и в нематериальных формах.

Необходимость использования междисциплинарных методов обуславливается тем фактором, что принятие решения по внедрению инновационных технологий не

ограничивается исключительно экономическим эффектом. Поскольку принятие решения зачастую может быть обусловлено контекстом дополнительными факторами окружающей среды, то данные параметры могут оказывать непосредственное влияние на саму процедуру решения. Например, повышение уровня лояльности общества к деятельности компаний, использующих данные типы оборудования, улучшающие экологические параметры, может быть значащим, если не определяющим фактором.

Для определения уровня значимости внешних факторов могут быть необходимы дополнительные исследования. В частности, может возникнуть необходимость в социологическом исследовании как одном из широко используемых методов исследования систем. При проведении исследования, в первую очередь, необходимо разработать теоретико-методологическую основу сбора, обработки и анализа информации. На данном этапе определяется проблематика исследования, выделяются объект и предмет, проводится предварительный системный анализ объекта исследования, характеризуются цели и задачи исследования, интерпретируются основные понятия, формулируются рабочие гипотезы, определяется стратегический план работы, составляется план выборки, описываются методы сбора данных, также могут приводиться описания схем и их анализ.

Потенциально применимые инструментарины для сбора первичных данных зависят от целей исследования и могут включать как один, так и несколько вариантов из данного списка: опрос заинтересованных лиц, анонимное анкетирование, интервью, социологическое наблюдение, экспертный опрос. После того, как сбор и анализ данных произведен, необходимо принять во внимание все многообразие результирующих значений. Для данной цели возможно использование как эвристических приемов, так и экспертных систем.

Следовательно, расчет экономического эффекта внедрения инновационных решений является комплексной задачей, сравнительно сложной для формализации. Исходя из факта, что каждая задача является уникальной в силу своих внутренних и контекстных характеристик, может быть достигнута лишь определенная степень формализации. Тем не менее, последовательность значимых элементов расчета может быть отображена в следующем виде:

1. Выбор вариантов, исходя из возможных ограничений (в т.ч. временных, финансовых) и предположительной окупаемости внедрения технологии.
2. Финансовый расчет предложенных вариантов, определенных принимаемыми решениями.
3. Выявление дополнительных качественных эффектов, которые затем могут быть подвержены элементарной квантификации. К ним могут быть отнесены: повышение качества водных ресурсов; улучшение экологической обстановки региона; повышение уровня лояльности общества к деятельности компаний, использующих данные типы оборудования, улучшающие экологические параметры и многие другие.
4. Определение методики расчета качественных факторов.
5. Проведение выбранных методов исследований, например социологических опросов.
6. Анализ разносторонних данных, полученных на этапах 2 и 5, с привлечением систем экспертных оценок и эвристического анализа.

В качестве примера такой комбинации можно привести расчет экономического эффекта от внедрения новых технологий на примере систем очистки нефтепромысловых сточных вод. Данный пример выбран из-за значимости объекта, так как его износ может привести к значительным нежелательным последствиям не только для конкретной компании, но и для региона в целом. Калькуляция на изготовление отдельных конструктивных узлов аппарата БГКО-900 была составлена для условий ОАО опытно-механического завода «Гидроспецстрой» (г. Казань) в ценах 2008 г. Общая стоимость изготовления составила 982 тыс. руб. Проект реконструкции Бирючевского ЦСП разработан специализированным проектно-сметным бюро (ПСБ) с включением технологической схемы установки БГКО-900 [6].

В процессе производственных испытаний сравнивалась технологическая эффективность очистки НСВ установки БГКО-900 и существующих напорных отстойников ОВД-1 и ОВД-2, введенных в эксплуатацию в 1985 году. Данные, полученные в процессе испытаний, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Данные сравнительных производственных испытаний на Бирючевском ЦСП

Наименование установки	Производительность, м ³ /сут	Фактич. среднее время отстаивания час	Показатели исходной НСВ, мг/л		Показатели очищенной НСВ, мг/л	
			нефть	мех. примеси	нефть	мех. примеси
1	2	3	4	5	6	7
Отстойники ОВД-1, ОВД-2	900	10,2-11,4	700-920	130-146	95-104	58-68
Установка БГКО-900	900	2,5-2,8	700-920	130-146	30-38	22-31

Анализ полученных результатов испытаний показал, что внедрение установки БГКО позволило значительно интенсифицировать процесс очистки НСВ и увеличить эффективность изъятия нефти (в 2,7-3,2 раза по остаточным концентрациям) и мехпримесей (в 2,6-3,0 раза), по сравнению с отстойниками ОВД-1 и ОВД-2.

Исходя из общепринятых условий расчета эффективности, количественные эффекты возникают в росте производительности оборудования, вместе с тем ряд других количественных эффектов, например рост отдачи использования площадей, отдачи от использования рабочего времени основных производственных рабочих и многие другие, не могут быть рассчитаны. Для совмещения различных методик расчета целесообразно прибегнуть к методам квантификации – перевода качественных показателей в количественные через выделение нематериальной единицы значения.

В рассматриваемом случае при внедрении новой технологии экспертным путем были определены следующие достоинства [6]: высокая надежность, высокий эффект очистки и высокая удельная производительность; комплексная гидродинамическая обработка НСВ, совмещенная с интенсивной контактной очисткой; равномерное распределение потока очищаемой НСВ, равномерный сбор очищенной воды и осадка; гидродинамическое разрушение промежуточного слоя и исключение формирования этого слоя, достаточно полное и быстрое удаление осадка при полном исключении ручного труда и простоя установки для очистки, возможность удаления осадка в любое время года; возможность проведения ремонтно-профилактических и аварийных работ без прекращения работы устройства; улучшение условий эксплуатации устройства очистки НСВ и компактность устройства.

Для более разностороннего анализа внедрения технологии в добавлении к количественным экономическим эффектам, возникающим при эксплуатации данной системы, могут быть выявлены и факторы качественных эффектов, поддающихся элементарной квантификации. Например, внедрение новых систем очистки нефтепромысловых сточных вод, повышающих качество водных ресурсов, при должном информировании, может быть оценено общественным мнением и экспертами. Это можно отслеживать посредством социологических опросов, результаты которых, опубликованные в открытых источниках, могут повысить туристическую и инвестиционную привлекательность региона как инновационной области.

Как результат, применение предложенной концепции совмещения качественных и количественных методов расчета, основанной на мультидисциплинарном подходе и квантификации полученной информации, может быть основой для принятия стратегических управленческих решений. В данном случае появляется возможность учитывать разностороннюю информацию, полученную в разнородных форматах. Таким образом, путем комплексного исследования мест возникновения экономического эффекта количественным и качественным методами возможно комплексно оценить последствия принятия решения о внедрении новых технологий.

Результаты расчета с использованием элементов комбинации качественных и количественных были подтверждены после опытной эксплуатации системы. Разработка установок БГКО различной производительности принята Академией наук РТ для включения в государственную программу развития инновационной деятельности.

Список литературы

1. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция). Официальное издание. Утверждено: Министерство экономики РФ, Министерство финансов РФ, Государственный комитет РФ по строительной, архитектурной и жилищной политике, № ВК477 от 21.06.1999. – М.: Экономика, 2000.
2. Расчеты экономической эффективности новой техники: Справочник / Под общ. ред. К.М. Великанова. / 2-е изд., перераб и доп. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1990. – 448 с.
3. Полунин Г.А. Методические основы оценки экономического эффекта НИОКР в пищевых отраслях АПК в условиях переходной экономики: дис. ... канд. экон. наук. – М., 1998. – 146 с.
4. Коренько А.А. Оценка экономической эффективности внедрения инновационного оборудования // Вестник ТГУ, выпуск 10 (102). – С. 70-75.
5. Богачев М.И., Васенев А.Н., Васенев А.Н., Звонцов А.В. Анализ и управление рисками в задачах ресурсного обеспечения процессов управления высокотехнологичными предприятиями / Известия Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета ЛЭТИ, 2011, № 8. – С. 99-103.
6. Адельшин А.А., Адельшин А.Б., Хисамеева Л.Р., Шешегова И.Г. Аппарат очистки нефтепромысловых сточных вод на основе использования закрученных потоков с целью заводнения нефтяных пластов / Нефтегазовое дело, 2007.

Vasenev A.N. – candidate of economical sciences, associate professor

Vasenev A.N. – candidate of technical sciences, senior researcher

E-mail: anvasenev@mail.ru

Ivanovo State Textile Academy

The organization address: 153000, Russia, Ivanovo, F. Engels ave, 21

Bogachev M.I. – candidate of technical sciences, associate professor

rogex@mail333.com

St-Petersburg State Electrotechnical University LETI

The organization address: 197376, Russia, St-Petersburg, Prof. Popov str, 5

Adelshin A.A. – candidate of technical sciences, engineer

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Application of combined economic effect estimation methods from the introduction of new technology on the example of using oilfield wastewater treatment

Resume

A comprehensive approach to the combined analysis of the economic effect is an effective tool in the management decision to implement new technologies in production. In this paper, the authors propose the concept of combining two types of analysis: qualitative and quantitative, as well as considering options for combining different data as a basis for making high-quality solutions.

At the present stage of development of society scientific and technical activities is the most important factor of intensification of production and increase its efficiency, primarily economic. A special role in this process belongs to industry research, including: research and development activities focused on the development of tools and objects of labor, technologies industry, organization of production.

As a result, the application of the proposed concept of combining qualitative and quantitative methods of calculation, based on a multidisciplinary approach and quantification of the information received, may be the basis for policy-making. In this case, it is possible to take

into account the diverse information obtained in heterogeneous formats. Thus, through a comprehensive study of the economic effect of places qualitative and quantitative methods can comprehensively assess the impact of the decision on the implementation of new technologies.

As an example, in the paper the search for the economic effect of the treatment systems oilfield wastewater flow diagram of inclusion BGKO-900.

Keywords: economic effect, oilfield wastewater, management decision-making, quality control, new technologies.

References

1. Methodical recommendations for evaluation of investment projects (second edition). The official publication. Approved by the Ministry of Economy, Ministry of Finance, State Committee on Construction, Architecture and Housing Policy, № VK477 of 21.06.1999. – M.: Economics, 2000.
2. Calculation of economic efficiency of new equipment: Guide / Ed. Ed. KM The Giant. / 2-nd ed., Revised and enlarged. AL: Mechanical engineering. – L. Dep-tion, 1990. – 448 p.
3. Polunin G.A. Methodological framework for the assessment of economic effect of R & D in the food industry agriculture in transition economies: dis.... candidate. econ. science / GA Polunin. – M., 1998. – 146 p.
4. Korenyako A.A. Evaluation of the economic efficiency of implementation of innovative equipment. Bulletin of the TSU, Issue 10 (102). – P. 70-75.
5. Bogachev M.I., Vasenev A.N., Vasenev A.N., Zvontsov A.V. Analysis and risk management in the problems of resource management processes to ensure high-tech enterprises / Proceedings of the St. Petersburg State Electrotechnical University LETI. 2011, № 8. – P. 99-103.
6. Adelshin A.A., Adelshin A.B., Hisameeva L.R., Sheshegova I.G. Machine cleaning oilfield wastewater using swirled flows to oil reservoirs watering / Oil and Gas Business, 2007.

УДК 628.16.087

Захватов Г.И. – доктор технических наук, профессор

E-mail: avtel@kgasu.ru

Никитин Ю.В. – заведующий лабораторией

E-mail: yunik@kgasu.ru

Тахциди Ю.Н. – кандидат технических наук, доцент**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Электрохимическая стабилизация качества оборотной воды

Аннотация

В статье представлены результаты исследования электрохимического метода стабилизации качества оборотной воды машиностроительных, а также других предприятий, оборотные воды которых содержат ионы цветных, тяжелых и черных металлов. Метод основан на использовании электрохимического процесса с использованием нерастворимых анодов. Осаждение ионов металлов происходит в прикатодном пространстве за счет их гидратации и коагуляции. Это, в свою очередь, связано с возрастанием рН в этой зоне до 7,0 единиц и выше, вследствие протекания катодных реакций.

Ключевые слова: оборотное водоснабжение, стабилизация качества воды, электрохимические методы очистки.

Электрохимические методы очистки жидкостей получили достаточно широкое применение [1-4]. В системах оборотного водоснабжения термин «очистка» не всегда отвечает требованиям, предъявляемым к оборотной воде. По-видимому, в этом отношении целесообразнее говорить о стабилизации качества оборотной воды, подразумевающей поддержание основных параметров воды на определенном допустимом уровне, несколько отличающемся от исходного. К таким основным параметрам для многих промышленных и, прежде всего, машиностроительных предприятий следует отнести жесткость, рН, содержание в воде ионов черных, цветных и тяжелых металлов.

Комплексное решение обсуждаемого вопроса для одного из машиностроительных предприятий [5] осуществлено электрохимическим методом с использованием нерастворимых анодов.

Данный метод основан на проведении электролиза воды при достаточно высокой катодной плотности тока, когда в результате реакции $2\text{H}_3\text{O}^{++} + 2e \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (для сред, близких к нейтральным) уменьшается концентрация ионов водорода и, как следствие, возрастает рН в прикатодной области.

То обстоятельство, что большинство ионов металлов, таких как железо, хром, титан, цинк, алюминий и другие, полностью осаждаются при рН 7-8,5 [6], создает принципиальную возможность улучшения качества оборотной воды. Это подтвердили эксперименты с использованием обычной электрохимической ячейки с плоскими электродами в стационарных условиях (без движения воды) и с равными площадями катода и анода. В качестве объекта использовали воду машиностроительного предприятия. Катодом служили медь, нержавеющая сталь, анодом – графит, алюминий.

На рис. 1 приведены данные, показывающие влияние электрохимического процесса на изменение жесткости и величину рН воды. Жесткость воды существенно снижается с одновременным возрастанием рН в диапазоне катодной плотности тока 1-3 А·дм⁻². Несколько большее снижение жесткости наблюдается при использовании нерастворимого анода из графита.

Катодная область тока выше 3 А·дм⁻² снижает жесткость воды незначительно, при этом наблюдается интенсивное растворение анода из алюминия и отслаивание частичек катода из графита. Примерно также влияет плотность тока на катоде при удалении из воды ионов никеля и хрома (рис. 2). Отличием здесь является то, что при использовании анода из графита более эффективно удаляется хром, а при использовании анода из

алюминия – никель. Удаление ионов железа, титана, меди электрохимическим методом достаточно эффективно, причем оптимум (с учетом энергетических затрат) близок к диапазону плотности тока на катоде 2-3 $\text{А} \cdot \text{дм}^{-2}$.

Это позволило перейти к исследованию возможности улучшения качества оборотной воды в приближении к реальным условиям, а именно, в динамическом (проточном) режиме. Так как аноды из графита неустойчивы при длительном использовании и нетехнологичны с точки зрения изготовления и монтажа, в качестве материала для анодов выбран титан. Однако известная склонность таких анодов к окислению привела к необходимости уменьшения плотности тока на аноде до 0,1-0,2 $\text{А} \cdot \text{дм}^{-2}$, т.е. на порядок ниже используемой плотности тока на катоде.

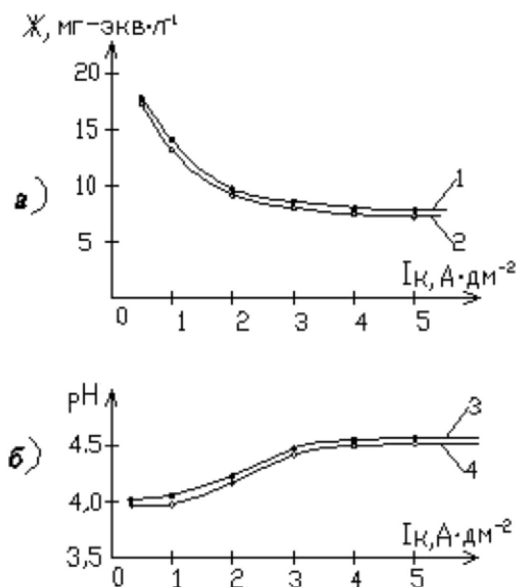


Рис. 1. Изменение общей жесткости (а) и величины рН (б) оборотной воды в зависимости от катодной плотности тока с алюминиевым (1, 4) и графитовым (2, 5) анодами

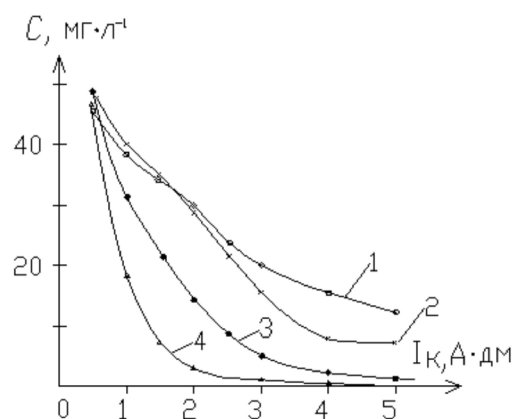


Рис. 2. Изменение содержания ионов никеля (1, 2) и хрома (3, 4) в зависимости от катодной плотности тока при электролизе оборотной воды в течение 1 часа с использованием алюминиевых (2, 3) и графитовых (1, 4) анодов

Для поддержания необходимого соотношения плотности тока на аноде и катоде выбрана цилиндрическая конструкция электролизера, в которой титановый цилиндр (ОТЧ) служил анодом, а коаксиально расположенный стержень из нержавеющей стали (ЯИТ) – катодом. Электролизер включали в систему, моделирующую замкнутую схему оборотного водоснабжения, и использовали плотность тока на анодах в пределах 0,1-0,2 $\text{А} \cdot \text{дм}^{-2}$.

В этих условиях существенное значение имеет линейная скорость движения воды в межэлектродном пространстве, с увеличением которой падает эффективность удаления ионов металлов и жесткости. То, что причиной здесь является изменение рН прикатодного пространства, хорошо иллюстрируется данными рис. 3, из которого видно, что увеличение линейной скорости приводит к заметному уменьшению рН прикатодного пространства.

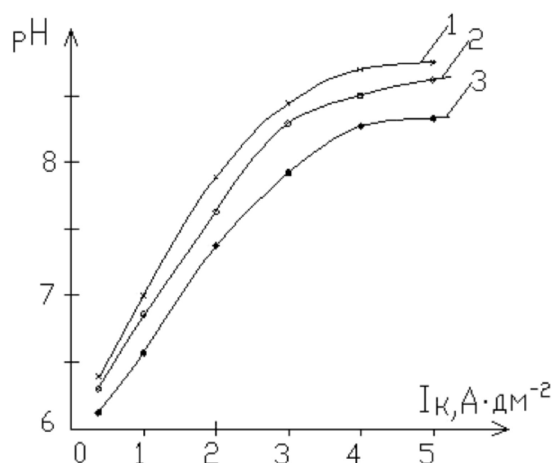


Рис. 3. Изменение рН прикатодного слоя в зависимости от катодной плотности тока при скорости движения воды 0,5 (1), 1 – (2) и 2 см·мин⁻¹ (3). (Отбор проб рН проводили на расстоянии 2 мм от поверхности электрода, рН необработанной воды 4,9)

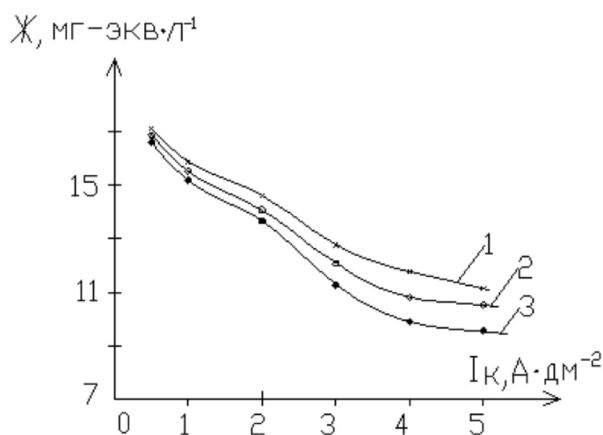


Рис. 4. Изменение общей жесткости воды при электролизе с титановым анодом в динамическом режиме в зависимости от катодной плотности тока при исходном рН 3,95 (1), 4,42 (2), 4,90 (3). Скорость движения воды 1 см·мин⁻¹, начальная жесткость – 17,2

Как и при стационарном режиме, так и в этом случае наблюдается аналогичное снижение жесткости воды с увеличением плотности тока на катоде (рис. 4). При этом здесь, как и для других полученных данных, наблюдается общая закономерность возрастания эффективности процесса с увеличением начального значения рН воды. Это можно, по-видимому, отнести к влиянию объемного значения рН на рН прикатодного слоя.

Полученные данные свидетельствуют о возможности поддержания основных характеристик оборотной воды на уровне: общая жесткость 8-10 мг·экв·л⁻¹; рН 7-8; содержание металлов, мг·л⁻¹: железа 0,8-1,2, никеля – 10-15, хрома – менее 1, меди – 0,05-0,1, титана – 1-5. Это, по-видимому, вполне приемлемо для большинства оборотных вод машиностроительных предприятий, поскольку по содержанию ионов металлов оборотная вода, как правило, превышает указанные пределы на порядок и выше.

Энергетические затраты на стабилизацию качества оборотной воды данным способом зависят от состава оборотной воды, ее pH и, очевидно, от конструктивного оформления метода. При использовании лабораторной установки с коаксиальным расположением электродов с аксиальным расстоянием между ними 40 мм получены данные при плотности тока 2-3 А·дм⁻² и напряжении при обработке 8-15 В (при этом напряжение несколько изменялось в указанных выше пределах, в зависимости от состава обрабатываемой воды). В этих условиях энергозатраты на очистку воды от ионов металлов до отмеченных выше конечных концентраций составляют, Вт·ч·л⁻¹: хрома – 1-5, железа – 1-3, меди – 2-4, титана – 1-2, никеля – 10-20 и для снижения жесткости – 10-30. Различия в энергетических затратах связаны с разным составом обрабатываемой оборотной воды: концентрацией ионов металлов в воде, величиной жесткости (повышение начальной жесткости увеличивает эффективность процесса очистки за счет соосаждения с солями жесткости), а также начальной величиной pH.

Существенным вопросом, касающимся данного метода обработки воды, является характер изменения pH после обработки. Естественно ожидать, что в катодном пространстве концентрация OH⁻ уменьшается за счет реакции $Me^{n+} + nOH^{-} \rightarrow Me(OH)_n$. В сочетании с анодной реакцией разряда ионов гидроксила это должно, в конечном итоге, уменьшать значение pH воды после обработки. С этой точки зрения стабилизация качества оборотной воды с pH < 6,5 нецелесообразна.

Использование электрохимического метода с нерастворимыми электродами для стабилизации качества оборотной воды перспективно с экономической точки зрения ввиду относительно низких энергозатрат, что в сочетании с возможностью полной автоматизации процесса позволяет рекомендовать его для дальнейших исследований и внедрения в практику.

На основании приведенных здесь данных, а также ряда других работ, определено новое направление в области очистки воды, которое можно назвать стабилизацией качества оборотной воды, новизна которого подтверждена патентом [7]. На базе этих исследований был разработан метод удаления ионов тяжелых, цветных и черных металлов, который получил название метода электрохимической коррекции.

Для практической реализации данного метода возможны два варианта. Первый вариант связан с созданием установки, через которую будет циркулировать оборотная вода. Требуемая производительность установки не может быть определена теоретически, так как, помимо общего объема оборотной воды, она должна зависеть от скорости накопления в ней ионов металлов и жесткости, что для каждого предприятия имеет свой специфический характер. Поэтому в каждом отдельном случае она должна определяться опытным путем.

Более простым вариантом является монтаж установки непосредственно в одной из емкостей, входящих в состав системы оборотного водоснабжения. Как правило, в неё входят градирни, брызгальные бассейны, используемые для охлаждения оборотной воды. В ряде случаев для этой цели могут использоваться накопительные или другие емкости. Преимуществом данного варианта является отсутствие собственно корпуса, так как электродная система монтируется непосредственно в существующую емкость. Кроме того, производительность установки можно наращивать, подключая новые электродные блоки. Экономятся также производственные площади.

Важно отметить, что данный метод не обеспечивает глубокую очистку воды, но содержание ионов металлов, а также величина жесткости поддерживаются на определенном допустимом уровне, то есть стабилизируются. В связи с этим обстоятельством данный метод определяется не как очистка, а как стабилизация качества оборотной воды. К примеру, по данным анализа оборотной воды жесткость в течение времени возрастает с 8-10 единиц до 30-40. При этом вода с жесткостью 20-30 единиц продолжает использоваться. В случае же использования электрохимической стабилизации качества оборотной воды жесткость можно поддерживать на уровне, не превышающем 10 единиц. Подобный эффект будет наблюдаться и в отношении ионов металлов.

В случае использования электрохимического метода стабилизации качества оборотной воды предотвращается периодический сброс больших объемов загрязненной воды и повышается качество используемой оборотной воды.

Список литературы

1. Кульский Л.А., Строкач П.П., Слипченко В.А., Сайгак Е.И. Очистка воды электрокоагуляцией. – Киев: Будівельник, 1978. – 112 с.
2. Грановский М.Б., Лавров И.С., Смирнов О.В. Электрообработка жидкостей. – Л.: Химия, 1976. – 156 с.
3. Смирнов Д.Н., Дмитриев А.С. Автоматизация процессов очистки сточных вод химической промышленности. – Л.: Химия, 1972. – 165 с.
4. Смирнов Д.Н., Генкин В.Е. Очистка сточных вод в процессах обработки металлов. – М.: Металлургия, 1980. – 195 с.
5. Захватов Г.И., Егоров Л.Я., Богачева Л.П. Безреагентная очистка воды в системе оборотного водоснабжения // Водоснабжение и санитарная техника, 1980, № 5. – С. 23-24.
6. Когановский А.М., Клименко Н.А., Левченко Т.М. и др. Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении. – М.: Химия, 1983. – С. 8.
7. Захватов Г.И., Никитин Ю.В., Поленов В.Ф. Способ очистки воды. Патент РФ № 947069. Гос. регистр. 15 октября 1993.

Zahvatov G.I – doctor of technical science, professor

E-mail: avtel@kgasu.ru

Nikitin Y.V. – chief of laboratory

E-mail: yunik@kgasu.ru

Tachtsidi Y.N. – candidate of chemical science, associate professor

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Electrochemical quality of recalculating water

Resume

In this article is described the results of investigation of quality stabilization of circulating water. It is concerning the industrial water, containing the ions of heavy, black and color metals. The electrochemical method with insoluble titan electrodes is used for this purpose. The cathode process play basic role in given method. For current density 3-5 A•dm⁻² pH near cathode region reach to 7,0 units and most ions of metals are coagulating and above it. In these conditions most ions of metals are hydratizing and coagulating with form insoluble sediment. Summary value water pH is maintaining near constant value, for account the anode process.

Method does not provide clean water to the normative values corresponding to pure water. He maintains the concentration of metal ions at an acceptable level, in terms of technological standards. It is the cause that the method named as electrochemical method for quality stability of circulating water.

For practical use of the method are two possibilities. The first option is the production of an independent system. In a second embodiment, the electrode units are mounted in the existing system capacity. The second option has the advantage because of the lack of a special installation.

Keywords: recalculating water supply, stabilization of water quality, electrochemical method of wastewater.

References

1. Kulski L.A., Strocach P.P., Slipchenco V.F., Saigak E.I. Wasterwater by electrocoagulation. – Kiev, Budivel'nik, 1978. – 112 p.
2. Granovski M.B., Lavrov I.I., Smirnov O.V. The electrortreatmeht of Liquids. – L.: Chmistry, 1976. – 156 p.
3. Smirnov D.N., Dmitriev A.I. Avtomatization the proceses of wasterwater for chemical industriuy. – L.: Chmistry, 1972. – 165 p.
4. Smirnov D.N., Genkin V.E. Wasterwater in the proceses of metal treatment. – M.: Metallurgia, 1980. – 195 p.
5. Zahvatov G.I., Egorov L.J., Bogacheva L.P. Inreagent wasterwater is the recirculating water sytem. // Vodospabgenie i sanitarnaja technical, 1980, № 5. – P. 23-24.
6. Koganovski A.U., Klimenko N.A., Levchenko T.U. and another. Wasterwater and the using of sewage water in the industry watersuply. – M.: Himija, 1983. – P. 8.
7. Zahvatov G.I., Nikitin J.V., Polenov V.F. Patent RF № 947069. Date registr. 15.10.1993. The metod of wasterwater.



УДК 678.743.22: 678.046.9

Ашрапов А.Х. – аспирант

E-mail: domproekt@ro.ru

Абдрахманова Л.А. – доктор технических наук, профессор

Низамов Р.К. – доктор технических наук, профессор

Фахрутдинова В.Х. – кандидат химических наук, доцент

Потапова Л.И. – кандидат химических наук, доцент

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Исследование механизма влияния кремнезоля на свойства поливинилхлоридных композиций*

Аннотация

Приведены результаты исследования изменения эксплуатационно-технологических свойств поливинилхлоридных композиций при введении наноразмерных золь кремниевой кислоты. Установлено, что введение 0,002-0,003 масс. частей кремнезоля позволяет улучшить термостабильность, показатель текучести расплава и прочность композиций. Улучшение структуры и физического состояния полимерной композиции может быть за счет структурирующего эффекта свободных d-орбиталей кремния и неподеленных электронных пар хлора и кислорода полимера, вследствие образования связей донорно-акцепторного характера.

Ключевые слова: полимерный композит, поливинилхлорид, кремнезоль, наноразмерная добавка, наномодификация.

Введение

Полимерные композиционные материалы на основе поливинилхлорида (ПВХ) являются одним из наиболее важных и широко используемых полимерных материалов. Использование материалов на основе ПВХ обусловлено рядом факторов, в том числе: относительной легкостью и дешевизной его производства, хорошими физико-механическими свойствами, негорючестью и высокой устойчивостью к действию влаги, кислот, щелочей, растворов солей, промышленных газов (NO_2 , Cl_2), бензина, керосина, жиров, спиртов. Немаловажное влияние на популярность полимера оказали его инертность и физиологическая безвредность на организм человека, доказательством которого может служить применение ПВХ в пищевой промышленности и медицине более пятидесяти лет, а также ежегодное увеличение его потребления в данной сфере, в том числе в строительной индустрии.

Помимо этого, в отличие от других термопластов, ПВХ обладает высокой способностью к модификации, что позволяет получить широкую номенклатуру изделий с различными свойствами и назначением.

Многообразие свойств материалов из ПВХ обусловлено параметрами самого полимера, полученного различными способами полимеризации (суспензионной, эмульсионной, в массе), а также использованием широкого круга добавок различной природы. В состав ПВХ-композиций могут входить более десяти компонентов. Введение большого количества добавок направлено не только на удовлетворение потребности в материалах с разными эксплуатационными свойствами, но и на устранение присущих ему недостатков. Это [1]:

– высокая вязкость расплавов. Температура текучести ПВХ совпадает или даже выше температуры деструкции;

– низкая термостабильность. ПВХ крайне не стабилен при энергетических воздействиях.

* Работа выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (ГК 16.740.11.0026).

Повышенная вязкость расплава ПВХ создает определенные трудности при переработке полимерной композиции в материал. Большая температура текучести этого полимера связана с высокой жесткостью макромолекулярных цепей и большой энергией межмолекулярного взаимодействия [2, 3].

Низкая стабильность проявляется в явлениях старения полимера, вследствие протекания ряда химических и (или) физических процессов, каждый из которых или в совокупности приводит к необратимому изменению во времени в худшую сторону одного или нескольких эксплуатационных свойств полимера. Обычно переработка осуществляется при температуре выше текучести T_T , то есть порядка 150-230°C. В связи с этим ПВХ невозможно перерабатывать без эффективной стабилизации, направленной на сохранение исходных свойств полимерного изделия, путем ослабления или предотвращения разложения полимера [4].

Одним из многочисленных направлений в области полимерных материалов является использование наноразмерных наполнителей при создании композиционных материалов с регулируемыми свойствами. В частности [5], установлены эффекты улучшения физико-механических, динамических и барьерных свойств полимерных материалов, модифицированных малыми добавками (1-5 %) наноразмерных силикатов.

Большой интерес, в качестве недорогой и эффективной добавки, могут представлять золи кремниевой кислоты – кремнезоль (КЗ). В силу своей щелочности КЗ может иметь высокую совместимость с ПВХ, имеющим кислую природу. Также щелочная среда КЗ может способствовать дезактивации катализаторов деградации (кислот Льюиса), образующихся в ПВХ, т.е. являться источником химической стабилизации [1].

Исходя из вышеперечисленного, в данной работе изучалась эффективность применения кремнезоля для модификации ПВХ композиций путем введения через премиксы и предложены механизмы их взаимодействия.

Объекты и методы исследований

В качестве исходных компонентов для приготовления ПВХ-композиций были применены суспензионный ПВХ марки С-7058 (плотность зерна 1420 кг/м³, насыпная плотность 540-580 кг/м³) и стабилизатор-смазка – стеарат кальция.

В качестве наноразмерного модификатора был взят кремнезоль, представляющий собой лиофильную коллоидную систему с наноразмерными частицами (от 5 до 9,5 нм) сферической формы. Стабильность коллоидной системы обычно обеспечивается содержанием в растворе гидроксида натрия, поэтому раствор имеет высокую щелочность ($pH \geq 10$). Стабилизация коллоидной системы путем добавления NaOH сохраняет отрицательные заряды на поверхности частиц и препятствует их агрегации.

Композиции готовили по следующей методике: порошок ПВХ совмещали с разбавленным до необходимых концентраций дистиллированной водой кремнеземом. Полученная смесь тщательно механически перемешивалась в течение 3-5 минут при 500-550 об/мин на лабораторном смесителе. Затем смесь высушивали при температуре 70±2°C в течение 12 часов до постоянной массы, далее модифицированный ПВХ-порошок использовали для приготовления композиций.

Исследуемые пленки, содержащие от 0,001 м.ч. до 0,02 м.ч. КЗ, формовали на лабораторных смесительных вальцах при температуре валков 160-180°C в течение 4-6 мин в зависимости от состава композиции. Каждая серия образцов готовилась одновременно при одинаковом температурном режиме при одной и той же толщине зазора между валками ~0,05-0,1 см.

Для ИК-спектроскопии использовались образцы в виде прозрачных пленок ПВХ, полученных методом полива из раствора.

Результаты

Испытания проводились на пленочных образцах по следующим эксплуатационно-техническим и технологическим показателям: прочность на растяжение (ГОСТ 14236-81), показатель текучести расплава (ПТР) (ГОСТ 11645-83), водопоглощение (ГОСТ 4650-80) и термостабильность (ГОСТ 14041-91) (рис. 1).

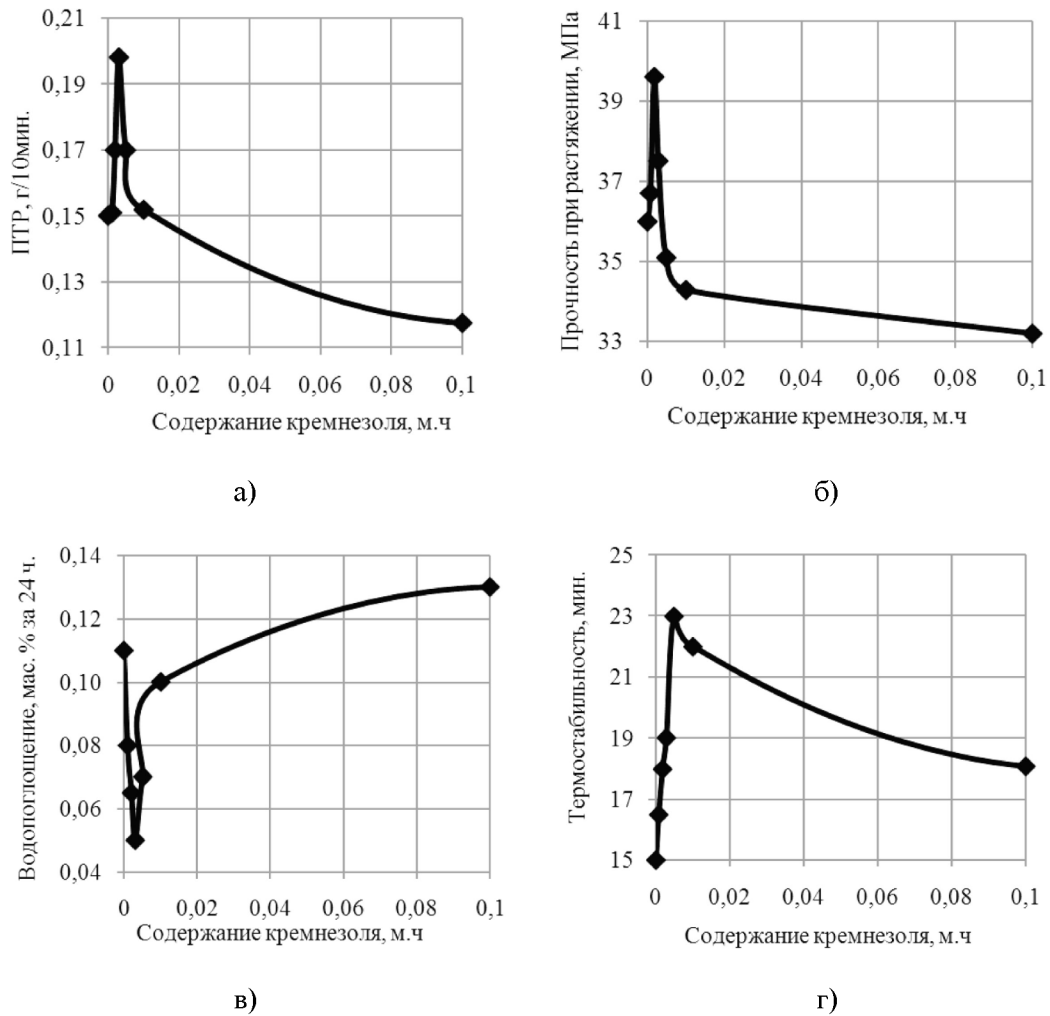
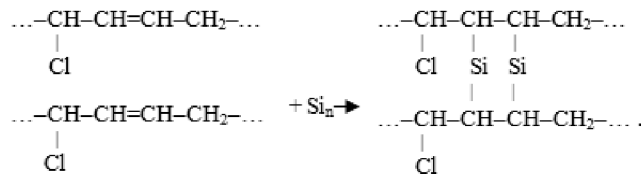


Рис. 1. Зависимости показателя текучести (а), прочности (б), водопоглощения (в) и термостабильности (г) ПВХ-композиций от содержания кремнезоля

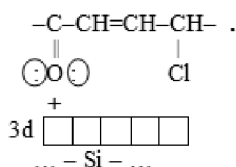
Рост прочности (рис. 1б), ПТР (рис. 1а) и уменьшение водопоглощения (рис. 1в) при содержании КЗ до 0,003 м.ч. могут быть связаны, с протекающими процессами структурирования (ориентирования) за счет образования мостиков кремния между макромолекулами:



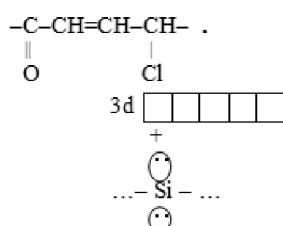
С дальнейшим увеличением содержания КЗ (от 0,003 до 0,1 м.ч.) наблюдается тенденция к уменьшению прочности и увеличению вязкости, очевидно, это происходит вследствие того, что объем включений оксидов кремния превышает свободный объем в надмолекулярных образованиях ПВХ, увеличивая их неоднородность и дефектность.

Увеличение термостабильности (рис. 1г) может быть обусловлено образованием донорно-акцепторных связей между атомами кремния и атомами хлора в хлораллильной группировке (ХАГ) и кислорода в кетохлораллильной группировке (КАГ). Внешняя валентная оболочка кремния имеет свободный 3d-подуровень, который может выступать в качестве акцептора при образовании донорно-акцепторной связи кремния с атомами кислорода в КАГ, у которых на внешних энергетических уровнях имеются неподеленные

электронные пары. В результате образования донорно-акцепторных связей атом кислорода может стать менее лабильным:



В случае образования донорно-акцепторной связи между атомами кремния и хлора должен проходить процесс, противоположный предыдущему. В данном случае акцептором будет являться атом хлора, также имеющий свободный 3d-подуровень, а донором атом кремния, содержащий две неподеленные электронные пары. Это связано с тем, что хлор является более электроотрицательным, вследствие чего будет оттягивать всю электронную плотность на себя:



Для оценки возможного химического взаимодействия кремнезоля с ПВХ использовался метод ИК-спектроскопии. Спектры снимались на ИК Фурье-спектрометре IFS 113V (Bruker) в области 4000 см^{-1} - 450 см^{-1} (рис. 2). Расшифровку спектров проводили по справочникам [6, 7].

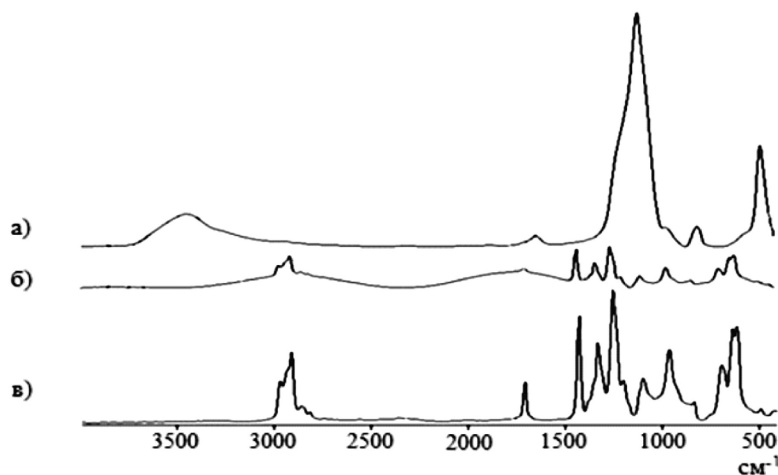


Рис. 2. ИК-спектры: а) кремнезоль, б) поливинилхлорид + кремнезоль, в) поливинилхлорид

ИК-спектр кремнезоля имеет характерные пики при частотах (рис. 2а):

- 1100 см^{-1} – колебания Si–O–Si остова кремнезема;
- 1640 см^{-1} – молекулы воды, находящиеся в стадии капиллярной конденсации в широких порах кремнезема;
- 3440 см^{-1} – молекулы воды, связанные координационно с поверхностными атомами кремния.

ИК-спектр ПВХ характеризуется следующими частотами (рис. 2в):

- $530\text{--}800 \text{ см}^{-1}$ – валентные колебания ХАГ (C–Cl);
- $1380, 1710 \text{ см}^{-1}$ – валентные колебания КАГ (C=O);
- $880, 980 \text{ см}^{-1}$ – колебания двойной углеродной связи (C=C);
- 1425 см^{-1} – деформационные колебания метиленовых групп ПВХ;
- 1705 см^{-1} – водородные валентные колебания ковалентной связи (–CH=) ПВХ.

На ИК-спектре продукта взаимодействия ПВХ с КЗ (рис. 2б) наблюдается уменьшение интенсивности полос, характеризующих валентные колебания ХАГ (C–Cl), КАГ (C=O) групп ПВХ, то есть эффективность применения КЗ заключается в структурирующем влиянии свободных d-орбиталей кремния и неподеленных электронных пар хлора и кислорода полимера вследствие образования связей донорно-акцепторного характера.

Заключение

Таким образом, установлено, что введение кремнезоля способно существенно влиять на технические показатели ПВХ-композиций за счет протекания процессов структурирования. Определено, что использование в качестве модифицирующего компонента КЗ в области микродоз (до 0,003 м.ч. на 100 м.ч. ПВХ) приводит к увеличению прочностных показателей на 12 %, термостабильности – на 45 % и ПТР – на 35 %.

Список литературы

1. Уилки Ч. Поливинилхлорид. / Пер. с англ. Г.Е. Заикова. – СПб.: Профессия, 2007. – 728 с.
2. Пахомов С.И. Поливинилхлоридные композиции: учебное пособие. / Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2010. – 104 с.
3. Козлов П.В. Физико-химические основы пластификации полимеров. – М.: Химия, 1982. – 224 с.
4. Минскер К.С. Деструкция и стабилизация поливинилхлорида. – М.: Химия, 1979. – 272 с.
5. Rakesh K. Polymer nanocomposites: handbook. – N.Y.: CRC Press, 2010. – 566 p.
6. Накамото К. ИК-спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений. / Пер. с англ. Ю. Пентина. – М.: Мир, 1991. – 536 с.
7. Наканиси К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений. / Пер. с англ. Н.Б. Куплетской, Л.М. Эпштейн. – М.: Мир, 1965. – 220 с.

Ashrapov A.Kh. – post-graduate student

E-mail: domproekt@ro.ru

Abdrahmanova L.A. – doctor of technical sciences, professor

Nizamov R.K. – doctor of technical sciences, professor

Fakhrutdinova V.Kh. – candidate of chemical sciences, associate professor

Potapova L.I. – candidate of chemical sciences, associate professor

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Researches of the mechanism of influence sol of silicon on properties of polyvinylchloride compositions

Resume

Work describes effectiveness of application of nanodimensional sols of silicon for updating PVC compositions is considered. Results of research of change physical, mechanical and operational processing behavior of polyvinylchloride compositions are given at introduction of nanodimensional sols of silicon acid. It is established that introduction of 0,002-0,003 mass. parts sols of silicon in PVC composition leads to increase in durability (on the average for 12 %), to heat stability increase from 15 to 22 minutes (approximately for 47 %) and to decrease of water absorption by 55 %. Melt flow rate tends body height to 0,003 mass. parts sols of silicon in composition. For an assessment of possible chemical interaction sols of silicon with PVC method IR-spectroscopy was used. It is shown that improvement of structure and physical condition of polymeric composition can be at the expense of emergence of hydrogen bridges and streamlining of structure of water in the conditions of polar groups of PVC, and also thanks to structure-forming effect of the loose d-orbitals of silicon and the lone electronic pairs of chlorine and oxygen of the polymer, owing to bonding of donor-acceptor character.

Keywords: polymeric composite, polyvinylchloride, sol of silicon, nanodimensional additive, nanomodification.

References

1. Wilkie Ch. Polyvinylchloride /Translation by G.E. Zaikov. – St.Pb.: Profession, 2007. – 728 p.
2. Pakhomov S.I. Polyvinylchloride compositions: manual. Ivan. the state. chemical-tech. un-t. – Ivanovo, 2010. – 104 p.
3. Kozlov P.V. Physical and chemical bases of plasticization of polymers. – M: Chemistry, 1982. – 224 p.
4. Minsker K.S. Destruction and stabilization of polyvinylchloride. – M: Chemistry, 1979. – 272 p.
5. Rakesh K. Polymer nanocomposites: handbook. – N.Y.: CRC Press, 2010. – 566 p.
6. Nakamoto K. Infrared and raman spectra of inorganic and coordination compounds. Lane from English by Y. Pentin. – M.: World, 1991. – 536 p.
7. Nakanishi K. Infrared ranges and structure of organic connections. Lane from English by N.B. Kupletsky, L.M. Epstein. – M.: World, 1965. – 220 p.

УДК 691.16

Аюпов Д.А. – кандидат технических наук, ассистент

E-mail: Ayupov_Damir@rambler.ru

Макаров Д.Б. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: kalegin@rambler.ru

Мурафа А.В. – кандидат технических наук, доцент

Потапова Л.И. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: ludmilapo@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Битум-полимерные вяжущие и битумные эмульсии для дорожного строительства с применением продукции нефтехимического комплекса Республики Татарстан¹

Аннотация

Осуществлена модификация нефтяных битумов смесевыми термоэластопластами, а также продуктами переработки резиновых отходов. Исследованы основные физико-технические свойства полученных вяжущих, а также асфальтобетонов на основе разработанных композиций. Получены битумно-водные эмульсии с использованием отходов химического предприятия «Нэфис», изучены характеристики разработанных эмульсий, а также битумов, полученных из этих эмульсий. Испытаны образцы холодного асфальтобетона. Показано, что предлагаемые строительные материалы превосходят требования норм и характеристики аналогов по комплексу свойств.

Ключевые слова: битум, асфальтобетон, утилизация, отходы, эмульсия, модификация.

Кафедра технологии строительных материалов, изделий и конструкций Казанского государственного архитектурно-строительного университета (КГАСУ) в течение последних 15 лет занимается модификацией нефтяных битумов дорожного и гидроизоляционного назначения промышленными полимерами, производимыми в Татарстане (эластомерами и термопластами), девулканизатами резиновых отходов, в т.ч. автомобильных шин, отходами фирмы «Нэфис» с целью повышения эксплуатационно-технических свойств битумных вяжущих и дорожных асфальтобетонов на их основе.

Цель модификации – устранить основной недостаток нефтяных битумов – узкий температурный интервал деформационной стабильности, не соответствующий реальным температурам эксплуатации дорожных покрытий. Битумное вяжущее стеклется и охрупчивается в осенне-зимний период, что является причиной появления трещин в покрытии, и размягчается в весенне-летний, вызывая оплывание и колееобразование дорожных покрытий.

Самый эффективный путь для устранения этих недостатков – совмещение битума с гибкоцепными полимерами, а именно эластомерами (каучуками), способными придать битуму эластические свойства в широком интервале температур (от -40 до + 100°C) без охрупчивания зимой и вязкого течения летом [1].

Большинство крупнотоннажных каучуков и термопластов, производимых в Татарстане, пригодны для такой модификации нефтяных битумов. Это каучуки СКЭПТ, бутиловый, изопреновый; полиолефины – полиэтилен, полипропилен.

Идеальная схема модификации структуры битума гибкоцепным полимером приведена на рис. 1.

¹Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации. Соглашение 14.В37.21.1486 «Модификация нефтяных битумов дорожного назначения продуктами переработки полимерных бытовых и промышленных отходов».

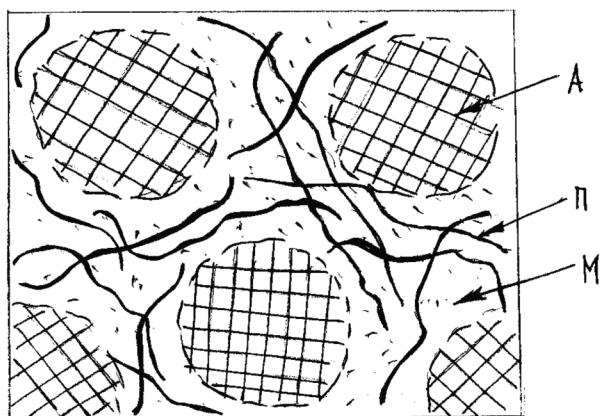


Рис. 1. Идеальная схема модификации структуры битума гибкоцепным полимером
А – асфальтены, П – макромолекулы полимера, М – маальтены

Растворившись, макромолекулы полимера «пронизывают» мальтеновую фракцию, образуя трёхмерную эластичную сетку.

Давно известна за рубежом и у нас модификация дорожных и кровельных битумов синтетическими термоэластопластами (ТЭП) типа стирол-бутадиен-стирол (СБС). В России он производится Воронежским заводом синтетического каучука, и с 1963 г. рекомендован СоюздорНИИ для производства асфальтобетона, однако масштабного внедрения его не получилось по разным причинам, в первую очередь, ввиду высокой стоимости СБС (>50 руб./кг).

Альтернативный вариант разработан нами совместно с кафедрой химии и технологии переработки эластомеров Казанского государственного технологического университета (заведующий – проф. Вольфсон С.И.). Это смесевые ТЭП, получаемые скоростным смешением местных полиолефинов (полиэтилен и полипропилен) с местными же каучуками (СКЭП, СКИ и др.).

По эффективности в битумах смесевые ТЭП превосходят известные синтетические термоэластопласты – СБС.

Общая картина эксплуатационно-технических показателей исследуемых составов битум-полимерных вяжущих (БПВ) представлена в табл. 1.

Таблица 1

Свойства битумов и битум-полимерных вяжущих в сравнении с требованиями нормативов

№	Состав	П, 0,1мм		T _р , °С	T _{хр} , °С	Д, см		Э ₂₅ , %	Изм. Т _р после прогрева, 165 °С (2 часа)	Адгезия (ГОСТ 11508-74)	
		при 0 °С	при 25 °С	при 0 °С	при 25 °С	при 0 °С	при 25 °С			мрамор	песок
1	БНД 60/90	20	77	50	-17	3,6	77	30	5	образец № 2	образец № 3
2	БНД 60/90 + 4 % ТЭП-1	23	47	65	-22	3,0	9	42	2	образец № 1	образец № 2
3	БНД 60/90 + 4 % ТЭП-2	23	50	67	-24	3,1	10	46	2	образец № 1	образец № 2
4	БНД 60/90 + 4 % ТЭП-3 (1,5 % АП)	24	57	71	-26	3,5	13	50	2	образец № 1	образец № 1
5	ГОСТ 22245-90	≥ 20	61-90	≥ 47	≤ -15	≥ 3,5	≥ 55	-	≤ 5	-	-

ТЭП-1 – СКЭПТ+ПЭВД, ТЭП-2 – СКЭПТ+СКИ+ПЭВД, ТЭП-3 – СКЭПТ+СКИ+СЭВ.

П – пенетрация, T_p – температура размягчения, T_{xp} – температура хрупкости, Д – дуктильность, \mathcal{E}_{25} – эластичность при 25 °С.

Все модифицирующие добавки, представляющие собой тонкодисперсные механические смеси, улучшают главные технические характеристики битума (температуру хрупкости и размягчения, пенетрацию при 0 °С и 25 °С, эластичность, адгезию), а получаемые битумные вяжущие существенно превосходят значения ГОСТ 22245-90.

Поэтому данные составы могут быть весьма эффективными для дорожной отрасли Республики Татарстан. Их можно производить на предприятии ТАИФ-НК или на асфальтобетонных заводах с применением РПА или коллоидных мельниц.

Физико-механические свойства щебеночно-мастичных асфальтобетонов на этих вяжущих приведены в табл. 2.

Таблица 2

Свойства ЩМА на основе разработанных вяжущих

№ п/п	Состав	$\rho_{фр}$, г/см ³	Водонасыщение, % по объему	$R_{сж}$, МПа		Сдвигоустойчивость по:		Трещиностойкость при расколе, при 0 °С	Устойчив. к расслаиванию	Водостойкость при длит. водонасыщ.
				R_{20}	R_{50}	коэф. внутр. трения	спелению при сдвиге при 50 °С			
1	М/з плотная а/б смесь	2,53	3,17	3,4	0,81	0,95	0,19	2,9	0,17	0,88
2	М/з плотная а/б смесь на БПВ (БНД 60/90+4 %ТЭП 1)	2,52	2,91	4,0	1,3	0,93	0,37	4,4	0,11	0,93
3	М/з плотная а/б смесь на БПВ (БНД 60/90+4 % ТЭП 2)	2,54	2,20	4,62 65	1,7	0,94	0,54	4,4	0,09	0,95
4	М/з плотная а/б смесь на БПВ (БНД 60/90+4 % ТЭП 3)	2,54	1,93	4,4	1,6	0,74	0,58	4,8	0,12	0,96
5	ГОСТ 31015-2002	Не норм.	1,0-4,0	не менее 2,2	не менее 0,65	не менее 0,93	не менее 0,18	не менее 2,5 не более	не более 0,2	не менее 0,85

Как видно, прочность асфальтобетона при 20 °С возрастает на 35 % в зависимости от состава БПВ, а прочность при 50 °С возрастает почти в 2 раза. Прочность при сжатии для ЩМА-15 с применением БПВ при положительных температурах выше, чем при применении обычного битума, а при низких температурах (0 °С) наблюдается повышение показателя трещиностойкости при расколе.

Водостойкость щебеночно-мастичных асфальтобетонов при введении добавок смеси ТЭП остается высокой в режиме водонасыщения под вакуумом.

Сдвигоустойчивость по коэффициенту внутреннего трения при содержании 2 % смесового ТЭП в битуме практически не изменяется, но происходит резкий рост показателя сцепления при сдвиге при 50 °С. Анализ полученных данных позволяет предполагать, что щебеночно-мастичный асфальтобетон на БПВ является более устойчивым к образованию наплывов и волн в условиях, способствующих их образованию.

В результате проведенных исследований показана целесообразность использования смесового ТЭП как добавки в битум, т.к. его применение позволяет получить материалы, характеризующиеся повышенной прочностью и сдвигоустойчивостью при положительной температуре, хорошей деформативностью при отрицательной температуре.

Нами впервые также была разработана технология модификации нефтяного битума путём девулканизации резиновой крошки в его расплаве. Поскольку девулканизация резины (сшитого каучука) происходит непосредственно в битуме, то получается битумно-резиновое вяжущее с большим содержанием эластомера (до 20 %). Технология нами запатентована.

Битумно-резиновые вяжущие, полученные по разработанной нами технологии, также обладают высоким уровнем всех свойств (состав 2, табл. 3), особенно эластичностью. Приведенные для сравнения данные битумной композиции, модифицированной Элвалом (состав 3), значительно ниже по морозостойкости, к тому же Элвалой – дорогая зарубежная добавка (производитель – фирма «Дюпон»).

Таблица 3

Основные свойства битумполимерных вяжущих

№ п/п	Состав, м.ч.	Тр, °С	П25, 0,1 мм	П0, 0,1 мм	Д25, см	Д0, см	Э, %	Г, Ш 5 см, °С	Тхр, °С	Твс, °С	Адгезия к минерал. части
1	БНД 90/130	44	97	50	95	0	13	+5	- 19	230	Образец № 2
2	БНД 90/130 -100, РК – 20, девулк. агент – 0,1	76	45	36	9,7	5	84	-25	- 35	250	Образец № 1
3	БНД 90/130 -100, Элвалой – 1,5	64	58	41	19	5,8	52	-10	- 22	255	Образец № 1

Таким образом, разработанный способ девулканизации резины позволяет получать композицию, по свойствам превосходящую известные аналоги.

В табл. 4 представлены эксплуатационно-технические свойства асфальтобетона, разработанного на основе битумно-резинового вяжущего, полученного по нашей технологии.

Таблица 4

Основные свойства песчаных асфальтобетонов

Свойства Вяжущее	Рсж20, МПа	Рсж0, МПа	Рсж50, МПа	Водостойкость
БНД 90/130	3,1	7,70	1,0	0,94
БНД 90/130 -100, РК – 20, девулк. агент – 0,1	5,74	8,78	1,83	0,96
БНД 90/130–100, Элвалой-1	4,18	8,33	1,39	0,96
Требования по ГОСТ 9128	≥ 2,5	≤ 9-13*	≥ 1,1-1,6*	≥ 0,85-0,95*

Асфальтобетон на разработанном битум-полимерном вяжущем при всех температурах обладает прочностью почти в 2 раза большей, чем на немодифицированном битуме, а также повышенной водостойкостью.

Экономическая целесообразность применения предлагаемых композиций определяется низкой стоимостью отходов-модификаторов по сравнению с целевыми полимерными добавками:

- цена резиновой крошки – 20 руб./кг;
- цена Элвало – 280 руб./кг.

Экономический эффект по сравнению с модифицированной Элвалом (1,5 %) композицией составляет на 1 т вяжущего для битумов, модифицированных деструктатом РК (20 %), – 1200 руб.

Экологический эффект разработанных технологий определяется способностью к утилизации отходов одной тонны полученного оптимального состава вяжущего. Для композиций с девулканизованной резиновой крошкой этот эффект достигает 200 кг.

Еще одним направлением исследования нашей кафедры является создание наномодифицированных битумных эмульсий (БЭ) дорожного назначения. Новизна разработки заключается в получении и использовании новых доступных эмульсий по технологии комбинированного эмульгирования с использованием промышленных отходов химического предприятия «Нэфис» без изменения существующего технологического оборудования. Наномодификация битумных эмульсий промышленными латексами, кремнезолями, полисульфидами позволяет получить на их основе битумно-полимерные композиции тонкодисперсной структуры с высокими эксплуатационными показателями.

Результаты наших исследований представлены в табл. 5.

Таблица 5

Свойства холодных асфальтобетонов в сравнении с требованиями стандартов

Состав	Объемный вес, г/см ³	W, %	W _д , %	Набухание, %	Пределы прочности на сжатие, МПа				K ^B	K ^B _д
					R ₀	R ₂₀	R ₂₀ ^B	R ₅₀		
Минеральная часть – 100 % Битумно-водная эмульсия – 12 %	2,43	2,4	4,1	0,6	3,6	2,2	1,85	0,8	0,85	0,80
Минеральная часть – 100% Битумно-латексная эмульсия – 12% (СКС 65-ГП – 2,5 %)	2,45	2,2	3,8	0,3	3,25	2,3	2,0	1,0	0,87	0,82
Минеральная часть – 100% Битумно-латексная эмульсия – 12% (СКС 65-ГП – 5 %)	2,46	2,1	3,6	0,2	2,9	2,4	2,2	1,2	0,91	0,85
Минеральная часть – 100% Битумно-латексная эмульсия – 12 % (СКС 65-ГП – 7,5 %)	2,48	2,1	3,5	0,1	2,8	2,5	2,1	1,1	0,93	0,87
ГОСТ 9128-97 (для холодного АБ)	-	5-9	-	-	-	1,5	1,2	-	> 0,8	-
ГОСТ 9128-97 (для горячего АБ)	-	2-5	-	-	< 12	> 2,2	-	> 1,0	> 0,85	> 0,75

Как видно из таблицы, физико-механические свойства асфальтобетонной смеси (АБС) превышают требования ГОСТ для холодного АБ. Модификация БЭ латексом позволяет намного улучшить физико-механические показатели АБС. Так, например, прочность при 20 °С повышается на 30 %, при 50 °С на 40 %, водопоглощение и набухание снижаются. Разработанные АБС на битумно-латексных эмульсиях отвечают требованиям ГОСТа не только для холодного АБС, но и для горячего, в то время как асфальтобетонная смесь на известных БЭ отвечает требованиям ГОСТа только для холодного АБС.

Производство битумно-водных эмульсий возможно осуществить на известном промышленном оборудовании при АБЗ.

Основные выводы по результатам исследований битум-полимерных вяжущих и асфальтобетонов на их основе:

1. Модификация дорожного нефтяного битума смесевыми термоэластопластами улучшает технические характеристики битума (температура хрупкости и размягчения, пенетрация при 0 °С и 25 °С, эластичность), которые существенно превосходят значения ГОСТ 22245-90. По долговечности АБ на битумах с добавками смесевых ТЭП превосходит таковой на битумах, модифицированных СБС.

2. Смесевой термоэластопласт ТЭП-3, содержащий 1,5 % полифункциональной адгезионной присадки, значительно улучшает адгезионные свойства битум-полимерного вяжущего, полученного на его основе, что особенно важно при эксплуатации дорожного покрытия.

3. Технология модификации нефтяных битумов девулканизатами резиновых отходов отличается не только высокой технической, но и экономической эффективностью и может быть реализована в РТ, поскольку имеются действующие предприятия по переработке автомобильных шин в резиновую крошку.

4. Показатели физико-механических свойств образцов асфальтобетонов, приготовленных с применением БПВ, и наномодифицированных битумно-водных эмульсий превосходят аналогичные показатели свойств асфальтобетонов на горячих и «холодных» битумах.

Список литературы

1. Кисина А.М., Куценко В.И. Полимер-битумные кровельные и гидроизоляционные материалы. – Л.: Лениздат, 1983. – 133 с.
2. Мурафа А.В., Нагуманова Э.И., Мурузина Е.В., Макаров Д.Б., Хакимуллин Д.Б., Хозин В.Г. Исследование молекулярной подвижности и свойств систем битум-термоэластопласты // Сб. научных трудов «Материалы VIII Всероссийской конференции «Структура и динамика молекулярных систем». – Казань: КГУ, 2001. – С. 43-44.
3. Аюпов Д.А., Мурафа А.В., Хакимуллин Ю.Н., Хозин В.Г. Битум-полимерные композиции, модифицированные девулканизатами резин. // Сб. научных трудов «Достижения и проблемы материаловедения и модернизации строительной индустрии. Т.1». – Казань, 2010. – С. 478-482.
4. Мурафа А.В., Макаров Д.Б., Нуриев М.А., Хозин В.Г. Наномодифицированные битумные эмульсии строительного назначения // Известия КазГАСУ, 2010, № 2 (14). – С. 245-249.

Ayupov D.A. – candidate of technical sciences, assistant

E-mail: Ayupov_Damir@rambler.ru

Makarov D.B. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: kalegin@rambler.ru

Murafa A.V. – candidate of technical sciences, associate professor

Khazin V.G. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: khazin@kgasu.ru

Potapova L.I. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: ludmilapo@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

**Asphalt-polymer binders and bitumen emulsions
with the application of petrochemical production for road construction**

Resume

The Republic of Tatarstan has got its own high-grade specialists in the area of polymers production and large-scale production facilities, but for some reason today almost all polymer modifiers for bitumen are produced abroad and therefore pretty expensive. The Kazan State University of Architecture and Engineering offers its investigations in the field of bitumen modification. The first way is the modification of oil bitumen by mixed thermoelastoplasts. Each of TEP has got its own duty: one increases the heat-resistance, second - the flexibility in cold, third – adhesion etc. This modifier can become a nice alternative to a popular SBS. The second way is the modification of bitumen by reclaimed rubbers produced by rundown tires breakage. The main different of this way is that rubber crump destructs and dissolves in bitumen. The third way is bitumen emulsions production. The point is that emulgent is the by-product of «Nefis»-company. Main emulsion's, bitumen's and asphalt's properties were investigated. All building materials excel the requirements of governing documents and analogues' properties.

Keywords: bitumen, asphalts, utilization, waste, emulsion, modification.

References

1. Kisina A.M., Kutsenko V.I. Polymer-bitumen roof and water-proof materials. – L.: Lenizdat, 1983. – 133 p.
2. Murafa A.V., Nagumanova E.I., Muruzina E.V., Makarov D.B., Khakimullin Y.N., Khozin V.G. The investigation of bitumen-TEP systems' molecular mobility and properties. // The collection of proceedings «Materials of VIII All-Russian conference «Structure and dynamics of molecular systems». – Kazan: KSU, 2001. – P. 43-44.
3. Ayupov D.A., Murafa A.V., Khakimullin Y.N., Khozin V.G. Bitumen-polymer compositions, modified by devulcanized rubbers. // The collection of proceedings «Material engineering and building industry modernization superlatives and problems. V.1». – Kazan, 2010. – P. 478-482.
4. Murafa A.V., Makarov D.B., Nuriev M.A., Khozin V.G. Nanomodified bitumen emulsion for construction purposes // News of the KSUAE, 2010, № 2 (14). – P. 245-249.

УДК 666.972.16

Бадертдинов И.Р. – аспирант

E-mail: ilnar.badertdinov@gmail.com

Габидуллин М.Г. – доктор технических наук, профессор

E-mail: gabmah@mail.ru

Рахимов Р.З. – доктор технических наук, профессор

E-mail: halima@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Балтанов М.А. – заместитель директора

Евсеев Б.А. – доктор технических наук, профессор

E-mail: info@fibre.ru

Научно-производственное объединение «Магнитогорск Фибра-Строй»

Адрес организации: 455000, Россия, г. Магнитогорск, ул. 9 Мая, д. 5

Рахимов М.М. – генеральный директор

МУП «Казметрострой»

Адрес организации: 420202, Россия, г. Казань, ул. Коротченко, д. 4

Низембаев А.Ш. – директор

Хорев Н.М. – заместитель директора

E-mail: kazmetro@mi.ru

ЖБИ МУП «Казметрострой»

Адрес организации: 420127, Россия, г. Казань, ул. Дементьева, д. 1

Влияние одно- и двухуровневого армирования стальной и стеклянной фиброй на время начала трещинообразования бетона класса В45

Аннотация

Целью работы является определение времени начала трещинообразования бетона класса В45, армированного стальной и стеклянной фиброй. Приведены результаты исследований влияния содержания стальной и стеклянной фибры на время трещинообразования.

Установлено, что введение фибры дает значительное увеличение времени до начала трещинообразования в 5-8 раз и скачкообразное увеличение времени до полного разрушения фибробетона, соответственно в 15-20 раз. Исследования проводились совместно с лабораторией МУП «Казметрострой» (г. Казань) и НПО «Магнитогорск Фибра-Строй» (г. Челябинск).

Ключевые слова: фибробетон, сталефибробетон, стеклофибробетон, многоуровневое армирование, стальная фибра, стеклянная фибра.

Введение

Кафедрой строительных материалов в течение последних 15 лет проводятся исследования по разработке новых эффективных составов и технологических режимов получения высокопрочных (более 60 МПа), водонепроницаемых (более W10), морозостойких (более F300) и одновременно экономичных и эффективных бетонов нового поколения [1-5].

По заказу МУП «Казметрострой» (г. Казань) к началу 2000 года в результате длительных лабораторно-технологических и опытно-промышленных испытаний был спроектирован состав такого бетона, который запатентован [6] авторами данной статьи.

Кроме того, обоснован выбор исходных материалов для приготовления бетона, разработаны рекомендации по его приготовлению и технологическая карта производства железобетонных блоков обделки перегонных тоннелей. Отличительной особенностью этих блоков является небольшая толщина, равная 250 мм, которая впервые в РФ на тот период была реализована при сооружении Казанского метрополитена. Для их производства использовались высокоточные формы, изготовленные во Франции, а для скоростной сборки тоннеля применялись проходческие щиты, поставленные канадской

фирмой «Lovat». Большая скорость проходки (15-20 м/сутки) тоннеля требовала высокой производительности выпуска железобетонных блоков. Поэтому одним из важных технологических требований к их производству было обеспечение ранней распалубочной прочности (не менее 15 МПа) уже через 12-18 часов после формования, а также в возрасте 28 суток высоких физико-механических свойств, изложенных выше. Для достижения такой прочности бетона в ходе разработки и оптимизации его состава определялись предел прочности бетона в возрасте 12, 18, 24 часов, 3, 7, 14 и 28 суток, а также морозостойкость и водонепроницаемость.

За последние 10 лет на разработанном составе бетона смонтирована линия Казанского метро протяженностью более 12 км. Реальный экономический эффект, полученный заводом ЖБИ «Казметрострой» за 10 лет по причине экономии исходных материалов, в том числе цемента, пара, а также высокой производительности работ, составил более 100 млн. рублей. Сегодня одной из актуальных задач для завода ЖБИ «Казметрострой» при производстве железобетонных блоков обделки перегонных тоннелей является снижение расхода каркасной арматуры, например, путем частичной замены ее дисперсным армированием.

С повышением прочности бетона растет и его хрупкость, снижаются пластично-деформационные свойства, что влечет за собой практически мгновенное разрушение материала при достижении им предельного состояния. Поэтому при проектировании сооружений из высокопрочного бетона конструктора закладывают повышенные коэффициенты безопасности и надежности. Следовательно, возникает необходимость повышения вязкости разрушения или трещиностойкости высокопрочного бетона, например, применением дисперсного армирования, обеспечивающего одновременно повышение прочности, в особенности при растяжении. Кроме того, дисперсное армирование позволяет уменьшить расход стержневой арматуры за счет увеличения несущей способности материала и сократить рабочее сечение конструкции. Установлено, что дисперсная арматура, располагаясь в бетонной матрице, создает пространственный каркас, который препятствует образованию, росту и распространению трещин, при этом повышается не только прочность, но и, главное, вязкость разрушения бетона.

В работах [7, 8] исследовано влияние различных видов фибры на свойства бетонов, определены критерии управления вязкостью разрушения высокопрочного сталефибробетона и установлено, что в ряду параметров дисперсного армирования, оказывающих влияние на прочностные и деформационные характеристики исследуемого материала, определяющим для повышения трещиностойкости является отношение длины волокна к его диаметру или геометрические характеристики фибры (волокон), а также их объемная доля в матрице и сцепление волокон с матрицей.

Целью данной работы является исследование влияния стальной фибры производства НПО «Магнитогорск Фибра-Строй» на прочность бетонной матрицы, в качестве которой принят разработанный оптимальный состав бетона класса В45, использованный при сооружении тоннелей Казанского метрополитена.

Для выполнения цели работы предварительно были спроектированы и испытаны различные составы фибробетона с введением в состав смесей различных видов фибры: стальной, стеклянной, базальтовой, полипропиленовой. Наилучшие характеристики фибробетона при одноуровневом армировании были получены при введении в состав бетонной смеси стальной фибры производства НПО «Магнитогорск Фибра-Строй», а также при двухуровневом армировании бетонной матрицы путем одновременного введения стальной фибры НПО «Магнитогорск Фибра-Строй» и стеклянной. Составы были разработаны на кафедре строительных материалов Казанского государственного архитектурно-строительного университета (КГАСУ) с участием сотрудников ЖБИ «Казметрострой». Затем эти составы были апробированы в заводских условиях.

В данной статье рассматриваются только результаты испытания деформаций образцов восьми составов фибробетона на растяжение при изгибе, изготовленных в заводских условиях ЖБИ «Казметрострой».

Приводится анализ результатов влияния одно- и двухуровневого дисперсного армирования на трещинообразование фибробетона. В первом случае армирование производилось отдельно стальной и стеклянной, во-втором – комбинированное

армирование: макроструктура (бетон) армировалась стальной фиброй, микроструктура (цементный камень) – стеклянной фиброй.

Материалы, использованные в исследованиях

С целью приближения результатов испытания к реальным условиям, по согласованию с руководством завода ЖБИ «Казметрострой» и сотрудниками заводской лаборатории, были максимально использованы традиционные ингредиенты бетонной смеси, заложенные в патенте [6] на состав бетона и ежедневно используемые для производства железобетонных блоков обделки перегонных тоннелей Казанского метрополитена.

При обосновании выбора исходных материалов для разработки состава ВКБ, обладающего высокими показателями по прочности, водонепроницаемости и морозостойкости, в качестве основного регламентирующего документа использовали ТУ-5865-001-00043920-96 [9].

За основу в качестве бетона-матрицы был выбран разработанный оптимальный состав бетона. В качестве крупного заполнителя использовалась смесь гранодиоритового щебня и дробленого гравия, а в качестве мелкого заполнителя – смесь речного и обогащенного песка. Основные характеристики использованных материалов приведены ниже.

Вязущее:

Портландцемент марки 500 ПЦ 500-ДО-Н ГОСТ 10178-85; содержание C_3A – менее 6 % (производство ОАО «Вольскцемент», Саратовская обл., г. Вольск).

Крупный заполнитель (использовалась смесь гранодиоритового щебня и дробленого гравия в соотношении 70:30 мас. %, обеспечивающая наиболее плотную упаковку):

Щебень фракции 5-20 мм (до 70 мас. %), марки по прочности (дробимости) «М1400» из плотных горных пород для строительных работ по ГОСТ 8267-93 из габбро-диоритов (Сангалыкское месторождение, Республика Башкортостан, Учалинский р-н, дер. Мансурово);

Щебень из дробленого гравия фракции 5-20 мм (до 30 мас. %), влажность $W = 2\%$, марки по прочности «М1000» (производство ЗАО «Кулонстрой», г. Казань).

Мелкий заполнитель (использовалась смесь обогащенного и речного песка в соотношении 50:50 мас. %):

Песок обогащенный с $M_{кр} = 2,84$ (50 мас. %) по ГОСТ 8736-93 («Лесная гавань» ООО КНМ).

Песок речной с $M_{кр} = 1,94$ (50 мас. %).

Добавка:

Суперпластификатор СП-1 – 15 % раствор с плотностью $\rho = 1,069$ г/см³ (производство г. Первоуральск).

Фибра:

Стальная фибра – отобрано 200 кг стальной фибры производства ООО «НПО Магфибрастрой», отвечающей ТУ 0991-123-46854090-2001 и получаемой путем рубки стального листа. Длина 30, 35 и 40 мм, толщина 0,4; 0,7 и 1,0 мм. Модуль упругости для фибры, фрезерованной из слябов, – $2,1 \cdot 10^5$ МПа, для фибры, резаной из стального листа, – $2,0 \cdot 10^5$ МПа. Стальная фибра была доставлена автотранспортом из Челябинска в картонных коробках по 20 кг в коробке.

Стеклянная фибра (производство Китай) – отобраны две бобины массой по 18 кг (вид намотки – ровинг – цилиндрические бухты без патронов, внутренний конец скреплен с наружным). Жгут состоит из нескольких комплексных нитей, собранных из определенного количества (200-400 штук) элементарных нитей, склеенных на прямом замазливателе. Диаметр элементарной нити – 10-15 мкм. Свойства: сопротивление растяжению – 1,1-1,4 ГПа, модуль Юнга – 70-74 ГПа, растяжение на разрыв – 60 кгс, температура плавления – 830 °С, истинная плотность – 2700 кг/м³, средняя плотность – 1700-2250 кг/м³, влажность – менее 0,2 %. Стеклянная фибра была предварительно нарезана из бухты с помощью пистолета-ножа на волокна различной длины: 0,5; 1,0 и 3 см.

Предварительными исследованиями установлена оптимальная длина фибры для разработанного состава стеклофибробетона, равная 1 см, которая и применялась в исследованиях.

Вода

Использовалась водопроводная вода из крана.

Результаты исследований и технология приготовления

Для определения деформативных свойств фибробетона в заводской лаборатории МУП «Казметрострой» были изготовлены стандартные образцы – балочки размером 0,1x0,1x0,4 м. Составы представлены в таблице.

Таблица

Составы высокопрочного бетона при одно- и двухуровневом армировании

Наименование материалов	Ед. измер.	Расход материалов на 1 м ³ бетонной смеси для составов							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Портландцемент	кг	490	490	490	490	490	490	490	490
Щебень гранодиоритовый	кг	380	380	380	380	380	380	380	380
Щебень из дробленого гравия	кг	760	760	760	760	760	760	760	760
Песок обогащенный	кг	350	350	350	350	350	350	350	350
Песок речной	кг	360	360	360	360	360	360	360	360
Фибра стальная	кг	-	40	-	-	40	40	60	60
Фибра стеклянная	%	-	-	0,5	0,7	0,5	0,7	0,5	0,7
Суперпластификатор СП-1 (15 % раствор)	л	7	7	7	7	7	7	7	7
Вода	л	150	150	165	165	165	165	165	165
В/Ц		0,306	0,306	0,337	0,337	0,337	0,337	0,337	0,337

Подвижность бетонной смеси принята одинаковой 7-8 см, которая применяется при изготовлении железобетонных блоков обделки перегонных тоннелей на заводе ЖБИ «Казметрострой». Приготовление бетонной смеси осуществляли в лабораторной мешалке принудительного действия (рис. 1).

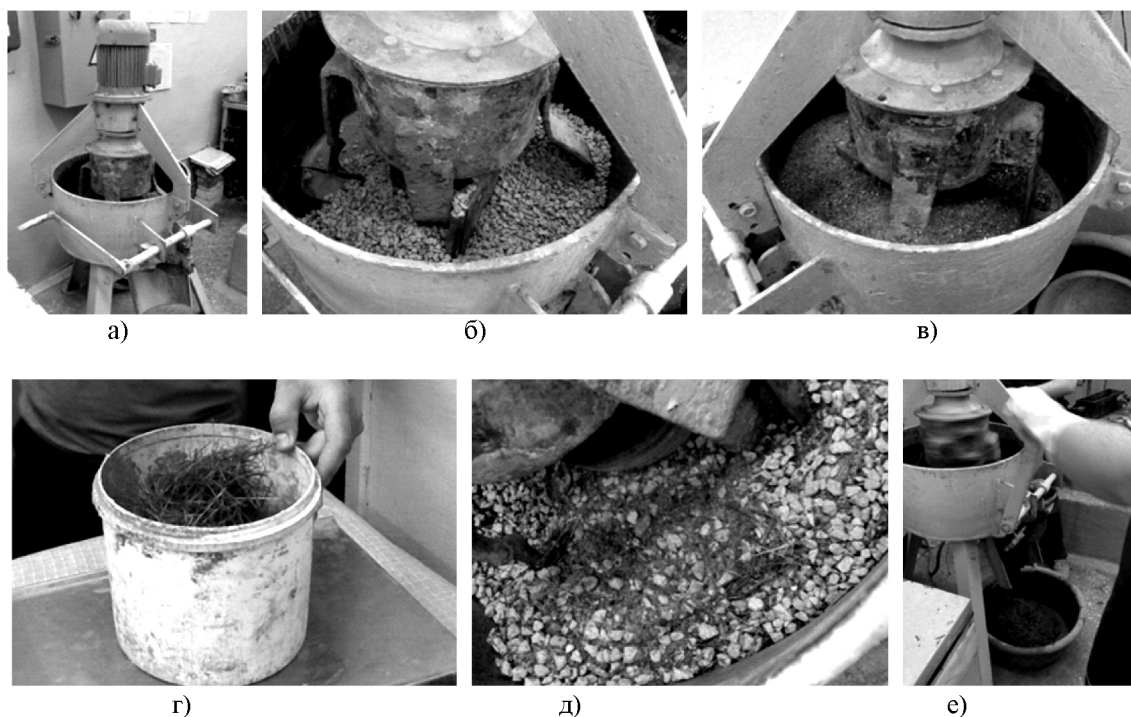


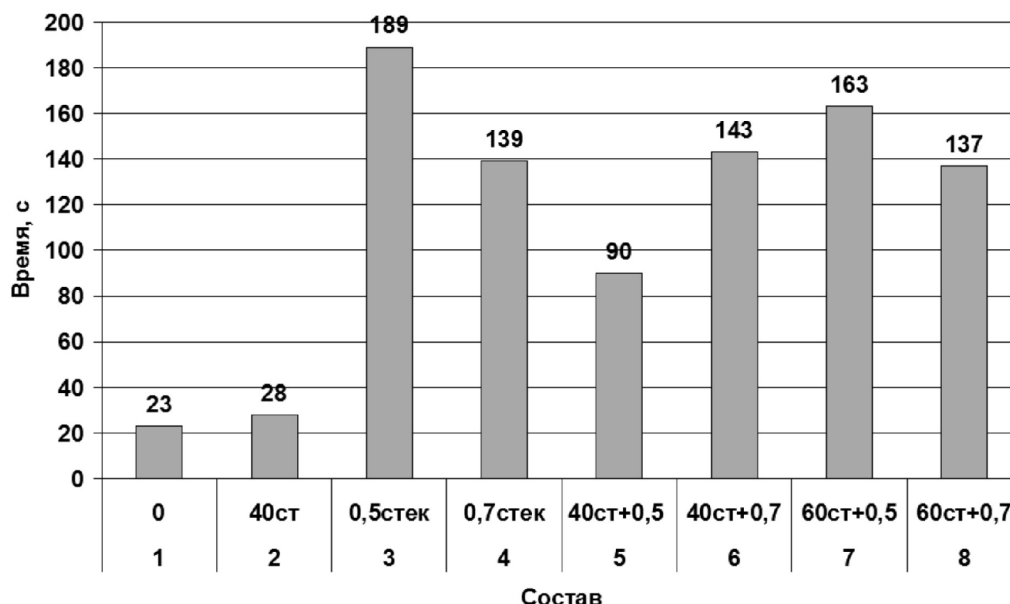
Рис. 1. Технология дозирования и приготовления сталефибробетонной смеси на базе завода ЖБИ «Казметрострой»: а – общий вид лабораторной бетономешалки; б – дозирование гранодиоритового щебня; в – предварительное сухое перемешивание щебня, песка и цемента; г – взвешивание стальной фибры; д – равномерное распределение фибры в смеси при перемешивании; е – разгрузка готовой смеси из мешалки

Дозирование компонентов смеси осуществляли в следующей последовательности:

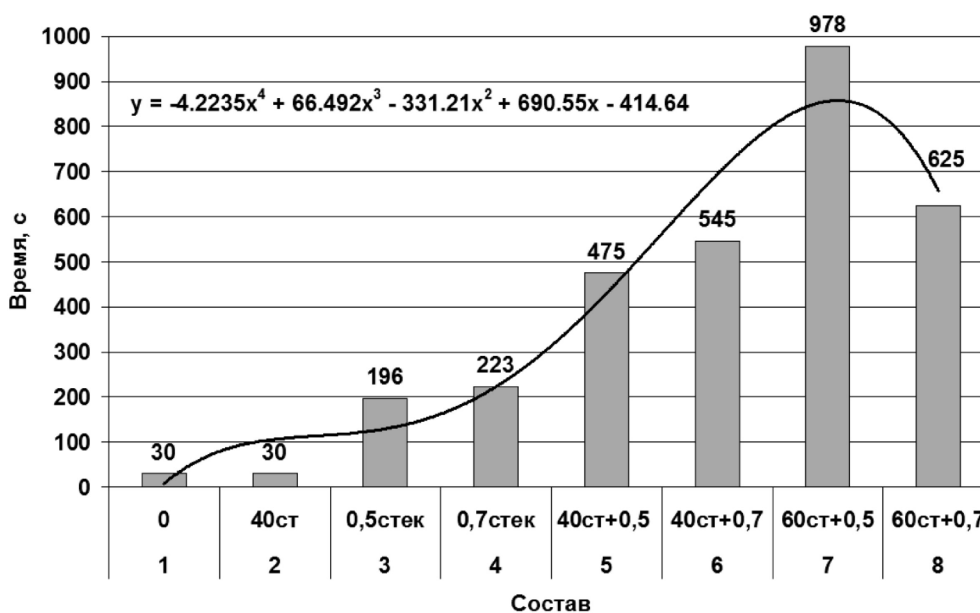
- дозирование в мешалку щебня, песка и цемента с последующим перемешиванием в сухом виде в течение 0,5 минут,
- равномерное добавление во вращающуюся мешалку стальной фибры и дополнительное перемешивание смеси в течение одной минуты,
- добавление в мешалку воды с 15 %-м водным раствором добавки СП-1 и окончательное перемешивание смеси в течение 2-2,5 минут.

После приготовления бетонную смесь выгружали в противень, определяли подвижность смеси и затем формовали на стандартной лабораторной виброплощадке контрольные образцы. Для определения деформаций на растяжение при изгибе и фиксации трещинообразования готовили для каждого состава смеси балочки размером 0,1x0,1x0,4 м в количестве 3 штук каждого состава. После выдержки образцов в течение 28 суток испытание осуществляли на гидравлическом прессе в лаборатории кафедры строительных материалов КГАСУ.

На контрольные образцы – балочки приклеивали тензодатчики для измерения величины деформации при ступенчатом увеличении нагрузки при изгибе. На каждой ступени нагружения проводили внешний осмотр поверхности образца с помощью лупы для фиксации образования первой трещины и при ее наличии фиксировали время начала трещинообразования. По результатам испытания были построены зависимости изменения деформации бетона от увеличения напряжения при изгибе. На рис. 2а представлены гистограммы изменения времени начала трещинообразования бетонных образцов от изменения состава смеси в процессе увеличения внутренних напряжений, возникающих при сосредоточенной изгибающей нагрузке, приложенной в середине пролета.



а)



б)

Рис. 2. Гистограммы изменения времени до начала трещинообразования (а) и до полного разрушения (б) фибробетона при растяжении на изгиб: состав 1 – без фибры; 2 – 40 кг/м³ стальной фибры; 3 – 0,5 % (от расхода цемента) стеклянной фибры; 4 – (0,7 % стеклянной фибры); 5 – (40 ст.+0,5 стек.); 6 – (40 ст.+0,5 стек.); 7 – (60 ст.+0,5 стек.); 8 – (60 ст.+0,7 стек.)

Видно, что без фибры (сост. 1) начало трещинообразования для бетона класса В45 наступает уже через 23 с после начала нагружения контрольных образцов.

При одноуровневом армировании или при добавлении в состав бетонной матрицы 40 кг стальной фибры (сост. 2) наблюдается небольшое увеличение начала трещинообразования – до 28 с. Картина резко меняется при одноуровневом армировании бетонной матрицы рубленой стеклянной фибры длиной 10 мм в количестве 0,5-0,7 мас. % (сост. 3 и 4). Время начала трещинообразования увеличивается соответственно до 189 и 139 с, что в 8,22 и 6,04 раза выше, чем у бетона матрицы.

Сравнительно высокие значения начала трещинообразования достигаются при использовании двухуровневого армирования: бетонной матрицы на макроуровне стальной фиброй, цементного камня на микроуровне стеклянной фиброй (сост. 5-8). При введении в состав бетонной смеси 40 кг стальной фибры на 1 м³ бетона и 0,5 мас. % стеклянной фибры (сост. 5) начало трещинообразования наступает через 90 с, что при сравнении с бетоном матрицы выше в 3,91 раза, а по сравнению с одноуровневым армированием только стальной фиброй (сост. 2) в 3,21 раза. Увеличение доли стальной фибры с 0,5 (сост. 5) до 0,7 мас. % (сост. 6) при двухуровневом армировании способствует увеличению времени начала трещинообразования с 90 до 143 с или в 1,59 раз. Еще более высокие показатели достигаются при увеличении доли стальной фибры до 60 кг на 1 м³ бетона (сост. 7). Увеличение доли стеклянной фибры до 0,7 мас. % (сост. 8) практически не влияет на начало трещинообразования по сравнению с составом 6.

Таким образом, можно значительно сместить начало трещинообразования при нагружении бетона класса В45 путем одноуровневого армирования бетонной матрицы рубленой стеклянной фиброй длиной 10 мм при дозировке 0,5-0,7 мас. %. Несколько меньший эффект достигается при двухуровневом армировании комбинированной фиброй (стальная + рубленая стеклянная). При этом оптимальные показатели достигаются при дозировке стальной фибры 40-60 кг на 1 м³ бетона и стеклянной 0,5-0,7 мас. %.

Кроме того, при испытании образцов на изгиб фиксировалось время от начала нагружения до полного разрушения образца при постоянной скорости приложения нагрузки (рис. 2б). Анализ характера кривой линии тренда и гистограммы показывает,

что более «стойким» к разрушению является бетон при двухуровневом армировании по сравнению с одноуровневым. Так, если бетонная матрица (сост. 1 без армирования) и бетон, армированный только стальной фиброй (сост. 2) в количестве 40 кг/м³, разрушаются уже через 30 с, то при армировании только стеклянной фиброй в количестве 0,5-0,7 мас. % бетон «держится» 196-223 с (сост. 3, 4). Более стойким бетон получается при двухуровневом армировании. При одновременном армировании бетона стальной и стеклянной фиброй разрушение сталестеклофибробетона наступает только через 475-978 с (сост. 5-8). При этом наибольший показатель (978 с) достигается при введении в состав смеси 60 кг стальной и 0,7 мас. % стеклянной фибры. Следовательно, можно говорить о синергетическом эффекте влияния двухуровневого армирования бетона класса В45 на стойкость бетона против разрушения при изгибе.

Заключение

1. Доказано экспериментами, что одноуровневое армирование бетона класса В45 рубленой стеклянной фиброй длиной 0,01 м в количестве 0,5 и 0,7 мас. % (от расхода цемента) способствует скачкообразному повышению времени начала трещинообразования образцов при изгибе по сравнению с бетоном матрицы (без фибры), соответственно, в 6,8 и 5 раз. Аналогичное увеличение в 6,53 и 7,43 раз наблюдается и времени до полного разрушения образца при постоянной скорости прикладываемой нагрузки при изгибе соответственно.

2. Двухуровневое армирование матрицы стеклянной и стальной фиброй позволяет более длительное время сохранять работоспособность бетона при увеличении нагрузки при изгибе, т.к. доказано, что составы 6 (40 ст.+0,7 стек.) и 8 (60 ст.+0,7 стек.) дают значительное увеличение времени до начала трещинообразования соответственно в 6,25 и 5,96 раз, и скачкообразное увеличение времени до полного разрушения фибробетона, соответственно в 18,2 и 20,8 раза.

3. Наилучшие результаты получены для состава 7 (60 ст. + 0,5 стек.), т.к. наблюдается скачкообразное увеличение начала трещинообразования по сравнению с нулевым составом в 7,1 раза, а длительность времени до полного разрушения увеличивается в 32,6 раза.

Список литературы

1. Рахимов Р.З., Габидуллин М.Г., Смирнов Д.С., Крук Ю.Е., Клементьев Г.А., Хахимов Ф.С., Хорев Н.М. Производство блоков колец обделки для Казанского метрополитена // Подземное пространство мира, 2001. № 1-2. – С. 18-24.
2. Рахимов Р.З., Габидуллин М.Г., Гильфанов Р.М., Смирнов В.И., Журавлев В.И., Хорев Н.М. Разработка и реализация программного обеспечения «Concrete» для проектирования и корректировки высококачественных бетонов // Бетон и железобетон, 2002, № 6. – С. 2-6.
3. Рахимов Р.З., Габидуллин М.Г., Смирнов Д.С. Об эффективности использования интегрально-капиллярных систем в производстве высококачественного бетона для метроостроения // Статья в Сб. трудов годовичного собрания РААСН «Ресурсо- и энергосбережение как мотивация творчества в архитектурно-строительном процессе». – Москва-Казань, 2003. – С. 384-388.
4. Рахимов М.М., Рахимов Р.З., Габидуллин М.Г. Освоение производства блоков колец обделки Казанского метро на базе завода ЖБИ «Казметрострой» // Метро и тоннели, 2002, № 4. – С. 23-33.
5. Рахимов Р.З., Рахимов М.М., Габидуллин М.Г. Комплексное решение задач организации производства колец обделки тоннелей Казанского метрополитена. // Труды Международной научно-практической конф. «Тоннельное строительство России и стран СНГ в начале века: опыт и перспективы». – М., 2002. – С. 237-240.
6. Патент № 2210552 от 16.04.2001 г. по заявке № 2001111538. Приоритет от 16.04.2001 Бетонная смесь // Рахимов Р.З., Габидуллин М.Г., Смирнов Д.С.,

Клементьев Г.А., Рахимов М.М., Хахимов Ф.С., Низембаев А.Ш., Давлетбаева Ф.И.
Патентообладатель Габидуллин М.Г.

7. Голубев В.Ю. Высокопрочный бетон повышенной вязкости разрушения // Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. к.т.н. – Санкт-Петербург, 2009. – 19 с.
8. Парфенов А.В. Ударная выносливость бетонов на основе стальной и синтетической фибры // Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. к.т.н. – Уфа, 2004. – 19 с.
9. ТУ 5865-001-00043920-96. Изделия сборные железобетонные для сооружений метрополитена. – М.: Корпорация «Трансстрой», МОО «Тоннельная ассоциация», 1996. – 28 с.

Badertdinov I.R. – post-graduate student

E-mail: ilnar.badertdinov@gmail.com

Gabidullin M.G. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: gabmah@mail.ru

Rakhimov R.Z. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: halima@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Baltanov M.A. – deputy director

Evseev B.A. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: info@fibre.ru

Scientific and Production Association «Magnitogorsk fiber-Story»

The organization address: 455000, Russia, Magnitogorsk, 9 May st., 5

Rakhimov M.M. – director general

MUP «Kazmetrostroy»

The organization address: 420202, Russia, Kazan, Korotchenko st., 4

Nizembaev A.Sh. – director

Horev N.M. – deputy director

ZhBI MUP «Kazmetrostroy»

E-mail: kazmetro@mi.ru

The organization address: 420127, Russia, Kazan, Dementieva st., 1

Influence of one- and two-level reinforcement steel and glass-reinforcement on the cracking start time of class B45 concrete

Resume

In this paper we analyzed effect of the amount and type of fiber on the start time of crack development in concrete, Steel-Fiber-Reinforced-Concrete, Fiberglass Reinforced Concrete and Steel-Glass-Reinforced concrete. In order to bring the test results to real conditions, in cooperation with the management of reinforced concrete items plant «Kazmetrostroy» and plant laboratory staff and representatives of the NGO «Magnitogorsk fiber-Story», traditional ingredients of concrete mixture were used same mixtures as those used in making concrete blocks lining tunnels of Kazan subway.

To determine the deformation properties fiber concrete standard samples were made. Diagrams of concrete deformation changes under bending stress increases were drawn based on the test results. Studies have shown that a two-level reinforcement matrix glass and steel fiber allows longer and increased load bearing work of concrete in flexed state. A significant increase up to 5-8 times in the time before the cracking starts was achieved. An increase in the time period to complete destruction of the fiber-reinforced concrete has increased up to 15-20 times.

Keywords: fiber, Steel-Fiber-Reinforced-Concrete, Fiberglass Reinforced Concrete, layered reinforcement, steel fiber, glass fiber.

References

1. Rakhimov R.Z., Gabidullin M.G., Smirnov, D.S., Crook Yu.E., Clement G.A., Khakimov F.S., Horev N.M. Block production of rings lining for Kazan metro. // Jh. underground space of the world. – M.: TIMR, 2001. № 1-2. – P. 18-24.
2. Rakhimov R.Z., Gabidullin M.G., Gilfanov R.M., Smirnov D.S., Zhuravlev V.I., Horev N.M. Development and implementation of software «Consrete» design and high-quality concrete adjustment. // Jh. «Concrete and reinforced concrete», № 6, 2002. – P. 2-6.
3. Rakhimov R.Z., Gabidullin M.G., Smirnov D.S. About the effectiveness of an integrated-capillary systems in the production of high quality concrete for subway construction. // An article in the Annual Meeting com. works RAASN «Resource and energy conservation as the motivation of creativity in architecture and construction process». – Moscow-Kazan, 2003. – P. 384-388.
4. Rakhimov M.M., Rakhimov R.Z., Gabidullin M.G. Mastering the production units of the Kazan metro rings lining at the plant JhBI «Kazmetrostroy». // The article in the magazine «Metro and tunnels». – M., № 4, 2002. – P. 23-33.
5. Rakhimov R.Z., Rakhimov M.M., Gabidullin M.G. Comprehensive resolution of the organization of production rings lining Kazan underground tunnels. // An article in the Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. «Tunnel construction in Russia and CIS countries at the beginning of the century: Experience and Prospects», Russia. – M., 2002. – P. 237-240.
6. Patent number 2210552 on 16.04.2001, on the application № 2001111538. Priority from 04.16.2001 concrete. // Rakhimov R.Z., Gabidullin M.G., Smirnov D.S., Clement G.A., Rakhimov M.M., Khakimov F.S., Nizembaev A.S., Davletbaeva F.I. Patentee Gabidullin M.G.
7. Golubev V.Y. High-performance concrete high fracture toughness. // Abstract. diss. on competition. uch. Art. Ph.D. – St. Petersburg, 2009. – 19 p.
8. Parfenov A.V. Impact endurance concrete on steel and synthetic fibers. // Author. diss. on competition. uch. Art. Ph.D. – Ufa, 2004. – 19 p.
9. TU 5865-001-00043920-96. Precast concrete products for the construction of underground. M. Corporation «Transstroy» IPO «Tunnel Association», 1996. – 28 p.

УДК 691.327

Вагапов Р.Ф. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: niistroy@mail.ru

Синицин Д.А. – кандидат технических наук, заведующий лабораторией

E-mail: d4013438@yandex.ru

Оратовская А.А. – кандидат технических наук, ведущий научных сотрудник

Тэненбаум Г.В. – заведующий отделом

ГУП институт БашНИИстрой

Адрес организации: 450064, Россия, г. Уфа, ул. Конституции, 3

Строительные материалы на основе промышленных отходов Республики Башкортостан

Аннотация

Представлен опыт получения бесцементного известьесодержащего вяжущего на основе отходов производства кальцинированной соды. Показано, что наиболее оптимальным с технологической точки зрения является использование фильтрованного свежего шлама, что позволит снизить содержание в нём хлоридов и получить более однородное вяжущее. Приведены результаты лабораторных исследований по влиянию замены части песка на золу-уноса при производстве тяжёлых бетонов, строительных растворов и пенобетона. Показана возможность замены до 50 % песка на золу-уноса без снижения прочности раствора или бетона.

Ключевые слова: ячеистый бетон, отходы содового производства, бесцементное известьесодержащее вяжущее, зола-уноса.

Одним из важнейших направлений в области производства строительных материалов в Республике Башкортостан (РБ) являются вопросы получения строительных материалов и изделий на основе крупнотоннажных отходов различных отраслей промышленности. Актуальность этого направления обусловлена двумя факторами:

- экологическая составляющая, т.к. в настоящее время на промышленных предприятиях Башкирии скопилось большое количество отходов промышленного производства, занимающих значительные площади, и объём их возрастает с каждым годом;
- экономическая составляющая, т.к. при больших объёмах промышленного и гражданского строительства в республике периодически возникает нехватка кондиционных строительных материалов: цемента, извести, качественных заполнителей и т.п.

Наиболее перспективным является комплекс работ, связанных с поиском возможных областей применения отходов производства кальцинированной соды ОАО «Сода» (г. Стерлитамак). Как известно, производство кальцинированной соды по распространённому в настоящее время аммиачному способу сопровождается образованием большого количества отходов в виде шламов дистиллерной жидкости. Годовой сброс отходов составляет около 400 тыс. м³. На 1 т продукции приходится 8-10 м³ шламов, содержащих в своём составе 200-250 кг твёрдой фазы. Эти отходы сливаются в специальные шламобассейны, где происходит оседание твёрдых частиц. В настоящее время в шламохранилищах ОАО «Сода» накоплено десятки миллионов тонн (в пересчёте на сухое вещество) отходов содового производства, для хранения которых отведены сотни гектаров земельных угодий.

Твёрдая фаза дистиллерной жидкости (ТОС) представляет собой шлам влажностью от 25 до 60 %, содержащий тонкодисперсные частицы, состоящие в основном из карбонатов кальция. Также в ней содержатся карбонат магния, гидроксиды кальция и магния, примеси гипса и хлоридов кальция, натрия, аммония и глинистых соединений. Содержание хлоридов зависит от влажности материала, которая увеличивается с глубиной его нахождения.

Исследованиями, выполненными в институте БашНИИстрой в 1970-1980 гг., было установлено, что путём обжига ТОС при $t = 850-950$ °С получается продукт, который проявляет активные свойства подобно извести. На его основе при совместном помеле с кварцевым песком было получено бесцементное известьесодержащее вяжущее (ИВС). Лабораторные исследования показали, что из него можно изготавливать автоклавный ячеистый бетон, тяжёлый бетон марок от М50 до М200, силикатный кирпич марки по

прочности до М200, не уступающие по техническим свойствам аналогичным изделиям из кондиционных материалов [1]. Это вяжущее возможно также использовать в качестве минерального пластификатора для приготовления строительных бетонов и растворов.

В лаборатории строительных материалов института БашНИИстрой были разработаны технические условия на ТОС и ИВС, рекомендации по приготовлению тяжёлого бетона, строительного раствора и автоклавного газобетона на основе ИВС, а также технологический регламент по производству из него мелких стеновых блоков из газобетона на основе ИВС. В 1970-х гг. было получено несколько авторских свидетельств на бесцементные вяжущие автоклавного и неавтоклавного твердения и 4 зарубежных патента.

Экспериментально было установлено, что обожжённый ТОС способен активизировать вяжущие свойства гранулированного доменного шлака или золы от сжигания бурого угля. Оптимально подобранные смеси обеспечивают получение бесцементного вяжущего неавтоклавного твердения, в котором полностью исключается использование извести и цемента, и при этом происходит полная или частичная замена песка на золу или шлак. Такие вяжущие могут быть использованы для приготовления строительных растворов и низкомарочных бетонов (до марки М200).

Результаты лабораторных исследований, выполненных в институте БашНИИстрой, неоднократно проверялись в производственных условиях. В 1980 г. на ПО «Сода» (г. Стерлитамак) на основе технологии, разработанной институтом БашНИИстрой, по проекту институтов «Башпромстройпроект» (г. Уфа) и «НИОХИМ» (г. Харьков) было построено и введено в эксплуатацию опытное производство ИВС из обожжённых отходов содового производства и кварцевого песка [3]. Первоначально вяжущее использовалось для замены извести при производстве силикатного кирпича на Стерлитамакском комбинате строительных материалов, а также для улучшения пластичности и частичной замены цемента при производстве строительных растворов и низкомарочных бетонов в ряде организаций г. Стерлитамака и г. Уфы. В 1984 г. была пущена в эксплуатацию опытная линия по производству мелких стеновых газобетонных блоков автоклавного твердения на основе бесцементного вяжущего. Блоки характеризовались плотностью 600-700 кг/м³ и прочностью 2,5...5,0 МПа. Производство блоков осуществлялось по литевой технологии с последующей разрезкой вспученного массива на блоки и автоклавной обработкой при давлении насыщенного пара 0,8 МПа и изотермии в течение 8 ч. После освоения технологии изделия из бесцементного газобетона полностью соответствовали требованиям ГОСТ 21520-89.

Автоклавные газобетонные блоки на основе ИВС использовались для возведения жилых домов и сельскохозяйственных построек. В экспериментальном порядке в 1985 г. в двух деревнях Ишимбайского района РБ из этих блоков были построены 9 одноэтажных жилых домов. Отделка наружных стен из-за отсутствия специальных составов была выполнена путём оштукатуривания обычными строительными растворами. Заселение домов было осуществлено осенью 1985 г. При обследовании зданий после полугодия эксплуатации весной 1986 г. не обнаружено промерзания стен, за исключением узлов сопряжения стен и панелей перекрытия, где была недостаточная теплоизоляция мостиков холода. По свидетельству жильцов, наружные стены и дома в целом тёплые, сухие, условия проживания комфортные [3]. Выполненное в 2002 г. обследование этих домов показало, что через 17 лет эксплуатации они находятся в хорошем состоянии.

Технологическая линия по получению бесцементного вяжущего была создана как опытная, поэтому запроектирована маломощной. В связи с этим в 1986 г. она была закрыта на реконструкцию с целью увеличения производительности, однако из-за недостатка финансирования реконструкция не была завершена, и производство больше не возобновлялось. Но сравнительно небольшой срок действия опытной линии показал техническую возможность изготовления газобетонных блоков из бесцементного известьесодержащего вяжущего на основе отходов производства кальцинированной соды, при этом выпускаемая продукция по качеству была не хуже изделий, производимых с применением извести и цемента.

Необходимо отметить, что сырьём для экспериментальных исследований и опытного производства в 1980-х гг. служил шлак, добываемый из участков шламонакопителя, в которые уже долгие годы не сливали свежие шламы. Эти отходы имеют значительную неоднородность состава, т.к. при длительном нахождении в отстойнике происходит разделение мелких и крупных частиц неравномерно как по площади, так и по глубине.

Неоднородность исходного сырья усложняет технологию изготовления и приводит к снижению качества конечного продукта. Кроме того, одним из сложных вопросов технологии производства обожжённого ТОС является добыча и подача водонасыщенного шлама перед обжигом, т.к. в естественных условиях шлам очень медленно (в течение многих лет) отдаёт воду, при этом осушаются только верхние слои.

В 2008 г. на ОАО «Сода» были опробованы опытные пресс-фильтры импортного производства, которые позволяют обезвоживать (фильтровать) шлам и получать готовый к обжигу обезвоженный ТОС, что позволяет значительно улучшить технологию и получать максимально однородный конечный продукт (вяжущее), кроме того, фильтрованный ТОС можно использовать и в необоженном виде. При фильтровании шлама также снижается содержание хлористых солей в твердой фазе, что позволяет расширить область применения полученного бесцементного вяжущего. Наиболее оптимальным при этом является использование свежееотфильтрованного шлама, поступающего непосредственно с производства, который имеет однородный химический состав, что позволило бы повысить качество выпускаемого вяжущего.

В настоящее время в институте БашНИИстрой ведётся поиск путей использования необоженных фильтрованных ТОС при производстве строительных материалов, что позволит обеспечить существенный экономический эффект в результате отсутствия затрат на обжиг, а также разработка оптимальных составов смесей для изготовления автоклавных газобетонных блоков с использованием обожжённых фильтрованных ТОС вместо извести. В рамках этой работы в 2008 г. институтом получен патент на изобретение «Способ получения вяжущего автоклавного твердения» [4].

Таким образом, экспериментальными исследованиями, производственными испытаниями и успешно действовавшим опытным производством доказано, что известьесодержащие шламы дистиллерной жидкости – отход производства кальцинированной соды – являются потенциальным сырьевым источником при производстве строительных материалов (газобетона, силикатного кирпича, строительных растворов) в качестве замены извести. Помимо экономии природного сырья, в частности, известняка, использование отходов производства помогло бы решать экологические задачи, связанные с освобождением сотен гектаров земель под устройство шламонакопителей.

Другим крупнотоннажным отходом промышленных предприятий Республики Башкортостан является зола от сжигания бурого угля на Кумертауской ТЭЦ. Как известно из мирового опыта, золы тепловых электростанций – дешёвый источник сырья для производства различных строительных материалов и изделий. В Республике Башкортостан зола от сгорания бурого угля на Кумертауской ТЭЦ на протяжении десятков лет применялась в основном в качестве отощителя при производстве керамического кирпича. С учётом опыта других регионов и особенностей имеющейся бурогоугольной золы институтом БашНИИстрой за последние годы был выполнен ряд исследований для оценки возможности применения золы Кумертауской ТЭЦ для производства строительных материалов и изделий.

Как известно, свойства исходной золы обусловлены видом и режимом сжигаемого топлива. Исследуемые золы Кумертауской ТЭЦ относятся к низкокальциевым золам: содержание СаО составляет до 20 %. Согласно данным химического и петрографического анализов в Кумертауской золе содержится до 80 % стекловидной фазы, которая представлена геленитом, мелилитом, гематитом. Кристаллическая фаза представлена обломками кварца. Кроме того, в золе содержится некоторое количество органического компонента – несгоревшего угля, который отрицательно влияет на свойства получаемого строительного материала.

Характеристики золы-уноса и золошлаковых смесей, предназначенных для использования в бетонах, регламентированы стандартами России ГОСТ 25818-91 [1], ГОСТ 25592-91 [2]. Золы Кумертауской ТЭЦ по отдельным показателям не соответствуют требованиям указанных стандартов. В связи с этим возникла необходимость провести экспериментальные исследования по обоснованию возможности использования этих зол в качестве мелкодисперсного кремнеземистого компонента в составах строительных растворов и тяжелых бетонов с целью улучшения их технических и технологических свойств.

Исследования по оценке эффективности использования золы в строительных растворах осуществлялись согласно требованиям СП 82-101-98, ГОСТ 28013-98 и ГОСТ 5202-86, предъявляемым к строительным растворам. В качестве исходных материалов применялись цемент по ГОСТ 10178-85 и песок для строительных работ по ГОСТ 8736-96. В качестве минеральных добавок использовались известковое тесто как минеральный пластификатор, зола-уноса и зола-гидроудаления. При этом изучалось влияние введения этих отходов на технические характеристики растворных смесей и затвердевших растворов. Для определения прочности растворов из смесей изготавливались образцы $7 \times 7 \times 7$ см, которые твердели в нормально-влажностных условиях в течение 28 суток.

Экспериментами доказано, что при замене части песка (около 25 %) на золу-уноса в растворах М50, М75 и М100 прочность раствора возрастает до 50 %, что позволяет при равной прочности и подвижности растворной смеси получить экономию цемента 30-50 кг/м³, при этом зола выполняет роль минерального пластификатора, улучшающего удобоукладываемость растворных и бетонных смесей. Без снижения прочности и расхода цемента золой уноса можно заменить до 50 % песка, при этом можно полностью исключить применение известкового теста. Введение золы гидроудаления в состав строительных растворов также оказывает положительное воздействие, повышая подвижность смесей и, соответственно, прочностные характеристики растворов.

Морозостойкость растворов и бетонов, приготовленных с применением золы, оказалась не ниже морозостойкости контрольных составов. Экспериментальным путём было установлено оптимальное количество золы, не снижающее прочности раствора и бетона при замене ею части песка.

С целью определения возможности использования зол в бетонах в соответствии с ГОСТ 7473-94 и ГОСТ 27006-86 приготавливались смеси составов бетона классов В10 и В15 с различным содержанием золы-уноса при равных подвижностях. Из бетонных смесей формовались образцы $10 \times 10 \times 10$ см, твердевшие при термовлажностной обработке и в нормально-влажностных условиях в течение 28 суток. В установленные сроки образцы подвергались испытаниям на прочность при сжатии. Полученные результаты позволили выявить оптимальное содержание золы (около 100-150 кг/м³ бетона взамен песка), при котором увеличивается прочность бетона за счёт уплотнения его структуры, при этом улучшается технологичность и повышается удобоукладываемость бетонных смесей. Это позволяет снизить расход цемента на 10-20 кг/м³ и расход песчано-гравийной смеси на 110-150 кг/м³. Увеличение количества добавки золы сверх оптимального содержания сопровождается снижением показателей прочности при сжатии по сравнению с контрольным составом. Спад прочности связан с повышенной водопотребностью бетонной смеси. С целью снижения водопотребности были приготовлены составы смесей с пластифицирующей добавкой ЛСТ. Совместное использование золы в оптимальных количествах и добавки ЛСТ в количестве 0,2 % от массы цемента позволит при тепловлажностной обработке по принятым в производственных условиях режимам сэкономить до 30 кг цемента на 1 м³ тяжелого бетона. При использовании суперпластификаторов предполагается получить более ощутимый эффект.

Помимо вышеизложенного, за последние 3-5 лет были проведены экспериментальные исследования по выявлению возможности использования золы-уноса в составе смесей для получения теплоизоляционного пенозолобетона марок D300-D500, соответствующего требуемым показателям ГОСТ 25485.

За критерий при оценке результатов экспериментов принимались:

- совершенная поровая структура, характеризующаяся однородностью по объему с равномерным распределением пор правильной шаровидной формы размером 1-1,5 мм;
- прочностной показатель в зависимости от требуемой плотности.

Анализ полученных результатов показал, что составы, содержащие золу-унос, как правило, отличаются повышенными показателями прочности по сравнению с составами, содержащими кварцевый песок, при равных содержаниях кремнезёмистого компонента. Так, приведенная прочность образцов пенозолобетона марки D500 на 13-20 % превышает аналогичные показатели образцов, приготовленных на кварцевом песке, и соответствует классу по прочности на сжатие В1, образцы пенозолобетона марки D400 соответствуют

классу В0, 75. При введении в составы сырьевых смесей модифицирующих добавок можно увеличить прочностные показатели в среднем в 2 раза в зависимости от составов смеси, и класс бетона по прочности на сжатие получаемых изделий достигает уровня показателей, характерных для автоклавных материалов.

На основании анализа полученных результатов можно заключить, что зола-уноса Кумертауской ТЭЦ является пригодным сырьевым компонентом при производстве неавтоклавного теплоизоляционного пенозолобетона. Использование золы-уноса в качестве кремнеземистого компонента в составах пенобетонных смесей позволяет частично заменить песок, снизить расход цемента и повысить прочность теплоизоляционных пенозолобетонных.

По результатам выполненных исследований зола-уноса сухого отбора, образующаяся при сгорании бурого угля, была рекомендована к применению в качестве кремнеземистого компонента для замены части песка в составах бетонов и строительных растворов и улучшения их технических и технологических свойств. Кроме того, зола-уноса после помола совместно с песком может применяться в качестве кремнеземистого компонента в составе пено- или газобетона. Золы гидроудаления, находящиеся в отвалах и имеющие более грубодисперсную структуру, рекомендованы для введения в составы растворных и бетонных смесей с целью повышения их пластичности и экономии природных заполнителей. Полученные результаты позволяют перевести отходы от сжигания бурых углей из разряда отходов в разряд вторичного сырья для производства строительных материалов. Кроме того, использование зол Кумертауской ТЭЦ позволит решить проблему дефицита мелких кварцевых песков для производства строительных растворов и бетонов.

На основе результатов экспериментальных исследований был разработан ряд документов, необходимых для практического применения золы в строительстве: Рекомендации по приготовлению низкомарочных бетонов с применением бурогоугольной золы-уноса; Рекомендации по приготовлению строительных растворов с применением бурогоугольной золы-уноса и золы гидрозолоотвала, а также разработаны и утверждены Технические условия ТУ 5718-168-01266753-2008 «Зола-уноса и зола гидрозолоотвала для бетонов и строительных растворов».

Список литературы

1. Кравцов В.М., Полак А.Ф., Оратовская А.А., Есенков М.Г., Понин В.И. Вяжущее для производства автоклавных бетонов. А.С. № 505184 от 5.11.1975.
2. Меркулов Ю.И., Оратовская А.А., Понин В.И., Смирнова Н.Ф., Бабков В.В., Соколовский В.А., Трутнев Г.А., Шатов А.А., Якимцева Г.В., Бакиров М.Ц. Сырьевая смесь для получения вяжущего А.С. № 1076410. Оpubл. 28.02.1984. Бюл. № 8.
3. Оратовская А.А., Меркулов Ю.И., Хабиров Д.М., Галеева Л.Ш., Шатов А.А., Якимцева Г.В., Дрямина М.А., Бабков В.В. Автоклавный ячеистый бетон в Республике Башкортостан. // Строительные материалы, 2005, № 1. – С. 52-54.
4. Оратовская А.А., Галеева Л.Ш., Равилова Л.Р. Способ получения вяжущего автоклавного твердения. Патент на изобретение № 2396227. Оpubл. 10.08.2010. Бюл. № 22.

Vagapov R.F. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: niistroy@mail.ru

Sinitsyn D.A. – candidate of technical sciences, head of laboratory
E-mail: d4013438@yandex.ru

Oratovskaya A.A. – candidate of technical sciences, leading research scientist

Tenenbaum Gennady Victorovich – department head

Scientific-Research Institute «BashNIStroy»

The organization address: 450064, Russia, Ufa, Konstituzii str., 3

Construction materials based on industrial wastes of Bashkortostan republic

Resume

Production of soda by widely spread at present ammonia way is accompanied by forming of a large amount of wastes in kind of slimes of distillable liquid. Solid phase of distillable liquid (TOS) is 25-60 % humidity slime containing fine particles mainly of calcium carbonate. By TOS burning at $t = 850 - 9500$ °C, a product is obtained with the properties similar to lime. On its base, with the simultaneous grinding with quartz sand the cementless lime-containing binder (IVC) can be obtained. The laboratory investigations showed the autoclaved cellular concrete, normal-weight concrete of M50-M200 grade, calcium silicate brick of M200 strength to be produced from the above binder with the technical properties similar to products of standard materials. In 1984-1986 at the Production Incorporation «Soda» (Sterlitamak city) there was the test process of production of one-hand expanded concrete blocks of autoclave curing with $600-700 \text{ kg/m}^3$ density and 2,5...5,0 MPa strength based on cementless binder. The blocks were in complete conformance to requirements of GOST 21520-89.

The raw material for the experimental investigations and test production was infiltrated slime extracted from slime reservoir. The slime was of high humidity and significant nonhomogeneity by its composition that complicated the technology of production and decreased the quality of the end product. So, the most optimum is the use of slime directly from the production which is of homogeneous chemical composition after its dewatering at the special unit. This provides the maximum homogeneous end product (binder).

The other large-capacity waste of industrial enterprises of Bashkortostan Republic is the ash of brown coal burning at Kumertau thermal power station. The experiments showed that when replacement of sand part (about 25 %) by fly ash in mortars M50-M100 and concretes to M200, the strength was increased by 20-50 %, in this case the ash served as the mineral plasticizer that amended the workability of mortar and concrete. Without strength and cement quantity decrease, to 50 % of sand can be replaced by fly ash, the use of slaked slime can be completely excluded. Experimentally, the optimum quantity of ash was stated not decreasing the mortar and concrete strength when replacement of sand part by the above ash. The increase of ash quantity addition beyond the optimum content is accompanied with compression strength decrease compared to the control composition due to increased water requirement of ash.

Besides above stated, the possibility of fly ash of Kumertau thermal power station use in mixtures to obtain heat insulating foamed breeze concrete D300-D500 meeting the requirements of GOST 25485 was proved. Use of fly ash as siliceous component in foamed concrete mixtures allows partial replacement of sand, cement quantity decrease and strength of heat insulating foamed breeze concrete increase.

Keywords: cellular concrete, wastes of soda production, cementless lime-containing binder, fly ash.

References

1. Kravtsov V.M., Polak A.F., Oratovsraya A.A., Esenkov M.G., Ponin V.I. Binding agent for production of autoclave concretes. A.C. № 505184 on 5.11.1975.
2. Merkulov Yu.I., Oratovsraya A.A., Ponin V.I., Smirnova N.F., Babkov V.V., Sokolovsky V.A., Trutnev G.A., Shatov A.A., Yakimtseva G.V., Bakirov M.Ts. Raw mixture to obtain binding agent. A.C. № 1076410. Published on 28.02.1984. Bulletin № 8.
3. Oratovsraya A.A., Merkulov Yu.I., Khabirov D.M., Galeeva L.Sh., Shatov A.A., Yakimtseva G.V., Dryamina M.A., Babkov V.V. Autoclave cellular concrete in Republic of Bashkortostan. // Construction materials, 2005, № 1. – P. 52-54.
4. Oratovsraya A.A., Galeeva L.Sh., Ravilova L.R. The way of binding agent of autoclave curing obtaining. Patent for invention № 2396227. Published on 10.08.2010. Bulletin № 22.

УДК 691.8

Габидуллин М.Г. – доктор технических наук, профессор

E-mail: gabmah@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Габидуллина А.Н. – старший научный сотрудник

Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН

Адрес организации: 420111, Россия, г. Казань, ул. Лобачевского, д. 2/31

Расчетно-графический метод разработки базовых показателей свойств газокерамики с использованием «коэффициента технологичности»

Аннотация

Впервые для учета особенностей технологии производства газокерамики и их взаимосвязи с разработанными базовыми нормативными значениями основных свойств газокерамики введен «коэффициент технологичности» N , что позволило на основании данных литературного обзора для конструкционных, конструкционно-теплоизоляционных и теплоизоляционных газокерамических материалов расчетно-графическим методом установить базовые показатели предела прочности при сжатии, представленные в виде номограмм и таблиц.

Ключевые слова: газокерамика, прочность при сжатии, теплопроводность, «коэффициент технологичности», номограмма.

В свете реализации программ по энерго- и ресурсосбережению в строительстве одним из перспективных направлений являются исследования по созданию эффективных керамических материалов заданной пористости и разработке теоретических аспектов влияния пористости на прочность и теплопроводность [1].

В последние годы наблюдается интенсивное расширение номенклатуры высокопористых керамических материалов, в том числе и ячеистых [2-5], как за счет расширения сырьевой базы, разнообразия составов шихты, совершенствования технологии, разнообразия по геометрическим размерам, формам, цвету [6], так и за счет улучшения качественных характеристик материалов и изделий: повышения марочности по прочности [6-9], снижения плотности и теплопроводности [6, 10, 11], повышения долговечности и т.д.

Хотя основной строительной керамической продукцией в России является конструкционный штучный кирпич, камни и блоки с плотностью более 1300 кг/м^3 , все большим спросом начинают пользоваться облегченные конструкционные и конструкционно-теплоизоляционные пористо-пустотелые стеновые изделия с плотностью $650-850 \text{ кг/м}^3$ и теплопроводностью $0,15-0,2 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$, т.к. их использование позволяет создавать однослойные теплые стены для многих регионов РФ, не превышая установленные нормативами требования термического сопротивления. При дальнейшем ужесточении этих норм большим спросом для ограждающих конструкций будут пользоваться уже изделия с плотностью менее $500-650 \text{ кг/м}^3$, которые пока практически не производятся, но научные разработки и опытно-промышленные партии их производства уже имеются в России и за рубежом. В связи с этим актуальным является разработка и развитие производства нового класса стеновой керамики – ячеистой керамики с теплопроводностью менее $0,12-0,14 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$, для реализации которой представляет интерес использование опыта производства ячеистых бетонов пониженной плотности на минеральных вяжущих. Следует подчеркнуть, что при прочих равных свойствах изделия из ячеистой керамики превосходят ячеистые бетоны по морозостойкости и долговечности. При этом необходимо расширить номенклатуру эффективных стеновых керамических

материалов в сторону снижения их плотности менее 800-900 кг/м³ путем разработки новых технологий, обеспечивающих выпуск изделий с теплопроводностью менее 0,2 Вт/(м·°С).

Несмотря на то, что в настоящее время все большее число исследований посвящено разработке новых технологий, обеспечивающих получение материалов с пониженной теплопроводностью для их использования в новых конструктивных решениях стен [12-16], до настоящего времени ни в мире, ни в РФ не разработана совершенная технология производства конструкционно-теплоизоляционных и теплоизоляционных высокопористых керамических материалов, имеющих структуру ячеистых бетонов.

В настоящей работе представлены данные анализа результатов технологических и теоретических разработок, результаты лабораторной и опытно-промышленной апробации возможности производства различных эффективных керамических строительных материалов, в особенности газокерамических:

- конструкционных с плотностью 900-1900 кг/м³,
- конструкционно-теплоизоляционных 500-800 кг/м³,
- теплоизоляционных 100-400 кг/м³.

На основании обобщения данных многочисленных исследований, проведенных отечественными и зарубежными авторами, была разработана классификация стеновых керамических материалов, представленная в табличной форме (табл. 1), и впервые были разработаны обобщенные зависимости изменения основных физико-механических свойств пенокерамики [17, 18], газокерамики, порокерамики и легких бетонов на обжиговой связке от состава и технологии их производства.

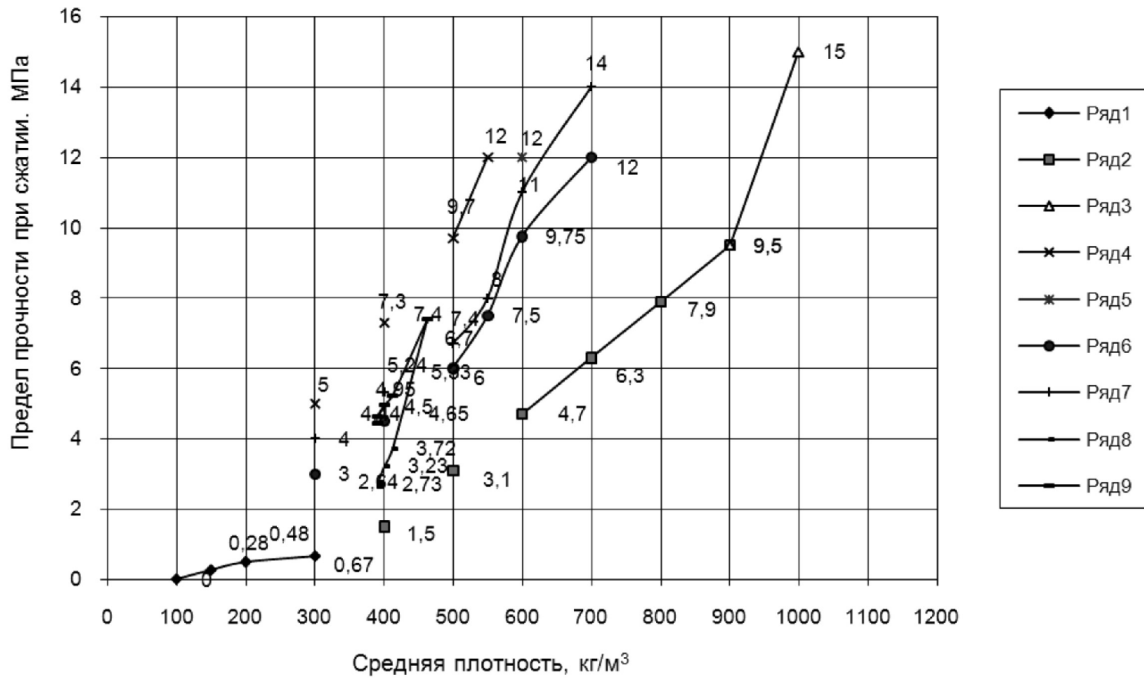
Таблица 1

Классификация эффективных стеновых керамических материалов

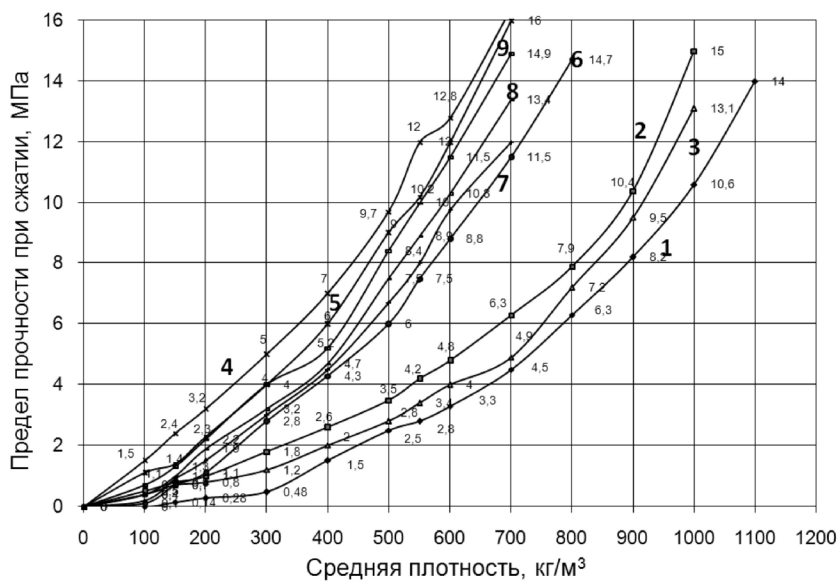
СТЕНОВЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ			
ВИДЫ		РАЗНОВИДНОСТИ	СРЕДНЯЯ ПЛОТНОСТЬ, кг/м ³
КИРПИЧИ И КАМНИ ПО ГОСТ 530-2007		Обыкновенный кирпич	свыше 1600
		Эффективные пустотелые кирпичи	не более 1400
		Эффективные пустотелые камни	не более 1450
ЯЧЕИСТЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ	ПЕНОКЕРАМИКА	Конструкционные	$\rho \geq 900 - 1200$
	ГАЗОКЕРМИКА		
ПОРОКЕРАМИКА		Конструкционно-теплоизоляционные	$\rho \geq 500 - < 900$
ЛЕГКИЕ БЕТОНЫ НА ОБЖИГОВОЙ СВЯЗКЕ (БОС)		Теплоизоляционные	$\rho = 100 - < 500$

Классификация, представленная в табл. 1, не претендует на окончательность, поэтому может быть видоизменена, расширена и дополнена новыми видами керамических материалов. В [18] нами были представлены разработанные требования к основным свойствам пенокерамики. В настоящей работе продолжены исследования зависимостей изменения основных свойств ячеистых керамических материалов, в частности газокерамических, от изменения состава и технологии их производства.

Для разработки базовых нормативов основных свойств газокерамики использовались данные, взятые из следующих литературных источников: для предела прочности при сжатии [4, 19-28], для теплопроводности и водопоглощения [4, 29]. На рис. 1а представлены отдельные кривые зависимостей изменения предела прочности при сжатии газокерамики с увеличением ее средней плотности, построенные по данным литературного обзора (табл. 2).



а)



б)

Рис. 1. Зависимости изменения предела прочности при сжатии газокерамики с увеличением средней плотности по отдельным данным литературного обзора (а) и после их математического преобразования (б): 1 – для [30], 2 – [31-34, 25], 3 – [35, 36], 4 – [37], 5 – [38, 39], 6; 7; 8 и 9 – [40]

Таблица 2

**Динамика увеличения предела прочности при сжатии газокерамики
с изменением способа их производства**

№ п/п	Способ изготовления	Свойства газокерамики			Авторы работ и источник	Номер кривой на рис. 1(4,6)
		Прочность при сжатии, МПа	Средняя плотность, кг/м ³	Теплопроводность, Вт/(м ⁰ С)		
1	Вспучивание гранул во вращающейся печи с последующей подпрессовкой	0,28-0,67	150-300	0,28-0,67	ВНИИСтром, Гиндина В.Е. Ивашенко П.А. [26]	Кривая 1
2	Продувка гранулированного сырья в нагретых формах	До 15	350-1000	-	Пагенг Германии [23, 24]	Кривая 3
3	Ступенчатый обжиг послойно укладываемых сырцовых гранул	1,5-9,5	400-900	-	Оганесян Р.Б. [19-21]	Кривая 2
4	Введение в шликер SiC и кокса до 3 %	2,64-7,4	330-462	-	ВЗИСИ, Черепанов Б.С. [25]	Кривая 6
5	Подготовка шликера с газообразователем, сушка, прессовка плиток с их стопированием, вспучивание и формование валками	3-12	300-700	0,2-0,4	ВЗИСИ, Черепанов Б.С. [25]	Кривая 7
6	Введение в шликер SiC и графита до 3 %	4,44-7,4	390-462	-	ВЗИСИ, Черепанов Б.С. [25]	Кривая 8
7	То же, что и в п. 5 (состав 2)	4-14	300-700	0,25-0,5	ВЗИСИ, Черепанов Б.С. [25]	Кривая 9
8	Предварительный обжиг глины до 1400 ⁰ С, охлаждение, смещение с газообразователем и повторное вспучивание	12	600	-	Бутт Л.М., Демидович Б.К. [27, 28]	Кривая 5
9	Безопалубочное вспучивание при обжиге смеси глина-перлит-стеклобой и формирование изделия валками	5-12	300-550	0,18-0,23	[23, 24]	Кривая 4

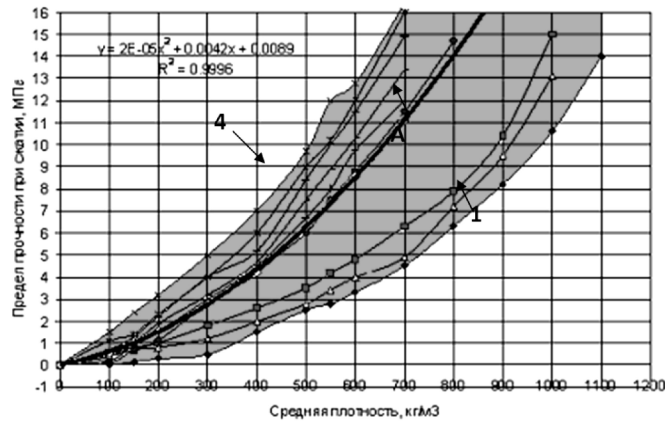


Рис. 2. Область распределения предела прочности при сжатии газокерамических материалов в интервале средней плотности от 100 до 1200 кг/м³ по данным литературного обзора: 1 – кривая минимальных значений прочности по [30], 4 – кривая максимальных значений прочности по [37], А – кривая корреляции $R = f(\rho)$

Анализ табличных данных и характера кривых показывает, что прочностные свойства газокерамики очень чувствительны к способу их изготовления, так как они изменяются для изделий с одинаковой плотностью в широких пределах. Так, для теплоизоляционной газокерамики при плотности изделий 300 кг/м³ их прочность изменяется от 0,67 до 5 МПа, а для конструктивно-теплоизоляционной газокерамики при плотности 700 кг/м³ прочность изделий с одинаковой средней плотностью, но изготовленных при разных технологиях, меняется от 6,3 до 14 МПа, или увеличение составляет в 2,2-7,6 раз.

С целью охвата всего установленного интервала от 100 до 1200 кг/м³ и определения корреляционных зависимостей между средней плотностью и прочностью газокерамики данные, по которым построены кривые, представленные на рис. 1б, были интерполированы и экстраполированы. После математического преобразования и усреднения данных построена кривая корреляции А (рис. 2), описываемая уравнением $Y = 2 \cdot 10^{-5} x^2 + 0,0042x + 0,0089$ и характеризующая взаимосвязь между прочностью и средней плотностью газокерамики.

Из рис. 2 видно, что, как и для пенокерамики [17, 18], область распределения показателей прочности при сжатии газокерамики (рис. 1б) распределяется на значительной площади (рис. 2). Это показывает возможность целенаправленного регулирования свойств газокерамики использованием различных технологий.

Принимая кривые, представленные на рис. 1 и 2, подобными, для них рассчитывали «коэффициенты технологичности» и строили номограммы прочности газокерамики, представленные на рис. 3.

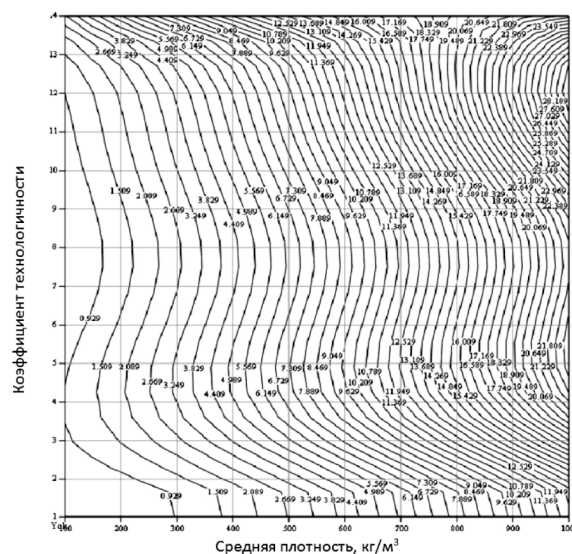


Рис. 3. Номограммы зависимостей изменения предела прочности при сжатии газокерамики при изменении средней плотности от 200 до 1200 кг/м³ и «коэффициента технологичности» N от 1 до 9, установленного по данным литературного обзора

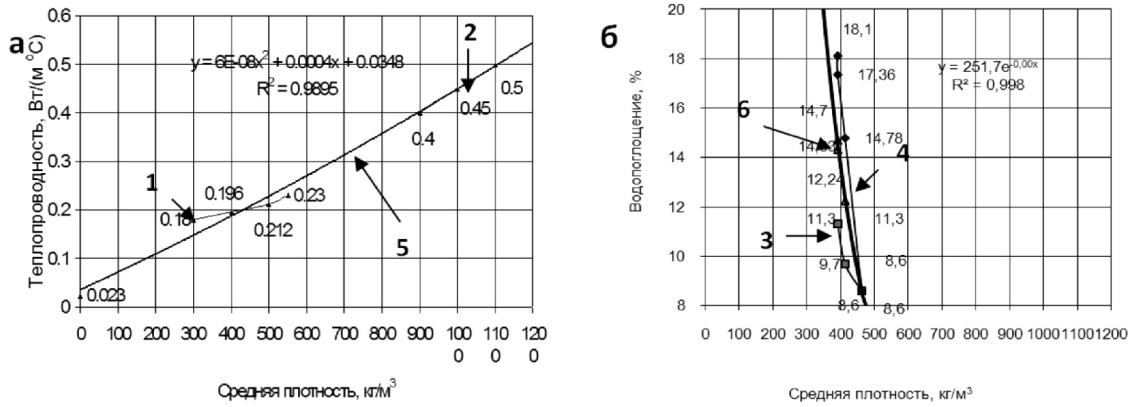


Рис. 4. Обобщенные зависимости изменения теплопроводности (а) и водопоглощения (б) газокерамики с увеличением средней плотности по данным литературного обзора: 1 – для [37]; 2 – для [26]; 3 и 4 – для [40]; 5 и 6 – линии корреляции

Учитывая, что данные по теплопроводности для газокерамики приводятся только в трех источниках, то ориентировочные значения нормативных данных рассчитаны по корреляционной зависимости $y = 6 \cdot 10^{-8} \cdot x^2 + 0,0004x + 0,0348$, полученной на основании кривой, представленной на рис. 4а. Аналогичным образом установлена корреляционная зависимость для показателей водопоглощения $y = 251,75e^{-0,0073x}$ (рис. 4б). Анализ характера кривой функции на рис. 4б показывает, что она не корректна и не применима для расчета нормативных базовых показателей водопоглощения. Поэтому для уточнения базовых нормативов по водопоглощению газокерамики необходимо проведение дополнительных экспериментов.

Таблица 3

Разработанные ориентировочные нормативные требования к основным свойствам газокерамики, полученные по данным литературного обзора

Средняя плотность, кг/м³	Предел прочности при сжатии, МПа		Теплопроводность, Вт/(м·°С)		Водопоглощение, %	
	min	max	min	max	min	max
Теплоизоляционные (100-400 кг/м³)						
100	0,6	0,66	0,145	0,161	Нет	Нет
200	1,57	1,73	0,152	0,168	Нет	Нет
300	2,92	3,22	0,164	0,182	Нет	Нет
400	4,65	5,13	0,182	0,202	Нет	Нет
Конструкционно-теплоизоляционные (500-800 кг/м³)						
500	6,75	7,47	0,206	0,228	Нет	Нет
600	9,24	10,22	0,236	0,26	Нет	Нет
700	12,11	13,39	0,271	0,299	Нет	Нет
800	15,36	16,98	0,312	0,344	Нет	Нет
Теплоизоляционные (900-1200 кг/м³)						
900	18,99	20,99	0,358	0,396	Нет	Нет
1000	23	25,42	0,41	0,454	Нет	Нет
1100	27,39	30,27	0,468	0,518	Нет	Нет
1200	32,16	35,54	0,532	0,588	Нет	Нет
Обобщенные функции	$y = 2 \cdot 10^{-5}x^2 + 0,0042x + 0,0089$ $R^2 = 0,9996$		$y = 6 \cdot 10^{-8}x^2 + 0,0004x + 0,0348$ $R^2 = 0,9895$		$y = 251,75e^{-0,0073x}$ (не корректно) $R^2 = 0,9984$	
Источники данных	[19, 22, 24-27, 37, 41]		[4, 29]		[25]	

Таким образом, математические преобразования численных данных средней плотности, предела прочности при сжатии и теплопроводности газокерамики,

полученных из различных источников, позволили установить ориентировочные нормативные требования к этим свойствам для теплоизоляционной, конструкционно-теплоизоляционной и конструкционной газокерамики в интервале средней плотности от 100 до 1200 кг/м³, представленные в табл. 3.

Анализ численных значений свойств газокерамики, полученных разными авторами по данным литературного обзора, позволил установить следующее:

- свойства газокерамики очень чувствительны к изменениям режимов технологии и могут изменяться в очень широких пределах для изделий с одинаковой средней плотностью, поэтому разработка единых нормативных показателей для газокерамики, изготовленной по разным технологиям, является некорректной задачей;

- впервые для учета особенностей технологии производства газокерамики и их взаимосвязи с разработанными базовыми нормативными значениями основных свойств газокерамики введен «коэффициент технологичности» N_t ;

- введение «коэффициента технологичности» позволило на основании данных литературного обзора для конструкционных, конструкционно-теплоизоляционных и теплоизоляционных газокерамических материалов расчетно-графическим методом разработать базовые показатели предела прочности при сжатии, представленные в виде номограмм и таблиц;

- по данным литературного обзора разработаны и представлены в табличной форме примерные ориентировочные данные теплопроводности и водопоглощения газокерамики.

Тем не менее, с целью уточнения разработанных ориентировочных нормативов по теплопроводности и их установления для водопоглощения газокерамики требуется их проверка дополнительными лабораторно-технологическими испытаниями.

Список литературы

1. Баженов Ю.М., Рахимов Р.З. Достижения, проблемы и направления развития теории и практики строительного материаловедения // Мат-лы Десятых академических чтений РААСН «Достижения, проблемы и направления развития теории и практики строительного материаловедения». – Пенза-Казань, 2006. – С. 3-7.
2. Чентемиров М.Г., Давидюк А.Н., Забродин И.В., Тамов М.Ч. Новая технология производства строительной порокерамики // Строительные материалы, 1997, № 11. – С. 14-16.
3. Черепанов Б.С., Хресина В.В., Давидович Д.И. Зависимость прочности высокопористой порокерамики от ее макроструктуры // Сб. научных трудов «Совершенствование технологии в производстве строительной керамики». – М.: ГНИИСтроительной керамики, 1981. – С. 100-108.
4. Гогосашвили Н.В. Строительная порокерамика на основе горных пород Грузии: автореф. дис. ... канд. техн. наук, ВЗИСИ. – М., 1990.
5. Черепанов Б.С., Давидович Д.И., Фарсиянц С.Ю. Взаимосвязь структуры и свойств пористой керамики // Промышленность строительных материалов. Сер. 5. Керамическая промышленность / ВНИИЭСМ. – М., 1986, Вып. 1. – С. 2-4.
6. А. с. № 527399 СССР МКИ С 04 В 33/02. Способ изготовления изделий из ячеистой керамики // Оганесян Р.Б. Оpubл. 5.09.76, Бюл. № 33.
7. Гуров Н.Г., Котляров Л.В. Выбор эффективных технологий при производстве стеновых керамических изделий в современных условиях // Строительные материалы, 2004, № 2. – С. 6-7.
8. Черепанов Б.С. Особенности технологии пенокерамических материалов // Промышленность строительных материалов. Сер. 5. Керамическая промышленность. Обзор. – М.: ВНИИЭСМ, 1992, Вып. 1. – С. 9-11.
9. Соков В.В. Кварцевые легковесы на основе микрокремнезема // Материалы X межд. науч.-тех. конф. «Информационная среда вуза». – Иваново, 2003. – С. 270-272.
10. Кукса П.Б., Акберова А.А. Высокопористые керамические изделия, полученные нетрадиционным способом // Строительные материалы, 2004, № 2. – С. 34-35.

11. Комов В.М. Теоретические и технологические принципы производства крупноразмерной поризованной керамики: автореф. дис... д-ра техн. наук. – СПб., 2004. – 47 с.
12. Гончаров Ю.И., Варенникова Т.А. Разработка технологии высококачественного кирпича на основе суглинков с повышенным содержанием оксида кальция // Строительные материалы, 2004, № 2. – С. 46-47.
13. Патент № 2082692 РФ МКИ С 04 В 33/02. Способ производства керамического кирпича // Рассказов В.Ф., Рассказов А.В.. Оpubл. 27.06.97, Бюл. № 18.
14. А.с. № 1433941 СССР МКИ С 04 В 33/02. Способ изготовления кирпича // Будиловский Ю.Я., Станайтис В.Ю., Имбрасене Б.Ю., Вербавичюс Е.Б., Жвирблис В.Б., Пташекас М.Р. Оpubл. 30.10.88, Бюл. № 40.
15. Патент № 2005111 РФ МКИ С 04 В 32/00. Способ получения смеси для изготовления керамических изделий // Шепелев Н.В., Тетерин М.А., Бобрик М.Я., Арбитман И.В., Мечкало А.М. Оpubл. 30.12.93, Бюл. № 47-48.
16. Патент № 2087449 РФ С 04 В 33/02, 38/06. Способ получения стеновой строительной керамики / Мередов Т.Р., Крупа А.А., Палейчук В.С., Рудиченко В.Ф. Оpubл. 20.08.97, Бюл. № 23.
17. Габидуллин М.Г. Научные и технологические основы управления структурой и свойствами энерго- и ресурсосберегающей строительной керамики // Автореф. дисс. на соис. уч. ст. д.т.н. – Казань: КГАСУ, 2007. – С. 51.
18. Габидуллин М.Г., Мавлюбердинов А.Р., Габидуллина А.Н. Разработка требований к основным свойствам пенокерамики // Известия КГАСУ. – Казань, 2011, № 4 (18). – С. 224-231.
19. А. с. № 370190 СССР МКИ С 04 В 33/02. Способ изготовления изделий из ячеистой керамики / Оганесян Р.Б., Сухачев И.А., Нехорошев А.В., Бобрик Ю.Л.. – Оpubл. 15.11.73, Бюл. № 11.
20. Оганесян Р.Б. Производство эффективных керамических изделий и конструкций из легкоплавких кирпичных глин для сельского строительства. – М., 1973.
21. Оганесян Р.Б. Исследование режимов обжига глинистых пород на пористую керамику для стеновых изделий // Совершенствование технологии производства бетона и железобетона для сельскохозяйственного строительства: сб. научных трудов ЦНИИЭПсельстроя. – М., 1986.
22. Оганесян Р.Б., Большаков В.Н. Технологическая схема по производству бесцементных поризованных керамических изделий на основе легкоплавких глин: сб. научных трудов ЦНИИЭПсельстроя. – М., 1975.
23. Патент № 1945811 ФРГ МКИ С 04 В 38/06. Expanded clay objects / Sundermann E. Оpubл. 11.03.71.
24. Патент № 2548983 ФРГ МКИ С 04 В 38/06. Оpubл. 21.04.77.
25. Черепанов Б.С. Разработка и внедрение технологии производства стеклокристаллической пенокерамики // Отчет по НИР. № Гос. рег. 01870078762. Инв. № 028.90018344., 1988. – С. 44.
26. Гиндина В.Е., Иващенко П.А., Грудяев В.И. К вопросу о получении пористокерамических изделий пониженной объемной массы // В сб. трудов ВНИИстром. – М., 1988, Вып. 64 (92).
27. Бутт Л.М. Производство пеностекла // Труды совещания по расширению производства и ассортимента теплоизоляционных и акустических материалов. – Рига, 1958.
28. Демидович Б.К. Пеностекло. – Минск: Наука и техника, 1975. – С. 248.
29. Грошев И.А. Получение теплоизоляционной керамики из лессового сырья Казахстана: автореф. дис... канд. техн. наук. – М.: МУТИ, 1984.
30. А.с. № 75102 СССР МКИ 80 b. Способ изготовления пористых строительных деталей / Онацкий С.П., Оpubл. 30.04.49.
31. Кабатова М.А. Технология и свойства бетона на обжиговой связке для стеновых камней: автореф. дис... канд. техн. наук. – М., 1988.
32. Перегудов В.Н. Новые стеновые материалы из глины // Строительные материалы, 1956, № 10. – С. 14.
33. Балкевич В.А. Техническая керамика. – М.: Стройиздат, 1984. – С. 255.

34. Чентемиров М.Г., Давидюк А.Н., Забродин И.В., Тамов М.Ч. Новая технология производства эффективной порокерамики для стеновых и теплоизоляционных материалов // Промышленное и гражданское строительство, 1997. – № 9.
35. Габидуллин М.Г., Рахимов Р.З. Новые технологии изготовления керамических материалов с плотностью 250-800 кг/м³ // Новые технологии - 96. Материалы междунауч.-тех. семинара: тез. докл. – Казань, 1996. – С. 11-12.
36. Бурлаков Г.С. Разработка теоретических основ проектирования ИСК на обжиговой связке // Отчет о НИР «Технология и свойства ИСК на обжиговой связке с использованием местных ресурсов». № Гос. Рег. 01.87.0072343. Инв. № 02890022752. – Ростов-на-Дону, 1988. – С. 25.
37. Заявка № 3538783 ФРГ МКИ С 04 В 38/00. Способ производства пористых керамических изделий с использованием отпрессованных гранул. Оpubл. 07.06.87.
38. Заявка № 96101615/20 РФ МКИ 38/14, U1, 6F, 27B7/00 Установка для производства строительных изделий / Еворенко Г.И. Б.И. Оpubл, 1997, Бюл. № 3.
39. Заявка № 4326615 ФРГ МКИ С 04 В 38/08, С 04 В 38/06. Способ изготовления температуростойких легковесных камней // Verfahren zum Herstellen von temperaturbeständigen Leichtsteinen. / Krauze S., Ulbricht I., Iorenk F., Bohot V. Ieuerfestwerke Wetrol GmbH, № 4326615.0, 1995.
40. Разработки в области огнеупоров и печного припаса / Developments in Refractories and Kiln Furniture // Ceramic Industries International, 1992, Vol.102, № 1091. – P. 28. (Великобритания) // Промышленность строительных материалов. Сер. 5. Керамическая промышленность. Экспресс-информация. – М.: ВНИИЭПСМ, 1992, Вып. 6. – С. 16-17.
41. Калугина Л.В. Крупноразмерная стеновая керамика из алтайских суглинков с применением воздухововлекающих добавок: автореф. дис... канд. техн. наук. – М., 1974.

Gabidullin M.G. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: gabmah@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya str., 1

Gabidullina A.N. – senior researcher

Institute of Mechanics and Engineering, Kazan Science Center RAS

The organization address: 420111, Russia, Kazan, Lobachevsky str., 2/31

Graphical and calculational method of gas ceramics' basic values determination using «manufacturability factor»

Resume

Nowadays the general effective wall construction materials are a perforated cellular brick and a block, including a large-size block, which have low density and thermal conductivity. Therefore these materials make it possible to build entire walls from ceramics only in a number of «warm» regions of Russia and help to avoid the construction of multilayer walls using mineral fiber insulation. Maintenance of buildings with multilayer walls revealed a number of shortcomings, particularly a low durability of the insulating layer. At the same time increase of wall thermal conductivity standards forces to develop more effective wall materials, than the ceramic block is. Thereby the results of our investigation are topical, because for the first time an attempt of gas ceramics standards development was made. This is going to help designers and production engineers to deal with properties of gas ceramics and to apply it for the construction of entire ceramic walls due to its higher competitiveness as compared with the ceramic block.

Keywords: gas ceramics, compressive strength, thermal conductivity, manufacturability factor, nomogram.

References

1. Bazhenov Yu.M., Rakhimov R.Z. Achievements, challenges and directions of development of the theory and practice of building materials // Materials of tenth academic readings RAASN «Achievements, challenges and directions of development of the theory and practice of building materials». – Penza-Kazan, 2006. – P. 3-7.
2. Chentemirov M.G., Davidiuk A.N., Zabrodin I.V., Tamov M.Ch. New technology of porous ceramics construction // Construction Materials, 1997, № 11. – P. 14-16.
3. Cherepanov B.S., Hresina V.V., Davidovich D.I. Dependence of highly porous ceramics strength on its macrostructure / Coll. of scientific papers «Improved technology in the production of building ceramics». – M., GNIItroitelnoy ceramics, 1981. – P. 100-108.
4. Gogosashvili N.V. Construction porous ceramics on the basis of Georgia rocks / Abstract of thesis, VZISI. – M., 1990.
5. Cherepanov B.S., Davidovich D.I., Farsiyants S.J. The relationship of the structure and properties of porous ceramics // Industry of building materials, Ser. 5, Ceramic Industry / VNIIESM. – M., 1986, Issue 1. – P. 2-4.
6. A.s. № 527399 USSR MKI From 04 to 33/02. A method of manufacturing products from cellular ceramics // Oganessian R.B. Publ. 05.09.76. Bull. № 33.
7. Gurov N.G., Kotlyarov L.V. Choosing effective techniques for the production of wall ceramics in modern conditions // Building Materials, 2004, № 2. – P. 6-7.
8. Cherepanov B.S. Features of foamed ceramics manufacturing // Industry of building materials, Ser. 5, Ceramic industry, Browse. – M., VNIIEPSM, 1992, Issue 1. – P. 9-11.
9. Sokov V.V. Quartz lightweight based on silica fume // Proceedings of the X Int. Scientific-tech. Conf. «University's Information Environment». – Ivanovo, 2003. – P. 270-272.
10. Kuksa P.B., Akberova A.A. Highly porous ceramics obtained by unconventional way // Building Materials, 2004, № 2. – P. 34-35.
11. Komov V.M. Theoretical and technological principles of large-size porous ceramics manufacturing: Abstract of thesis. – St. Petersburg, 2004. – 47 p.
12. Goncharov Y.I., Varennikova T.A. Development of high-quality brick technology based on loam with a high content of calcium oxide // Building Materials, 2004, № 2. – P. 46-47.
13. Patent № 2082692 RF MKI From 04 to 33/02. Technology of ceramic bricks production // Stories V.F., Stories A.V. Publ. 27.06.97, Bull. № 18.
14. A.s. № 1433941 USSR MKI From 04 to 33/02. Technology of ceramic bricks production // Budilovsky Y.Y., Stanaytis V.J., Imbrasene B.J., Verbavichyus E.B., Zhvirblis V.B., Ptashkas M.R. Publ. 30.10.88, Bull. № 40.
15. Patent № 2005111 RF MKI From 04 to 32/00. Technology for the production of a mixture as a raw material for ceramic products manufacturing // Shepelev N.V., Teterin M.A., Bobrik M.A., Arbitman I.V., Mechkalo A.M. Publ. 30.12.93. Bull. № 47-48.
16. Patent № 2087449 Russia From 04 to 33/02, 38/06. A method of wall construction ceramics production // Meredov T.R., Krupa A.A., Paleychuk V.S., Rudichenko V.F. Publ. 20.08.97. Bull. № 23.
17. Gabidullin M.G. Scientific and technological basis for controlling the structure and properties of the energy- and resource- efficient building ceramics // Abstract of thesis. – Kazan, 2007. – P. 51.
18. Gabidullin M.G., Mavlyuberdinov A.R., Gabidullina A.N. Development of requirements for the basic properties of foam ceramics // Proceedings of the Kazan State Architectural University. – Kazan, 2011, № 4 (18). – P. 224-231.
19. A.s. № 370190 USSR MKI From 04 to 33/02. The method of manufacturing of products from cellular ceramics // Oganessian R.B., Suhachev I.A., Nehoroshev A.V., Bobrik Y.L. Publ. 15.11.73. Bull. № 11.
20. Oganessian R.B. Production of effective ceramic products and components made of fusible brick clays for rural construction. – M., 1973.
21. Oganessian R.B. Investigation of porous wall ceramics firing // Improved technology of concrete and reinforced concrete for agricultural construction: Coll. of scientific papers TsNIIEPselstroya. – M., 1986.

22. Oganesyanyan R.B., Bolshakov V.N. Flow sheet for the production of a cementless porous ceramic products based on fusible clays: Coll. of scientific papers TsNIIEPselstroya. – M., 1975.
23. Patent № 1945811 Germany MKI From 04 to 38/06. Expanded clay objects // Sundermann E. Publ. 11.03.71.
24. Patent № 2548983 Germany MKI From 04 to 38/06. Publ. 21.04.77.
25. Cherepanov B.S. Development and implementation of manufacturing glass-foam ceramics // Report of SB. State number. Reg. 01870078762. Inv. № 028.90018344, 1988. – P. 44.
26. Gindin V.E., Ivaschenko P.A., Grudyaev V.I. On the issue of production of porous ceramic low bulk density products // Proc. VNIISTROM works. – M., 1988, № 64 (92).
27. Butt L.M. Production of foam glass // Proceedings of the Meeting on expanding production and range of heat insulation and acoustic materials. – Riga, 1958.
28. Demidovich B.K. Foam glass. – Minsk: Science and technology, 1975. – P. 248.
29. Groshev I.A. Manufacturing of heat insulating ceramics from loess raw of Kazakhstan: abstract of thesis, MUTI. – M., 1984.
30. A.s. № 75102 USSR MKI 80 b. A method of manufacturing porous construction elements // Onatsky S.P. Publ. 30.04.49.
31. Kabatova M.A. Technology and properties of kiln-bonded concrete for masonry: abstract of thesis. – M., 1988.
32. Peregudov V.N. New wall materials from clay // Building Materials, 1956, № 10. – P. 14.
33. Balkevich V.A. Technical ceramics. – M.: Stroyizdat, 1984. – P. 255.
34. Chentemirov M.G., Davidyuk A.H., Zabrodin I.V., Tamov M.Ch. New production technology of effective porous ceramics for wall and heat isolating materials // Industrial and civil construction, 1997, № 9.
35. Gabidullin M.G., Rahimov R.Z. New technology of ceramic materials production with density of 250-800 kg/m³ // New Technologies-96. Proceedings of international sci-tech: proc. reports. – Kazan, 1996. – P. 11-12.
36. Burlakov G.S. Development of the theoretical foundations of kiln-bonded construction materials design // Research Report «Technology and properties of kiln-bonded construction materials with the use of local resources». State number. Reg. 01.87.0072343. Inv. Number 02890022752. – Rostov-on-Don, 1988. – P. 25.
37. Patent application 3538783 Germany MKI From 04 to 38/00. Production technology of porous ceramics using pressed granules. Publ. 07.06.87.
38. Patent application 96101615/20 MKI RF 38/14, U1, 6F, 27V7/00. The plant for the production of building products / Evorenko G.I. B.I., Publ, 1997. Bull. № 3.
39. Patent application 4326615 Germany MKI From 04 to 38/08, with O4 in 38/06. The method for manufacturing heat-resistant lightweight stone // Verfahren zum Herstellen von temperaturbeständigen Leichtsteinen. / Kgauze S., Ulbricht I., Iogepk F., Bohot V.I. euerfestwerke Wetro GmbH. № 4326615.0., 1995.
40. Developments in Refractories and Kiln Furniture // Ceramic Industries International, 1992, Vol. 102, № 1091. – P. 28. (UK) // The industry of building materials, Ser. 5. Ceramic industry. Express information. – M.: VNIIEPSM, 1992, № 6. – P. 16-17.
41. Kalugina L.V. Large-scale wall ceramics from Altai loam using air-entraining agents: abstract of thesis. – M., 1974.

УДК 539.3

Каюмов Р.А. – доктор физико-математических наук, профессор

E-mail: kayumov@gambler.ru

Мухамедова И.З. – кандидат физико-математических наук, доцент

E-mail: muhamedova-inzilija@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Ковтунова Т.И. – кандидат педагогических наук, доцент

E-mail: kovtunova@kspu.kaluga.ru

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского

Адрес организации: 248023, Россия, г. Калуга, ул. Степана Разина, д. 26

Анализ чувствительности задачи идентификации механических характеристик тканевого композита*

Аннотация

Разработана методика экспериментального определения жесткостных характеристик ткани по результатам испытаний образцов, вырезанных под разными углами к основе при различных растягивающих усилиях. Для численного анализа процесса деформирования образцов тканей применяется принцип Лагранжа в приращениях. Формулируется задача математического программирования о минимизации квадратичной невязки полученной системы уравнений, из решения которой определяются механические характеристики тканевого композита. Проведен анализ влияния возмущения исходных экспериментальных данных на результаты идентификации для нелинейной модели деформирования. Выявлены устойчивые и неустойчивые компоненты вектора искомых неизвестных.

Ключевые слова: модель, идентификация, жесткостные характеристики, эксперимент.

При расчете конструкций необходимо решить ряд проблем, в том числе вопросы отыскания механических характеристик материала, выбора расчетной схемы (математических моделей поведения материала и конструкций, представления внешних воздействий, условий закрепления), выбора метода решения уравнений. Традиционные методы определения механических характеристик композитных материалов иногда наталкиваются на технические трудности. Кроме того, они могут сильно зависеть и от технологии изготовления [1-2]. Поэтому в последнее время большое внимание уделяется методам, называемым методами идентификации, позволяющим определять механические характеристики материала на основе учета экспериментальных результатов о работе конструкции [4-6].

Общая постановка задачи, исследуемой в данной работе, заключается в следующем. Рассматривается конструкция, изготовленная из материала, механические характеристики которого неизвестны. Считаются известными данные испытаний изделия и (или) его аналогов с замером ряда уровней экспериментальных внешних воздействий (например, силовых факторов) и соответствующих им откликов конструкций в некоторых областях или точках (например, кинематических факторов – перемещений или деформаций), а также математические модели поведения материала и конструкций подобного типа. Ставится задача определения механических характеристик материала и параметров отклика рассматриваемого изделия на заданное внешнее воздействие с учетом некоторых данных экспериментов при других (и возможно заданном) воздействиях на это изделие и его аналоги.

Суть метода решения этой задачи заключается в следующем. Результаты, полученные во время испытаний, записываются в виде зависимостей между воздействиями и откликами конструкций с использованием математической модели их

* Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (проект 2012-1.4-12-000-1004-006).

поведения. К ним добавляются соотношения «воздействие-отклик» для интересующего расчетчика заданного внешнего силового фактора. Формулируется задача математического программирования о минимизации квадратичной невязки всей или части полученной системы уравнений, из решения которой определяются как механические характеристики материала, так и параметры отклика конструкций (в том числе и на заданное воздействие). Ниже этот подход исследован для случая, когда материал представляет собой нелинейно-упругое тело.

В дальнейшем будем оперировать только усилиями, приходящимися на единицу длины сечения образца. Будем обозначать их через N_{11}, N_{22}, N_{12} (усилия вдоль основы, утка и усилие сдвига). Соответствующие деформации обозначим через $\varepsilon_{11}, \varepsilon_{22}, \gamma_{12}$. Введем векторы $\{N\}, \{\varepsilon\}$:

$$\{N\} = \{N_{11}, N_{22}, N_{12}\}^T, \{\varepsilon\} = \{\varepsilon_{11}, \varepsilon_{22}, \gamma_{12}\}^T,$$

индекс «Т» означает операцию транспонирования.

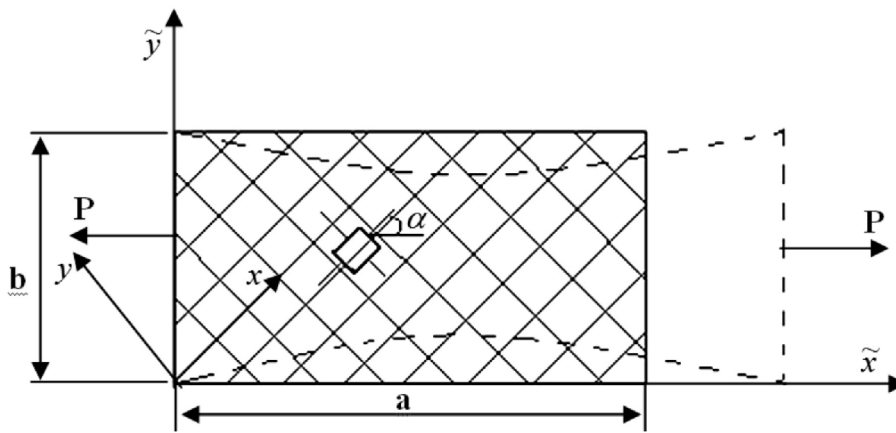


Рис. 1. Деформирование образца ткани, вырезанного под углом α к основе под действием силы P

Для нелинейного случая в осях ортотропии упругий потенциал примем в следующей форме:

$$W = D_{110}\varepsilon_{11}^2/2 + D_{112}\varepsilon_{11}^4/12 + D_{120}\varepsilon_{11}\varepsilon_{22} + D_{220}\varepsilon_{22}^2/2 + D_{222}\varepsilon_{22}^4/12 + D_{330}\gamma_{12}^2/2 + D_{334}\gamma_{12}^6/30 \tag{1}$$

В приращениях связь погонных усилий через приращения деформаций запишем в виде:

$$d\{N\} = [D]d\{\varepsilon\}, \tag{2}$$

где

$$D_{11} = \frac{d^2W}{d\varepsilon_{11}^2}, D_{22} = \frac{d^2W}{d\varepsilon_{22}^2}, D_{33} = \frac{d^2W}{d\gamma_{12}^2}, D_{12} = \frac{d^2W}{d\varepsilon_{11}\varepsilon_{22}}. \tag{3}$$

Согласно (1), (2) получаем:

$$\begin{cases} D_{11} = D_{110} + D_{112}\varepsilon_{11}^2, & D_{22} = D_{220} + D_{222}\varepsilon_{22}^2 \\ D_{12} = D_{120}, & D_{33} = D_{330} + D_{334}\gamma_{12}^4 \\ D_{23} = D_{32} = D_{13} = D_{31} = 0 \end{cases} \tag{4}$$

Упругий закон в лабораторной системе координат $\tilde{x}\tilde{y}$, т.е. в осях, параллельных краям испытываемого прямоугольного образца ткани, изображенного на рис. 1, примет вид:

$$d\{\tilde{N}\} = [\tilde{D}]d\{\tilde{\varepsilon}\}, \tag{5}$$

где $[\tilde{D}] = [T][D][T]^T$, $T = \begin{bmatrix} \cos^2\alpha & \sin^2\alpha & -\sin 2\alpha \\ \sin^2\alpha & \cos^2\alpha & \sin 2\alpha \\ \sin 2\alpha / 2 & -\sin 2\alpha / 2 & \cos 2\alpha \end{bmatrix}$.

Для численного анализа процесса деформирования образцов тканей применялся принцип Лагранжа в приращениях в виде:

$$\int_{\Omega} \Delta N^T \delta \varepsilon d\Omega = \int_{\omega} \Delta p^T \delta u. \tag{6}$$

Здесь Ω – область, занимаемая образцом ткани, ω ее граница, Δp – приращение вектора погонных сил, приложенных на этой границе, $\delta \varepsilon$, δu – вариации векторов деформаций и перемещений. Для дискретизации области применялся МКЭ с шестиузловым треугольным элементом второго порядка [7].

Задачу идентификации параметров жесткостных характеристик D_{ij} можно представить в отыскании минимума следующей квадратичной невязки между расчетными и экспериментальными данными:

$$\begin{aligned} \delta^2 = & v_1 [(P_y^{cp})^{эксн} - (P_y^{cp})^{расч}]^2 \Big|_{P_1 \alpha_1} + m_1 [\Delta a^{эксн} - \Delta a^{расч}]^2 \Big|_{P_1 \alpha_1} + k_1 [\Delta b^{эксн} - \Delta b^{расч}]^2 \Big|_{P_1 \alpha_1} + \\ & v_2 [(P_y^{cp})^{эксн} - (P_y^{cp})^{расч}]^2 \Big|_{P_2 \alpha_2} + m_2 [\Delta a^{эксн} - \Delta a^{расч}]^2 \Big|_{P_2 \alpha_2} + k_2 [\Delta b^{эксн} - \Delta b^{расч}]^2 \Big|_{P_2 \alpha_2} + \\ & \dots + \\ & + v_n [(P_y^{cp})^{эксн} - (P_y^{cp})^{расч}]^2 \Big|_{P_n \alpha_n} + m_n [\Delta a^{эксн} - \Delta a^{расч}]^2 \Big|_{P_n \alpha_n} + k_n [\Delta b^{эксн} - \Delta b^{расч}]^2 \Big|_{P_n \alpha_n} \end{aligned} \tag{7}$$

здесь n – количество проведенных экспериментов, $\Delta a^{эксн}, \Delta b^{эксн}$ – экспериментальные значения изменений сторон образца в продольном и в поперечном направлениях соответственно (см. рис. 1), а $\Delta a^{расч}, \Delta b^{расч}$ – расчетные значения вышеперечисленных изменений. P_1, P_2, \dots, P_n – величины нагрузок, $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ – углы между основой и длинной стороной образца, $v_1, \dots, v_n, m_1, \dots, m_n, k_1, \dots, k_n$ – весовые коэффициенты.

На неизвестные D_{ij} накладываются вытекающие из условия устойчивости материала следующие ограничения:

$$D_{11} D_{22} - D_{12}^2 > 0. \tag{8}$$

Поэтому упругий потенциал должен подбираться специальным образом. В частности, условие (8) будет обеспечено, если принять $D_{110} D_{220} - D_{120}^2 > 0$.

Таким образом, проблема сводится к задаче математического программирования о минимизации (7) при ограничении (8), с применением стандартных градиентных методов.

С целью отработки методик приведенный выше подход сначала был оттестирован следующим образом. Сначала была решена прямая задача с заданными жесткостными характеристиками для образцов, вырезанных под углами $0^\circ, 90^\circ, 45^\circ$. Полученные результаты считались «экспериментальными». Затем решалась обратная задача на основе полученных «экспериментов», т.е. определялись жесткостные характеристики данной математической модели. Результаты показали работоспособность методики и разработанной программы.

С целью исследования устойчивости рассматриваемой задачи к вариациям исходных данных были проведены численные эксперименты с возмущениями для усилия P и поперечной деформации на величины до 20 %. Значения для жесткостных характеристик тканевого композита приняты в виде:

$$\begin{aligned} D_{110} = 100, \quad D_{112} = 60000, \quad D_{220} = 200, \quad D_{222} = 120000, \\ D_{120} = 35, \quad D_{122} = 10000, \quad D_{330} = 37.5, \quad D_{334} = 20000. \end{aligned} \tag{9}$$

В (9) жесткостные коэффициенты имеют размерность $[МПа * мм]$.

На рис. 2 представлены графики зависимости параметров $D_{ijk} / D_{ijk}^{мочн}$ от возмущений исходных данных для усилия P и поперечной деформации (рис. 1). За точное решение приняты зависимости (9).

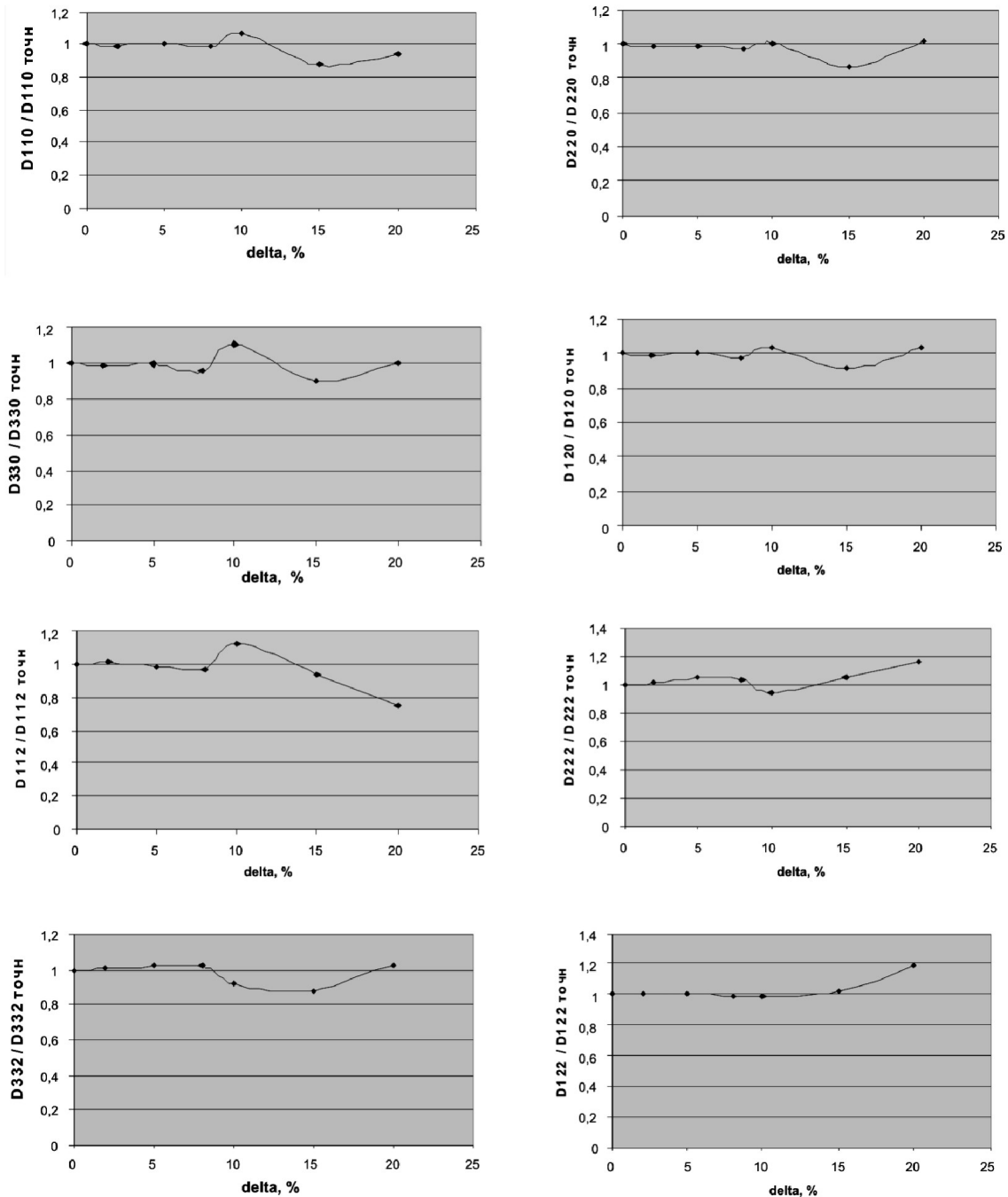


Рис. 2. Графики зависимостей параметра $D_{ijk} / D_{ijk}^{мочн}$ от возмущений $delta, \%$ исходных данных для нагрузки и поперечной деформации

Согласно рис. 2 проведен анализ влияния возмущения исходных экспериментальных данных на результаты идентификации для нелинейной модели деформирования. Численные эксперименты показали, что рассмотренная задача является устойчивой к вариациям исходных данных для нагрузки и поперечной деформации.

Список литературы

1. Мешков Е.В., Кулик В.И., Нилов А.С., Упитис З.Т. Влияние технологических факторов на механические характеристики однонаправленного органопластика // МКМ, 1990, № 3. – С. 526-535.
2. Пичугин В.С., Коробейников А.Г., Степанычев Е.И. Влияние технологии на механические характеристики сетчатых оболочек из намоточных композитов // МКМ, 1990, № 6. – С. 1119-1122.
3. Терегулов И.Г. Конечные деформации тонких анизотропных и композитных оболочек и определяющие соотношения // МКМ, 1987, № 4. – С. 654-660.
4. Каюмов Р.А. Связанная задача расчета механических характеристик материала и расчета конструкций из них // Изв. РАН, Мех. тв. тела, 1999, № 6. – С. 118-127.
5. Алфутов Н.А., Зиновьев П.А., Таирова Л.П. Идентификация упругих характеристик однонаправленных материалов по результатам испытаний многослойных композитов // Расчеты на прочность, 1989, Вып. 30. – С.16-31.
6. Терегулов И.Г., Бутенко Ю.И., Каюмов Р.А., Сафиуллин Д.Х., Алексеев К.П. К определению механических характеристик нелинейно-упругих композитных материалов // Журнал ПМТФ, 1996, Т. 37, № 6. – С. 170-180.
7. Образцов И.Ф., Савельев Л.М., Хазанов Х.С. Метод конечных элементов в задачах строительной механики летательных аппаратов. – М.: Высшая школа, 1985. – 329 с.

Kayumov R.A. – doctor of physical and mathematical sciences, professor

E-mail: kayumov@rambler.ru

Muhamedova I.Z. – candidate of physical and mathematical sciences, associate professor

E-mail: muhamedova-inzilija@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Kovtunova T.I. – candidate of pedagogical sciences, associate professor

E-mail: kovtunova@kspu.kaluga.ru

Kaluga State University named K.E. Tsiolkovsky

The organization address: 248023, Russia, Kaluga, Stepan Razin st., 26

Sensitivity analysis of the problem of identification of tissue mechanical properties of the composite**Resume**

In the calculation of structures necessary to solve a number of problems, including the question of finding the mechanical characteristics of the material, the design scheme of choice (mathematical models of material behavior and structures, representations of external influences, fixing conditions), select the method of solving the equations. The method for the experimental determination of the stiffness characteristics of the tissue on the results of tests of samples cut at different angles to the stem at different tension. For the numerical analysis of the deformation process of tissue samples used Lagrange principle in increments. In order to work out methods above approach was tested. Results showed robustness of this technique and developed the program.

Formulated mathematical programming problem of minimizing the quadratic discrepancy resulting system of equations, which are determined by solving the mechanical properties of the composite tissue. The effect of the perturbation of initial experimental data to the results of identification for nonlinear model deformation. Numerical experiments show that the considered problem is robust to variations in the source data.

Keywords: model, identification, stiffness characteristics, the experiment.

References

1. Meshkov E.V., Kulik V.I., Niliov A.S., Uпитis Z.T. The influence of technological factors on the mechanical properties of unidirectional organoplastic // MSM, 1990, № 3. – P. 526-535.
2. Pichugin V.S., Korobeinikov A.G., Stepanichev E.I. The impact of technology on the mechanical characteristics of the network shells winding composites // MSM, 1990, № 6. – P. 1119-1122.
3. Teregulov I.G. Finite deformation of thin anisotropic and composite shell and defining relations // MSM, 1987, № 4. – P. 654-660.
4. Kayumov R.A. Coupled problem of calculating the mechanical characteristics of the material and structural analysis of them // Izv. RAS, Mech. tv. tela, 1999, № 6. – P. 118-127.
5. Alfutov N.A., Zinovjev P.A., Tairova L.P. Identification of elastic properties of unidirectional material on the test results of multilayer composites // Strength calculations, 1989, Issue 30. – P. 16-31.
6. Teregulov I.G., Butenko Y.I., Kayumov R.A., Safiullin D.H., Alekseev K.P. Determination of mechanical properties of nonlinear elastic composites // Journal PMTF, 1996, T. 37, № 6. – P. 170-180.
7. Obraztsov I.F., Saveljev L.M., Hasanov H.S. The finite element method in problems of structural mechanics, aircraft. – M.: high school, 1985. – 329 p.

УДК 691.335

Красникова Н.М. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: knm0104@mail.ru

Ерусланова Э.В. – аспирант**Хозин В.Г.** – доктор технических наук, профессор

E-mail: khozin@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Керамзитопенобетон из сухой смеси для пенобетона**Аннотация**

Керамзитобетон как стеновой материал имеет неоспоримые преимущества по прочности и долговечности, но для более эффективного применения необходимо улучшение его теплотехнических характеристик. Предложена технология получения керамзитопенобетона из сухих смесей.

В работе исследовались кинетика водопоглощения керамзитового гравия в зависимости от его плотности, а также способы и режимы получения пенокерамзитобетона.

Ключевые слова: керамзит, пенобетон неавтоклавного твердения, керамзитопенобетон.

Самый простой метод изначального снижения теплопотерь зданий заключается в рациональной теплоизоляции их ограждающих конструкций. Основные требования, предъявляемые к зданиям, кроме стоимости и сроков возведения, – это использование эффективных теплоизоляционных материалов (ТИМ), отвечающих установленным требованиям СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».

В 2011 году в Республике Татарстан основная доля введенного жилого фонда приходится на кирпичные дома, монолитные и сборномонолитные и крупнопанельные дома (рис. 1) [1].

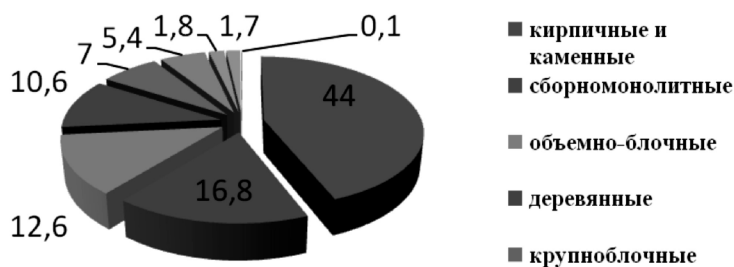


Рис. 1. Введенный жилой фонд по РТ

Существующая практика применения для теплозащиты зданий эффективных ТИМ ($\lambda \leq 0,06$ Вт/м⁰К): пенополистирола, базальто- и стекловолоконистых плит – не отвечает требованиям по огнестойкости и долговечности.

Следует отметить, что ячеистые бетоны являются наиболее эффективным конструктивно-теплоизоляционным материалом для стеновых конструкций, так как по комфортности проживания и экологической безопасности жилые дома из ячеистых бетонов занимают второе место после домов из древесины, значительно превосходя их по долговечности.

Конечно же, на сегодняшний день в строительстве доминирует автоклавный газобетон, хотя его производство намного сложнее, металло- и энерго – более емкое, чем другого ячеистого материала – неавтоклавного пенобетона. При этом, только крупные заводы газобетона (или газосиликата) с годовой мощностью от 100 до 400 тыс. м³ могут обеспечить рентабельность производства этих материалов.

Причина доминирования автоклавного газобетона состоит в том, что пенобетон имеет существенные недостатки, а именно, прочность его на два – три класса ниже, чем у

автоклавного газобетона, а влажностная усадка в 2-4 раза выше. Это вызывает трещинообразование в конструкциях. Оба этих недостатка снижают конкурентоспособность неавтоклавного пенобетона и сдерживают темпы его производства и применения в строительстве.

Еще совсем в недавнем прошлом были распространены стеновые панели из керамзитобетона [2]. Однако в новых условиях повышенных требований к тепловой защите зданий применение однослойных панелей в прежнем виде не представляется возможным. В современных условиях необходимо существенное улучшение теплофизических свойств керамзитобетона с целью эффективного его применения. Достичь этого возможно двумя путями: снизить плотность заполнителя – керамзита – при сохранении его прочности и уменьшить теплопроводность матрицы бетона – его растворной части.

По нашему мнению, осуществить это можно, объединив в одном материале пенобетон как дисперсную среду – матрицу и керамзитовый гравий с улучшенной поровой структурой. Их совместная работа в одном материале – керамзитопенобетоне – должна обеспечить высокие показатели прочности, теплопроводности и устранить основной недостаток пенобетона – усадку.

Это и определило задачи наших исследований в работе: установить технологические возможности получения эффективного керамзитопенобетона для ограждающих конструкций гражданских зданий.

Ранее [3] поризация керамзитобетона проводилась путем введения пены в предварительно приготовленную бетонную смесь. Однако при такой отдельной технологии происходит разрушение большого объема пены. Решение этой проблемы мы видим в одновременном перемешивании всех компонентов, т.е. образовании пены в процессе приготовления керамзитобетона.

Для реализации этой задачи была апробирована технология изготовления керамзитобетона с применением сухих смесей для пенобетона, разработанных нами ранее [4, 5].

В работе использовались керамзитовый гравий производства ООО «ИТМ» с насыпной плотностью 450 кг/м^3 и сухая смесь для пенобетона с удельной поверхностью $3500\text{-}4500 \text{ см}^2/\text{г}$.

Для приготовления пенобетона из сухих смесей рекомендуется использовать высокоскоростные смесители с частотой вращения 1500 об/мин [6], но приготовить керамзитопенобетон с их помощью не удалось, т.к. интенсивное перемешивание приводит к расслоению пеномассы и керамзита. В результате экспериментов выявлена целесообразность для приготовления керамзитопенобетона использования лабораторного смесителя СБ-10 с частотой вращения 36 об/мин .

Известно, что керамзитовый гравий – пористый материал с высокой сорбционной емкостью, поэтому было оценено его влияние на свойства керамзитопенобетона в зависимости от его влажности. Т.к. керамзитовый гравий в естественных условиях обычно имеет влажность не более $1,0 \%$, то для оценки влияния влажности его предварительно насыщали водой. На рис. 2 приведена зависимость прочности керамзитопенобетона от состояния керамзита (естественной влажности и водонасыщенный).

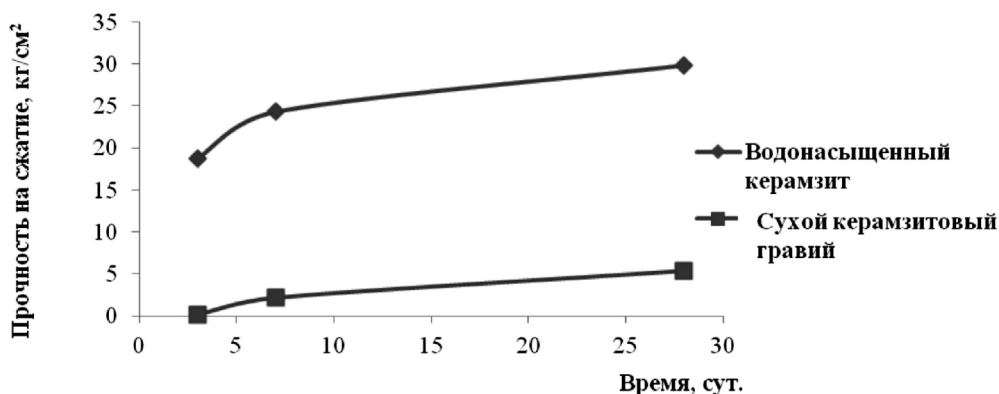


Рис. 2. Зависимость прочности керамзитопенобетона от вида керамзитового гравия

Из рис. 2 видно, что прочность керамзитопенобетона с предварительно водонасыщенным керамзитом в шесть раз выше, чем с сухим. Это большая разница связана с тем, что сухой керамзит впитывает воду в процессе перемешивания, вызывая дефицит воды и препятствуя образованию структуры пеномассы.

Таким образом, перед приготовлением керамзитобетона предварительно необходимо насытить керамзитовый гравий водой.

Установлено, что независимо от гранулометрического состава керамзитового гравия его интенсивное водопоглощение происходит в течение первых 5-10 минут его насыщения в воде (рис. 3). Это время было принято при изготовлении образцов керамзитопенобетона.

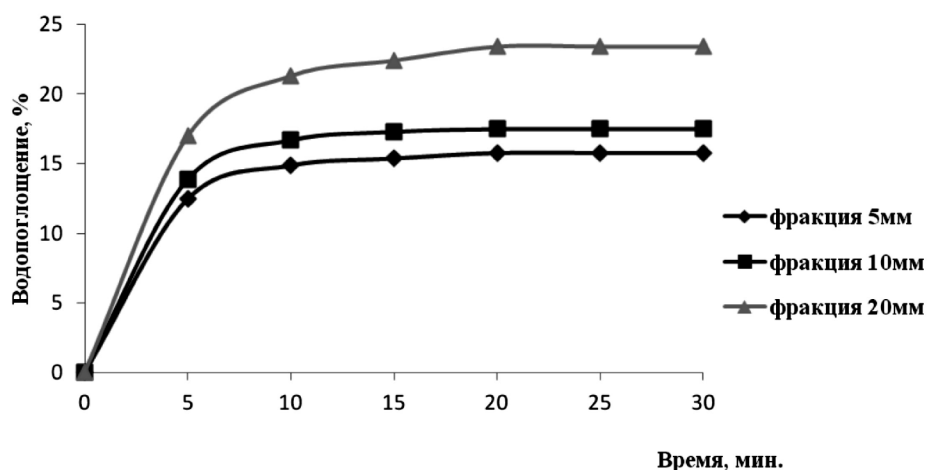
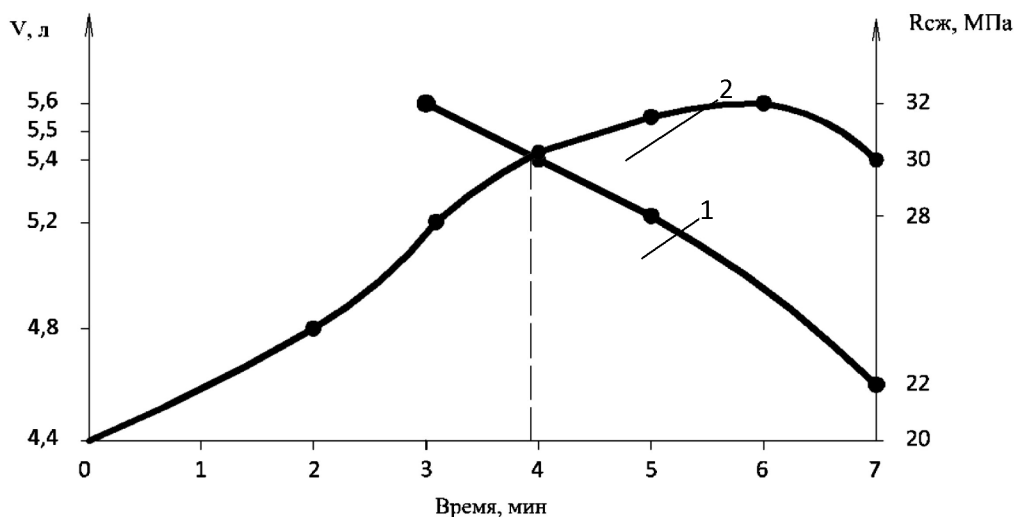


Рис. 3. Зависимость водопоглощения керамзитового гравия от времени насыщения водой

Поскольку теплотехнические характеристики материала зависят от его плотности, то были изучены зависимости плотности керамзитопенобетонной смеси и прочности керамзитопенобетона от времени ее перемешивания (рис. 4).



1 – зависимость прочности; 2 – зависимость выхода пенобетонной смеси

Рис. 4. Свойства керамзитопенобетонной смеси и керамзитопенобетона от времени перемешивания

Видно, что минимальная плотность достигается при 4-5 мин перемешивания. Максимальная прочность получена после 3 мин. перемешивания, но, т.к. потеря прочности относительно 4-х минут незначительна, то для достижения меньшей плотности рекомендуется 4 минуты перемешивания (при этом плотность керамзитопенобетона равна D650).

Полученные прочностные данные керамзитопенобетона (D_{650} , $R_{сж} = 3,0 \pm 0,5$ МПа) свидетельствуют о том, что они значительно превосходят нормативную прочность автоклавного газобетона по ГОСТ 31359-2007 «Бетоны ячеистые автоклавного твердения» (для плотности до D_{700} прочность должна быть не менее 2,1 МПа).

Ячеистая структура керамзитопенобетона представлена на фотографии (рис. 5). Видно, что керамзитовый гравий равномерно распределен по всей высоте образца, а поровая структура пенобетона имеет замкнутый характер, что и определяет улучшенные прочностные характеристики керамзитопенобетона.

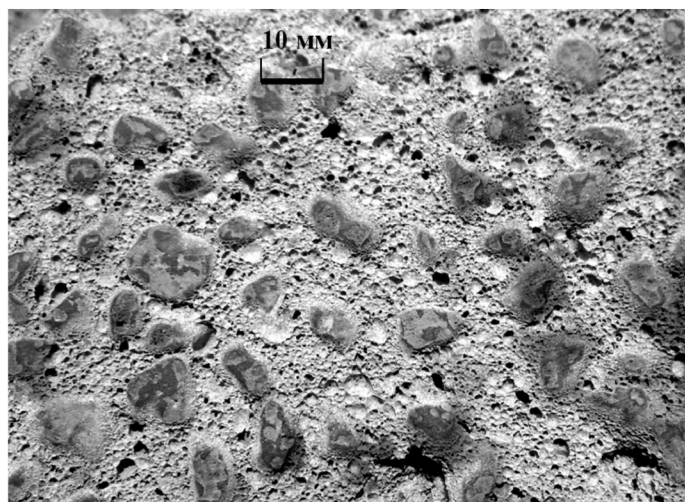


Рис. 5. Поровая структура керамзитопенобетона

Список литературы

1. Отчет подразделений РГУП БТИ о структуре введенного в эксплуатацию в 2011 году в республике Татарстан жилого фонда по конструктивным элементам: [http // www. bti. tatarstan. ru](http://www.bti.tatarstan.ru) (дата обращения: 3.04.2012).
2. Горин В.М. Открытое письмо Союза производителей керамзита и керамзитобетона губернатору Самарской области: [http // keramzit@saminfo.ru](http://keramzit@saminfo.ru) (дата обращения: 3.04.2012).
3. Комиссаренко Б.С., Чикноворьян А.Г. Способ приготовления керамзитопенобетонной смеси // патент РФ №2059587, опубликовано 10.05.1996.
4. Красникова Н.М., Хозин В.Г. Новый способ приготовления пенобетона // Известия КазГАСУ, 2009, № 1. – С. 273-276.
5. Патент РФ № 2342347 «Способ приготовления сухого тонкодисперсного пенообразователя и способ приготовления сухой сырьевой смеси для пенобетона с использованием этого пенообразователя», приоритет от 18.01.2007, авторы: Хозин В.Г., Магдеев У.Х., Красникова Н.М., Морозова Н.Н., Рахимов М.М.
6. Хозин В.Г., Красникова Н.М., Магдеев У.Х. Сухая смесь для получения пенобетона // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, 2008, № 2. – С. 32-33.

Krasnikova N.M. – candidate of technical science, senior lecturer

E-mail: knm0104@mail.ru

Eruslanova E.V. – post-graduate student

Khozin V.G. – doctor of technical science, professor

E-mail: khozin@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Expanded clay aggregate foamed concrete of the dry mixture for the foamed concrete

Resume

Claydite as wall material, has advantages in strength and durability, but for more effective use needs to improve its thermal performance. On this basis, the technology expanded clay aggregate foamed concrete of obtaining of dry mixes, and worked through the technology of receipt.

In the first phase of work were studied: the kinetics of water absorption of expanded clay gravel, depending on its density, as well as the ways and modes of obtaining technology expanded clay aggregate foamed concrete.

It is established that the main water absorption, for all densities are within the first 5–10 minutes. This is reflected in the selection of compositions and modes of obtaining expanded clay aggregate foamed concrete.

Thermal performance of the material depends on its density, therefore, were studied as a function of density and strength expanded clay aggregate foamed concrete mixture occasionally stirring it.

Minimum density is reached at 4-5 min of mixing. Maximum strength is obtained after 3 min. mixing, but because loss of strength with respect to 4 minutes is insignificant, in order to achieve lower density taken 4 min of mixing.

Keywords: expanded clay aggregate, non-autoclave foamed concrete, expanded clay aggregate foamed concrete.

References

1. Report of RPMU BTI units on the structure, commissioned in 2011 in the Republic of Tatarstan of the housing stock to the design elements: [http // www. // bti.tatarstan.ru](http://www.bti.tatarstan.ru) (reference date: 3.04.2012).
2. Gorin V. Open letter to Union producers of expanded clay-concrete governor of the Samara region // keramzit@saminfo.ru (reference date: 3.04.2012).
3. Komissarenko B.S, Chiknovoryan A.G. How to prepare a mixture expanded clay aggregate foamed concrete // Russian patent number 2059587, issued 10.05.1996.
4. Krasnikova N.M, Khozin V.G. A new method of preparing foam // News KazGASU, 2009, № 1. – P. 273-276.
5. RF Patent № 2342347 «Method of preparation of dry fine foam and method of preparation of dry feed mixture for foam blowing agent with this» priority from 18.01.2007, authors: Khozin V.G., Magdeev W.Kh., Krasnikova N.M., Morozova N.N., Rakhimov M.M.
6. Khozin V.G., Krasnikova N.M, Magdeev W.H. Dry mix for foam // Building materials, equipment, technologies of XXI century, 2008, № 2. – P. 32-33.

УДК 691 – 419.8.620

Лаптев Г.А. – кандидат технических наук, доцент

Губанов Д.А. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: gubanovda@mail.ru

Ерофеев В.Т. – доктор технических наук, профессор

E-mail: fac-build@adm.mrsu.ru

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева

Адрес организации: 430005, Россия, г. Саранск, ул. Большевикская, д. 68

Оптимизация составов металлобетонов на алюминиевом связующем

Аннотация

Приводятся результаты исследований и оптимизации свойств металлобетонов на алюминиевом связующем и минеральных заполнителях различной природы. С использованием методов математического планирования эксперимента получены уравнения регрессии и их графические отображения для изменения прочности при сжатии, растяжении и изгибе металлобетонов, наполненных щебнем из базальта, диабазы и керамзита различной крупности. Определены зоны факторных пространств, ограниченных выбранными размерами фракции заполнителя и содержанием заполнителя, с оптимальными значениями исследуемых свойств.

Ключевые слова: металлобетоны, алюминиевое связующее, заполнители, прочность, оптимальные составы.

Перспективным направлением дальнейшего развития композиционных материалов для специального строительства представляется получение и внедрение эффективных и доступных строительных композитов на металлических связующих и гранулированных заполнителях – металлобетонах (метонах), предложенных профессором В.И. Соломатовым [1, 2]. В металлобетонах в качестве связующих могут быть использованы алюминий, сталь, чугун, титан, медь, свинец, олово, цинк и т.д., а заполнителей – песок, щебень, гравий, керамзит и т.д. Получают метоны объединением компонентов при температуре расплава соответствующего металла, расплавлением и извлечением изделия из формы после остывания металла. Согласно полиструктурной теории структурообразования композиционных материалов структуру метона целесообразно рассматривать на уровнях микро- и макроструктуры. Закономерности формирования структуры металлобетонов определяются следующими факторами: объемными долями связующих и заполнителей, соотношением их прочностных и деформативных характеристик, упаковкой заполнителей, а также степенью взаимодействия в контакте связующее – заполнитель.

Свойства металлобетонов на макроуровне, в первую очередь, определяются соотношением прочностных и деформативных свойств матрицы и заполнителей, содержанием и крупностью заполнителей. На процессы структурообразования метонов значительное влияние также оказывают: вид связующего и заполнителя, соотношение количественного содержания металла и заполнителя, степень адгезионного взаимодействия между вяжущим и заполнителем и т.д. В настоящей работе приводятся результаты экспериментальных исследований метонов на алюминиевом связующем, в качестве которого применялся литейный сплав марки АЛ2 с пределом прочности при растяжении, равном 250 МПа. Заполнителями служили гранулы на основе диабазы, базальта и керамзита, значение прочности при сжатии образцов на основе которых, соответственно, составляло в пределах: 310-320 МПа; 220-225 МПа; 5-10 МПа. Применялись заполнители различных фракций (в мм): 1,2-2,5; 2,5-5,0; 5,0-7,0; 7,0-10,0. Содержание заполнителя принималось в количестве 40, 50, 60 и 63 % по объему. Были изготовлены образцы для испытания на осевое растяжение (цилиндры с диаметром 40 мм), на растяжение при изгибе (призмы размером 4×4×16 см) и сжатие (призмы размером 4×4×16 см). Образцы изготавливались методом предварительного приготовления смеси и ее виброуплотнения.

Оптимизация составов метонов выполнялась с применением математических методов планирования эксперимента. Планы экспериментов генерировались при помощи программного комплекса FACTOR. Факторами варьирования являлись: X_1 – крупность заполнителя, в мм; X_2 – содержание заполнителя, в % по объему.

После выполнения испытаний и обработки результатов исследований были получены уравнения регрессии прочности на растяжение при изгибе ($R_{из}$), осевое

растяжение (R_p) и на сжатие ($R_{сж}$) метонов на диабазовом, базальтовом и керамзитовом заполнителе следующего общего вида:

$$R_{(сж,р,и)} = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 + b_{11} \cdot X_1^2 + b_{12} \cdot X_1 \cdot X_2 + b_{22} \cdot X_2^2 + b_{111} \cdot X_1^3 + b_{112} \cdot X_1^2 \cdot X_2 + b_{122} \cdot X_1 \cdot X_2^2 + b_{222} \cdot X_2^3 + b_{1112} \cdot X_1^3 \cdot X_2 + b_{1122} \cdot X_1^2 \cdot X_2^2 + b_{1222} \cdot X_1 \cdot X_2^3 \quad (1)$$

Полученные значения коэффициентов регрессии приведены в табл. 1.

Таблица 1

Заполнитель металлобетона		Щебень из диабазы			Щебень из базальта			Керамзитовый гравий		
Свойство		$R_{сж}$	R_p	$R_{и}$	$R_{сж}$	R_p	$R_{и}$	$R_{сж}$	R_p	$R_{и}$
Коэффициенты	b_0	263,96	12,402	25,172	228,61	12,352	21,454	56,048	9,704	17,207
	b_1	4,607	4,427	2,143	106,83	3,956	1,798	-17,91	-0,076	-1,280
	b_2	3,853	-2,894	-1,610	-1,853	-2,106	-6,383	2,766	-1,176	-3,488
	b_{11}	-63,73	0,113	-1,762	-45,91	0,139	-0,194	4,407	-	-
	b_{12}	-18,00	0,325	-0,524	-24,92	0,029	0,798	11,211	0,006	0,690
	b_{22}	11,465	3,709	-0,336	24,471	0,537	-2,790	2,506	-	-
	b_{111}	49,667	-4,219	-7,651	-49,55	-3,749	-5,835	-	-	-
	b_{112}	0,480	0,076	0,472	2,608	-0,015	-0,075	-4,861	-	-
	b_{122}	-3,981	-0,629	0,083	-36,44	0,017	3,744	4,191	-	-
	b_{222}	5,412	-2,519	-0,854	26,638	-1,502	3,304	-	-	-
	b_{1112}	10,694	-	-	67,421	-	-	-5,196	-	-
	b_{1122}	-6,882	-	-	5,169	-	-	-7,067	-	-
b_{1222}	12,580	-	-	-68,45	-	-	-5,091	-	-	

По уравнениям регрессии построены графические зависимости (рис. 1-3):

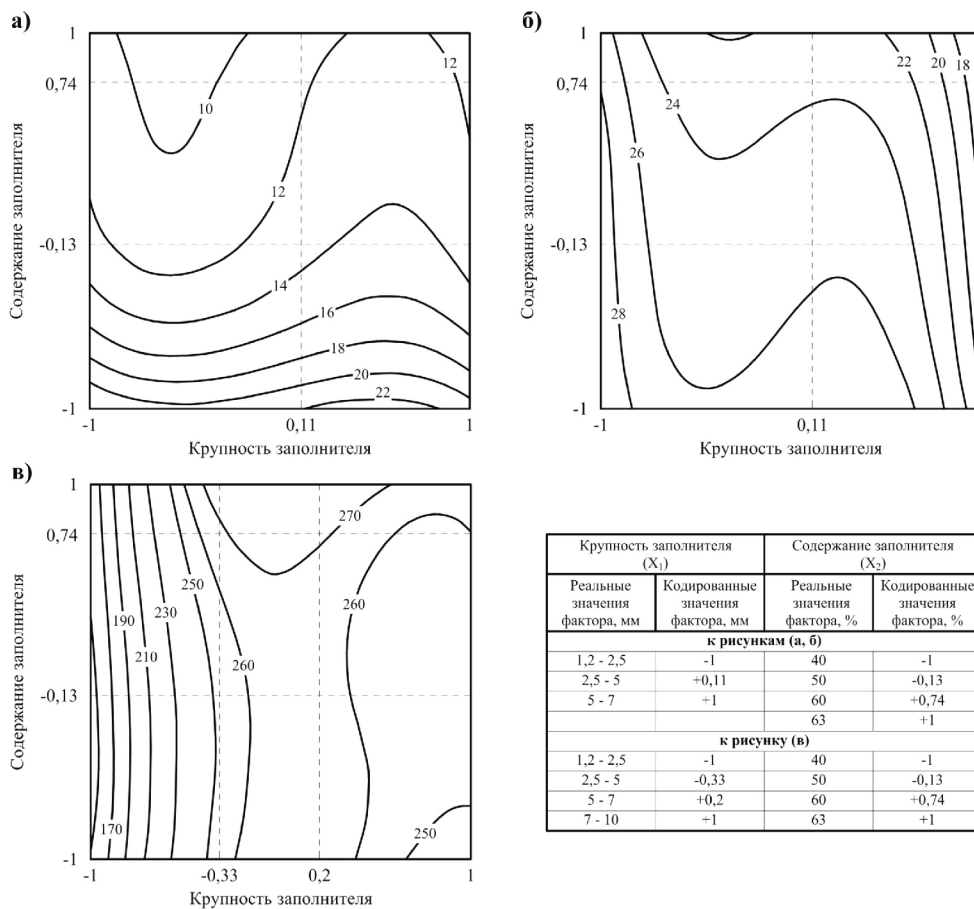


Рис. 1. Зависимость изменения прочности метонов на диабазовом заполнителе при осевом растяжении (а), на растяжение при изгибе (б) и на сжатие (в), МПа

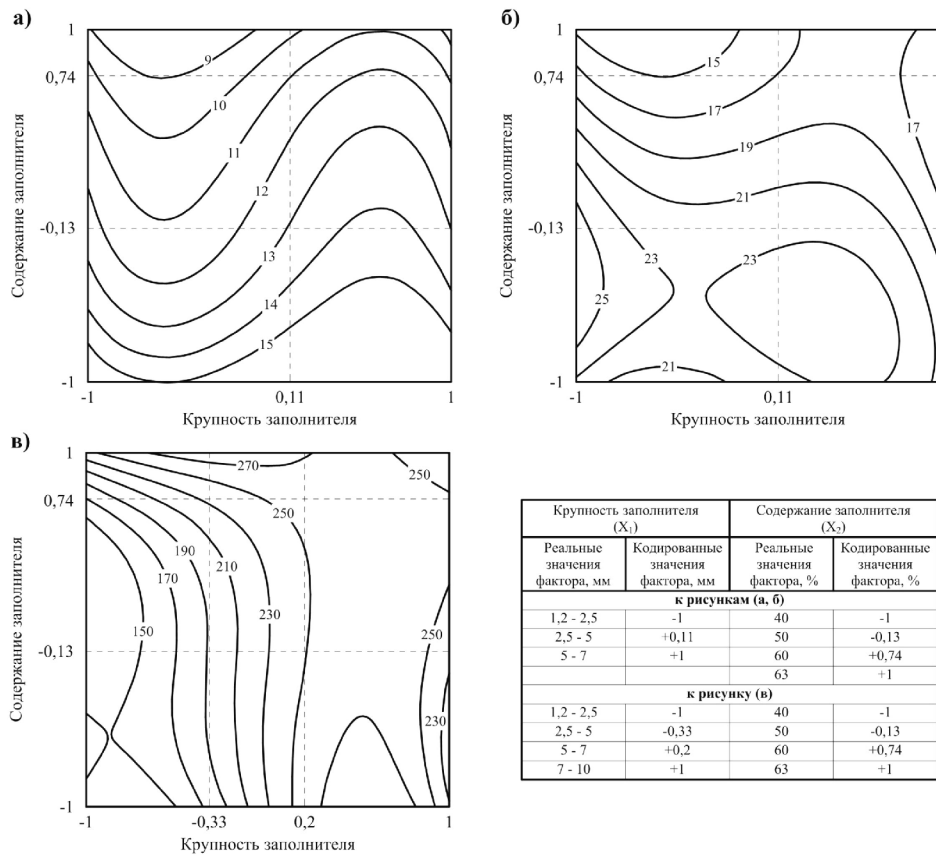


Рис. 2. Зависимость изменения прочности бетонов на базальтовом заполнителе при осевом растяжении (а), на растяжение при изгибе (б) и на сжатие (в), МПа

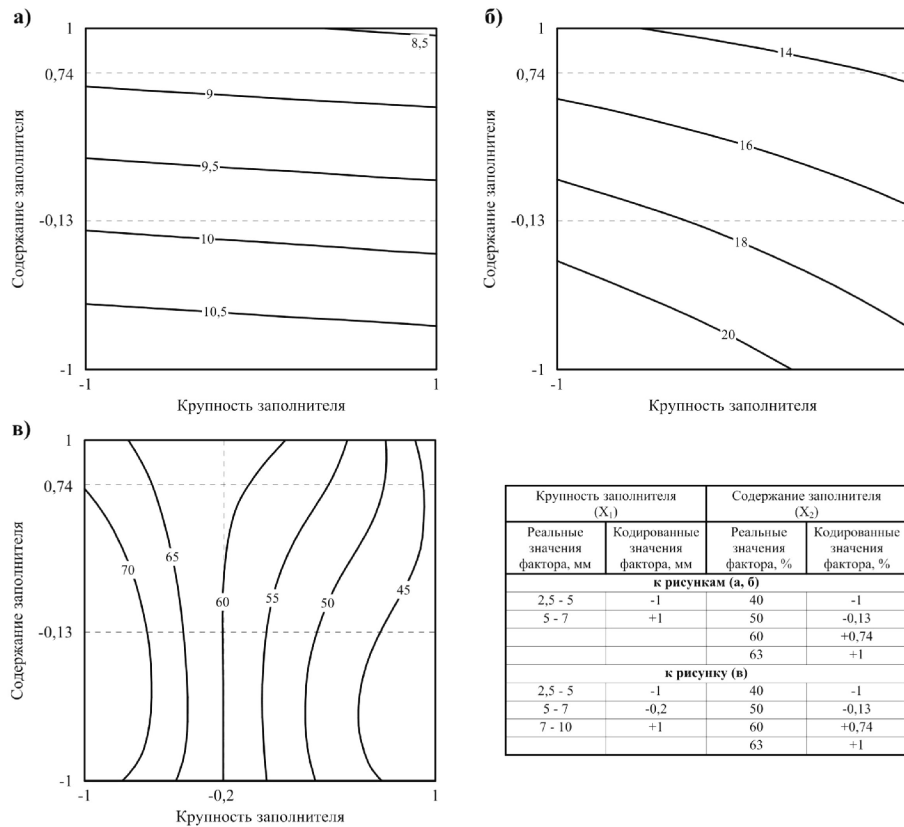


Рис. 3. Зависимость изменения прочности бетонов на керамзитовом заполнителе при осевом растяжении (а), на растяжение при изгибе (б) и на сжатие (в), МПа

Анализ выполненных исследований показал:

- Наибольшая прочность метонов при сжатии на заполнителе из диабазового щебня достигается при повышенных содержаниях заполнителя фракции 2,5-7 мм; при применении базальтового щебня – как при повышенных (более 60 % по объему), так и при пониженных (около 40 % по объему) содержаниях заполнителя, причем в первом случае – при применении мелких фракций (2,5-5 мм), а во втором – более крупных (5-7 мм); при использовании керамзитового гравия – при содержании заполнителя в пределах от 40 до 60 % по объему малых фракций.

- Наибольшая прочность метонов на растяжение при изгибе на заполнителе из диабазового щебня достигается при малых содержаниях заполнителя, причем рассматриваемый показатель в незначительной степени зависит от крупности заполнителя; при применении базальтового щебня – в области наполнения в пределах 40-50 % по объему более крупного заполнителя (5-7 мм); при использовании керамзитового гравия – при малом содержании и на всем интервале рассматриваемого фракционного состава заполнителя.

- Наибольшая прочность метонов при осевом растяжении на диабазовом щебне достигается в широкой области наполнения (от 40 до 63 %) при малой крупности; при применении базальтового заполнителя – при малом наполнении (до 50 % по объему) и крупности заполнителя в пределах от 2,5 до 5 мм; при использовании керамзитового гравия – при содержании заполнителя в области от 40 до 45 % по объему, крупностью 2,5-5 мм.

Список литературы

1. Соломатов В.И., Потапов Ю.Б. Метон – новый конструкционный материал // Строительные материалы, 1978, № 3. – С. 11.
2. Соломатов В.И., Потапов Ю.Б., Люпаев Б.М., Лаптев Г.А. и др. Метон – новый строительный материал // Строительные материалы и конструкции, 1980, № 2. – С. 17.

Laptev G.A. – candidate of technical sciences, associate professor

Gubanov D.A. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: gubanovda@mail.ru

Yerofeev V.T. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: fac-build@adm.mrsu.ru

Mordovian State University of N.P. Ogaryov

The organization address: 430005, Russia, Saransk, Bolshevistskaya st., 68

Optimization of structures of metal concrete on the aluminum binding

Resume

Among the materials considered for use in the field of special construction, composites made by means of the metal binding and granulated fillers – metal concretes can be represented perspectively. Effective use of such concretes is reached in the conditions of influence of cyclic temperatures, ionizing radiation, dynamic loadings.

Properties of composite materials and, in particular, metal concretes, directly depend on a quantitative ratio of making components and their qualitative characteristics. By the systematized change of these or those structure-made parameters it is possible to reveal their values at which optimum properties of a composite as a whole are reached.

Results of research of metal concretes are given in the present article with a matrix from aluminum binding the AL2 brands. As fillers diabase and basalt rubble and claydite gravel of various fractions were used. By means of methods of mathematical planning of experiment by change of the content of filler and the size of its fraction optimum zones of factorial space with the greatest durability of metal concrete for each type of filler were revealed. So, to optimum durability indicators on compression for metal concrete on diabase rubble there corresponds the raised maintenance of fraction of 2,5-7 mm (at durability about 270 MPas); on basalt rubble – at the contents more than 60 % of fraction of 2,5-5 mm (durability about 270 MPas is also

reached); on claydite – at the maintenance of fraction of 2,5-5 mm in limits from 40 to 60 % (durability of 60-70 MPas).

Keywords: metalconcrete, aluminum binding, fillers, durability, optimum structures.

References

1. Solomatov V.I., Potapov Yu.B. Meton – a new constructional material // Building materials, 1978, № 3. – P. 11.
2. Solomatov V.I., Potapov Yu.B., Ljupaev B.M., Laptev G.A. etc. Meton – a new building material // Building materials and designs, 1980, № 2. – P. 17.

УДК 691.327:666.97

Морозов Н.М. – кандидат технических наук

E-mail: nikola_535@mail.ru

Морозова Н.Н. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: ninamor@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Исследование долговечности модифицированных бетонов для монолитного строительства

Аннотация

Проблема долговечности модифицированных бетонов является актуальной и в настоящее время, так как увеличивается количество химических добавок, применяемых в цементных бетонах. В статье показано, что применение поликарбоксилатных суперпластификаторов значительно повышает водонепроницаемость и морозостойкость бетона, за счет уменьшения водоцементного отношения и воздухововлечения бетонных смесей. Применение суперпластификаторов и минеральных наполнителей значительно снижает вероятность возникновения щелочной коррозии. Введение поликарбоксилатных пластификаторов увеличивает прочность и водонепроницаемость бетона больше, чем нафталинформальдегидных, а морозостойкость при этом изменяется незначительно.

Ключевые слова: долговечность бетона, щелочная коррозия, воздухововлечение, суперпластификаторы, морозостойкость.

Долговечность бетона в конструкциях является своего рода гарантом выполнения главного принципа технического регулирования в РФ и в т.ч. в области строительства, – обеспечения безопасности жизни, здоровья физических лиц, имущества физических и юридических лиц, государственного и муниципального имущества, а также охраны окружающей среды, жизни и здоровья животных и растений [1].

Бетон остается главным конструкционным строительным материалом и сейчас, и в будущем. Наука и технология бетона интенсивно развиваются, что позволяет реально изготавливать конструкции из бетонов с прочностью 150 МПа и более. Однако кратковременная, стандартно определяемая прочность еще не достаточный фактор работы конструкций, главный показатель в строительстве – долговечность. Поэтому уже сейчас нормативный срок службы жилых зданий возрос до 125-150 лет, и, тем не менее, опасность изготовления и применения недолговечных материалов и конструкций существует, о чем свидетельствуют нередкие случаи обрушений зданий и сооружений.

Проблема долговечности цементных бетонов и изделий на их основе регулярно является темой международных научно-технических конференций и симпозиумов [2-4]. Долговечность бетона означает, что строительные элементы из бетона при необходимом уходе в течение предусмотренного срока службы устойчивы ко всем воздействиям.

Факторы, влияющие на долговечность, можно разделить на четыре группы:

- физические (водопоглощение, температурные воздействия);
- химические (сульфатная и щелочная коррозия);
- биологические (воздействие бактерий и грибов);
- механические (износ и ползучесть).

Долговечность бетона зависит от его состава и условий эксплуатации бетонных и железобетонных конструкций. Помимо состава, определяющим является также уход за бетоном в первое время твердения, в зависимости от этого меняются пористость и первоначальная усадка бетона.

Одним из «практических» способов увеличения долговечности является увеличение расхода цемента, однако при этом снижается трещиностойкость и повышается ползучесть бетона. К тому же увеличение объема цементного камня

приводит к увеличению капиллярной пористости бетона, что также является негативным фактором, т.е. увеличение расхода цемента сверх требуемых значений не всегда приводит к увеличению долговечности бетона.

Поэтому учет только показателя прочности бетона при сжатии не является достаточным для обеспечения долговечности.

К непосредственным показателям долговечности относятся:

- плотность (влияет на водопоглощение, водонепроницаемость, газонепроницаемость);
- сопротивление попеременному замораживанию и оттаиванию (морозостойкость: шелушение, потеря массы, потеря прочности);
- глубина карбонизации (возможность коррозии арматуры);
- воздействие агрессивных сред [5].

Сопротивление бетона проникновению агрессивных веществ, зависящее от плотности, имеет большое значение при эксплуатации разного вида бетона. Вода и агрессивные среды проникают в тело бетона через капиллярные и другие открытые поры (седиментационные, поры в контактной зоне цементного камня и заполнителя и др.), а также через микротрещины, вызванные усадочными деформациями.

При использовании подвижных смесей обязательным компонентом бетона становятся пластифицирующие добавки, которые в значительной степени меняют количественные и качественные характеристики его пористости. В настоящее время активно используются суперпластификаторы.

В данном исследовании были выбраны разные по химическому строению суперпластификаторы: на нафталинформальдегидной основе и на основе модифицированных полиэфиркарбоксилатов.

Суперпластификаторы позволяют не только значительно снизить водоцементное отношение, что приводит к уменьшению капиллярной пористости бетона, но и уменьшить деформации усадки. Вид пластификатора по-разному влияет на величину контракционной усадки. Так, например, добавка С-3 практически не влияет на контракцию цементного теста, что, вероятно, обусловлено двумя противоположными факторами: замедлением контракции за счет блокирования молекулами ПАВ активных центров зерен цемента и ускорением гидратации под действием содержащегося в С-3 сульфата натрия [6].

По-иному на контракцию цемента влияет добавка Melflux 2651 (MF): с увеличением дозировки добавки процесс контракции цемента замедляется. Через сутки контракция уменьшается в 3 раза, а через 7 суток – в 2 раза. Снижение контракционной усадки позволяет уменьшить деформации, происходящие в цементном камне, повысить его прочность и долговечность бетона. Для бетона из подвижных смесей это особенно важно, так как расход цемента в них значителен [6]. Уменьшение контракционной усадки позволяет также снизить пористость цементного камня, а значит, уменьшить его проницаемость.

Важным показателем при применении суперпластификаторов является долговременная прочность цементного камня.

Как видно из рис. 1, прочность цементного камня после 28 суток твердения растет очень медленно, через год прирост составляет всего 13-18 %. Наибольший прирост прочности цементного камня наблюдается при использовании поликарбоксилатных пластификаторов.

Как было отмечено, долговечность бетона зависит от плотности бетона, поэтому важным показателем является воздухововлечение бетонных смесей с модифицирующими добавками. В присутствии суперпластификаторов воздухововлечение может повышаться [7].

С одной стороны, повышение воздухововлечения приводит к повышению пористости бетона, что негативно сказывается на проницаемости бетона, но с другой – воздухововлечение при применении пластифицирующих добавок является одним из способов повышения морозостойкости при условии создания замкнутой пористости. Как видно из табл. 1, при использовании добавки С-3 воздухововлечение увеличивается при высоких расходах цемента как в крупнозернистых, так и в мелкозернистых бетонных смесях.

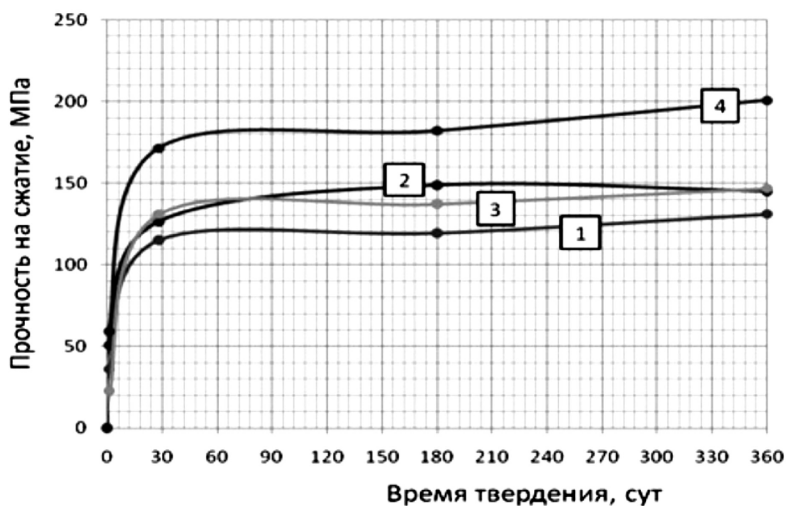


Рис. 1. Влияние пластифицирующих добавок на прочность цементного камня:
1 – контрольный, 2 – С-3; 3 – Sika Visco Crete 5; 4 – Melflux2651 F

Таблица 1

Свойства бетонных смесей на различных заполнителях

№	Цемент, кг	Песок, кг	Щебень, кг	С-3, кг	В/Ц	Подвижность	Воздухововлечение, %	Плотность бетонной смеси, кг/м ³
1	280	750	1200	1,4	0,53	ПЗ	2,2	2230
2	350	800	1100	1,75	0,5	ПЗ	3,2	2320
3	600	1500	-	3	0,31	ПЗ	6,8	2295
4	500	1590	-	2,5	0,37	ПЗ	7,2	2275
5	400	1650	-	2	0,52	ПЗ	7,2	2235
6	300	1690	-	1,5	0,63	ПЗ	5,8	2205

Влияние воздухововлечения на водопоглощение бетона можно проследить на примере суперпластификатора поликарбоксилатного типа и песка с модулем крупности 2,8 (табл. 2).

Таблица 2

Составы бетона и свойства бетонной смеси с суперпластификатором Melflux2651

№	Цемент, кг	Песок, кг	Вода, кг	Melflux, кг	Плотность бетонной смеси, кг/м ³	Воздухововлечение, %	Водопоглощение бетона, %
1	500	1500	290	-	2170	6,5	9,9
2			209	1,25	2190	6,4	8,2
3			189	2,5	2205	4,9	7,2
4			176	3,75	2210	4,7	6,8

Из табл. 2 видно, что увеличение дозировки MF с 0,25 % до 0,75 % (от массы цемента) уменьшает воздухововлечение на 25 %. Наилучший результат достигается при дозировках MF 0,75 и 0,5 % от массы цемента. При этом водопоглощение песчаного бетона с добавкой снижается на 31 %, что обусловлено уменьшением макро- и микропористости бетона. Такое уменьшение водопоглощения должно положительно отразиться на морозостойкости бетона, поэтому выбор пластификатора может сыграть решающую роль в получении долговечного бетона.

Введение поликарбоксилатных пластификаторов, как видно из табл. 3, увеличивает прочность и водонепроницаемость бетона по сравнению с нафталинформальдегидными пластификаторами, однако морозостойкость при этом изменяется незначительно. Большой водоредуцирующий эффект и низкое воздухововлечение позволяют уплотнить структуру и снизить проницаемость бетона, однако добавки на нафталинформальдегидной основе обладают некоторым воздухововлечением и за счет этого повышается морозостойкость.

Таблица 3

**Морозостойкость и водонепроницаемость тяжелого бетона
из смесей с подвижностью ПЗ-П4**

№ п/п	Класс бетона	Расход цемента, кг/м ³	Вид и расход добавки	Водонепроницаемость	Морозостойкость
1*	B45	420	Поликарбоксилат 1 %	W14	F300
2**	B45	410	Поликарбоксилат 0,5 %	W16	F200
3	B40	395	Поликарбоксилат 0,4 %	W14	F200
4	B30	410	Нафталинформ. 0,7 %	W12	F200

*данные Гамалий Е.А. [8], **данные Изотова В.С., Ибрагимов Р.А. [9]

Другим немаловажным фактором долговечности является вид применяемого цемента. В зависимости от минералогического состава, даже при равной активности, отличаются не только трещиностойкость, но и морозостойкость бетона. Поэтому при подборе состава бетона, особенно для дорожных и мостовых конструкций, цемент необходимо подбирать не только по прочности, но и по влиянию на морозостойкость. Влияние вида цемента на морозостойкость бетона показано на примере трех цементов: ПЦ 600 Д0 «Новоросцемент», ПЦ 500Д0 «Вольскцемент», ПЦ500Д0 «Искитимцемент» (табл. 4). Во всех составах бетона применялся суперпластификатор на нафталинформальдегидной основе, подвижность бетонных смесей П4.

Таблица 4

Влияние вида цемента на морозостойкость бетона

Вид цемента	Класс бетона по прочности	Расход цемента, кг/м ³	Потеря прочности после 200 циклов, %
ПЦ 600 Д0 «Новоросцемент»	B30	370	8,5
ПЦ 500Д0 «Вольскцемент»	B25	384	3,4
ПЦ500Д0 «Искитимцемент»	B25	387	11,2

Как видно из полученных данных, при равном расходе цемента потеря прочности после 200 циклов попеременного замораживания и оттаивания в солях (2-й метод для дорожных бетонов) изменяется от 3,4 до 11,2 %. Причем увеличение марки бетона по прочности на сжатие не всегда увеличивает морозостойкость. Например, известным фактом является отрицательное влияние алюминатов кальция [5]. Согласно требованиям ГОСТ 10178-85 для бетонов с высокими требованиями по морозостойкости необходимо использовать портландцементы с содержанием трехкальциевого алюмината (С₃А) в количестве не более 8 % по массе. В Искитимском цементе содержание С₃А около 10 %, в связи с этим бетон на его основе обладает очень низкой морозостойкостью.

Одной из немаловажных и «скрытых» причин снижения долговечности бетонов является их внутренняя (щелочная) коррозия [11]. Щелочная коррозия бетона в Волго-Камском регионе обусловлена, в первую очередь, тем, что подавляющий объем потребностей в заполнителях для производства бетона сборного и монолитного строительства покрывается песком и гравием, добываемым в виде ПГС с рек Кама и Вятка, в которой содержится большое количество аморфного кремнезема (более 60 мМоль/л). Другой сопутствующий фактор щелочной коррозии – количество щелочей в цементе, а для бетона, полученного из подвижных бетонных смесей, и фактор водоцементного отношения (табл. 5).

Таблица 5

**Оценка влияния количества активного кремнезема на деформации
расширения мелкозернистого бетона**

№ пп	Наименование заполнителя	Содержание активного кремнезема, мМоль/л	В/Ц смеси	Деформация расширения образца, %	
				факт	норма
1.	Гравий	179	0,44	0,063	0,1 [ГОСТ 8269.0-97, СНиП 2.03.11-85]
2.	Обогащенный песок	66,3	0,38	0,0853	
3.	Дробленый песок	309,6	0,38	0,119	
4.			0,41	0,256	

Как видно из табл. 5, увеличение содержания активного кремнезема неоднозначно влияет на деформации расширения образцов бетона, а увеличение В/Ц отношения на 8 % способствует росту собственных деформаций бетона в 2 раза.

Из полученных данных (табл. 6) следует, что применяемые цементы не вызывают деформаций расширения при щелочной коррозии, превышающих стандартно допустимые (0,1 %). Однако они существуют и могут проявиться в более поздние сроки испытаний (или эксплуатации) бетона [12].

Таблица 6

**Результаты измерений деформации мелкозернистого бетона,
изготовленного на различных цементах и химических добавках**

Марка цемента, завод-изготовитель	Вид и количество химической добавки, %	Деформация расширения, %		Заключение
		факт	норма	
ПЦ-400Д20 Ульяновский	0	0,029	0,1 [ГОСТ 8269.0-97, СНиП 2.03.11-85], 0,06-	Деформации расширения не превышают стандартных требований
	С-3 (0,7 % от массы цемента)	0,0052		
	Нитрит натрия (10 % сухого вещества от массы цемента)	0,178		Деформации расширения превышают стандартное значение. Требуется испытание в бетоне в течение года
	Формиат натрия (4 % сухого вещества от массы цемента)	0,133		
	Лигнопан Б-4 (3 % сухого вещества от массы цемента)	0,0287		
	Лигнопан Б-4 (4 % сухого вещества от массы цемента)	0,044		
ПЦ500Д0 Вольский	0	0,063	0,1 [ГОСТ 8269.0-97, СНиП 2.03.11-85], 0,06-	Деформации расширения не превышают предельного стандартного значения
	Гексалит (3,3 % от массы цемента)	0,0505		
	Гексалит (5,5 % от массы цемента)	0,063		
	МК-85 (1 % от массы цемента)	0,027		
	МК-85 (5 % от массы цемента)	0,018		

Обнаружено, что введение противоморозных добавок нитрита и формиата натрия увеличивает деформации расширения более в 3-6 раз. В качестве «подавителя» деформаций расширения при щелочной коррозии проявляют себя следующие добавки: Лигнопан Б-4, Гексалит и, особенно эффективно, суперпластификатор С-3 и микрокремнезем. Из полученных результатов видно, что применение противоморозных добавок без пластификаторов приводит к увеличению щелочной коррозии бетона. Поэтому для снижения вероятности возникновения щелочной коррозии необходимо применять только комплексные противоморозные добавки, содержащие в своем составе пластификатор.

Таким образом, применение суперпластификаторов и минеральных наполнителей значительно снижает вероятность возникновения щелочной коррозии бетона при монолитном строительстве. Введение поликарбоксилатных пластификаторов увеличивает прочность и водонепроницаемость бетона больше, чем нафталинформальдегидных, а морозостойкость при этом изменяется незначительно.

Список литературы

1. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 № 184-ФЗ.
2. Степанова В.Ф. Защита конструкций зданий и сооружений от коррозии – стратегическая задача строительства // Тезисы Международной научно-практической конференции «Защита от коррозии в строительстве и городском хозяйстве» в рамках 3-ей Международной специализированной выставки «Антикор-гальваносервис». – М.: Официальный каталог, 2005. – С. 60-61.
3. Батраков В.Г. Модификаторы – ключ к решению проблемы долговечности бетона // Тезисы Международной научно-практической конференции «Защита от коррозии в строительстве и городском хозяйстве» в рамках 3-ей Международной специализированной выставки «Антикор-гальваносервис». – М.: Официальный каталог, 2005. – С. 61-62.
4. Гусев Б.В. Коррозионные процессы и методы борьбы с ними // Тезисы Международной научно-практической конференции «Защита от коррозии в строительстве и городском хозяйстве» в рамках 3-ей Международной специализированной выставки «Антикор-гальваносервис». – М.: Официальный каталог, 2005. – С. 59-60.
5. Штарк Иохен, Вихт Бернд. Долговечность бетона / Пер. с нем. А. Тулаганова. Под ред. П. Кривенко. – Киев: Оранта, 2004. – 301 с.
6. Морозов Н.М., Хозин В.Г., Мугинов Х.Г. Особенности формирования структуры модифицированных песчаных бетонов // Строительные материалы, 2010, № 9. – С. 72-73.
7. Морозов Н.М., Боровских И.В., Хозин В.Г., Авксентьев В.И., Мугинов Х.Г. Влияние компонентов песчаного бетона на воздухововлечение при его приготовлении // Известия КГАСУ, 2011, № 3. – С. 129-133.
8. Гамалий Е.А. Комплексные модификаторы на основе эфиров поликарбоксилатов и активных минеральных добавок для тяжелого конструкционного бетона // Автореф. дисс. на соиск. уч. степей канд. технич. наук: 05.23.05. – Челябинск, 2009. – 18 с.
9. Изотов В.С., Ибрагимов Р.А. Влияние комплексной добавки на долговечность тяжелого бетона // Известия КГАСУ, 2011, № 2. – С. 190-194.
10. Мчедлов-Петросян О.П. Химия неорганических строительных материалов. – М.: Изд-во литературы по строительству, 1971. – С. 195-203.
11. Хозин В.Г. Морозова Н.Н., Матеюнас А.И., Захарова Н.А., Акимова Э.П. Исследование внутренней коррозии модифицированных монолитных бетонов на основе местных заполнителей РТ // Технологии бетонов, 2008, № 3. – С. 58-59.
12. Рояк Г.С. Внутренняя коррозия бетона // Автореф. дис. на соиск. уч. степей, д.т.н. – М.: ЦНИИС, 2003. – 78 с.

Morozov N.M. – candidate of technical sciences

E-mail: nikola_535@mail.ru

Morozova N.N. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: ninamor@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Modified concrete durability research for monolithic construction

Resume

The durability of concrete depends on its composition and operating conditions of concrete and reinforced concrete structures. Resistance of concrete penetration of aggressive substances, depending on the density, is important in the operation of various types of concrete. Superplasticizers, can not only significantly reduce the water-cement ratio, which reduces the capillary porosity of the concrete, but also reduce the shrinkage strain. After one day of hardening cement paste with superplasticizers based on polycarboxylate contraction is smaller in 3 times, and after 7 days in 2 times. Reduction of the contraction reduces shrinkage deformation occurring in the cement stone and increase its strength, which ultimately increases

durability of concrete. Furthermore, the use of such supplements significantly reduces water absorption and increases water resistance and frost resistance of concrete.

One of the important and the «hidden» causes of decline in durable concrete is their internal (alkaline) corrosion. Studies have shown that the use of the type series of modifiers can significantly slow down the concrete manifestation of alkaline corrosion. Durability of the modified concrete depends not only on the type of additives, but also on the type of cement and quality aggregates. Choosing modifiers must be justified as regards their impact on the performance of concrete in the vintage age, and in the later stages of hardening in actual use.

Keywords: durability of concrete, alkaline corrosion, air entrainment, superplasticizers, frost resistance.

References

1. Federal Law «On technical regulation» of 27.12.2002, № 184-FZ.
2. Stepanova V.F. Protection of buildings and structures from corrosion-strategic goal of building // Proceedings of the International Scientific Conference «Protection against corrosion and Urban Development» in the 3rd International Specialized Exhibition «Anticor-galvanoservis». – Moscow: The official catalog of, 2005. – P. 60-61.
3. Batracov V.G. Modifier key to solving the problems of durability of concrete // Proceedings of the International Scientific Conference «Protection against corrosion and Urban Development» in the 3rd International Specialized Exhibition «Anticor-galvanoservis». – M.: The official catalog of, 2005. – P. 61-62.
4. Gusev B.V. Corrosion processes and methods to combat them // Proceedings of the International Scientific Conference «Protection against corrosion and Urban Development» in the 3rd International Specialized Exhibition «Anticor-galvanoservis». – M.: The official catalog of, 2005. – P. 59-60.
5. Jochen Stark, Vihti Bernd. Durability of concrete / Per. with him. A. Tulaganova. Ed. P. Krivenko. – Kiev: Orans, 2004. – 301 p.
6. Morozov N.M., Khozin V.G., Muginov H.G. Features of formation of structure of the modified sandy concrete. // Building materials, 2010, № 9. – P. 72-73.
7. Morozov N.M., Borovskich I.V., Khozin V.G., Avksentev V.I., Muginov H.G. The influence of the components of sandy concrete on the involvement of air with his cooking // News of the KSUAE, 2011, № 3. – P. 129-133.
8. Gamaliy E.A. Complex modifiers based on polycarboxylate ethers and active mineral additives for heavy structural concrete // Author. diss. on competition. uch. Candidate steppes. tech. Sciences: 05.23.05. – Chelyabinsk, 2009. – 18 p.
9. Izotov V.S., Ibragimov R.A. Impact on the longevity of the complex additive heavy concrete // News of the KSUAE, 2011, № 2. – P. 190-194.
10. Mchedlov-Petrosyan O.P. Chemistry of inorganic building materials. – M.: Publishing House of Literature on construction, 1971. – P. 195-203.
11. Khozin V.G., Morozova N.N., Mateyunas A.I., Zacharova N.A., Akimova E.P. The study of internal corrosion modified monolithic concrete on the basis of local aggregates RT // Technology of concrete, 2008, № 3. – P. 58-59.
12. Royak G.S. Internal corrosion of concrete // Author. dis. on competition. uch. steppes, PhD. – M. CNIIS, 2003. – 78 p.

УДК 691.421.2

Наумов А.А. – соискатель

E-mail: alexej_naumov@list.ru

Юндин А.Н. – кандидат технических наук, профессор

E-mail: rgsu.5170@mail.ru

Ростовский государственный строительный университет

Адрес организации: 344022, Россия, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, д. 162

Дилатометрические характеристики при замораживании водонасыщенного модифицированного керамического черепка

Аннотация

Изложены результаты исследований, подтверждающие положительное влияние модифицирующей добавки на морозостойкость обожженных керамических образцов. В качестве такой добавки использовали кальцийсодержащий отход производства минеральных удобрений. Низкотемпературные дилатометрические исследования, проведенные на образцах различной степени водонасыщения и температуры обжига, показали, что модифицирующая добавка способствует уменьшению или полному устранению остаточного удлинения после оттаивания. Это может косвенно свидетельствовать об уменьшении напряжений растяжения в массиве изделия при образовании льда, в результате чего морозостойкость модифицированного черепка увеличивается в 11-12 раз.

Ключевые слова: дилатометрический эффект, остаточное удлинение, керамический черепок, минеральная добавка, морозостойкость.

Общеизвестно, что керамический кирпич полусухого прессования, изготовленный по традиционной технологии, в основном имеет низкую морозостойкость (менее 25 циклов), что не соответствует действующему ГОСТ 530-2007.

Как установлено при проведении лабораторных работ и промышленных испытаний, увеличить морозостойкость кирпича возможно при добавлении кальцийсодержащей добавки – отходов при производстве минеральных удобрений, представляющих собой тонкодисперсный порошок с частицами сферической формы, не диспергирующими в воде. Данная добавка способствует увеличению морозостойкости обожженных образцов до 50-100 и более циклов при увеличении прочности до 30 % [1].

Как показали исследования, введение добавки позволяет увеличить резервную пористость в обожженном керамическом материале (черепке) за счет диссоциации в процессе обжига основного компонента минеральной добавки, способствует увеличению содержания кристаллических фаз, оказывающих положительное влияние на прочность изделий, что позволяет отнести данную добавку к разряду модифицирующих [2].

Для более детального изучения влияния добавки на морозостойкость образцов были проведены низкотемпературные дилатометрические исследования образцов, обожженных в интервале температур 950-1050⁰С при различной степени водонасыщения, позволяющие проследить за процессом изменения линейных размеров образцов при замораживании и оттаивании.

Испытания проводили на образцах полусухого прессования, изготовленных из легкоплавкого монтмориллонито-гидрослюдистого сырья Султан-Салынского месторождения как в чистом виде, так и с 5 % минеральной добавки.

Характеристика пористо-капиллярной структуры исследованных образцов представлена в табл. 1.

Таблица 1

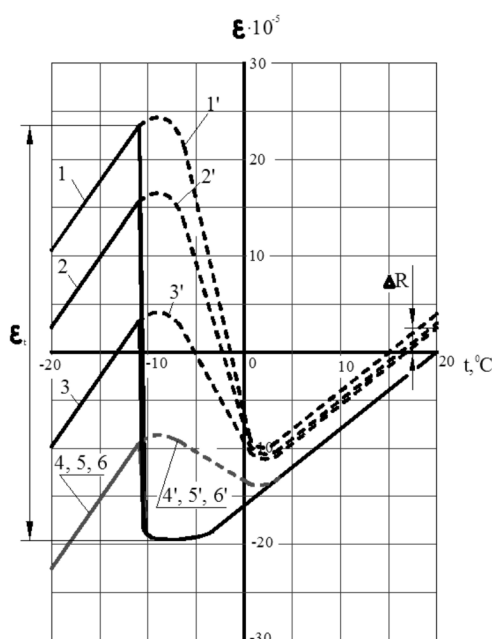
Характеристика пористости обожженных образцов

Состав шихты, % по массе	Пористость, %				
	Общая	Открытая	Капиллярная	Резервная	Закрывающая
Султан-Салынское сырье – 100	30,7	29,1	27,0	2,1	1,6
Султан-Салынское сырье – 95; Минеральная добавка – 5.	33,5	32,0	27,4	4,6	1,5

Резервную пористость определяли по разнице между объемами открытой и капиллярной пористости [3].

Для dilatометрических исследований из испытуемого материала выпиливали образцы размером 50x5x5 мм. Перед испытаниями проводили водонасыщение объемным способом в течение 48 часов. После водонасыщения образцы подвергали замораживанию и оттаиванию по методике, изложенной в [4]. Испытуемый образец устанавливали в dilatометр вертикально между конусами кварцевой трубки и стержня. Охлаждение образцов начинали от температуры 20⁰С и вели до температуры -20⁰С. Для обеспечения достоверности результатов исследования проводили на серии из пяти образцов. Во время проведения эксперимента фиксировались показания индикатора линейных перемещений (МИГ-1) и температура.

На рис. 1 представлены графики деформаций при замораживании предварительно насыщенных водой образцов, изготовленных как из чистого глинистого сырья, так и с введением минеральной добавки, обожженных при температуре 1000⁰С. Образцы испытывали (замораживали и оттаивали) три раза подряд. После первого и второго замораживания образцы погружали в воду на 24 часа.



1, 2, 3 – водонасыщенные образцы при охлаждении соответственно при 1-м, 2-м и 3-м замораживании;
 1', 2', 3' – то же, при оттаивании;
 4, 5, 6 – водонасыщенные модифицированные образцы при охлаждении при 1-м, 2-м и 3-м замораживании;
 4', 5', 6' – то же, при оттаивании

Рис. 1. Деформации образцов при повторных циклах замораживания и оттаивания

Как видно из рис. 1, вначале происходила усадка водонасыщенных образцов (кривая 1). В момент начала образования льда (при температуре -3...-4⁰С) в результате его расширения в образцах возникали напряжения растяжения, препятствующие усадке образцов, и при дальнейшем снижении температуры скорость деформации замедлялась. В температурном интервале -10...-12⁰С происходило резкое удлинение образцов, что определяется как dilatометрический эффект (ϵ) [5]. После перехода основной массы воды в лед, при последующем охлаждении, образцы вновь сжимались. Это связано с тем, что при охлаждении лед, как твердое тело, сжимается существенно больше керамики, поскольку ТКЛР льда равен $50 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹, что намного больше, чем ТКЛР керамики ($6 \dots 8 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹) [4]. По этой причине напряжения растяжения в материале уменьшаются, что приводит к сжатию образцов.

Кривая 1', обозначенная пунктирной линией, характеризует деформации при оттаивании образцов. Начиная с -20⁰С до -7...-8⁰С, замёрзшие водонасыщенные образцы удлинялись, причем скорость изменения их линейных размеров практически совпадает со

скоростью деформации при замораживании на данном участке. Дальнейшее оттаивание сопровождалось быстрой усадкой. Однако испытываемые образцы после оттаивания не восстановили прежних размеров, так как сохранили остаточное удлинение (ΔR).

Наибольшее полное относительное удлинение (ϵ_t), наблюдавшееся при замораживании водонасыщенных образцов, характеризуемое кривой 1, составило $36 \cdot 10^{-5}$; остаточная часть полного удлинения (ΔR на кривой 1') равна $2,5 \cdot 10^{-5}$.

Кривые 2 и 3 характеризуют деформации водонасыщенных образцов при втором и третьем замораживании соответственно. С каждым циклом полное относительное удлинение испытываемых образцов увеличивалось: на втором цикле составило $40 \cdot 10^{-5}$, на третьем – $48 \cdot 10^{-5}$. Также возрастало остаточное удлинение: после второго цикла оно составило $3,0 \cdot 10^{-5}$, после третьего – $4,0 \cdot 10^{-5}$. Накопление остаточных деформаций при циклическом замораживании является одной из главных причин появления микротрещин и в дальнейшем разрушения водонасыщенных материалов.

Кривые 4, 5 и 6 представляют температурные деформации водонасыщенных образцов с минеральной добавкой при первом, втором и третьем замораживании соответственно. Характерным для образцов является воспроизводимость дилатометрической кривой при первом и последующих циклах замораживания, а также неизменность степени удлинения образцов. Полное относительное удлинение образцов составило $15 \cdot 10^{-5}$ при отсутствии остаточной деформации. Это может свидетельствовать об отсутствии микротрещин в структуре образцов. При этом морозостойкость образцов, определенная методом объемного замораживания, повышается с 9 до 100 циклов.

Результаты дилатометрических испытаний водонасыщенных образцов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты дилатометрических испытаний обожженных водонасыщенных образцов

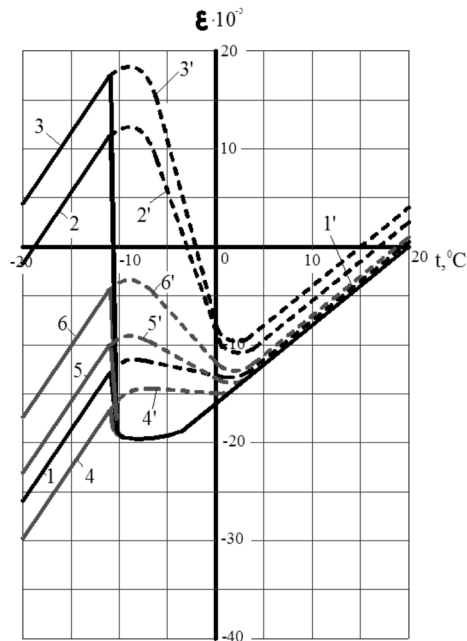
Вид образцов	Цикл замораживания	Дилатометрические характеристики		Морозостойкость, циклы
		ϵ_t	ΔR	
Образцы без добавки	первый	$36 \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-5}$	9
	второй	$40 \cdot 10^{-5}$	$3,0 \cdot 10^{-5}$	
	третий	$48 \cdot 10^{-5}$	$4,0 \cdot 10^{-5}$	
Образцы с минеральной добавкой	первый	$15 \cdot 10^{-5}$	0	100
	второй	$15 \cdot 10^{-5}$	0	
	третий	$15 \cdot 10^{-5}$	0	

Далее нами была изучена взаимосвязь дилатометрических характеристик и степени водонасыщения керамического черепка при замораживании. Исследования проводили на образцах, обожженных при температуре 1000°C . Насыщали образцы тремя способами: в первом варианте образцы насыщали объемным методом в течение 1 часа, во втором – в течение 48 часов, в третьем – кипячением в течение 4 часов.

На рис. 2 и в табл. 3 представлены результаты исследований.

Характер развития деформаций при различной степени водонасыщения образцов аналогичен рассмотренным ранее, но различная степень водонасыщения оказывает существенное влияние на остаточное удлинение образцов, при увеличении степени водонасыщения возрастает как относительное, так и остаточное удлинение.

Для модифицированных образцов сохраняется та же зависимость, однако полное относительное удлинение образцов уменьшается в 1,5-2,4 раза, а остаточное удлинение отмечается только у образцов при водонасыщении способом кипячения (горячее водонасыщение), при этом оно в 4 раза меньше, чем у немодифицированных образцов.



1, 2, 3 – образцы, насыщенные водой 1-м, 2-м и 3-м способами соответственно, при охлаждении; 1', 2', 3' – то же, при оттаивании;
4, 5, 6 – модифицированные образцы, насыщенные водой 1-м, 2-м и 3-м способами, при охлаждении; 4', 5', 6' – то же, при оттаивании

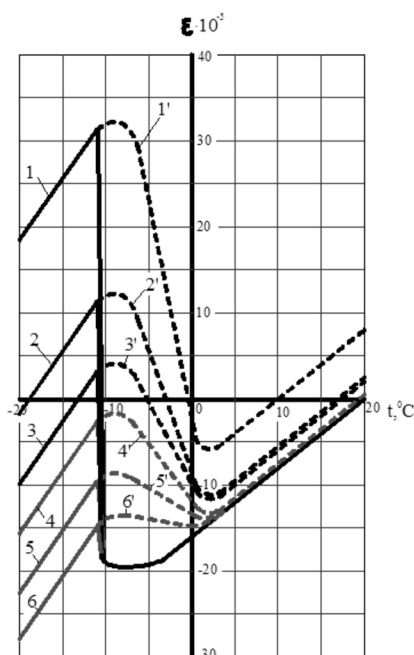
Рис. 2. Деформации образцов с различной степенью водонасыщения

Таблица 3

Результаты определения влияния степени водонасыщения на дилатометрические характеристики образцов

Вид образцов	Способ насыщения	Дилатометрические характеристики		Водонасыщение, %
		ϵ_t	ΔR	
Образцы без добавки	объемное насыщение 1 час	$12 \cdot 10^{-5}$	$0,5 \cdot 10^{-5}$	11,5
	объемное насыщение 48 часов	$36 \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-5}$	14,4
	кипячение	$42 \cdot 10^{-5}$	$4,0 \cdot 10^{-5}$	15,5
Образцы с минеральной добавкой	объемное насыщение 1 час	$8 \cdot 10^{-5}$	0	11,9
	объемное насыщение 48 часов	$15 \cdot 10^{-5}$	0	14,6
	кипячение	$20 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	17,0

На рис. 3 представлены дилатометрические кривые деформаций при замораживании и оттаивании водонасыщенных образцов, обожженных при температурах 950, 1000 и 1050⁰С.



- 1, 2, 3 – водонасыщенные образцы, обожженные при температуре 950, 1000 и 1050 °С соответственно, при охлаждении;
 1', 2', 3' – то же, при оттаивании;
 4, 5, 6 – водонасыщенные модифицированные образцы, обожженные при температуре 950, 1000 и 1050 °С, при охлаждении;
 4', 5', 6' – то же, при оттаивании

Рис. 3. Деформации образцов, обожженных при различной температуре

При повышении температуры обжига с 950 до 1050 °С относительное удлинение у образцов немодифицированного черепка снижается с $56 \cdot 10^{-5}$ до $28 \cdot 10^{-5}$, т.е. в 2 раза, при морозостойкости образцов 3-11 циклов. У модифицированного черепка относительное удлинение уменьшается с $22 \cdot 10^{-5}$ до $10 \cdot 10^{-5}$, т.е. в 2,2 раза при морозостойкости образцов 32-136 циклов. Повышение температуры обжига также позволяет снизить величину остаточной деформации после оттаивания образцов.

Результаты dilatометрических испытаний водонасыщенных образцов в зависимости от температуры обжига приведены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты определения влияния температуры обжига образцов на их dilatометрические характеристики

Вид образцов	Температура обжига, °С	Dilatометрические характеристики		Морозостойкость, циклы
		ϵ_t	ΔR	
Образцы без добавки	950	$56 \cdot 10^{-5}$	$8,0 \cdot 10^{-5}$	3
	1000	$36 \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-5}$	9
	1050	$24 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	11
Образцы с минеральной добавкой	950	$22 \cdot 10^{-5}$	$0,5 \cdot 10^{-5}$	32
	1000	$15 \cdot 10^{-5}$	0	100
	1050	$10 \cdot 10^{-5}$	0	136

В данной работе не ставили целью определение точной зависимости морозостойкости от относительного удлинения образцов при замораживании, но проведенные исследования позволяют подтвердить, что модифицирующая добавка значительно снижает деформацию при замораживании, а при температуре обжига более 1000⁰С устраняет остаточное удлинение образцов после оттаивания, что способствует сохранению структуры черепка, в результате чего морозостойкость образцов повышается в 11-12 раз в зависимости от температуры обжига.

Выводы: проведенными исследованиями установлено, что введение минеральной добавки в состав керамической массы в количестве 5 % существенно влияет на поведение образцов при замораживании. Обожженные водонасыщенные образцы, модифицированные добавкой, имеют значительно меньшую величину относительного удлинения при замораживании, в сравнении с образцами без добавки, и характеризуются отсутствием остаточного удлинения после оттаивания при холодном водонасыщении, что может косвенно свидетельствовать об уменьшении напряжений растяжения при льдообразовании в массиве изделия. Воспроизводимость дилатометрической кривой водонасыщенных образцов с добавкой при первом и последующем циклах замораживания указывает на их рациональное, с точки зрения морозостойкости, пористое строение, позволяющее сопротивляться многократным циклам замораживания и оттаивания.

Таким образом, низкотемпературные дилатометрические исследования позволили подтвердить положительное влияние модифицирующей добавки на морозостойкость водонасыщенных обожженных керамических образцов.

Список литературы

1. Наумов А.А., Юндин А.Н. Увеличение морозостойкости кирпича полусухого прессования минеральной модифицирующей добавкой // Известия вузов. Строительство, 2011, № 8-9. – С. 27-31.
2. Гуров Н.Г., Наумов А.А., Юндин А.Н. Повышение морозостойкости керамического камня полусухого прессования минеральной модифицирующей добавкой // Строительные материалы, 2012, № 5. – С. 78-80.
3. Гальперина М.К., Ерохина Л.В. К вопросу о структуре пористости керамических изделий. Исследования по технологии производства и расширению ассортимента керамических изделий // Тр. ин-та НИИСтройкерамика. – М., 1981. – С. 58-67.
4. Егерев В.М., Зотов С.Н. Взаимосвязь дилатометрических характеристик и степени водонасыщения керамического черепка при замораживании // Новые сырьевые материалы и отходы производства в технологии строительной керамики: Тр. ин-та НИИСтройкерамика. – М., 1986, Вып. 58. – С. 30-36.
5. Гиоргадзе Н.Н., Горчаков Г.И. Дилатометрические исследования компонентов легкого бетона // Строительные материалы, 1983, № 11. – С. 27-28.

Naumov A.A. – researcher

E-mail: alexej_naumov@list.ru

Yundin A.N. – candidate of technical sciences, professor

E-mail: rgsu.5170@mail.ru

Rostov State Building University

The organization address: 344022, Russia, Rostov-on-Don, Sozialisticheskaya st., 162

Dilatometric characteristics at freezing of water-saturated modified ceramic crock

Resume

In article the results of the low-temperature dilatometric researches confirming positive effect of the modifying additive on frost resistance of ceramic samples are presented. As such additive used the carbonate calcium waste which is forming by production of mineral fertilizers.

Dilatometric researches carried out on the samples of semidry pressing made of fusible raw materials of the Sultan-Salynsky field as in pure form, and with 5 % of a mineral additive.

Studied behavior of water saturated samples at numerous cycles of freezing and thawing, and also influence on dilatometric characteristics of extent of water saturation and roasting temperature.

It is established that with each cycle of freezing relative lengthening of not modified samples increased: on the first cycle it made $36 \cdot 10^{-5}$; on the second – $40 \cdot 10^{-5}$ and on the third – $48 \cdot 10^{-5}$.

It is also accumulated residual deformations of the samples after thawing. Samples with a modifying additive are characterized by an invariance of extent of lengthening of samples at repeated cycles of freezing. Full relative lengthening of samples is $15 \cdot 10^{-5}$ in the absence of residual deformation. This may testify to the absence of cracks in the structure of the samples with the additive.

It is defined that various extent of water saturation makes essential impact on residual lengthening of samples when freezing. At increase in extent of water saturation increases both relative, and residual lengthening.

At the modified samples full relative lengthening decreases in 1,5-2,4 times in comparison with samples without an additive, and residual lengthening is noted only at samples at water saturation by way of boiling.

At roasting temperature increase with 950 to 1050⁰C relative lengthening at samples of not modified crock decreases with $56 \cdot 10^{-5}$ to $28 \cdot 10^{-5}$. At samples with an additive relative lengthening roasting temperature increase also decreases with $22 \cdot 10^{-5}$ to $10 \cdot 10^{-5}$. Raising the temperature of roasting also allows you to reduce the amount of the residual deformation after thawing of the samples.

By the executed researches it is established that the modifying additive promotes reduction or full elimination of residual lengthening of samples after thawing. It can indirectly testify to reduction of tensile stresses in the solid of product at formation of ice therefore frost resistance of the modified crock increases at 11-12 times.

Key words: dilatometric effect, residual lengthening, ceramic crock, mineral additive, frost resistance.

References

1. Naumov A.A., Yundin A.N. Increase of frost resistance of brick semidry pressing by mineral modifying additives // News of Higher Educational Institutions. Construction, 2011, № 8-9. – P. 27-31.
2. Gurov N.G., Naumov A.A., Yundin A.N. Improvement of frost resistance of ceramic stone semidry pressing by mineral modifying additives // Building Materials, 2012, № 5. – P. 78-80.
3. Galperina M.K., Yerokhina L.V. To a question on structure of porosity of ceramic products / Researches under the production technology and expansion of assortment of ceramic products // Institute NIIstroyceramica Works. – M., 1981. – P. 58-67.
4. Egerev V.M., Zotov S.N. Interrelationship Dilatometric Characteristics and the Degree of Water-saturation of the Ceramic Crock at Freezing // New Raw Materials and Wastes of Production in the Technology of Building Ceramics: Institute NIIstroyceramica Works. – M., 1981, № 58. – P. 30-36.
5. Giorgadze N.N., Gorchakov G.I. Dilatometric Researches of Components of Lightweight Concrete // Building Materials, 1983, № 11. – P. 27-28.

УДК 666.942+543.572.3

Панина А.А. – младший научный сотрудник

E-mail: panina273@yandex.ru

Лыгина Т.З. – доктор геолого-минералогических наук

E-mail: lygina@geolnerud.ru

Губайдуллина А.М. – кандидат технических наук

E-mail: alfsub@mail.ru

Николаев К.Г. – научный сотрудник

E-mail: 2462728@mail.ru

Халитова А.Н. – инженер

E-mail: ahalitova@mail.ru

Центральный научный исследовательский институт геологии нерудных полезных ископаемых

Адрес организации: 420097, Россия, г. Казань, ул. Зинина, д. 4

Исследование портландцемента с модифицированной цеолитсодержащей добавкой

Аннотация

Целью работы являлось исследование влияния добавки на основе цеолитсодержащей кремнистой породы, прошедшей предварительную обработку на электромассклассификаторе, на свойства портландцемента.

В ходе исследований применялись методы термогравиметрического анализа для изучения влияния добавки на процесс гидратации, а также стандартные методики для определения прочностных характеристик.

Установлено, что активация цеолитсодержащей породы в электромассклассификаторе позволяет увеличить выход тонкодисперсной фракции и улучшить прочностные свойства портландцемента.

Ключевые слова: портландцемент, добавка, цеолитсодержащая кремнистая порода, термический анализ.

Одним из эффективных способов улучшения качества цемента является применение различных минеральных добавок. Увеличение доли и видов минеральных добавок в последнее время связано со стремлением целесообразно и полно использовать их гидравлическую активность и положительное влияние на структурообразование цементного камня и бетонов, формирование технологических и строительно-технических свойств [1]. Исследования, направленные на введение минеральных добавок в достаточно дорогостоящее вяжущее – цемент, ведутся на протяжении уже многих лет [2].

В ранее проведенных нами исследованиях была показана возможность улучшения качества портландцемента путем дополнительной обработки сырьевой цементной шихты в электромассклассификаторе. Данный нетрадиционный способ обработки сырья, сопровождающийся активацией частиц, может быть также использован для повышения качества применяемых минеральных добавок. Принцип работы электромассклассификатора основан на явлении, позволяющем в закрытом объеме получать плотные заряженные аэрозоли под действием турбулентного потока газов с последующим разделением в результате воздействия комбинации разнонаправленных сил [3].

В последние годы особое внимание обращено на различные цеолитсодержащие породы. Рассматривается их применение для получения широкого спектра строительных материалов (вяжущих, теплоизоляционных, керамических и др.). Полученные результаты показали перспективность использования данного сырья [4].

В нашей работе рассмотрена возможность улучшения качества портландцемента путем введения в него цеолитсодержащей кремнистой породы, подвергнутой предварительной активации в электромассклассификаторе. Методика исследований заключалась в следующих этапах:

1. Определение минерального и гранулометрического состава исходной цеолитсодержащей породы.

2. Модификация цеолитсодержащей породы в электромассклассификаторе с оценкой дисперсности полученных фракций.

3. Определение прочностных характеристик исходного цемента и цемента, содержащего различные фракции модифицированной добавки.

4. Исследование продуктов гидратации и твердения методами термического анализа (ТГ-ДТГ).

Минеральный состав исходной цеолитсодержащей породы представлен ОКТ-фазой – 27 %, кальцитом – 21 %, цеолитом (клиноптилолит) – 18 %, глинистыми минералами – 17 %. После переработки (активации) цеолитсодержащей породы в электромассклассификаторе типа СМГ – ЭМК – 005 – 1, производительностью 50 кг в час, были получены 2 фракции: мелкодисперсная (№ 1) и тонкодисперсная (№ 2). Содержание частиц размером менее 5 мкм во фракции № 1 составляет 33 %, во фракции № 2 – 72 %. Методом низкотемпературной сорбции азота была определена удельная поверхность по БЭТ полученных фракций цеолитсодержащей добавки: 78 мг/г для фракции № 1 и 89 мг/г для фракции № 2. Обе фракции активированного сырья вводились в качестве добавки-наполнителя в товарный портландцемент в количестве 10-30 %. В работе использовался цемент марки М 400 (производитель ОАО «Ульяновскцемент», ГОСТ 10178-85) и цемент класса ЦЕМ I 42,5 Н (производитель ОАО «Мордовцемент», ГОСТ 31108-2003). Содержание основных минералов в данных цементах (М 400 ОАО «Ульяновскцемент» и ЦЕМ I 42,5 Н ОАО «Мордовцемент») соответственно следующее: C_3S – 65 % и 67 %, C_2S – 15 % и 17 %, C_3A – 8 % и 2 %, C_4AF – 3 % и 11 %. Физико-механические свойства полученного смешанного вяжущего определялись в соответствии с методиками, указанными в ГОСТ 310.1-ГОСТ 310.4.

В табл. 1 приведены прочностные характеристики полученных образцов.

Таблица 1

Влияние цеолитсодержащей добавки на прочностные характеристики цемента

Содержание и вид добавки, %	Водопотребность цементного теста, %	Предел прочности, МПа				Марка по прочности
		через 7 суток		через 28 суток		
		при изгибе	при сжатии	при изгибе	при сжатии	
Портландцемент М 400						
-	-	6,4	27,5	6,9	34,4	300**
10 % фр.* № 1	-	6,6	33,6	8,0	47,9	400
20 % фр. № 1	-	6,3	34,6	7,8	49,0	500
30 % фр. № 1	-	5,4	25,1	7,4	35,8	300
10 % фр. № 2	-	6,5	34,8	7,0	44,5	400
20 % фр. № 2	-	5,7	30,0	7,1	40,1	400
30 % фр. № 2	-	4,3	18,0	7,0	30,2	300
Портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н						
-	28,00	5,9	32,9	7,4	43,6	400
10 % фр. № 1	30,50	7,2	39,9	7,1	53,4	500
20 % фр. № 1	32,75	6,4	36,1	7,1	49,4	500
10 % фр. № 2	30,75	6,6	41,9	8,3	57,6	550
20 % фр. № 2	32,75	5,9	33,6	7,9	53,7	500

* – фракция

** – по прочностным показателям товарный цемент ОАО «Ульяновскцемент» не соответствовал марке, указанной на этикетке, поэтому ему была присвоена марка 300

Как видно из табл. 1, улучшение прочностных показателей наблюдается при введении добавки в количестве 10-20 % от массы цемента. Для низкомарочного цемента производителя ОАО «Ульяновскцемент» максимальные значения прочности при сжатии наблюдаются: при введении 20 % фракции № 1 – 49,0 МПа (увеличение на 42,4 %); при введении 10 % фракции № 2 – 44,5 МПа (увеличение на 29,4 %). При введении данной добавки в портландцемент класса ЦЕМ I 42,5Н получены следующие максимальные значения прочности при сжатии: при введении 20 % фракции № 1 – 53,4 МПа (увеличение

на 15,9 %); при введении 10 % фракции № 2 – 57,6 МПа (увеличение на 12,0 %). При этом марка цемента возрастает с 300 до 500 и с 400 до 550.

Введение цеолитосодержащей добавки повышает водопотребность цементного теста. При 20 % содержания добавки в цементе нормальная густота увеличилась с 28 % до 32,75 %. Начало схватывания исходного цемента – 2 часа 10 минут, конец схватывания – 4 часа 50 минут; начало схватывания цемента содержащего добавку увеличилось до 4 часов, конец схватывания – мало изменился.

Исследование особенностей термического поведения портландцемента с цеолитосодержащей добавкой и диагностика продуктов гидратации и твердения проводились методами термогравиметрического анализа. Были исследованы образцы цементного камня на основе портландцемента ЦЕМ I 42,5 Н без добавок и с добавками цеолитосодержащего сырья (фракция № 1 и фракция № 2).

Изучение термического поведения экспериментальных образцов осуществлялось в динамических неизотермических условиях на синхронном термоанализаторе STA 409 PC Luxx производства Netzsch. С целью обеспечения сопоставимости результатов отбирались одинаковые для всех образцов навески (30 мг) и режимы съемки. Исследуемые образцы нагревали от 30°C до 1000°C со скоростью 10 °C/мин в платиновых тиглях, закрытых проницаемыми крышками. Анализ проводился в воздушной среде.

Термическое поведение образца цементного камня без добавок представлено на рис. 1.

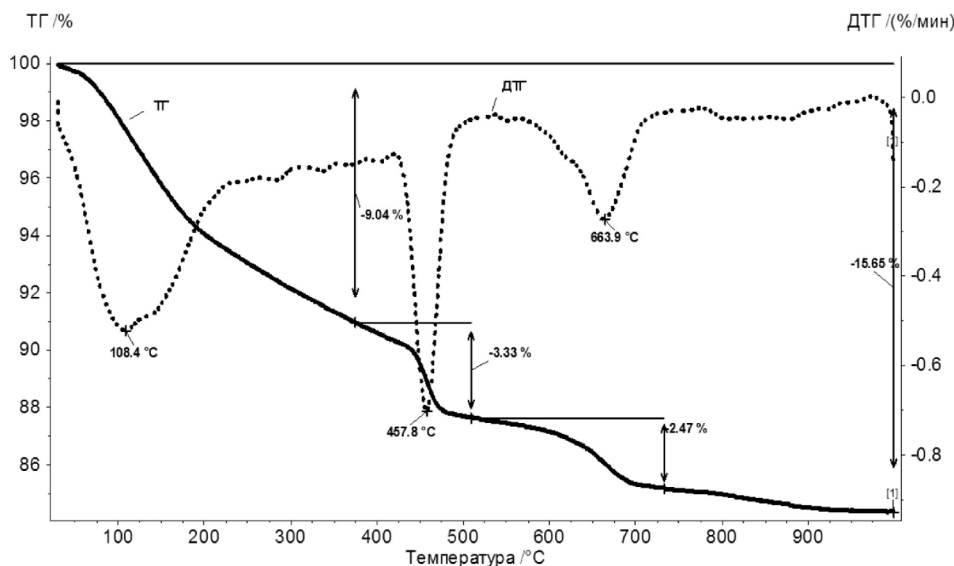


Рис. 1. Термическое поведение портландцемента (ЦЕМ I 42,5 Н исходный образец, 28 суток)

На термических кривых (ТГ-ДТГ) регистрируются три эндотермических эффекта. Первый эффект в интервале температур 30-375° с максимумом при 108,4°C относится к процессу дегидратации гидросульфоалюминатов кальция. Второй эффект дегидратации в интервале 375-510°C максимумом при 457,8°C свидетельствует о наличии портландита, третий интервал превращений 510-735° с максимумом при 663,9°C может быть отнесен к эндотермическому эффекту декарбонизации образующегося в процессах гидратации и твердения кальцита.

Для выделенных интервалов по кривым термогравиметрического и дифференциального термогравиметрического (ТГ-ДТГ) анализов, для исследуемых образцов были определены значения потери массы, являющиеся характеристикой степени термоактивности (табл. 2).

При рассмотрении образцов цементного камня различного возраста (1 и 28 суток) наличие протекающих процессов гидратации подтверждается заметным увеличением потери массы во всех рассматриваемых интервалах превращений. Так, для первого интервала изменение потери массы составляет 6,43-12,73 %. Во втором интервале – 1,19-3,47 % масс., в третьем – 3,24-5,91 % масс.

Таблица 2

Термические характеристики образцов портландцемента с цеолитсодержащей добавкой

Возраст	Состав вяжущего		Потеря массы в интервале температур, °С, % масс.			
	ЦЕМ I 42,5 Н	добавка	30-375	375-510	510-780	30-1000
1 сутки	100 %	-	7,74	1,77	2,19	12,28
1 сутки	90 %	10 % (фр.* № 1)	6,43	1,19	3,52	10,98
1 сутки	90 %	10 % (фр. № 2)	7,54	1,56	3,85	13,42
1 сутки	80 %	20 % (фр. № 1)	7,53	1,64	5,91	15,59
1 сутки	80 %	20 % (фр. № 2)	7,39	1,56	5,05	14,44
28 суток	100 %	-	9,04	3,33	2,47	15,65
28 суток	90 %	10 % (фр. № 1)	12,73	3,22	3,24	20,06
28 суток	90 %	10 % (фр. № 2)	8,56	3,47	3,45	16,44
28 суток	80 %	20 % (фр. № 1)	12,55	3,14	4,84	21,59
28 суток	80 %	20 % (фр. № 2)	11,00	3,19	4,34	19,21

* – фракция

Термические кривые (ТГ-ДТГ) образцов цементного камня с добавками цеолитсодержащей породы (в количестве 10 % масс.) различной дисперсности, подверженных гидратации в течение 28 суток, представлены на рис. 2.

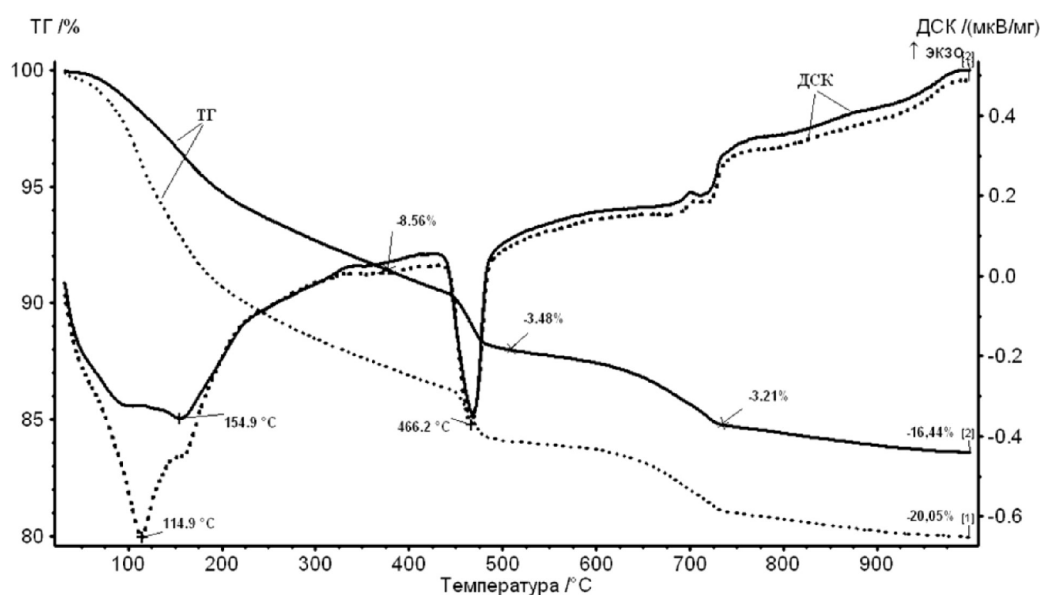


Рис. 2. Термическое поведение портландцементов с 10 %-ным содержанием добавок на основе цеолитсодержащего сырья (пунктирная линия – цемент с добавкой фр. № 1, сплошная линия – цемент с добавкой фр. № 2), 28 суток

Как видно из рис. 2, для этих образцов в основном наблюдаются характерные для гидратированных портландцементов термические эффекты. Тем не менее, внесение добавок приводит к изменению конфигурации кривых. Для образцов возрастом 28 суток конфигурация первого эндотермического эффекта имеет заметное уширение и раздвоенный характер, что свидетельствует о фазовых изменениях гидроалюмосиликатов при переходе от тиксотропно-кристаллического состояния в коллоидно-кристаллическое состояние.

Характер процесса водоотдачи для добавок, отличающихся дисперсностью, находит отражение в различной степени интенсивности низкотемпературного эффекта. Во время гидратации при затворении водой происходят фазовые превращения с образованием полиминеральной системы с различным содержанием воды в ее компонентах и соответственно с различным характером ее связанности в кристаллической структуре цементного камня. По-видимому, добавка тонкодисперсной фракции цеолитсодержащей

породы (фракция № 2), в отличие от мелкодисперсной фракции (фракция № 1), приводит к более равномерному распределению частиц и более полному протеканию процессов минералообразования, вследствие чего замедляется и процесс дегидратации при нагреве.

Наличие явно выраженного эндотермического эффекта в интервале 375-510°C, характерного для процесса дегидроксилизации гидроксида кальция (портландита) – одного из основных минералов процесса твердения портландцемента – позволяет однозначно оценить его количественное содержание.

Портландит играет важную роль в структуре цементного камня, образуя взаимные прорастания с тоберморитом (гелеобразное состояние) [5]. В указанном выше интервале других термоактивных фаз не регистрируется, поэтому обнаруженная потеря массы может быть отнесена только к содержанию портландита.

Был проведен анализ взаимосвязи содержаний портландита со значениями прочностных характеристик портландцемента. Установлено, что увеличение прочности при сжатии сопровождается некоторым снижением содержания портландита в цементном камне (рис. 3). Это может быть объяснено связыванием $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с активным кремнеземом добавки в плохо растворимый и более прочный гидросиликат [6]. Максимальное значение прочности при сжатии 57,6 МПа (достигнутое при 10 %-ном содержании фракции № 2) соответствует содержанию портландита в прогидратировавшем цементе 14,28 %. Такое отклонение от общей тенденции может быть объяснено высокой степенью дисперсности фракции № 2 (частицы размером менее 5 мкм составляют 72 %).

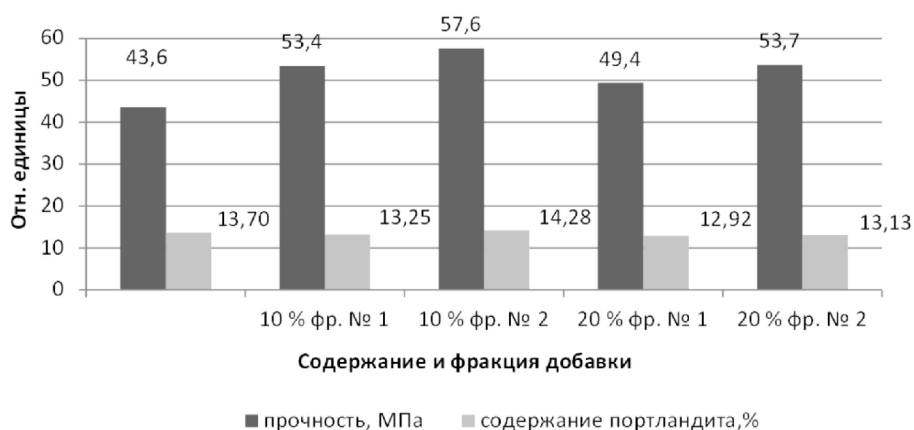


Рис. 3. Изменения показателей прочности при сжатии и содержания портландита в исследуемых образцах цементного камня с различными фракциями и содержанием модифицированной добавки и без добавки

Таким образом, проведенные нами исследования показали, что активация цеолитсодержащей породы в электромассклассификаторе позволяет увеличить выход тонкодисперсной фракции и улучшить прочностные свойства портландцемента. Для портландцемента более низкой марки наиболее эффективна мелкодисперсная фракция № 1 (20 %), прочность при сжатии увеличивается на 42,4 %. Для портландцемента ЦЕМ I 42,5 Н наиболее эффективна тонкодисперсная фракция № 2 (10 %), прочность возрастает на 12,0 %. Использование методов термического анализа позволяет осуществить контроль процесса гидратации.

Список литературы

1. Лесовик В.С., Жерновой Ф.Е., Глаголев Е.С. Использование природного перлита в составе смешанных цементов // Строительные материалы, 2009, июнь. – С. 84-87.
2. Мухаметрахимов Р.Х., Изотов В.С. Влияние активных минеральных добавок на гидратацию вяжущих и физико-механические свойства фиброцементных плит // Известия КГАСУ, 2011, № 2 (16). – С. 213-218.
3. Лыгина Т.З., Корнилов А.В., Панина А.А., Пермяков Е.Н. Способы повышения прочностных характеристик портландцемента // Цемент и его применение, 2010, № 5. – С. 124-126.

4. Овчаренко Г.И., Свиридов В.Л., Казанцева Л.К. Цеолиты в строительных материалах. – Барнаул: Изд-во Алт-ГТУ, 2000. – 320 с.
5. Справочник по химии цемента / Под ред. Б.В. Волконского, Л.Г. Судакаса. – Л.: Стройиздат, 1980. – 224 с.
6. Разработка активного минерального наполнителя для цементных вяжущих на основе природных ресурсов Мордовии / Электронное научное издание «Строительство, архитектура, дизайн» // marhdi.mrsu.ru: 2008. выпуск 2. http://marhdi.mrsu.ru/2008-2/pdf/20_Korotin.pdf (дата обращения: 25.07.2012).

Panina A.A. – junior research assistant

E-mail: panina273@yandex.ru

Lygina T.Z. – doctor of geology-mineralogical sciences

E-mail: lygina@geolnerud.ru

Gubaydullina A.M. – candidate of technical sciences

E-mail: alfgub@mail.ru

Nikolaev K.G. – research assistant

E-mail: 2462728@mail.ru

Khalitova A.N. – engineer

E-mail: ahalitova@mail.ru

The Central Scientific Research Institute of Geology of Industrial Minerals

The organization address: 420097, Russia, Kazan, Zinin str., 4

Research Portland cement with the modified zeolite-containing additive

Resume

This paper considers the possibility of improvement of Portland cement quality by addition the zeolite-containing siliceous rock. Before use the zeolite-containing siliceous rock has been activated at the electro mass classifier.

The thermogravimetric analysis methods were applied to studying of influence of additives on hydration process. Also standard techniques were applied for definition strength characteristics.

The results of experiments have shown, that activation of zeolite-containing siliceous rock at the electro mass classifier allows to increase output of the finely dispersed fractions. Applying of additive on its basis improves strength properties of Portland cement. Brend of Portland cements raises from 300 to 500 and from 400 to 550. The improving the compressive strength is accompanied by some reduction of portlandite content in a cement stone. It is explained by the occurrence of chemical reactions between components of the additive and portlandite as a result of that is formed badly soluble and stronger hydrosilicate. The methods of the thermal analysis allow to control the hydration processes.

Keywords: portland cement, additive, zeolite-containing siliceous formation, thermal analysis.

References

1. Lesovic V.S., Zhernovoy F.E., Glagolev E.S. Using natural perlite as a part of the mix-cements // Building materials, 2009, June. – P. 84-87.
2. Mukhametrakhimov R.Kh., Izotov V.S. Effect of active mineral additives on hydron of binder tatsiyu and physical-mechanical properties of fiber-cement plates// News of the KSUAE, 2011, № 2 (16) – P. 213-218.
3. Lygina T.Z., Kornilov A.V., Panina A.A., Permjakov E.N. Ways of increasing strength characteristics features of the portland cement // Cement and its application, 2010, № 5. – P. 124-126.
4. Ovcharenko G.I., Sviridov V.L., Kazantseva L.K. Zeolites in building materials // Barnaul: Publishers Alt-GTU, 2000. – 320 p.
5. The directory in cement chemistry / Under the editorship B.V. Volkonsky, L.G. Sudakas – L.: Stroyizdat, 1980. – 224 p.
6. Research of active mineral filler for cement binders on the basis of natural resource of Mordovia. / The electronic scientific edition «Building, architecture, design» // marhdi.mrsu.ru: 2008. publication 2. http://marhdi.mrsu.ru/2008-2/pdf/20_Korotin.pdf (reference date: 25.07.2012).

УДК 691.175

Старовойтова И.А. – кандидат технических наук

E-mail: irina-starovoitova@yandex.ru

Хозин В.Г. – доктор технических наук, профессор

E-mail: khozin@kgasu.ru

Сулейманов А.М. – доктор технических наук, профессор

E-mail: sulejmanov@kgasu.ru

Халикова Р.А. – аспирант

E-mail: r.i.z.i.d.a@mail.ru

Зыкова Е.С. – аспирант

E-mail: barblzka@mail.ru

Абдулхакова А.А. – студент

Муртазина А.И. – студент

Хадеев Э.П. – студент

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Одноосноориентированные армированные пластики: анализ состояния, проблемы и перспективы развития*

Аннотация

В работе представлен анализ современного состояния в области производства и применения неметаллической арматуры для строительных конструкций. Охарактеризованы фильерная (пултрузия) и безфильерная технологии изготовления неметаллической арматуры. Проведены патентные исследования (глубина поиска – 1990-2012 годы). Проведён сравнительный анализ характеристик металлической и композитной арматуры российских производителей. Обоснован выбор сырьевых компонентов для изготовления неметаллической арматуры и приведены направления дальнейших экспериментальных исследований.

Ключевые слова: армированные пластики, неметаллическая арматура, полимерные композиционные материалы, патентные исследования, наномодификаторы.

В настоящее время наблюдается рост объёмов производства и потребления, а также расширение областей применения неметаллической арматуры. Следует отметить, что за рубежом, в США, Германии, Канаде, Японии, Китае и др. странах, неметаллическая арматура производится и достаточно широко применяется уже более 20 лет при армировании бетонных конструкций, в которых арматура подвержена интенсивному коррозионному воздействию агрессивных сред: опоры и настилы мостовых сооружений, дорожное полотно, береговые укрепления и т.п. Также весьма эффективным является применение данного материала в стеновых ограждающих конструкциях (в качестве гибких связей) и в сооружениях, где предъявляются высокие требования к электроизоляционным и антимагнитным характеристикам конструкций (опоры ЛЭП, некоторые медицинские помещения, радиолокационные станции, сооружения оборонного и охранного назначения). Интенсивное применение неметаллической арматуры за рубежом обусловлено проведением достаточно масштабных научных исследований (разработка составов, технологий, оборудования и методик испытаний) [1-5], работой ряда специализированных центров и лабораторий (среди них: Американский Институт Бетона «American concrete institute advancing concrete knowledge», Канадская Ассоциация Стандартов «CSA Standards», Международная Федерация по Армированию Бетона «FIB CEB-FIP» (Европа), Итальянский Национальный Исследовательский Совет, Японское Общество Гражданских Инженеров) и разработкой серьёзных нормативных документов [6-17].

*Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение № 14.132.21.1680 «Разработка экспериментально-теоретических основ наномодификации эпоксидных и органосиликатных связующих для создания конструкционных армированных пластиков строительного назначения».

В последние 5-7 лет в России наблюдается увеличение объёмов использования неметаллической арматуры при строительстве объектов различного назначения, что обусловлено проведением научных исследований и ростом изобретательской активности (рис. 1 а) в области разработки составов, технологий и оборудования для изготовления композитной арматуры, а также значительным увеличением числа предприятий – производителей.

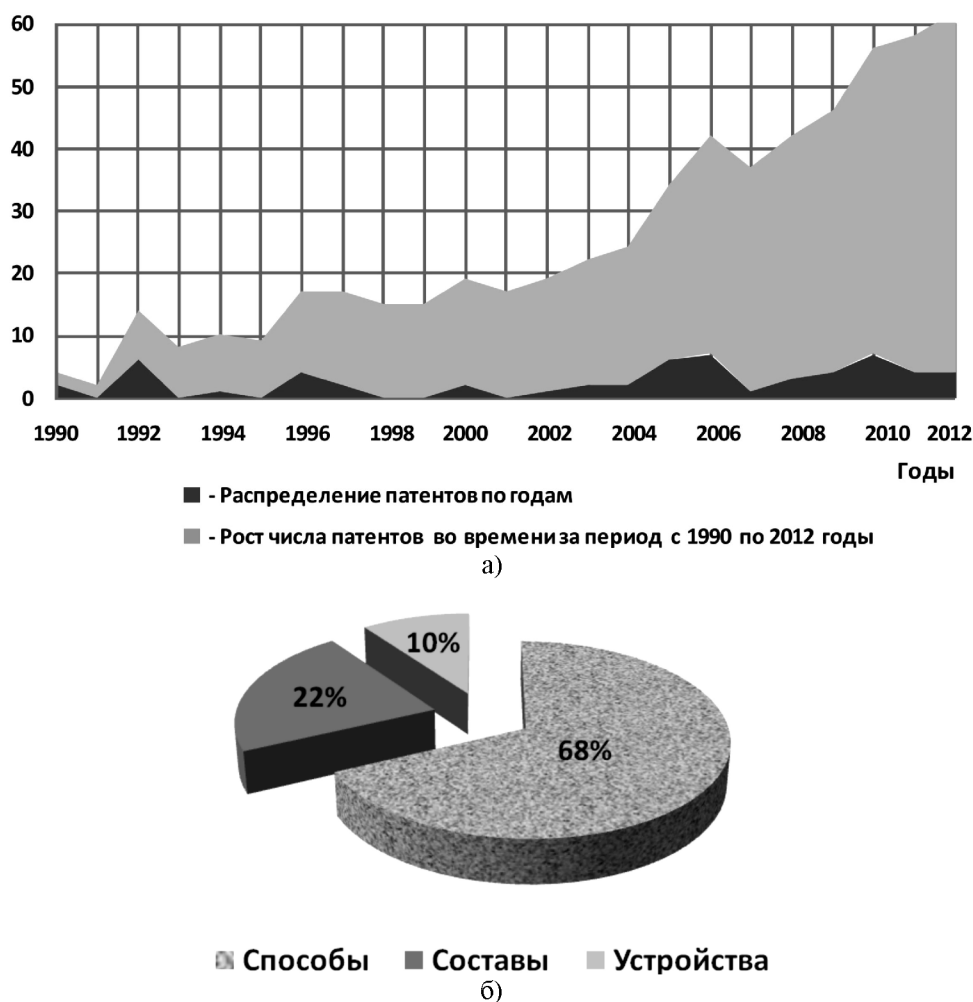


Рис. 1. Изобретательская активность (а) и структура патентования технических решений по объектам промышленной собственности (б)

В результате проведения патентных исследований найдено 75 патентов в области разработки неметаллической арматуры, причём около 60 патентов получено позднее 1990 года (рис. 1 а). В структуре изобретательской активности (рис. 1 б) преобладают способы (технологии) получения композитной арматуры (68 % изобретений), составы (22 %) и устройства для изготовления арматуры (10 %). В качестве основных целей, преследуемых при патентовании технических решений за исследуемый период (1990-2012 годы), можно выделить: увеличение физико-механических характеристик, щелочестойкости и теплостойкости арматуры; увеличение производительности процесса; удешевление технологии.

Сегодня ведущими участниками российского рынка неметаллической арматуры являются такие компании, как ООО «Бийский завод стеклопластиков» (г. Бийск), ООО «Гален» (г. Чебоксары), ООО «Армастек», ООО НПФ «УралСпецАрматура», КНПО «Уральская Армирующая компания» (г. Пермь), ЗАО «Матек» (г. Зеленоград, Московская обл.), ООО «АСП» (г. Москва). Из диаграммы на рис. 2 следует, что значительную часть российского рынка неметаллической арматуры занимают изделия Бийского завода стеклопластиков, ООО «Гален» и ООО НПФ «УралСпецАрматура».

Неметаллическую композитную арматуру изготавливают методами фильерной протяжки (пултрузия) и безфильерной (нидлтрузия, «плейнтрюзия»), при этом большинство предприятий – изготовителей неметаллической арматуры – используют пултрузионную технологию производства.

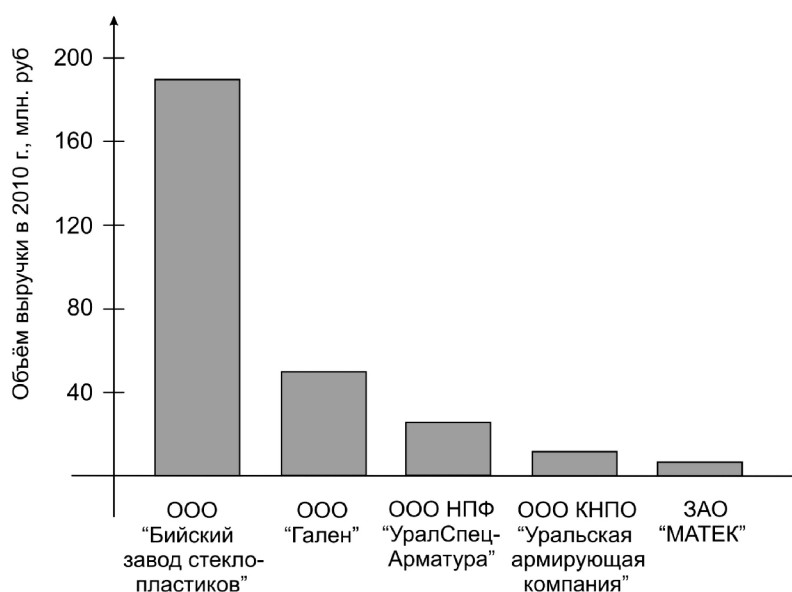


Рис. 2. Объёмы выручки основных производителей неметаллической арматуры в 2010 г. (в млн. руб.)

Метод пултрузии заключается в вытягивании предварительно пропитанного связующим пучка из параллельно ориентированных волокон через фильеры заданного профиля и размера (обычно круглого) с последующим горячим отверждением в камере полимеризации [18]. Для пултрузионной технологии характерна высокая линейная скорость протяжки, которая может достигать 60-120 м/ч (зависит от времени отверждения связующего и диаметра арматуры).

Сотрудниками НИИЖБ и ООО КНПО «Уральская армирующая компания» были разработаны способы безфильерного изготовления композитной арматуры периодического профиля.

При изготовлении неметаллической арматуры *методом нидлтрузии* [19] стержень, состоящий из волокнистых нитей, пропитанных полимерным связующим, сначала разделяют на отдельные части, пропускают по отдельным каналам, после чего вновь соединяют с одновременной спиральной оплеткой и натягом обмоточного жгута, внедряющегося в пучок волокон. Арматура, изготовленная методом нидлтрузии, имеет высокие анкерующие свойства в бетонной среде, надежное крепление спиральной обмотки на силовом стержне, а также высокие физико-механические свойства. Скорость процесса формования составляет 65-98 м/ч и также определяется временем отверждения и геометрическими параметрами арматуры.

Метод «плейнтрюзии» был разработан ООО КНПО «Уральская армирующая компания» в 2006 г. [20], в дальнейшем эта технология была усовершенствована [21, 22]. При «плейнтрюзии» формирование профиля стержня проходит на первом этапе в формовочном узле (втулке), а на втором – за счёт выполнения спиральной обмотки обычно в двух и более направлениях в процессе его формования. Существует также разновидность «плейнтрюзии» [23], при которой арматура формируется многослойной. Технологическая линия «плейнтрюзии» снабжена одним или несколькими дополнительными блоками оборудования выполнения спиральных обмоток внутренних слоев арматуры, включающими блок подготовки и пропитки ровингов полимерным связующим, узел спиральной обмотки, полимеризационную камеру. Линейная производительность линии составляет до 120 м/час.

Изделия из неметаллической арматуры являются диэлектриками, обладают высокой прочностью в осевом направлении, превышающей прочность большинства

конструкционных сталей, низким коэффициентом теплопроводности (в 100 раз меньшим, чем у стали), низким удельным весом (табл. 1). Уникальное сочетание перечисленных свойств этого класса изделий открыло широкие возможности для применения их в различных конструкциях.

Таблица 1

**Основные характеристики металлической (класса АIII)
и неметаллической арматуры различных производителей***

Наименование производителя, вид арматуры	Наименование показателя				Коэффициент теплопроводности, Вт/(м×К)
	Прочность, МПа:		Модуль упругости, ГПа	Плотность, г/см ³	
	при рас- тяжении	при изгибе			
ООО «БЗС»: СПА**	1300	1300	45	1,95-2,15	0,35-0,55
ООО «Гален» (www.galen.su): БПА СПА	1200 1000	1000 1000	50-55 45	2 2	
ООО «АРМАСТЕК»: (www.armastek.ru) СПА	1300	1150	55	1,9	
КНПО «Уральская армирующая компания» (www. armaturaliana.com): СПА	1250	-	55-74	1,9	
ООО НПФ «Урал- СпецАрматура» (www.armaturaperm.ru) СПА БПА	1200 1300	- -	55 71	1,9 1,9	
Металлическая арматура класса А-III (А400С) (ГОСТ 5781-82)	360	-	200	7	

* данные с официальных сайтов производителей

** данные из [24]

Сначала наиболее широкое применение нашли стеклопластиковые стержни, что обусловлено технико-экономическими преимуществами стеклопластиков, по сравнению с другими полимерными композиционными материалами, так как волокна из стекла являются самыми дешевыми из всех (табл. 2). В последнее время в России в коммерческой сфере со стекловолокном начали конкурировать волокна на основе базальтов и, соответственно, со стеклопластиковыми стержнями конкурируют базальтопластиковые стержни [24]. Применение углеродных волокон в армированных пластиках строительного назначения встречается крайне редко ввиду их высокой стоимости, хотя по комплексу характеристик они превосходят стеклянные и базальтовые волокна (табл. 2).

Неметаллическую арматуру диаметром от 1 до 4 мм применяют в качестве силового армирующего элемента в оптоволоконных кабелях, а арматуру диаметром от 4 до 32 мм применяют в качестве гибких связей. В последнее время в России ведётся разработка стеклопластиковых насосных штанг для нефтедобывающей промышленности, использование которых уже хорошо зарекомендовало себя за рубежом в связи с уменьшением в 2-3 раза веса колонны штанг и хорошей стойкостью стеклопластика в агрессивных средах, сопутствующих нефтедобыче. В горном деле стеклопластиковые стержни используют в качестве силовой составляющей анкерующих элементов шахтной крепи [24]. Благодаря высокой коррозионной стойкости и механической прочности композитную арматуру диаметром от 4 до 20 мм и более в настоящее время начинают использовать в дорожном строительстве, при возведении бетонных и армокаменных конструкций.

Таблица 2

Основные характеристики волокон*

Наименование показателя	Вид волокна			
	Базальтовое волокно	Стеклоное (Е-стекло)	Стеклоное (S-стекло)	Углеродное волокно
Предел прочности, МПа	3000-4840	3100-3800	4020-4650	3500-6000
Модуль упругости, ГПа	79,3-93,1	72,5-75,5	83-86	230-600
Удлинение при разрыве, %	3,1	4,7	5,3	1,5-2,0
Диаметр нити, мм	6-21	6-21	6-21	5-15
Температурный диапазон применения, °С	-260...+500	-50...+380	-50...+300	-50...+700
Стоимость, долл/кг	2,5	1,1	1,5	30

*данные с сайта www.basaltfm.com

Однако в строительной практике массовое применение пока нашли только гибкие связи для стеновых ограждающих конструкций. Реальная же потребность в высокопрочной, легкой и коррозионностойкой неметаллической арматуре существует для несущих бетонных, в том числе мостовых, конструкций. Для расширения областей применения неметаллической арматуры на несущие конструкции, на наш взгляд, необходимо:

- разработать методики расчета и проектирования, учитывающие специфические свойства неметаллической арматуры (низкий модуль упругости; ползучесть; возможно, низкая длительная прочность), обусловленные наличием в составе полимерного связующего;
- увеличить модуль упругости неметаллической арматуры и снизить ползучесть при длительных статических нагрузках (эти показатели зависят от характеристик волокна, связующего и их совместной работы);
- повысить теплостойкость неметаллической арматуры, которая напрямую зависит от теплостойкости связующего;
- разработать методики и проводить испытания на длительную прочность и долговечность неметаллической арматуры.

В качестве связующих при изготовлении композитной арматуры широко применяются эпоксидные и винилэфирные смолы, реже – полиэфирные. Существенным недостатком применяемых связующих (полиэфирных, винилэфирных и эпоксидных) является низкая тепло- и термостойкость: теплостойкость эпоксидных и винилэфирных смол не превышает 100-130 °С, а полиэфирных – 80-90 °С. Особенно при повышенных температурах для полимеров характерна высокая ползучесть и низкая длительная прочность. Другим недостатком полиэфирных смол является низкая щелочестойкость. Следует отметить, что винилэфирные и эпоксидные смолы, а также необходимые отвердители и ускорители полимеризации весьма дорогостоящи. Поэтому первоочередной задачей наших исследований является разработка составов связующих, обладающих конкурентоспособной себестоимостью, высокими физико-механическими показателями и теплостойкостью, для получения композитной арматуры с требуемым комплексом характеристик.

Для решения поставленной задачи нами выбрано два пути:

- наномодификация эпоксидных смол, как наиболее распространённых и доступных связующих при изготовлении армированных пластиков;
- модификация поверхностно-активными веществами и наномодификаторами гибридных связующих (разработанных на кафедре технологии строительных материалов, изделий и конструкций КГАСУ и обладающих высокой теплостойкостью), как наиболее перспективных в плане создания тепло- и огнестойких армированных пластиков.

Главной целью создания наномодифицированных эпоксидных и гибридных связующих является создание композитов, сочетающих технологичность при изготовлении с высокой прочностью, модулем упругости, адгезией, химической стойкостью и повышенной теплостойкостью.

С учётом сложности введения и однородного распределения наночастиц в полимерных матрицах в качестве модифицирующих добавок для обоих типов связующих

выбраны системы, в которых наноразмерные частицы диспергированы в среде-носителе, совместимом с компонентами связующего в лабораторных условиях:

- твёрдые концентраты и суспензии многослойных углеродных нанотрубок;
- тонкодисперсные суспензии металл/углеродных модификаторов;
- коллоидные растворы оксидов кремния и алюминия.

Изучение процессов структурообразования, технологических и технических характеристик в наномодифицированных эпоксидных и гибридных связующих и оптимизация технологических режимов их изготовления позволит рекомендовать конкретные составы для получения одноосноориентированных армированных пластиков.

Следующим шагом станет определение эксплуатационных характеристик композитной арматуры на наномодифицированных эпоксидных и гибридных связующих. Для определения долговечности полученных материалов предлагается разработать лабораторный метод испытаний на долговечность. За основу метода будет принят принцип трансформации энергетических значений эксплуатационных факторов, ответственных за старение и разрушение композитной арматуры, в адекватные лабораторные режимы ускоренных испытаний.

Разработанный метод позволит решить две основные проблемы:

- 1) Выявить механизм старения и разрушения композитной арматуры в заданных условиях эксплуатации, что позволит, в свою очередь, оперативно скорректировать направления дальнейших исследований по оптимизации состава и структуры данного класса композитов по параметру долговечности;
- 2) Прогнозировать срок службы композитной арматуры в конструкциях.

Список литературы

1. Chambers R.E. Structural fiber-glass-reinforced plastics for building applications/Plastics in Buildings // Ed. By I. Skeist. – N.Y.: Reinhold Publ. Co., 1965. – P. 72-118.
2. Makowsky Z.S. Symbiosis of architecture and engineering in the development of structure users of plastics // Plastics in Material and Structural Engineering / Ed. By R.A. Bares et al. – N.Y.: Elsevier Scientific Publ. Co., 1982. – P. 59-72.
3. Aiello, M.A., Ombres L. Load deflection analysis of FRP reinforced concrete flexural members // J. Comp. Constr., ASCE, 2000, Vol.4, №0.4. – P. 164-171.
4. Bank L.C., Nadipelli M., Gentry T.R. Local buckling and failure of pultruded fiber-reinforced plastic beams // Journal of engineering materials and technology, 1994. – P. 116-233.
5. Abassi A., Hogg P.J. Fire testing of concrete beams with fibre reinforced plastic rebar // J. Composites. Part A: applied science and manufacturing, 2006, №37. – P. 1142-1150.
6. ASTM Designation: D 3916-94. Standart Test Method for Tensile Properties of Pultruded Glass-Fiber-Reinforce.
7. 440.3R-04: Guide Test Methods for Fiber-Reinforced Polymers (FRPs) for Reinforcing or Strengthening Concrete Structures.
8. 440.1R-06: Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with FRP Bars.
9. 440.3R-12: Guide Test Methods for Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Composites for Reinforcing or Strengthening Concrete and Masonry Structures.
10. 440.5-08: Specification for Construction with Fiber-Reinforced Polymer Reinforcing Bars.
11. 440.6-08: Specification for Carbon and Glass Fiber-Reinforced Polymer Bar Materials for Concrete Reinforcement.
12. 440R-07: Report on Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Reinforcement for Concrete Structures].
13. CAN/CSA-S806-02 Design and construction of building structures with fibre-reinforced polymers.
14. CSA A23.3-04 Design of Concrete Structures, Includes Update № 1, 2005, Update № 2, 2007, Update № 3, 2009.
15. Fib Bulletin 40: FRP reinforcement in RC structures.
16. CNR-DT 203/2006 Guidelines for the design and construction of concrete structures reinforced composite reinforcement.

17. Recommendations for the design and construction of concrete structures reinforced composite materials, 1997. – Токио, Япония.
18. Мэттьюс Ф., Ролингс Р. Композитные материалы. Механика и технология. – М.: Техносфера, 2004. – 408 с.
19. Степанова В.Ф., Красовская Г.М. Арматура неметаллическая композитная / Сборник технической информации «Наука – московскому строительству», 2008, № 2.
20. Патент на изобретение РФ № 2287646 от 20.11.2006 «Технологическая линия для изготовления композитной арматуры».
21. Патент на полезную модель РФ № 76659 от 27.09.2008 «Технологическая линия для изготовления композитной арматуры».
22. Патент на полезную модель РФ № 82247 от 20.04.2009 «Технологическая линия для изготовления композитной арматуры».
23. Патент на полезную модель РФ № 2417889 от 10.05.2011 «Технологические линии для изготовления композитной арматуры».
24. Блазнов А.Н., Волков В.Ф., Рудольф А.Я., Старцев О.В., Тихонов В.Б. Методы механических испытаний композиционных стержней: монография / под. ред. Блазнова А.Н., Савина В.Ф. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2011. – 314 с.

Starovoitova I.A. – candidate of technical sciences

E-mail: irina-starovoitova@yandex.ru

Khozin V.G. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: khozin@kgasu.ru

Sulejmanov A.M. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: sulejmanov@kgasu.ru

Khalikova R.A. – post-graduate student

E-mail: r.i.z.i.d.a@mail.ru

Zykova E.S. – post-graduate student

E-mail: barblzka@mail.ru

Abdulkhakova A.A. – student

Murtazina A.I. – student

Khadeev E.P. – student

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Uniaxially oriented fiber reinforced plastics: analysis of the problems and prospects of development

Resume

At the present time there is a growth of volumes of production and consumption, as well as expanding the use of non-metallic reinforcement. It should be noted that abroad, non-metallic reinforcement are manufactured and widely used for more than 20 years in the United States, Germany, Canada, Japan, China and other countries in terms of reinforcing concrete structures, in which the reinforcement is exposed to intensive corrosion effect of corrosive media: support and decking of the bridge structures, road, land fortification, etc. Also very effective is the use of this material in the production of wall enclosing constructions and buildings, where stringent requirements for electrically insulating and anti-magnetic characteristics of constructions.

In the last 5-7 years the situation in Russia is increasing the use of non-metallic reinforcement in the construction of objects of various purpose, which is due to conduct of the scientific research and the growth of inventive activity in the field of researches of compounds, technologies and equipment for manufacturing of composite reinforcement, as well as a significant increase in the number of enterprises – manufacturers.

The paper provides the analysis of the modern state in the field of the production and use of non-metallic reinforcements for building structures. It presents data of patent research. The comparative analysis of characteristics of metal and composite reinforcement. Justified the choice of raw components for manufacture of non-metallic reinforcements and gives directions of experimental research.

Keywords: reinforced plastics, non-metallic reinforcements, polymer composite materials, patent research, nanomodifiers.

References

1. Chambers R.E. Structural fiber-glass-reinforced plastics for building applications/Plastics in Buildings // Ed. By I. Skeist. – N.Y.: Reinhold Publ. Co., 1965. – P. 72-118.
2. Makowsky Z.S. Symbiosis of architecture and engineering in the development of structure users of plastics // Plastics in Material and Structural Engineering / Ed. By R.A. Bares et al. – N.Y.: Elsevier Scientific Publ. Co., 1982. – P. 59-72.
3. Aiello, M.A., Ombres L. Load deflection analysis of FRP reinforced concrete flexural members // J. Comp. Constr., ASCE, 2000, Vol.4, №0.4. – P. 164-171.
4. Bank, L.C., Nadipelli M., Gentry T.R. Local buckling and failure of pultruded fiber-reinforced plastic beams // Journal of engineering materials and technology, 1994. – P. 116-233.
5. Abassi A., Hogg P.J. Fire testing of concrete beams with fibre reinforced plastic rebar // J. Composites. Part A: applied science and manufacturing, 2006, №37. – P. 1142-1150.
6. ASTM Designation: D 3916-94. Standart Test Method for Tensile Properties of Pultruded Glass-Fiber-Reinforce.
7. 440.3R-04: Guide Test Methods for Fiber-Reinforced Polymers (FRPs) for Reinforcing or Strengthening Concrete Structures.
8. 440.1R-06: Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with FRP Bars.
9. 440.3R-12: Guide Test Methods for Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Composites for Reinforcing or Strengthening Concrete and Masonry Structures.
10. 440.5-08: Specification for Construction with Fiber-Reinforced Polymer Reinforcing Bars.
11. 440.6-08: Specification for Carbon and Glass Fiber-Reinforced Polymer Bar Materials for Concrete Reinforcement.
12. 440R-07: Report on Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Reinforcement for Concrete Structures].
13. CAN/CSA-S806-02 Design and construction of building structures with fibre-reinforced polymers.
14. CSA A23.3-04 Design of Concrete Structures, Includes Update № 1, 2005, Update № 2, 2007, Update № 3, 2009.
15. Fib Bulletin 40: FRP reinforcement in RC structures.
16. CNR-DT 203/2006 Guidelines for the design and construction of concrete structures reinforced composite reinforcement.
17. Recommendations for the design and construction of concrete structures reinforced composite materials, 1997. – Tokyo, Japan.
18. Matthews F.R. Rawlings Composite materials. Mechanics and technology. M.: Technosphere, 2004. – 408 p.
19. Stepanova V.F., Krasovskaya G.M. Non-metal composite reinforcements / Collection of technical information «Science-Moscow Construction», № 2, 2008.
20. Patent for the invention of the Russian Federation № 2287646 from 20.11.2006 «Production line for the manufacture of composite reinforcement».
21. Patent for the invention of the Russian Federation № 76659 from 27.09.2008 «Production line for the manufacture of composite reinforcement».
22. Patent for the invention of the Russian Federation № 82247 from 20.04.2009 «Production line for the manufacture of composite reinforcement».
23. Patent for the invention of the Russian Federation № 2417889 from 10.05.2011 «Production line for the manufacture of composite reinforcement».
24. Blaznov A.N., Volkov V.F., Rudolph A.Ya, Elders O.V., Tikhonov V.B. Methods for mechanical testing of composite rods: monograph / under. Ed. Blaznova A.N., Savin V.F. – Biysk Publishing House of the Alt. State. tech. University Press, 2011. – 314 p.

УДК 678.643

Строганов В.Ф. – доктор химических наук, профессор

E-mail: svf08@mail.ru

Куколева Д.А. – ассистент

E-mail: daria-zd@rambler.ru

Мухаметова А.М. – аспирант

E-mail: aminysia@rambler.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Исследование влияния эпоксидных полимерных покрытий на биостойкость и гидроизоляционные свойства бетонных поверхностей

Аннотация

Работа посвящена изучению влияния эпоксидных полимерных покрытий на биостойкость и гидроизоляционные свойства бетонных поверхностей. Исследование перечисленных свойств проводилось на защищённых и незащищённых образцах цементно-песчаного раствора с применением стандартной методики оценки влагонасыщения раствора и косвенной оценки биостойкости строительных материалов в модельных средах. Полученные результаты позволили установить, что одним из перспективных способов защиты от воздействия биологически активных сред является применение эпоксиполимерных композиций.

Ключевые слова: цементно-песчаный раствор, защитные покрытия, эпоксидные полимеры, биостойкость, метод оценки.

Проблема защиты материалов от коррозии интересовала людей ещё в древние века. В трудах греческого историка Геродота (V век до н.э.) можно найти упоминание об оловянных покрытиях, предохраняющих железо от ржавчины. В Индии уже около 1600 лет существует общество по борьбе с коррозией, которое полтора тысячелетия назад принимало участие в постройке на побережье у Канерака Дворцов Солнца. И хотя позднее территория дворцов была затоплена морем, железные балки находились в отличном состоянии. Стало быть, уже в далекие времена индийские мастера знали, как противостоять коррозии.

Несмотря на то, что проблема имеет богатую историю, она остается актуальной и в настоящее время. Это подтверждает тот факт, что экономические потери от коррозии составляют: в США – 3,1 % от ВВП (276 млрд. долларов), в Германии – 2,8 % от ВВП. Для России данная проблема также актуальна, и экономический ущерб составляет 3 % от ВВП.

Известно, что коррозия строительных материалов зачастую приводит к повреждениям различной степени зданий и сооружений. Одним из самых распространенных строительных материалов в настоящее время являются бетон и железобетон. Они применяются как для строительства жилых, промышленных зданий и сооружений, так и для возведения инженерных сооружений специального назначения: коллекторов, тоннелей, переходов, конструкций метрополитена. Так как большинство из перечисленных объектов являются подземными или эксплуатируются в водных средах, то более 50 % коррозии вызвано, в том числе, и биологическими факторами, которые часто усугубляются воздействием грунтовых вод или утечками из канализационных коллекторов, что неизбежно приводит к ухудшению их прочностных характеристик и, как следствие, к разрушению.

В этой связи остро стоит вопрос защиты бетонных конструкций от воздействия агрессивных сред.

Для того чтобы предупредить разрушение бетонных конструкций, необходимо проводить защитные мероприятия. Еще Плиний старший (в 23-79 годах н.э. в Древнем Риме) описывал применение различных материалов (битума, свинцовых белил и гипса) для защиты шляпок гвоздей в деревянных конструкциях. В настоящее время известны и широко распространены такие способы защиты, как пропитка природными или синтетическими смолами, окраска, оклейка рулонными материалами, защитная штукатурка, облицовка, гидрофобизация (бентонитом, жирной известью, эмульсиями

полимеров), обработка бактерицидными материалами, дисперсное армирование, введение добавок (лигносульфонатсодержащих, активных минеральных добавок, содержащих аморфный кремнезем и т.д.). Одним из наиболее эффективных методов защиты бетонов от коррозии является пропитка связующими на основе эпоксидных смол, т.к. при применении покрытий такого рода повышается не только прочность бетона, но и долговечность, происходит упрочнение поверхности: увеличивается твердость, ударная вязкость, износостойкость, стойкость к агрессивным средам, резко снижается капиллярное водопоглощение. Перечисленные показатели ценны и могут быть широко использованы для различных конструкций из сборного железобетона, а также для технологий обработки поверхности дорожно-транспортных сооружений, сводов-оболочек и т.п.

Экспериментальная часть

Объектами исследования выбраны образцы цементно-песчаного раствора кубической формы с ребром 20 мм, цемент и песок, которые смешивали в соотношении 1:3 при водоцементном отношении 0,6.

Для получения защитных покрытий использовались:

- эпоксидная смола ЭД-20;
- алифатическая эпоксидная смола – ДЭГ-1;
- отверждающие системы аминного отверждения: диэтилентриамин (ДЭТА), полиэтиленполиамин (ПЭПА), триэтаноламинотитанат (ТЭАТ), продукт конденсации формальдегида и фенола;
- отверждающие системы каталитического отверждения: УП-605/1р, УП-605/5р – эфиры BF_3 с аминами.

Влагонасыщение цементного раствора определялось следующим образом: образцы исследуемых материалов взвешивались через каждые 24 часа экспозиции в воде до тех пор, пока результаты двух последовательных взвешиваний будут отличаться не более чем на 0,1 %.

Биостойкость исследуемых материалов определялась по разработанной и описанной методике [1]: образцы укладывают на дно ёмкости и заливают модельной средой, представляющей собой смесь карбоновых кислот, так, чтобы верхняя кромка среды была выше верхней грани образца на 20 мм, и экспонируют в течение 28 суток с постоянным контролем рН среды. Параллельно аналогичные образцы выдерживались в воде в течение такого же периода времени. По окончании экспозиции образцы извлекали и подвергали испытаниям на прочностные характеристики, после чего определяли коэффициент химической стойкости [2], по которому судили об устойчивости материалов к воздействию микроорганизмов.

Обсуждение результатов

Как отмечалось ранее, наиболее перспективным методом защиты минеральных строительных материалов от воздействия агрессивных сред является применение защитных эпоксидных составов, так как они отличаются высокими адгезионными и прочностными показателями. Состав полимерных однослойных композиций, применяемых нами для защиты бетонных поверхностей (на примере ЦПР), представлен в табл. 1.

Для обеспечения технологичности нанесения покрытия использовали низковязкий активный разбавитель – алифатическую эпоксидную смолу на основе диэтиленгликоля (ДЭГ-1), а в качестве растворителя – ацетон. Для отверждения композиций выбраны аминные отвердители «холодного отверждения», не требующие подвода тепла (режим отверждения $22 \pm 2^\circ C$): диэтилентриамин (ДЭТА), полиэтиленполиамин (ПЭПА) и продукт взаимодействия фенола, формальдегида с этилендиамином (УП-583Д), а также отвердители горячего отверждения: триэтаноламинотитанат (ТЭАТ), комплекс трёхфтористого бора с азотосодержащими веществами (УП-605/1р, УП-605/5р).

Для изучения эффективности применения двухслойных покрытий образцы ЦПР покрывались следующими составами (табл. 2): 1-ый слой представлял собой композицию на основе ЭД-20 с добавлением алифатической смолы ДЭГ-1 и ацетона, 2-ой слой – композицию на основе ЭД-20. На данном этапе исследования для отверждения защитных композиций 1-го и 2-го слоя использовался один и тот же отвердитель.

Таблица 1

Составы однослойных защитных композиций

№ комп.	ЭД-20	ДЭГ-1	Ацетон	ДЭТА	ПЭПА	ТЭАТ	УП-583Д	УП 605/1р	УП 605/5р
К-0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
К-1	+	-	-	+	-	-	-	-	-
К-2	+	+	-	+	-	-	-	-	-
К-3	+	-	+	+	-	-	-	-	-
К-4	+	+	+	+	-	-	-	-	-
К-5	+	-	-	-	+	-	-	-	-
К-6	+	+	-	-	+	-	-	-	-
К-7	+	-	+	-	+	-	-	-	-
К-8	+	+	+	-	+	-	-	-	-
К-9	+	-	-	-	-	+	-	-	-
К-10	+	+	-	-	-	+	-	-	-
К-11	+	-	+	-	-	+	-	-	-
К-12	+	+	+	-	-	+	-	-	-
К-13	+	-	-	-	-	-	+	-	-
К-14	+	+	-	-	-	-	+	-	-
К-15	+	-	+	-	-	-	+	-	-
К-16	+	+	+	-	-	-	+	-	-
К-17	+	-	-	-	-	-	-	+	-
К-18	+	+	-	-	-	-	-	+	-
К-19	+	-	+	-	-	-	-	+	-
К-20	+	+	+	-	-	-	-	+	-
К-21	+	-	-	-	-	-	-	-	+
К-22	+	+	-	-	-	-	-	-	+
К-23	+	-	+	-	-	-	-	-	+
К-24	+	+	+	-	-	-	-	-	+

Таблица 2

Составы двухслойных защитных композиций

№ комп.	№ слоя	ЭД-20	ДЭГ-1	Ацетон	ДЭТА	ПЭПА	УП-583Д	УП 605/1р	УП 605/5р
К-0	1 слой	-	-	-	-	-	-	-	-
	2 слой	-	-	-	-	-	-	-	-
К-25	1 слой	+	+	+	+	-	-	-	-
	2 слой	+	-	-	+	-	-	-	-
К-26	1 слой	+	+	+	-	+	-	-	-
	2 слой	+	-	-	-	+	-	-	-
К-27	1 слой	+	+	+	-	-	+	-	-
	2 слой	+	-	-	-	-	+	-	-
К-28	1 слой	+	+	+	-	-	-	+	-
	2 слой	+	-	-	-	-	-	+	-
К-29	1 слой	+	+	+	-	-	-	-	+
	2 слой	+	-	-	-	-	-	-	+

Исследования водонасыщения (рис. 1) композиционного материала (ЭП+ЦПР) позволили установить, что наилучшие гидроизоляционные свойства проявляют ЦПР, защищённые двухслойными полимерными составами. В частности, у образцов, покрытых композициями К-25, К-27, наблюдается наименьшее водопоглощение. Кроме того, наибольшей устойчивостью к воздействию водной среды обладают образцы, защищённые композициями, отверждёнными ТЭАТ (К-9, К-10). Наибольшее водопоглощение, а следовательно, наиболее слабые гидроизоляционные свойства отмечены у образцов, защищённых композициями, отверждёнными УП-605/5р.

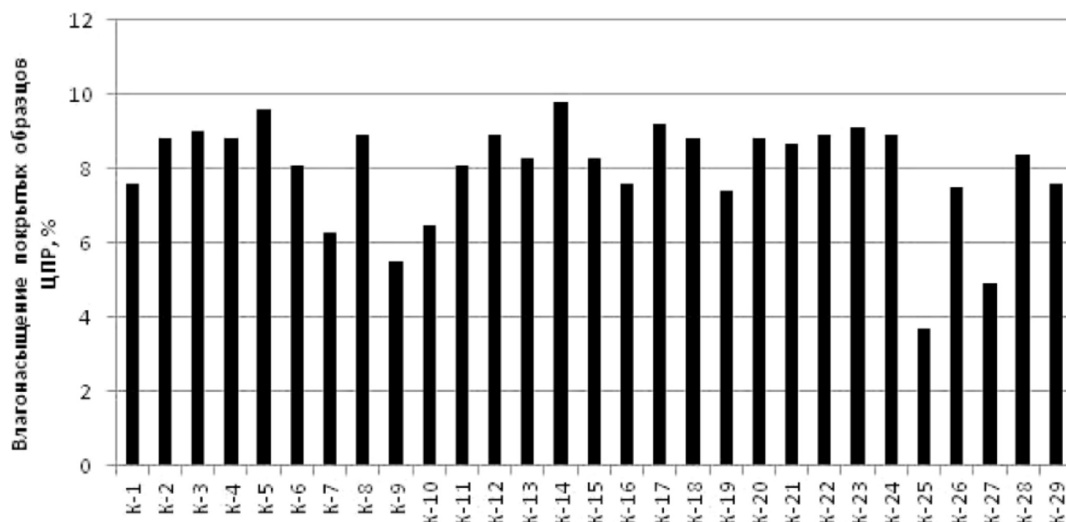


Рис. 1. Влагонасыщение покрытых образцов ЦПР

Исследования водонасыщения (рис. 1) композиционного материала (ЭП+ЦПР) позволили установить, что наилучшие гидроизоляционные свойства проявляют ЦПР, защищённые двухслойными полимерными составами. В частности, у образцов, покрытых композициями K-25, K-27, наблюдается наименьшее водопоглощение. Кроме того, наибольшей устойчивостью к воздействию водной среды обладают образцы, защищённые композициями, отверждёнными ТЭАТ (K-9, K-10). Наибольшее водопоглощение, а следовательно, наиболее слабые гидроизоляционные свойства отмечены у образцов, защищённых композициями, отверждёнными УП-605/5р.

Проведенные исследования по оценке биостойкости строительных материалов позволили установить (рис. 2), что почти все минеральные материалы, защищенные покрытиями на основе ЭД-20, относятся к высокостойким (коэффициент химической стойкости больше 0,8). Отдельно стоит отметить наилучшую устойчивость к воздействию агрессивных сред для образцов, защищенных однослойными покрытиями, отвержденными ТЭАТ и двухслойными покрытиями, отвержденных ДЭТА и ПЭПА (коэффициент химической стойкости этих образцов максимально приближен к единице).

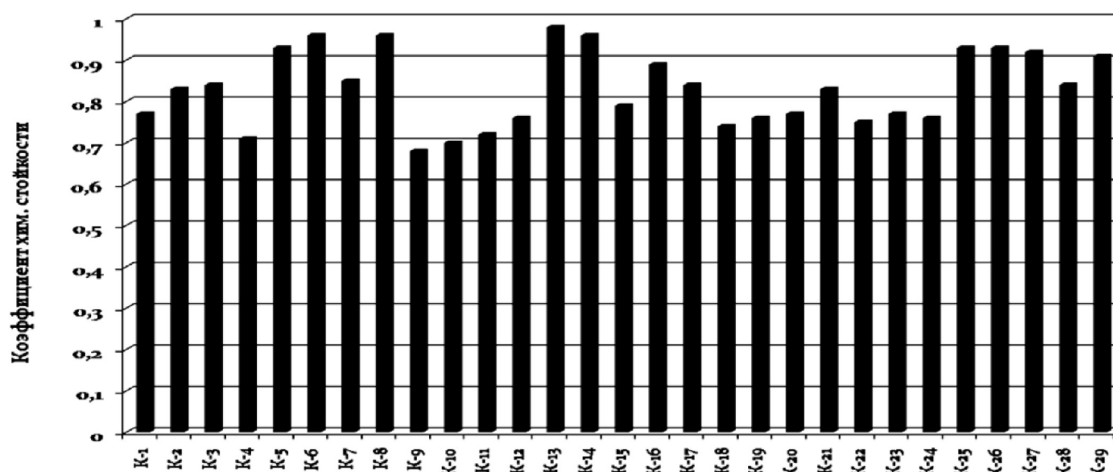


Рис. 2. Химическая стойкость защитных композиций

Стоит также отметить, что себестоимость двухслойных покрытий (рис. 3) лишь незначительно выше покрытий с отверждением ТЭАТ, а по технологии нанесения они имеют преимущества, ввиду отсутствия необходимости подвода тепла.

Сравнение себестоимости композиций по сырьевым компонентам

После расчёта себестоимости по сырьевым компонентам эпоксиполимерных композиций можно сделать следующие выводы:

- самой низкой себестоимостью по материалам обладает композиция 11 (149 руб.) составом ЭД-20+ацетон+ТЭАТ, но она имеет невысокие показатели по прочности на сжатие;
- самые высокие показатели по прочности были получены при испытании композиции 25 составом ЭД-20+ДЭГ-1+ацетон+ДЭТА+пропитка (ЭД-20+ДЭТА). К тому же данная композиция имеет приемлемую себестоимость по сырьевым компонентам (177,3 руб.) [3-8].

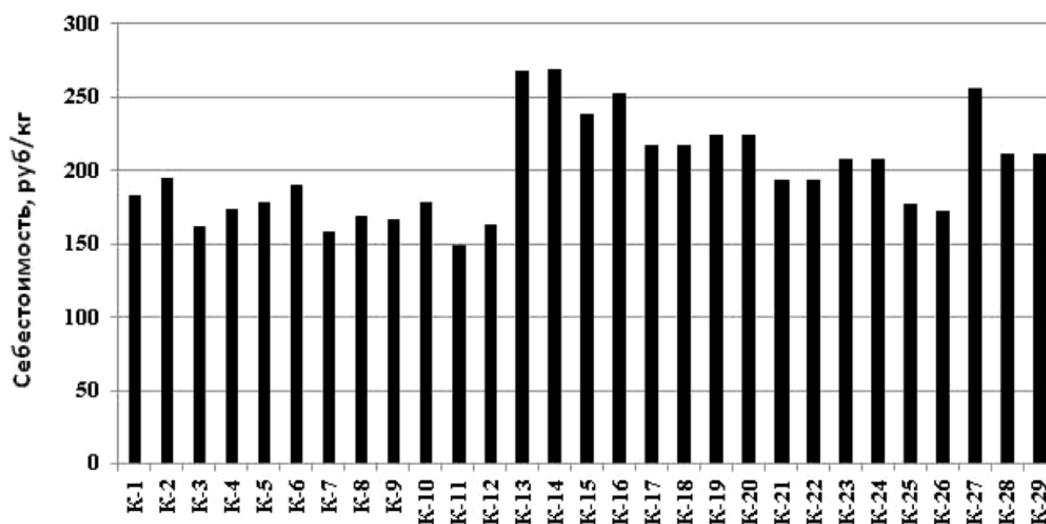


Рис. 3. Себестоимость композиций по сырьевым компонентам

Выполненные исследования позволили установить, что наиболее эффективными для защиты минеральных строительных материалов от воздействия влаги и биологически активных сред являются двухслойные полимерные покрытия на основе ЭД-20, отвержденные ДЭТА и ПЭПА. Экономический анализ по сырьевым компонентам позволил сделать вывод о том, что наиболее дешевым составом является К-11. Однако стоит отметить, что данная композиция по прочностным показателям уступает двухслойной К-25, незначительно превосходящей ее по себестоимости.

Таким образом, согласно технико-экономическим и прочностным показателям наиболее оптимально применять композицию К-25 для увеличения биостойкости строительных материалов и придания им гидроизоляционных свойств.

Список литературы

1. Строганов, В.Ф., Д.А. Куколева. Методика испытаний минеральных строительных материалов на биостойкость // Известия КГАСУ, 2011, № 3. – С. 150-156.
2. Куколева Д.А. Оценка биостойкости цементных растворов и эпоксидных полимеров в модельных средах // Автореферат канд. дисс. на соиск. степени канд. техн. наук. – Казань, 2012. – 21 с.
3. Смола эпоксидно-диановая неотвержденная марки ЭД-20. URL: <http://ed20.7910.org/index.php?osCsId=920307621be237957f6a9675cf> (дата обращения: 18.05.2012).
4. Отвердитель ДЭТА. Цена. URL: <http://promportal.ru/> (дата обращения: 18.05.2012).
5. Смола ДЭГ-1. Цена. URL: <http://msk.pulscen.ru/> (дата обращения: 18.05.2012).
6. Ацетон. Цена. URL: <http://www.epital.ru/resins/epres.htm> (дата обращения: 18.05.2012).
7. УП-583Д. Цена. URL: <http://piridin.ru/about> (дата обращения: 18.05.2012).
8. ТЭАТ. Цена. URL: <http://perm.pulscen.ru/> (дата обращения: 18.05.2012).

Stroganov V.F. – doctor of chemical sciences, professor

E-mail: svf08@mail.ru

Kukoleva D.A. – assistant

E-mail: daria-zd@rambler.ru

Moukhametova A.M. – post-graduate

E-mail: aminysia@rambler.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Research of the influence of epoxy polymer compositions on biostability and dampproof properties of the concrete

Resume

In spite of the fact that the problem of material prevention from corrosion has a rich history of the investigation, this problem is actual now. In order to prevent concrete construction disintegration must be taken protective measures. One of the most effective methods of concrete corrosion protection is epoxy resin coupling impregnation because these coatings increase the durability, life duration, harshness, impact toughness, endurance, corrosive medium resistance of concrete, decrease the capillary water absorption. These indicators are valuable for the precast structural concrete also for the process technology of roads, shell arches and etc.

In this connection the work is devoted to the influence of epoxy polymer compositions on biostability and dampproof properties of the concrete. The research of the listed properties investigated on protected and unprotected samples of the cement-sand grout with standard estimation procedure of water absorption of the cement and indirect assessment of the biostability of the construction materials in simulated mediums. The results have established that one of the promising protection techniques from influence of biologically active mediums is application of the epoxy polymer compositions.

Keywords: corrosion, cement-sand grout, epoxy resin, durability, estimation procedure.

References

1. Stroganov V.F., Kukoleva D.A. Method of test building materials on biodeterioration // News of the KSUAE, № 3. – Kazan: KSUAE, 2011 – P. 150-156.
2. Kukoleva D. Evaluation of biological stability of cement mortars and epoxy polymers in model media // Ph. d. thesis. on comp. ph.d. degree. technical sciences. – Kazan, 2012. – 21 p.
3. Uncured epoxy-diane resin grade ED-20. URL: <http://ed20.7910.org/index.php?osCsid=920307621be237957f6a9675cf> (reference date: 18.05.2012).
4. Epoxy hardener DETA. Cost URL: <http://promportal.su/> (reference date: 18.05.2012).
5. Resin DEG-1. Cost. URL: <http://msk.pulscen.ru/> (reference date: 18.05.2012).
6. Acetone. Cost. URL: <http://www.epital.ru/resins/epres.htm> (reference date: 18.05.2012).
7. Epoxy hardener UP-583Д. Cost. URL: <http://piridin.ru/about> (reference date: 18.05.2012).
8. Epoxy hardener TEAT. Cost. URL: <http://perm.pulscen.ru/> (reference date: 18.05.2012).

УДК 535.33

Фурер В.Л. – доктор химических наук, профессор

E-mail: furer@kgasu.ru

Пантелеева Т.А. – кандидат физико-математических наук, доцент**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Оптимизация геометрии и расчет частот нормальных колебаний первого поколения дендримера с оксифенетиламиными концевыми группами

Аннотация

Изучена структура дендримера первого поколения, построенного из гексафункционального циклотрифосфазенного ядра, с шестью ветвями $-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{N}-\text{N}(\text{CH}_3)-\text{P}(\text{S})<$ и двенадцатью 4-оксифенетиламиными концевыми группами $-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-(\text{CH}_2)_2-\text{NH}_2$ G_1 . Структурная оптимизация и анализ нормальных колебаний выполнен для дендримера G_1 на основе теории функционала плотности (ФП). Рассчитанные геометрические параметры и гармонические частоты колебаний предсказаны в хорошем согласии с экспериментальными данными. Обнаружено, что молекула дендримера G_1 имеет структуру выпуклой линзы с плоскими $-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{N}-\text{N}(\text{CH}_3)-\text{P}(\text{S})<$ фрагментами и слегка неплоским циклотрифосфазеновым ядром. Экспериментальные ИК спектры дендримера G_1 интерпретированы с помощью распределения потенциальной энергии.

Ключевые слова: фосфорсодержащие дендримеры, ИК спектры, функционал плотности.

Дендримеры – это разветвленные монодисперсные высокомолекулярные соединения [1]. Три структурные компоненты дендримеров, а именно, внутреннее ядро, повторяющиеся разветвленные звенья, присоединенные к ядру, и функциональные концевые группы – можно регулировать.

Фосфорсодержащие дендримеры взаимодействуют с биологическими системами и используются для доставки лекарственных препаратов [2].

В данной работе квантово-химические расчеты используются для характеристики дендримера, построенного из гексафункционального циклотрифосфазенового ядра, с шестью ветвями $-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{N}-\text{N}(\text{CH}_3)-\text{P}(\text{S})<$ и двенадцатью 4-оксифенетиламиными концевыми группами $-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-(\text{CH}_2)_2-\text{NH}_2$ (G_1). Мы выбрали этот дендример, потому что он может быть использован в качестве лекарственного препарата [2]. Наша цель состояла в том, чтобы скомбинировать экспериментальные результаты с квантово-химическими расчетами методом функционала плотности (ФП) для интерпретации ИК спектров дендримера. Путем полной оптимизации нам удалось найти конформер, соответствующий локальному минимуму потенциальной энергии молекулы G_1 , и его ИК спектр, используя технику ФП. Мы получили структурные параметры дендримера G_1 и сопоставили их с экспериментальными значениями. Итак, основная цель данной работы состояла в том, чтобы охарактеризовать ядро и концевые группы дендримера на основе изучения и анализа его ИК спектра методом ФП. Полученные результаты дают вклад в понимание структуры, динамики и свойств дендримеров.

Синтез и основные характеристики фосфорсодержащего дендримера G_1 описаны ранее [3]. Дендример G_1 содержит циклотрифосфазеновое ядро $(\text{NP})_3$, шесть ветвей $-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{N}-\text{N}(\text{CH}_3)-\text{P}(\text{S})<$ и двенадцать 4-оксифенетиламиновых концевых групп $-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-(\text{CH}_2)_2-\text{NH}_2$ (рис. 1). Дендример G_1 имел вид белого порошка.

Расчет ИК спектра выполнен с использованием градиентно-коррелированной теории с обменно-коррелированным функционалом плотности PBE [4]. Этот функционал выбран, потому что он удовлетворяет точным соотношениям для обменно-корреляционной дырки и не содержит подгоночных параметров. Использован трехэкспоненциальный базис с двумя поляризационными функциями (TZ2P) [4]. Данный базис был выбран для того, чтобы получить оптимальное соотношение между аккуратностью и временем вычислений [4]. Его особенность состоит в том, что один набор экспонент используется для всех величин углового момента атомов [5].

Программа Природа использовалась для выполнения расчетов методом ФП [5]. Все стационарные точки характеризовались как минимумы путем анализа матриц Гессеана. Программный пакет [6] использован для расчета распределения потенциальной энергии.

Дендример G_1 является аморфным веществом и не имеет дальнего порядка в конденсированной фазе. Поэтому его молекулярную структуру нельзя определить методом дифракции рентгеновских лучей. Но мы можем использовать геометрические параметры родственных циклотрифосфазеновых и фенетиламинных молекул, находящихся в кристаллическом состоянии, определенных рентгеновским методом. Было показано, что циклотрифосфазеновое кольцо слегка неплоское, с двумя атомами азота, выходящими из плоскости остальных четырех (трех атомов фосфора и одного атома азота) атомов на $0,15 \text{ \AA}$ в противоположных направлениях. Длины химически эквивалентных связей одинаковы. Хотя сравнение между структурами в газовой и конденсированной фазах не является очень строгим, наблюдается разумное согласие между теоретическим расчетом G_1 и экспериментальными данными по дифракции рентгеновских лучей для кристаллической фазы гексафеноксидтрифосфазена и производного фенетиламина.

Полная оптимизация дает конформер молекулы G_1 с слегка неплоским циклотрифосфазеновым кольцом (рис. 2). Рассчитанные значения двугранных углов циклотрифосфазенового кольца меньше 30° . Наши данные соответствуют результатам недавних неэмпирических расчетов фосфазенов. Было показано, что большинство циклотрифосфазеновых производных имеют плоскую конформацию кольца.

Из квантово-химических расчетов следует, что каждая ветвь $-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{N}-\text{N}(\text{CH}_3)-\text{P}(\text{S})<$ является плоской. Поэтому конформация молекулы определяется двугранными углами $\text{N}(1)-\text{P}(1)-\text{O}(1)-\text{C}(1)$ и $\text{P}(1)-\text{O}(1)-\text{C}(1)-\text{C}(2)$, которые определяют ориентацию ветвей. Сканирование поверхности потенциальной энергии для внутренних вращений относительно связей показывает, что молекула дендримера существует преимущественно только в одной стабильной конформации ветвей. Самым стабильным является конформер молекулы G_1 с рассчитанными двугранными углами: $170,1$ и $158,8^\circ$. Соответствующие экспериментальные углы равны $174,7$ и $172,8^\circ$. Полная оптимизация показывает, что преобладающей является конформация концевых 4-оксифенетиламинных групп $-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-(\text{CH}_2)_2-\text{NH}_2$ с двугранными углами $\text{C}(13)-\text{C}(22)-\text{C}(23)-\text{N}(6)$ и $\text{C}(22)-\text{C}(23)-\text{N}(6)-\text{H}(23)$: $63,7$ и $46,8^\circ$. 4-оксифенетиламинные группы, присоединенные к разным ветвям, показывают заметные отклонения от симметричного расположения относительно локальных плоскостей SPNN повторяющихся звеньев. Эти отклонения могут быть вызваны межмолекулярными взаимодействиями.

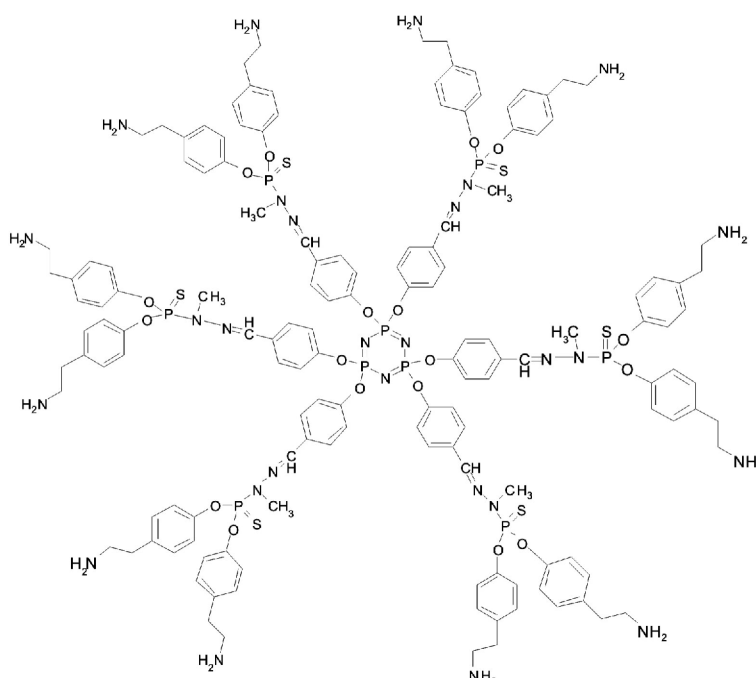


Рис. 1. Структура молекулы G_1

Рассчитанные для G_1 молекулы длины связей (в Å) P(1)–N(3) (1,606), P(1)–O(1) (1,649) и C(1)–O(1) (1,388), хорошо соответствуют экспериментальным величинам 1,576, 1,585 и 1,401. Теоретические валентные углы (в градусах) N(1)–P(2)–N(2) (121,2), P(1)–N(1)–P(2) (119,2), O(1)–P(1)–N(1) (103,0), P(1)–O(1)–C(1) (126,2) также находятся в близком согласии с экспериментальными величинами 117,6, 122,0, 110,8, 128,7.

Форма молекул дендримера может быть охарактеризована отношениями I_1/I_3 и I_2/I_3 главных значений тензора момента инерции. Их величины 0,22 и 0,98 соответствуют дископодобной анизотропной форме молекул дендримера G_1 . Итак, плоская и анизотропная форма циклотрифосфазенового ядра определяет способность дендримеров упаковываться друг с другом в наиболее вероятной дископодобной форме.

Химия комплекса гость-хозяин обычно основана на электростатических взаимодействиях между поверхностью дендримера и заряженными частицами. Для того чтобы оценить взаимодействия между дендримерами и различными активными веществами, такими как лекарства, пестициды, парфюмерные вещества, мы рассчитали пространственное распределение электронной плотности для ядра и концевых групп. Из наших расчетов следует, что изученная молекула G_1 включает в ядре полярные P–N связи с зарядами на атомах Хиршфильда (в атомных единицах) на атомах N(1) (-0,31), P(1) (0,39). Атом азота концевой группы N(6) также имеет отрицательный заряд -0,18. Дендример G_1 содержит полярные связи P=S в повторяющемся звене с зарядами на атомах S(1) (-0,25) и P(4) (0,36). Заряды на атомах O(1) и O(2) равны -0,12. Другие атомы повторяющегося звена и концевых групп имеют заряды меньше, чем 0,1.

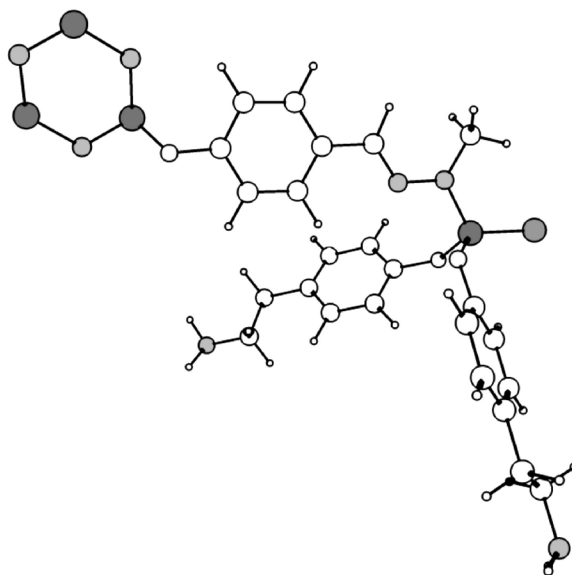


Рис. 2. Оптимальная геометрия для G_1

Итак, в случае фосфорсодержащих дендримеров макромолекулы имеют гидрофобный интерьер и активные места для реакций в ядре дендримера и концевых группах.

Дипольные моменты могут быть использованы для характеристики структуры дендримеров. Рассчитанный в газовой фазе дипольный момент молекулы G_1 равен 4,17 Д. Итак, G_1 дендример имеет заметный дипольный момент, который может быть приписан несимметричному распределению ветвей. Ветви этого дендримера индуктивно влияют на ядро за счет его изоляции.

Липофильность является очень важным молекулярным дескриптором, который хорошо коррелирует с биологической активностью химических соединений. Логарифм коэффициента участия ($\log P$) коррелирует с растворимостью в воде. Липофильность может быть измерена с помощью $\log P$, который показывает распределение между неполярными и полярными связями. В данной работе мы рассчитали $\log P$ для молекулы G_1 и получили довольно высокую величину 35,54. Итак, дендример первого поколения имеет высокую положительную величину $\log P$ и является липофильным. Липофильность этого дендримера определяет геометрию и форму

молекулы в воде. Из результатов наших расчетов следует, что внутренняя структура дендримера играет важную роль при рассмотрении биологических свойств.

ИК спектр был рассчитан для наиболее стабильной конформации G_1 (рис. 3). Несмотря на то, что рассчитанная кривая поглощения изолированной молекулы много проще, чем экспериментальный ИК спектр, интенсивность большинства полос воспроизводится нашими расчетами. Поэтому квантово-химические расчеты могут быть использованы для интерпретации спектров дендримеров. Отнесение полос выполнено на основе рассчитанного распределения потенциальной энергии (РПЭ).

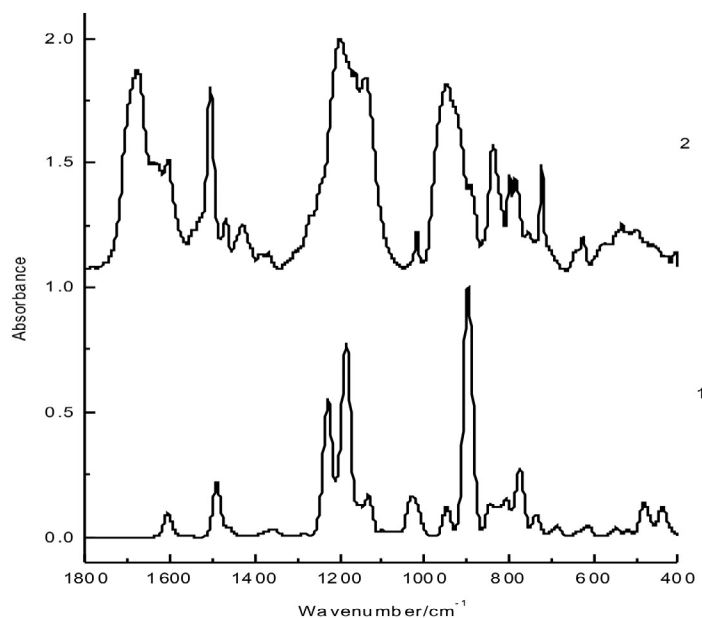


Рис. 3. Теоретический (1) и экспериментальный (2) ИК спектр G_1

Сильная полоса 1687 см^{-1} в экспериментальном ИК спектре G_1 отнесена к валентным колебаниям $\text{C}=\text{O}$ связей CF_3COOH , которые образуются при синтезе дендримера. Полоса 1632 см^{-1} , является NH_2 деформацией и имеет среднюю интенсивность в ИК G_1 . Интенсивные полосы 1606 и 1505 см^{-1} в ИК спектре G_1 относятся к $\text{C}=\text{C}_{\text{ar}}$ растяжению и $\text{C}=\text{C}$ деформационным колебаниям ароматического кольца. Довольно слабые полосы 1469 , 1441 , 1429 см^{-1} в ИК спектре G_1 связаны с NCH деформационными колебаниями. Полосы 1304 и 1368 см^{-1} в ИК спектре отнесены к NCH и $\text{C}=\text{C}$ деформациям.

Очень сильные и сложные полосы в экспериментальном ИК спектре G_1 1164 , 1181 , 1198 см^{-1} относятся к $\text{C}-\text{O}$, $\text{P}-\text{N}$ и $\text{C}-\text{C}$ растяжению. Полоса 1017 см^{-1} в ИК спектре G_1 может быть связана с $\text{C}-\text{N}$ валентными колебаниями.

Сильная полоса 946 см^{-1} в экспериментальном ИК спектре G_1 отнесена к $\text{P}-\text{O}$ валентным колебаниям. Полоса средней интенсивности 837 см^{-1} в ИК спектре G_1 относится к симметричному COC растяжению.

Полоса 646 см^{-1} в ИК спектре G_1 включает вклад от CCC , $\text{C}=\text{C}$ и OCC деформаций. Полоса 574 см^{-1} в ИК спектре относится к POC деформации.

Итак, ядро $(\text{NP})_3$ дендрона показывает полосу 1266 см^{-1} в спектре КР G_1 , отнесенную к $\text{P}-\text{N}$ растяжению. Концевые групп характеризуются полосой 3436 см^{-1} , отнесенной к NH_2 антисимметричному растяжению. Линия 1577 см^{-1} в спектре КР может быть отнесена к $\text{C}=\text{N}$ валентным колебаниям повторяющихся звеньев.

Список литературы

1. Newkome G.R., Shreiner C.D. Polyamidoamine, polypropylenimine, and related dendrimers and dendrons possessing different 1-2 branching motifs: An overview of the divergent procedures // Polymer, 2008, № 1. – P. 1-173.

2. Caminade A.M., Turrin C.O., Majoral J.P., Biological properties of phosphorus dendrimers // *New Journal of Chemistry*, 2010, V 34. – P. 1512-1524.
3. Fuchs S., Pla-Quintana A., Mazares S., Caminade A.M., Majoral J.P. Cationic and fluorescent «Janus» dendrimers // *Organic Letters*, 2008, № 21. – P. 4751-4754.
4. Perdew J.P., Burke K., Ernzerhof M. Generalized gradient approximation made simple // *Physical Review Letters*, 1996, № 18. – P. 3865-3668.
5. Laikov D.N., Ustynyuk Yu.A., PRIRODA-04: a quantum-chemical program suite. New possibilities in the study of molecular systems with the application of parallel computing // *Russian Chemical Bulletin, International Edition*, 2005, № 3. – P. 820-826.
6. Sipachev V.A., Calculation of shrinkage corrections in harmonic approximation // *Journal Molecular Structure (Theochem)*, 1985, № 1. – P. 143-151.

Furer V.L. – doctor of chemical sciences, professor

E-mail: furer@kgasu.ru

Panteleeva T.A. – candidate of mathematical sciences, associate professor

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Geometry optimization and calculation of harmonic vibrational frequencies of first generation dendrimer with oxypenethylamine terminal groups

Resume

The structural optimization and normal mode analysis were performed for dendrimer G_1 on the basis of the density functional theory (DFT). The calculated geometrical parameters and harmonic vibrational frequencies are predicted in a good agreement with the experimental data. It was found that G_1 has a concave lens structure with planar $-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{N}-\text{N}(\text{CH}_3)-\text{P}(\text{S})<$ fragments and slightly non-planar cyclotriphosphazene core. The 4-oxypenethylamino groups attached to different arms show significant deviations from a symmetrical arrangement relative to the local planes of repeating units. The FTIR spectra of the first generation dendrimer G_1 built from the cyclotriphosphazene core, six arms $-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{N}-\text{N}(\text{CH}_3)-\text{P}(\text{S})<$ and twelve 4-oxypenethylamino terminal groups $-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-(\text{CH}_2)_2-\text{NH}_2$ G_1 have been recorded. The experimental IR-spectra of G_1 dendron was interpreted by means of potential energy distributions. Relying on DFT calculations a complete vibrational assignment is proposed. Thus the employed DFT method enables one to calculate the structure, charges on atoms, and reproduce the experimental IR spectrum of the dendrimer with cyclotriphosphazene core and 4-oxypenethylamino end groups. The 4-oxypenethylamino terminal groups are out of the repeating group plane. The calculated ratios of principal moments of gyration tensor reveal that G_1 molecule has highly asymmetric shape.

Keywords: phosphorus-containing dendrimers, IR-spectra, density functional theory.

References

1. Newkome G.R., Shreiner C.D. Polyamidoamine, polypropylenimine, and related dendrimers and dendrons possessing different 1-2 branching motifs: An overview of the divergent procedures // *Polymer*, 2008, № 1. – P. 1-173.
2. Caminade A.M., Turrin C.O., Majoral J.P., Biological properties of phosphorus dendrimers // *New Journal of Chemistry*, 2010, V 34. – P. 1512-1524.
3. Fuchs S., Pla-Quintana A., Mazares S., Caminade A.M., Majoral J.P. Cationic and fluorescent «Janus» dendrimers // *Organic Letters*, 2008, № 21. – P. 4751-4754.
4. Perdew J.P., Burke K., Ernzerhof M. Generalized gradient approximation made simple // *Physical Review Letters*, 1996, № 18. – P. 3865-3668.
5. Laikov D.N., Ustynyuk Yu.A., PRIRODA-04: a quantum-chemical program suite. New possibilities in the study of molecular systems with the application of parallel computing // *Russian Chemical Bulletin, International Edition*, 2005, № 3. – P. 820-826.
6. Sipachev V.A., Calculation of shrinkage corrections in harmonic approximation // *Journal Molecular Structure (Theochem)*, 1985, № 1. – P. 143-151.

УДК 666.913.2: 691.54

Халиуллин М.И. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: khaliullin@kgasu.ru

Рахимов Р.З. – доктор технических наук, профессор

Гайфуллин А.Р. – ассистент

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Композиционные гипсовые вяжущие с добавками извести, керамзитовой пыли и суперпластификаторов

Аннотация

Исследовано влияние на физико-технические свойства строительного гипса совместного введения добавок извести, молотой керамзитовой пыли, некоторых отечественных и зарубежных суперпластификаторов различной химической природы. Установлены зависимости, характеризующие влияние количества и вида суперпластификаторов на основные физико-технические свойства вяжущего. Разработаны составы экономичных композиционных гипсовых вяжущих с повышенными показателями физико-технических свойств, в том числе водостойкостью, для получения штукатурных, монтажных и напольных растворов и низкомарочных бетонов.

Ключевые слова: керамзитовая пыль, строительный гипс, искусственный камень, эффект стерического стеснения, недегидратированная глина.

Введение

Одним из направлений решения проблемы обеспечения «устойчивого развития» строительной индустрии в части ресурсо-, энергосбережения и экологии является расширение разработок и производства строительных материалов на основе и с использованием отходов различных отраслей промышленности [1, 2]. Одной из разновидностей отходов промышленности строительных материалов является керамзитовая пыль, которая ежедневно образуется на каждом предприятии по производству керамзитового гравия в объеме 7-8 т [3]. Рациональное ее использование как активной минеральной добавки к вяжущим, растворам и бетонам является актуальным. Материалы на основе строительного гипса, по сравнению с цементными, отличаются низкими показателями прочности и водостойкости. Известно [4, 5], что эти показатели существенно повышаются при введении в состав строительного гипса добавок извести и активных минеральных добавок. В ряде работ [6, 7] показана эффективность использования при этом в качестве активной минеральной добавки керамзитовой пыли. Однако в большинстве этих работ не указывается состав и дисперсность принятых при исследованиях разновидностей керамзитовой пыли.

В настоящей работе представлены результаты исследований влияния различных суперпластификаторов на свойства теста и камня композиционного гипсового вяжущего с добавками извести и керамзитовой пыли.

Методы и материалы

При выполнении исследований были использованы следующие материалы:

- строительный гипс Г-6БП производства ООО «Аракчинский гипс» по ГОСТ 125;
- керамзитовая пыль с циклонов пылеочистки цеха керамзитового гравия ООО «Камэнергостройпром» (г. Нижнекамск);
- строительная известь второго сорта производства ООО «Казанский завод силикатных стеновых материалов» по ГОСТ 9179;
- суперпластификаторы: С-3, Полипласт СП-1ВП, Полипласт СП-3, MELMENT® F15G.

Исследования состава и гидравлической активности керамзитовой пыли позволили установить следующее.

Химический состав керамзитовой пыли (% по массе): SiO_2 – 59,12; Al_2O_3 – 17,85; Fe_2O_3 – 9,7; CaO – 1,74; MgO – 3,01; K_2O – 2,26; TiO_2 – 0,92; SO_3 – 0,93; Na_2O – 0,81; P_2O_5 – 0,22; MnO – 0,2; потери при прокаливании – 3,05.

Минеральный и фазовый состав керамзитовой пыли (% по массе): дегидратированные глинистые минералы (гидролюда, монтмориллонит) – 58; рентгеноаморфная фаза – 27; кварц – 15; полевые шпаты – 5; ангидрит – 3.

Установлено, что керамзитовая пыль представляет собой активированную глину, в состав которой входит определенное количество недегидратированной глины и дегидратированных глинистых минералов с кристаллическими решетками различного уровня дефектности.

Анализом методом набухания установлено, что керамзитовая пыль содержит 9,5 % недегидратированной глины.

Гранулометрический состав исходной пробы керамзитовой пыли характеризуется остатками на ситах с размерами отверстий в мм (% по массе): 1 – 26,71; 0,63 – 26,66; 0,5 – 8,21; 0,315 – 11,58; 0,2 – 11,41; 0,1 – 11,65; 0,05 – 3,48; менее 0,05 – 0,3.

Гидравлическая активность исходной пробы керамзитовой пыли по поглощению СаО составила 130 мг/г.

Испытания гипсовых вяжущих осуществлялись по ГОСТ 125-79, образцы гипсового камня испытывались на прочность в возрасте 28 сут. с последующим высушиванием до постоянной массы. Определение коэффициента размягчения осуществлялось по ТУ 21-0284757.

Результаты и обсуждение результатов

Предварительно были проведены исследования влияния на свойства строительного гипса содержания добавок извести и керамзитовой пыли, молотой до удельной поверхности 250 м²/кг, 500 м²/кг и 800 м²/кг, которая имела гидравлическую активность по поглощению СаО, соответственно: 336, 462 и 477 мг/г.

В результате проведенных исследований было установлено, что композиционное вяжущее состава (% по массе): строительный гипс – 75; керамзитовая пыль с удельной поверхностью 500 м²/кг – 20; известь – 5 – обладает наиболее высокими показателями предела прочности при сжатии – 17,3 МПа и коэффициента размягчения – 0,68.

В табл. 1 и на рис. 1-3 приведены результаты исследований влияния суперпластификаторов С-3, Полипласт СП-1ВП, Полипласт СП-3, MELMENT® F15G на сроки схватывания, нормальную плотность теста, а также среднюю плотность, предел прочности при сжатии и коэффициент размягчения камня вяжущего вышеуказанного оптимального состава.

Таблица 1

Влияние содержания суперпластификатора на свойства композиционного гипсового вяжущего с добавками 5 % извести и 20 % керамзитовой пыли

Добавка	Количество добавки, %	Плотность, кг/м ³	Сроки схватывания, мин. – с.	
			начало	конец
1	2	3	4	5
-	0	1355	8-00	12-00
С-3	0,25	1470	8-30	12-20
	0,5	1530	9-00	12-45
	0,75	1580	9-25	13-05
	1	1650	10-00	13-40
	1,5	1570	10-50	15-00
СП-1ВП	0,25	1490	8-40	12-15
	0,5	1550	9-00	12-30
	0,75	1600	9-30	12-50
	1	1670	9-50	13-25
	1,5	1580	10-20	15-00
1	2	3	4	5
СП-3	0,25	1460	8-35	12-40
	0,5	1500	8-30	13-00
	0,75	1560	8-50	13-30
	1	1630	9-15	13-50
	1,5	1560	10-20	14-40
Melment F15G	0,25	1500	8-15	12-20
	0,5	1570	8-40	12-50
	0,75	1610	9-00	13-15
	1	1670	9-30	14-00
	1,5	1600	9-50	16-00

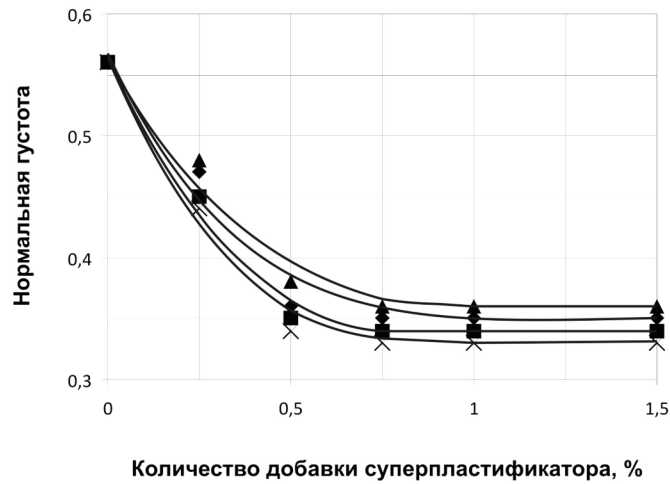


Рис. 1. Влияние количества добавок суперпластификаторов на нормальную плотность композиционного гипсового вяжущего с добавками 5 % извести и 20 % керамзитовой пыли:
 ◆ – С-3; ■ – Полипласт СП-1ВП; ▲ – Полипласт СП-3; x – Melment F15G

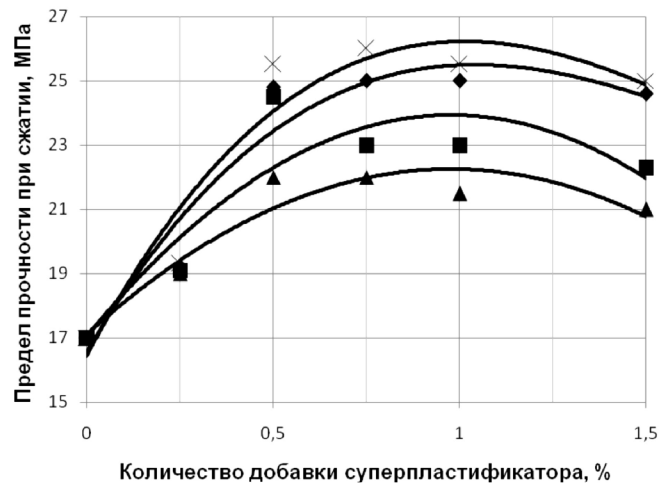


Рис. 2. Влияние количества добавок суперпластификаторов на прочность камня композиционного гипсового вяжущего с добавками 5 % извести и 20 % керамзитовой пыли:
 ◆ – С-3; ■ – Полипласт СП-1ВП; ▲ – Полипласт СП-3; x – Melment F15G

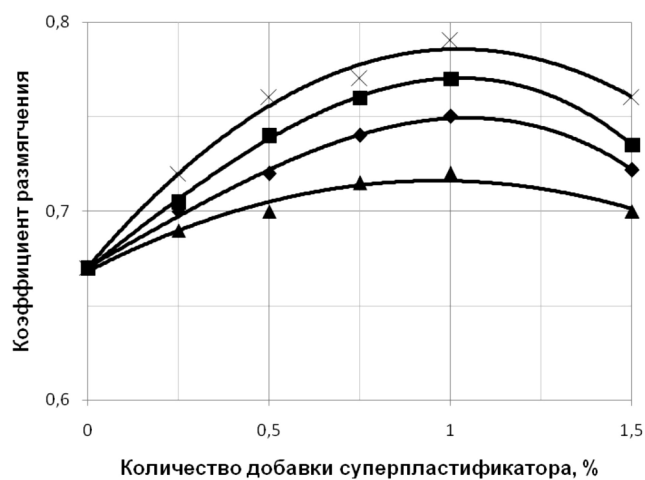


Рис. 3. Влияние количества добавок суперпластификаторов на коэффициент размягчения камня композиционного гипсового вяжущего с добавками 5 % извести и 20 % керамзитовой пыли:
 ◆ – С-3; ■ – Полипласт СП-1ВП; ▲ – Полипласт СП-3; x – Melment F15G

В табл. 2 приведены результаты математической обработки зависимостей изменения свойств композиционного гипсового вяжущего с добавками извести и керамзитовой пыли от вида и содержания суперпластификаторов.

Таблица 2

Уравнения регрессии, характеризующие зависимости основных свойств композиционного гипсового вяжущего с добавками извести и керамзитовой пыли от вида и содержания добавок суперпластификаторов

Вид добавки	Свойство	Уравнение регрессии
С-3	водовяжущее отношение	$y = 0,101x^2 - 0,2446x + 0,557$
	прочность при сжатии	$y = -4,5905x^2 + 8,7943x + 19,51$
	коэффициент размягчения	$y = -0,0781x^2 + 0,1549x + 0,6675$
СП-1	водовяжущее отношение	$y = 0,1238x^2 - 0,2937x + 0,5607$
	прочность при сжатии	$y = -7,5429x^2 + 16,314x + 16,993$
	коэффициент размягчения	$y = -0,1038x^2 + 0,2029x + 0,6661$
СП-3	водовяжущее отношение	$y = 0,1219x^2 - 0,2937x + 0,5587$
	прочность при сжатии	$y = -4,6286x^2 + 9,9829x + 17,244$
	коэффициент размягчения	$y = -0,0514x^2 + 0,0991x + 0,6684$
Melment F15G	водовяжущее отношение	$y = 0,1562x^2 - 0,3497x + 0,5541$
	прочность при сжатии	$y = -8,1143x^2 + 17,44x + 17,119$
	коэффициент размягчения	$y = -0,1105x^2 + 0,2257x + 0,6705$

Заключение

Приведенные выше результаты исследований позволяют сделать следующий вывод. Введение 20 % керамзитовой пыли дисперсностью 500 м²/кг, 5 % извести и 0,5-1 % суперпластификаторов С-3, Полипласт СП-1ВП, MELMENT® F15G в строительный гипс обеспечивает получение вяжущих с прочностью при сжатии 23-25 МПа и коэффициентом размягчения 0,74-0,78, которые относятся к группе композиционных гипсовых вяжущих повышенной водостойкости и могут применяться для получения штукатурных, монтажных и напольных растворов и низкомарочных бетонов.

Список литературы

1. Барина Л.С., Волков Ю.С. Строительство – определяющий фактор устойчивого развития // Строительный эксперт, 2002, № 4. – С. 2-5.
2. Рахимов Р.З., Магдеев У.Х., Ярмаковский В.Н. Экология, научные достижения и инновации в производстве строительных материалов на основе и с применением техногенного сырья // Строительные материалы, 2009, № 12. – С. 8-12.
3. Сборник удельных показателей образования отходов производства и потребления. – М.: Государственный комитет РФ по охране окружающей среды, 1999. – 52 с.
4. Будников П.П. Гипс, его исследование и применение. – М.: Госстройиздат, 1943. – 373 с.
5. Ферронская А.В. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение). Справочник. – М.: Изд-во АСВ, 2004. – 488 с.
6. Баженов Ю.М., Коровяков В.Д., Денисов Г.А. Технология сухих строительных смесей. – М.: Изд-во АСВ, 2003. – 96 с.
7. Лесовик В.С., Погорелов С.А., Строкова В.В. Гипсовые вяжущие материалы и изделия. Учебное пособие. – Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2000. – 224 с.

Khaliullin M.I. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: khaliullin@kgasu.ru

Rakhimov R.Z. – doctor of technical science, professor

Gaifullin A.R. – assistant

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Composite gypsum binder with additives of a lime, a haydite dust and supersofteners

Resume

The results of studies of the effect of different supersoftener on the properties of the composite gypsum binder with lime and expanded haydite dust. The chemical, mineral and particle size distribution and hydraulic activity expanded haydite dust. Found that the haydite dust is activated clay, which includes a number of not dehydrated clay and dehydrated clay minerals with different crystal lattices of the defect level. Established mathematical relations that characterize the effect of the content of additives supersoftener different chemical nature when administered in conjunction with lime and ground expanded haydite dust on basic physical and technical properties of the composite gypsum binder. Developed low-cost composite gypsum binders with the introduction of additives considered supersoftener in an amount of 0,5 to 1 % with 20 % of the expanded haydite dust dispersion of 500 sq. m/kg and 5 % lime plaster provides reception binders with compressive strength of 23 to 25 MPa and softening coefficient from 0,74 to 0,78, which belong to the composite gypsum binders increased water resistance. The resulting composite gypsum binder can be used for plastering, installation and flooring solutions and low marked concrete.

Keywords: supersoftener, composite gypsum binder, lime, haydite dust, artificial stone.

References

1. Barinova L.S., Volkov Y.S. Construction – a defining factor of a sustainable development // Building expert, 2002, № 4. – P. 2-5.
2. Rakhimov R.Z., Magdeev U.Kh., Yarmakovskiy V.N. Ekologiya, scientific achievements and innovations in production of construction materials on a basis and with use of technogenic raw materials // Building materials, 2009, № 12. – P. 8-12.
3. Collection of specific indicators of formation of production wastes and consumption. – M: State committee Russian Federation on environmental protection, 1999. – 52 p.
4. Budnikov P.P. Gypsum, its research and application. – M.: Stroyizdat, 1943. – 373 p.
5. Ferronskaja A.V. Gypsum materials and products (production and application). Reference book. – M.: Publishers ASV, 2004. – 488 p.
6. Bazhenov Yu.M., Korovjakov V.F., Denisov G.A. Technology of dry construction mixes. – M.: Publishers ASV, 2003. – 96 p.
7. Lesovik V.S., Pogorelov S.A., Strokovaya V.V. Gypsum binder materials and products. Tutorial. – Belgorod: BelGTASM, 2000. – 224 p.

УДК 691.327

Хозин В.Г. – доктор технических наук, профессор

E-mail: khozin@kgasu.ru

Хохряков О.В. – кандидат технических наук

Сибгатуллин И.Р. – инженер

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Текучесть порошков композиционных цементов (ТМЦ и ЦНВ) и их минеральных компонентов

Аннотация

Исследовано изменение свойств порошков композиционных цементов: тонкомолотых (ТМЦ) и низкой водопотребности (ЦНВ) с кремнеземистым (молотый кварцевый песок) и карбонатным (молотый известняк) наполнителями в зависимости от тонкости помола ($S_{уд}$, см²/г). Показателями их текучности явились диаметр «распыла» порошка (D , см) при его гравитационном истечении из цилиндрической емкости и угол естественного откоса (ϕ , град) образующегося конуса. Показано повышение подвижности всех вяжущих и их компонентов с увеличением дисперсности порошков $S_{уд}$ от 3000 до 6000 см²/г, при одновременном снижении их относительной плотности. Подвижность порошков ЦНВ-50 с введением при помоле суперпластификатора С-3 выше на 8-10 %, чем у ТМЦ-50.

Ключевые слова: композиционные цементы, молотый кварцевый песок и известняк, удельная поверхность, текучесть, диаметр распыла, угол естественного откоса.

Текучесть (или сыпучесть) порошкообразных материалов – комплексная реологическая характеристика, зависящая от плотности, гранулометрии, формы частиц и состояния их поверхности. Определяющими являются силы трения и сцепления частиц между собой, в порошковом материаловедении именуемые общим термином аутогезия. Она обусловлена электростатическими, адгезионными и ван-дер-ваальсовыми силами межчастичного взаимодействия [1, 2], которые затрудняют течение порошков и определяют такие показатели, как насыпная плотность, текучесть, внутреннее трение и др.

В технологии производства минеральных вяжущих и их применения для изготовления материалов и изделий подвижность (текучесть) порошкообразных продуктов играет первостепенную роль при их транспортировке, дозировании (истечении из расходных бункеров), при заполнении силосов, осаждении в циклонах и фильтрах. Данные о подвижности этих порошков необходимы при проектировании и конструировании емкостного (в т.ч. складского) оборудования.

Свойства порошков портландцемента, кварца, известняка и других наполнителей, влияние интенсификаторов помола и других функциональных ПАВ – эти вопросы прямо относятся к производству и применению тонкомолотых цементов (ТМЦ) и цементов низкой водопотребности (ЦНВ).

Известно [2-4], что с увеличением дисперсности измельчаемого твердого минерального материала возрастает роль поверхностной энергии частиц и эффектов поверхностного взаимодействия с другими компонентами системы. При сухом механическом измельчении твердых тел меняются топологические состояния получаемых порошков, подобно тому, как при нагревании простых веществ протекают фазовые превращения вплоть до критического состояния. Эти состояния дисперсного слоя характеризуются как псевдофазовые [4]. Так, псевдотвердый слой частиц обладает упругостью, псевдожидкое состояние – текучестью: способностью вытекать из сосуда через вертикальные и горизонтальные отверстия в нем при приложении нагрузки, критическое состояние характеризуется порогом агрегирования частиц и предельным измельчением до уровня наночастиц.

Наблюдаемое заметное снижение плотности упаковки частиц при измельчении материалов на пороге их агрегирования объясняется разной зависимостью сил межмолекулярного притяжения и отталкивания от размера и плотности упаковки частиц. Потенциальная энергия и силы отталкивания с уменьшением размера частиц растут быстрее, чем потенциальная энергия и силы притяжения [2].

Насыпная плотность γ_n – масса единицы объема свободно насыпанного порошка – зависит от формы и размера частиц, состояния их поверхности, фракционного состава и плотности самого материала. Относительная насыпная плотность определяется по формуле:

$$\tau_n = \gamma_n / \gamma_k,$$

где γ_k – истинная или консолидированная плотность.

Многочисленными исследованиями показано, что с ростом удельной поверхности насыпная плотность (абсолютная и относительная) сильно снижается. У полидисперсных порошков она выше, чем у монодисперсных, поскольку возможно размещение мелких частиц в пустотах более крупных. Например, τ_n для бифракционных порошков с размером частиц, различающихся на порядок, может достигать до 0,86, в трифракционных смесях – 0,9, в четырехфракционных до 0,95-0,97. При этом различие в размерах частиц должно составлять три-четыре порядка [1].

При высыпании порошка на плоскость он не растекается, как жидкость, а образует конус с углом ϕ , называемым углом естественного откоса. Обычно уменьшение размера частиц, усложнение их формы приводит к росту ϕ (иногда его отождествляют с углом внутреннего трения).

Ниже показано изменение относительной плотности τ_n , диаметра расплыва (D , см) и угла естественного откоса (ϕ , град) порошков портландцемента, известняка и кварцевого песка в зависимости от тонины помола, характеризуемой удельной поверхностью.

Исследуемые материалы: измельченный в порошок известняк Добрянтинского месторождения Владимирской области (ООО «Карбонат») следующего состава, %: CaCO_3 – 93,8, MgCO_3 – 4,8, глинистые примеси – 1,4; молотый кварцевый песок (ПО «Нерудматериалы», г. Казань) и портландцемент ПЦ500Д0 производства ОАО «Вольскцемент». Помол материалов осуществляли в центробежно-эллиптической мельнице Активатор-4м до значений удельной поверхности $S_{уд}$, равной 3000, 4500 и 6000 $\text{см}^2/\text{г}$ без и с добавлением при помоле 2 % (масс) суперпластификатора С-3. Измельчению не подвергали порошок портландцемента, имевший исходную удельную поверхность 3000 $\text{см}^2/\text{г}$. Совмещение его с С-3 проводили тщательным перемешиванием, а далее мололи совместно.

Текучесть порошков оценивали с помощью металлического цилиндра диаметром 25 мм, высотой 55 мм ($V_{ц}=27 \text{ см}^3$), который заполняли соответствующим порошком, снимали «горбушку» вровень с верхним краем и взвешивали, затем плавно поднимали цилиндр вверх – порошок вытекал, образуя конусообразную насыпь диаметром D и высотой H . Зная массу m , по формуле $\gamma_n = m/V_{ц}$ определяли насыпную плотность. Угол естественного откоса определяли по формуле $\phi = \arctg(H/0,5D)$.

Таблица 1

Свойства порошков при $S_{уд}=3000 \text{ см}^2/\text{г}$ (числитель) и $S_{уд}=6000 \text{ см}^2/\text{г}$ (знаменатель)

№ п/п	Показатели порошков	Ед. изм.	Портландцемент	Кварцевый песок (молотый)	Известняк (молотый)
1	Истинная плотность γ_k	г/см ³	3,0	2,65	2,75
2	Насыпная плотность γ_n	г/см ³	$\frac{1,02}{0,84}$	$\frac{1,06}{0,76}$	$\frac{1,05}{0,83}$
3	Относительная плотность τ_n	-	$\frac{0,34}{0,27}$	$\frac{0,4}{0,29}$	$\frac{0,38}{0,3}$
4	«Расплыв» цилиндра D	см	$\frac{7,4}{8,1}$	$\frac{7,7}{7,85}$	$\frac{7,3}{7,9}$
5	Угол естественного откоса ϕ	град	$\frac{27}{26}$	$\frac{25}{24}$	$\frac{27}{26}$

Изменения свойств индивидуальных порошков ПЦ, кварцевого песка, известняка при сухом помоле (без добавок С-3) от $S_{уд}=3000 \text{ см}^2/\text{г}$ до 6000 $\text{см}^2/\text{г}$ представлены в табл. 1. Из неё следует, что увеличение вдвое $S_{уд}$ снижает насыпную плотность всех трех материалов и увеличивает их текучесть (растет «расплыв» – снижается угол естественного откоса). Существенных количественных отличий между порошками на фоне этой общей тенденции

не наблюдается. Причиной понижения насыпной плотности ПЦ, кварца и известняка на 21, 39 и 26 %, соответственно, и роста текучести является наличие в полидисперсной структуре этих порошков тонких и «сверхтонких» частиц, силы отталкивания между которыми, о чём указывалось выше [2-4], превышают силы притяжения.

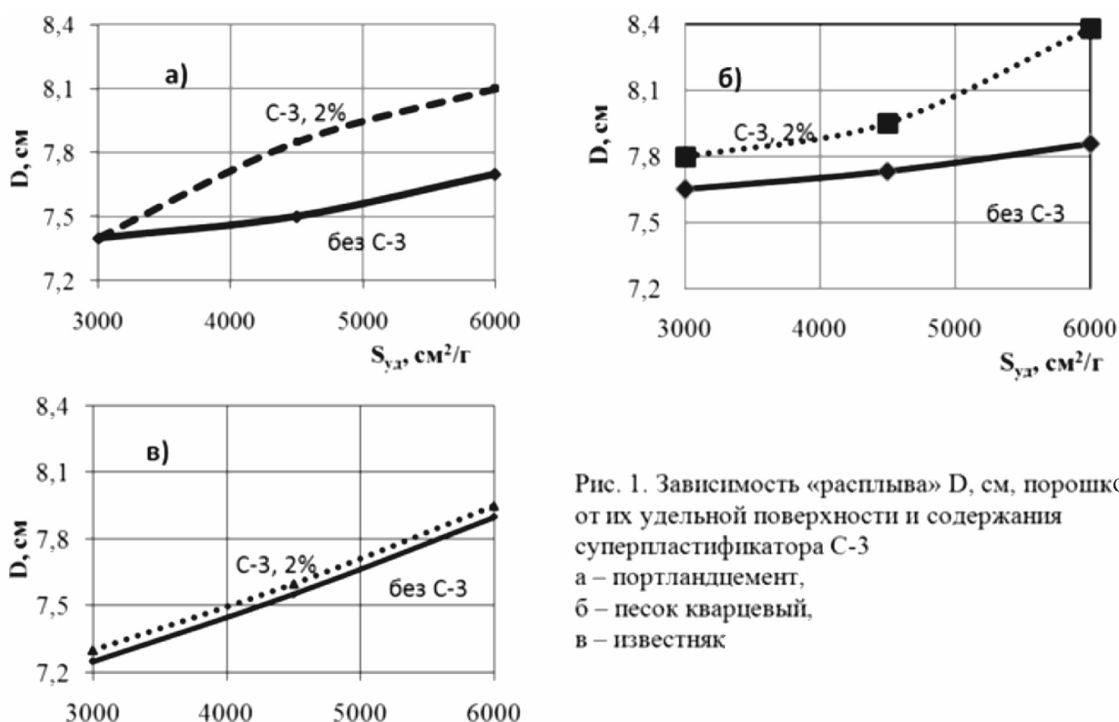


Рис. 1. Зависимость «расплыва» D , см, порошков от их удельной поверхности и содержания суперпластификатора С-3
а – портландцемент,
б – песок кварцевый,
в – известняк

Как видно из рис. 1, с увеличением удельной поверхности «текучесть» (D , см) порошкообразных материалов непрерывно возрастает. Причем её росту (на 8-10 %) способствует суперпластификатор С-3, который вводили при совместном помоле с минеральными материалами. Наибольшую эффективность С-3 показал в молотом кварцевом песке, меньшую – в молотом известняке, что, очевидно, определяется их поверхностным зарядом [4]. Вероятно, суперпластификатор, являясь анионоактивным веществом, увеличивает отрицательный заряд кварца и, соответственно, силы отталкивания, повышая подвижность порошка. Положительно заряженные частицы известняка, адсорбируя молекулы суперпластификатора, сближаются, что приводит к увеличению сил трения. В связи с этим «расплыв» порошка известняка почти не меняется с введением при помоле С-3.

Зависимость насыпной плотности (τ_n) и угла естественного откоса (ϕ) от $S_{уд}$ представлены на рис. 2.

Видно, что увеличение удельной поверхности приводит к уменьшению относительной насыпной плотности порошков. При этом влияние суперпластификатора на этот показатель незначительно, а в случае молотого известняка не проявляется совсем.

Увеличение «расплыва» порошков закономерно отражается на изменении угла ϕ (его снижении). Как и в случае D , см, τ_n влияние С-3 на ϕ известняка не проявляется.

Поскольку основной задачей данной работы является оценка и сравнение реологических свойств порошков композиционных цементных вяжущих – ТМЦ и ЦНВ с применением в качестве наполнителей молотых кварцевого песка и известняка, на рис. 3 представлены зависимости τ_n , D и ϕ от $S_{уд}$. Тонкомолотые цементы ТМЦ-Д50КР (кремнеземистый) и ТМЦ-Д50КБ (карбонатный) получали совместным помолом (одно- и двухстадийным, соответственно) портландцемента и наполнителя в соотношении 1:1 по массе; ЦНВ-50КР получали совместным измельчением ПЦ и кварцевого песка (1:1 по массе) «в присутствии» 2 % С-3, ЦНВ-50КБ получали двухстадийным помолом: вначале ПЦ с С-3, затем домолом с известняком, как и в других вяжущих до $S_{уд}$ 3000, 4500 и 6000 cm^2/g .

Зависимости свойств двух типов композиционных вяжущих (ЦНВ-50 и ТМЦ-50) представлены на рис. 3.

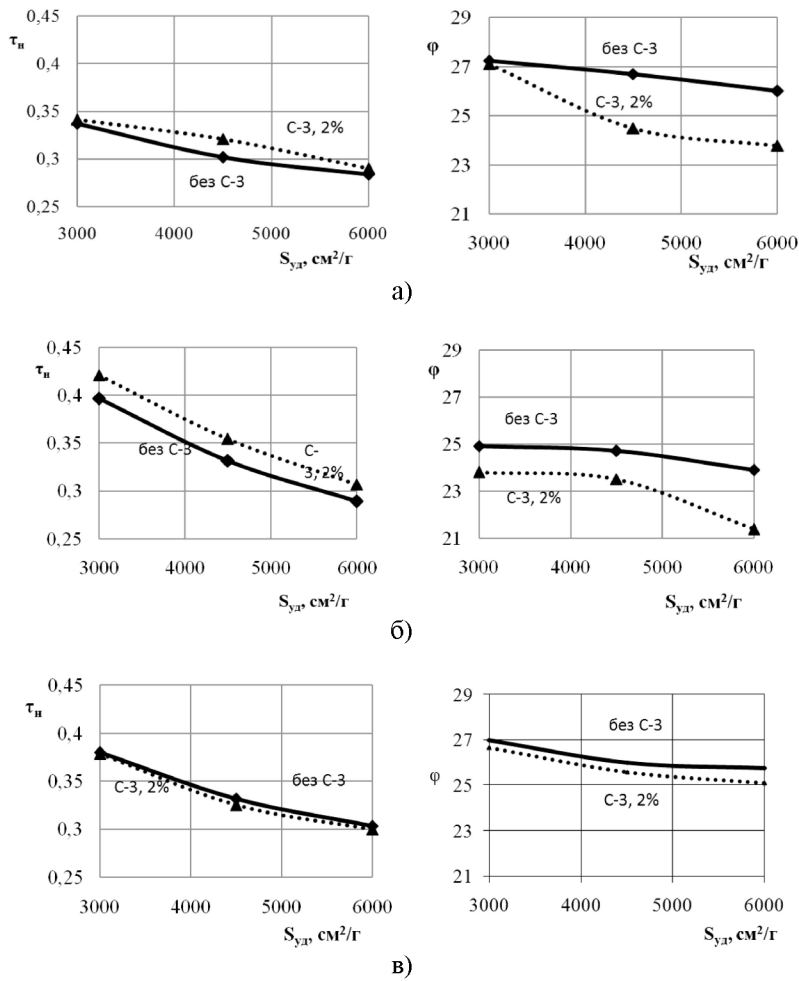


Рис. 2. Зависимости относительной плотности τ_n и угла естественного откоса ϕ , град, порошкообразных материалов от удельной поверхности и содержания C-3: а – портландцемент, б – песок кварцевый, в – известняк

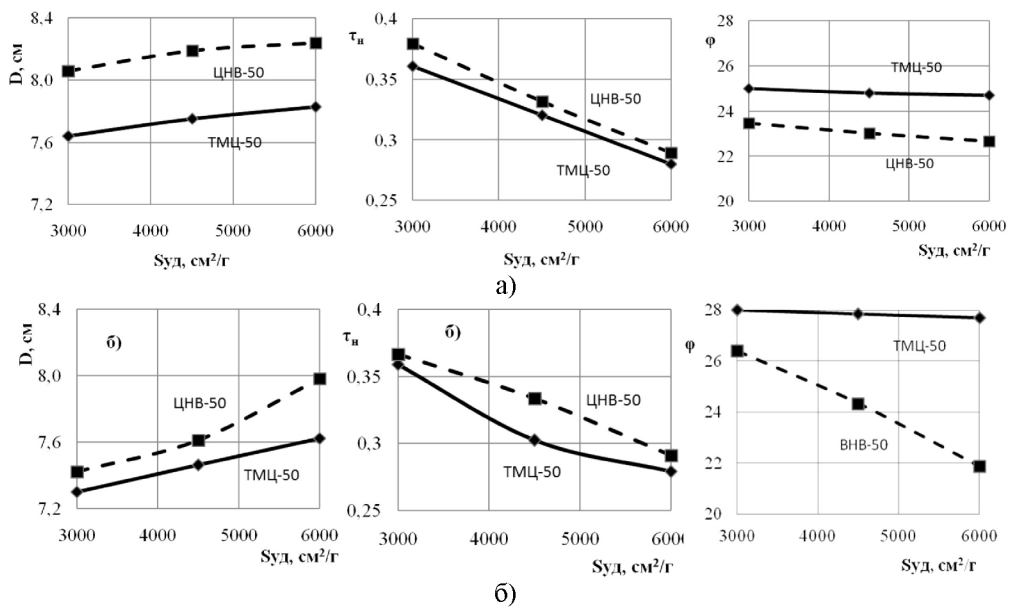


Рис. 3. Зависимости диаметра расплыва D , относительной плотности τ_n и угла естественного откоса ϕ «кремнеземистых» (а) и «карбонатных» (б) тонкомолотых вяжущих от $S_{уд}$

Характер изменения плотности и реологических параметров ЦНВ и ТМЦ коррелирует с зависимостями этих свойств индивидуальных порошков, а именно с увеличением удельной поверхности подвижность возрастает, а относительная плотность снижается. Судя по D и φ , суперпластификатор в ЦНВ-50 способствует увеличению текучести в сравнении с ТМЦ-50 и так же как в индивидуальных порошках ПЦ и кварца (рис. 2) увеличивает насыпную плотность τ_n . Примечательно, что С-3 очень мало влияет на свойства молотого известняка, но в карбонатном ЦНВ его действие проявляется отчетливо.

Для количественной сравнительной оценки свойств порошков ТМЦ-50 и ЦНВ-50 их показатели представлены в табл. 2.

Таблица 2

Свойства порошков ТМЦ-Д50КР ЦНВ-50
при $S_{уд}=3000 \text{ см}^2/\text{г}$ (числитель) и $S_{уд}=6000 \text{ см}^2/\text{г}$ (знаменатель)

№ п/п	Наименование вяжущего	τ_n	D , см	φ , град
1	ТМЦ-Д50КР	0,36	7,65	25,0
		0,28	7,8	24,5
2	ЦНВ-50КР	0,38	8,1	23,5
		0,29	8,3	22,5
3	ТМЦ-Д50КБ	0,36	7,3	28,0
		0,28	7,6	27,5
4	ЦНВ-50КБ	0,37	7,4	26,3
		0,29	8,0	21,5

Все четыре композиционных вяжущих имеют относительную насыпную плотность выше, чем у бездобавочного ПЦ500Д0 ($\tau_n=0,34$ и $0,27$), больший «расплыв» D (кроме карбонатных) и меньший угол естественного откоса φ . Это обеспечивает им технологические преимущества при транспортировке, дозировании и складировании. При этом ЦНВ-50 несколько превосходит ТМЦ-50 по плотности и реологическим параметрам (С-3 увеличивает подвижность на 8-10 %).

Список литературы

1. Андриевский Р.А. Порошковое материаловедение. – М.: Металлургия, 1991. – 205 с.
2. Урьев Н.Б. Высококонцентрированные дисперсные системы. – М.: Химия, 1980. – 320 с.
3. Ходаков Г.С. Тонкое измельчение строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1972. – 240 с.
4. Хархардин А.Н., Кашибадзе В.В. Топологические свойства микро- и нанодисперсных материалов // Известия вузов. Строительство, 2009, № 5. – С. 109-113.
5. Зайченко Н.М. Адсорбция анионных суперпластификаторов на поверхности минеральных добавок и мономинералов портландцементного клинкера. Влияние поверхностного заряда // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. Збірник наукових праць. – Одесса, 2009, Вип. 35. – С. 168-176.

Khozin V.G. – doctor of technical science, professor

E-mail: khozin@kgasu.ru

Khohryakov O.V. – candidate of technical science

Sibgatullin I.R. – engineer

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Fluidity of powders of composite cements (TMC and CNV) and their mineral components

Resume

In work such important characteristic of powdery materials as fluidity (or flowability) is investigated. It is complex rheological characteristic depending on density, a fractional structure, a form of particles and a condition of their surface. Forces of a friction and coupling

of particles among themselves, in powder materials science called by the general term an autogeziya are defining.

It is obvious that mineral knitting and their applications for manufacturing of materials and products mobility (fluidity) of powdery products plays a paramount role production technologies at their transportation, dispensing (the expiration from account bunkers), during the filling of silos, sedimentation in cyclones and filters. Data on mobility of these powders are necessary at design and designing capacitor (including warehouse) the equipment.

We studied properties of powders of a cement, quartz, limestone and on their basis of it is thin the groundcements and cements of low water requirement. Change of such characteristics of powders as relative density, diameter «spread» (by D , cm) and a corner of a natural slope (φ , a hail) depending on their specific surface and the content of S-3 supersoftener is defined.

Keywords: composite cements, ground quartz sand and limestone, specific surface, fluidity, diameter spread, corner of a natural slope.

References

1. Andrievsky R.A. Powder materials technology. – M.: Metallurgy, 1991. – 205 p.
2. Uryev N.B. Highly concentrated disperse systems. – M.: Chemistry, 1980. – 320 p.
3. Hodakov A.N. Thin crushing of construction materials. – M.: Stroyizdat, 1972. – 240 p.
4. Harhardin A.N., Kashibadze V.V. Topological properties micro- and nanodisperse materials // News of high schools. Building, 2009, № 5. – P. 109-113.
5. Zaychenko N.M. Adsorption of anionny supersofteners on a surface of mineral additives and monominerals of a cement klinker. Influence of a superficial charge // Bulletin odessa state academy of architecture and construction. Collection of scientific works. – Odessa, 2009, Vip. 35. – P. 168-176.



УДК 532.5

Олимпиев В.В. – доктор технических наук, профессор

Казанский государственный энергетический университет

Адрес организации: 420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51

Алексеева О.В. – кандидат физико-математических наук, доцент

Тартыгашева А.М. – кандидат физико-математических наук, доцент

E-mail: TartigashevaA@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организаций: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Модель турбулентного течения в кольцевой поперечной канавке на стенке канала

Аннотация

В статье рассматривается метод расчета теплоотдачи и трения на поверхности мелких канавок с кольцевым поперечным сечением к турбулентному потоку. Расчетные результаты по теплообмену сопоставлены с известными экспериментальными исследованиями и предложены способы расчета теплообмена и трения в мелких канавках поперечных к турбулентному натекающему потоку жидкости и газа. Рассмотренный способ оценки переноса тепла и импульса можно использовать в практических теплогидравлических расчетах. Основным преимуществом модели является возможность оперативного инженерного расчета энергооборудования.

Ключевые слова: теплоотдача, трение, турбулентность, скорость потока, коэффициент теплоотдачи, давление в канале, метод теплогидравлического расчета.

Известны приближенные аналитические (в совокупности с численными) методы расчета теплоотдачи и трения в канавках, основанные на различных базовых гипотезах. Проблема заключается в заметном отклонении расчетных и опытных результатов, связанном не только с математической технологией реализации решений, но и, вероятно, с неполной правомерностью основополагающей гипотезы этих работ об определяющей роли смещения.

Простые оперативные, но достаточно надежные методы расчета теплоотдачи и трения в рассматриваемых каналах отсутствуют. Теплогидравлический расчет таких каналов основан на эмпирических зависимостях, справедливых в ограниченном диапазоне геометрических параметров интенсификаторов, свойств теплоносителей и условий течения, что затрудняет разработку нового оборудования. Численные модели турбулентного течения для практического осуществления расчета этих каналов недостаточно совершенны.

Среди известных и технически интересных способов интенсификации теплообмена выгодно отличается высокими теплогидравлическими, экономическими и технологическими качествами дискретная шероховатость поверхности каналов в форме кольцевых выступов.

Для мелких канавок (рис. 1) размером $L/h \geq 9$, $h/d \leq 0,05$, (L – ширина канавки, h – глубина, d – диаметр), в которых основной поток присоединяется ко дну канавки, на базе исследований П. Чжена и др., а также В.В. Олимпиева предлагается следующая модель турбулентного течения в кольцевой канавке на стенке канала. (Ограничение модели по размеру h/d совершенно необходимо. Например, при фиксированной глубине канавки $h=const$ изменение поперечного размера канала d , следовательно, и h/d , приводит к другим величинам степени расширения потока и относительной толщины набегающего на канавку пограничного слоя. Указанные параметры существенно влияют на картину течения в мелкой канавке, что подтверждается, в частности, в опытах Ямамото и др. при визуализации потока).

В диффузорном потоке после внезапного расширения потока при входе в канавку (сечение 1, рис. 1) формируется внутренний пограничный слой 2 (сдвиговый слой смещения) от точки отрыва на кромке канавки A вдоль поверхности каверны 3 (за обратным уступом) до точки присоединения потока к стенке и далее вдоль стенки до прямого уступа (сечение 2). Современные опытные данные показывают, что на границе каверны и основного потока течению присущи черты течения в вязком слое (скорости в каверне малы по сравнению со скоростью основного потока, вдоль границы каверны высоки поперечные градиенты скоростей, рейнольдсовы напряжения и турбулентность).

Поэтому развитие внутреннего пограничного слоя 2 начинается непосредственно за точкой A на поверхности каверны. Во внутреннем слое 2 за низким уступом универсальный профиль скорости, близкий к пластине, восстанавливается непосредственно после точки присоединения $x_k/h=6$ (во всяком случае это имеет место в определяющей перенос внутренней части слоя $y \leq 0,2\delta$, где y – поперечная координата, отсчитываемая от дна канавки; δ – толщина слоя 2), поэтому за точкой присоединения для внутреннего пограничного слоя 2 приближенно справедлива схема «стандартного» турбулентного пограничного слоя на пластине.

Изменение давления и скорости в потоке после точки присоединения – линейное. Скорости на оси канала и на внешней границе внутреннего слоя удовлетворяют уравнению Бернулли. Суммарные потери давления в пределах канавки складываются из потерь на внезапное расширение на кольцевом обратном уступе и на трение поверхности канавки. Потерями на внезапное сужение в сечении 2 можно пренебречь на фоне потерь внезапного расширения в сечении 1.

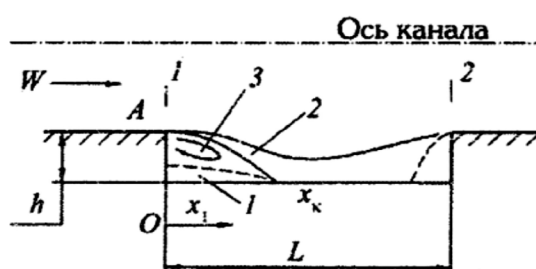


Рис. 1. Модель турбулентного течения

Вихри, генерируемые внезапным расширением, попадают во внешнюю часть внутреннего пограничного слоя 2 и в качестве турбулентности Tu внешнего (относительно пограничного слоя) течения заметно влияют на теплообмен и мало на трение стенки. Вихри от точки A скатываются по поверхности каверны и в области присоединения соударяются со стенкой, этим обусловлены максимумы теплоотдачи, трения и турбулентности в точке присоединения и начало интенсивного распада вихрей, сопровождающегося снижением влияния внешней турбулентности на перенос около стенки (при линейном падении Tu).

Влияние внешней турбулентности асимптотическое, при $Tu \geq 10$ % оно стабилизируется. Поэтому в точке присоединения можно принять $Tu_{\max} = 10 \div 15$ % на длине примерно $(30 \div 50)h$ после уступа турбулентность снижается до уровня гладкой трубы $Tu = 4$ %.

На стенке канавки под каверной за уступом от точки присоединения x_k в направлении, обратном основному течению, развивается другой пограничный слой 1, определяющий теплогидравлическое взаимодействие потока со стенкой в области каверны. При определении теплоотдачи стенки под каверной за уступом используется метод, разработанный А.И. Леонтьевым с сотрудниками для расчета теплоотдачи под каверной за внезапным расширением канала. В этом методе теплообмен в зоне каверны рассматривается как процесс в пристенном вторичном возвратном пограничном слое (внутренний пограничный слой с индексом 1). Для расчета теплообмена под каверной пригоден метод расчета для канавок $L/h \leq 5$.

Малые высота обратного уступа и толщины пограничных слоев 1 и 2 сравнительно с поперечным размером канала позволяют отождествлять обтекание уступа в канале с течением около уступа на плоской стенке и рассчитать пограничные слои 1 и 2 в канале по теории для плоской стенки по С.С. Кутателадзе, А.И. Леонтьеву.

Обоснование всех положений и допущений физической модели течения в слое 2 на основе полумпирической теории турбулентности и известных опытных исследований было представлено в работе [1], где дан анализ влияния на профили скоростей, температур, касательных напряжений на процессы переноса во внутреннем пограничном слое 2 всех возмущающих течение факторов: собственно уступа, внешней турбулентности и ее уровня,

диффузорности течения, поперечной кривизны стенки. Особое внимание уделено процессу релаксации внутреннего пограничного слоя 2 за уступом.

В соответствии с предлагаемой моделью течения в мелкой канавке разработана методика расчета теплоотдачи и трения в канавках на основе описания переноса во внутренних пограничных слоях 1 и 2 с помощью интегральных методов С.С. Кутателадзе, А.И. Леонтьева.

Например, интегральное уравнение для переноса тепла в слое 2 имеет вид:

$$d Re_t^{**} / dx + (Re_t^{**} / \Delta T)(d\Delta T / dx) = Re_0 St_0 \psi_s,$$

обозначения в котором традиционные для работ С.С. Кутателадзе, А.И. Леонтьева.

Модель обеспечивает расчет как теплоотдачи, так и трения в канавке по известной величине коэффициента сопротивления для внезапного расширения в канале, определяемой по справочнику И.Е. Идельчика. Следует заметить, что использование опытной (справочной) величины коэффициента местного сопротивления для внезапного расширения на кольцевом обратном уступе A не является принципиально необходимым обстоятельством для построения предлагаемой расчетной модели и, в частности, для определения гидрпотерь на участке канавки. Этот коэффициент сопротивления возможно вычислить по известным аналитическим формулам Борда, Альтшуля и др., однако точность таких формул зависит от степени внезапного расширения. Поэтому целесообразно обращение к опытным данным И.Е. Идельчика при малой степени расширения. Гидрпотери в канавке суммируются из местных потерь на внезапное расширение и на трение по поверхности канавки. Следовательно, в пределах представленной модели использование справочного коэффициента местного сопротивления не решает проблему расчета гидрпотерь в полной мере, так как дополнительно необходимо теоретическое определение потерь трения на поверхности канавки посредством расчета внутренних пограничных слоев 1 и 2.

Достоинство модели заключается в возможности оперативного инженерного расчета энергооборудования на базе фундаментальных интегральных методов и готовых справочных данных по местным гидросопротивлениям в полном техническом диапазоне чисел Re_L и Pr для течения в каналах и для внешнего обтекания стенки с канавкой.

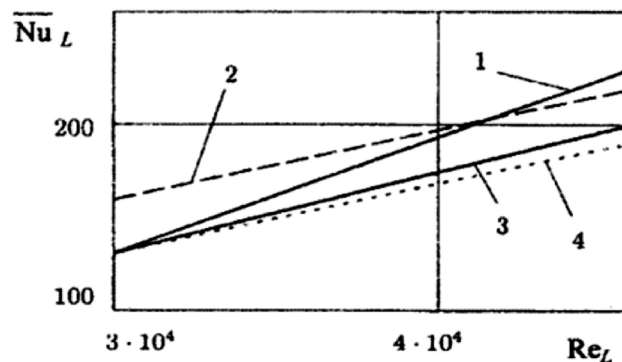


Рис. 2. Сравнение расчетных результатов с экспериментальными

Для проверки справедливости предлагаемых модели течения и метода расчета на рис. 2 расчетные коэффициенты теплоотдачи для воздуха сопоставлены с опытными данными Ямамото и др. в диапазоне $Re_L = 3 \cdot 10^4 - 5 \cdot 10^4$. (Обозначения на рис. 2: линии 1, 2 – расчет и опыт для $L/h=24$; линии 3, 4 – расчет и опыт для $L/h=13$). Отклонение расчета от опыта составляет для $L/h=24$ не более 15 %, для $L/h=13$ – 8 %. В зависимости $\overline{Nu}_L - \overline{Re}_L^n$ для теплоотдачи на дне канавки (рис. 2) для $L/h=24$ (линии 1, 2) существенно различие показателей степени для расчета (n близок к 0,8) и опыта (n стремится к значению 0,5). Фактически $n=0,5$ (Ямамото и др.) означает, что Ямамото предполагает ламинарное течение на дне канавки в изученном диапазоне чисел Re_L (который соответствует для основного потока в канале турбулентному течению в области $Re_d = Wd/\nu = 10^5$).

В недрах основного турбулентного потока в принципе возможно ламинарное течение во внутреннем пограничном слое 2 (рис. 1) на дне канавки. Однако, если учесть высокий уровень турбулентности на внешней границе слоя 2 и ускоренный ламинарно-турбулентный переход во внутренних пограничных слоях в канавках при наличии отрыва и повышенной турбулентности, то следует признать, что зависимость $\overline{Nu}_L - \overline{Re}_L^{0.5}$, предложенная Ямамото, может вызвать сомнения в ее справедливости для гидродинамических условий их опытов, особенно для протяженных слоев 2 ($L/h=24$), в которых наиболее вероятно турбулентное течение. Можно достаточно обоснованно полагать, что для канавок с $L/h \geq 9$ расчетная зависимость $\overline{Nu}_L - \overline{Re}_L^{0.8}$ более объективно соответствует реально турбулентному течению на дне канавок в обсуждаемых условиях.

Таким образом, анализ современных экспериментальных данных позволяет считать, что при турбулентном режиме течения основного потока в канале ($Re_d > 6600$, $Tu_o > 4\%$) за обратным уступом в канавке на стенке канала внутренний пограничный слой 2 (и 1) всегда является турбулентным непосредственно за уступом (и далее по потоку) при $h/d > 0,02$.

Рассмотренный способ оценки переноса тепла и импульса можно использовать в практических теплогидравлических расчетах.

Представлена модель течения и соответствующий простой метод для оперативного конструкторского расчета теплоотдачи и трения в канавках на рабочих поверхностях энергооборудования, обтекаемых турбулентным потоком жидкости или газа.

Расчетные результаты по теплообмену сопоставлены с известными экспериментальными исследованиями и предложены способы расчета теплообмена и трения в мелких канавках, поперечных к турбулентному натекающему потоку жидкости или газа.

Список литературы

1. Гортышов Ю.Ф., Олимпиев В.В., Байгалиев Б.Е. Теплогидравлический расчет и проектирование оборудования с интенсифицированным теплообменом. – Казань: Изд-во КГТУ, 2004. – 432 с.
2. Алемасов В.Е., Глебов Г.А., Козлов А.П. Термоанемометрические методы исследования отрывных течений // КФ АН СССР. – Казань, 1990. – 177 с.
3. Нагога Г.П. Эффективные способы охлаждения лопаток высокотемпературных газовых турбин. – М.: Изд-во МАИ, 1996. – 100 с.
4. Калинин Э.К., Дрейцер Г.А., Копп И.З., Мякочин А.С. Эффективные поверхности теплообмена. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 407 с.
5. Жукаускас А.А. Конвективный перенос в теплообменниках. – М.: Наука, 1982. – 471 с.

Olimpiev V.V. – doctor of technical sciences, professor

Kazan State Power Engineering University

The organization address: 420066, Russia, Kazan, Krasnoselskaya st., 51

Alekseeva O.V. – candidate of physical and mathematical sciences, associate professor

Tartygasheva A.M. – candidate of physical and mathematical sciences, associate professor

E-mail: TartygashevaA@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Calculation of heat transfer and friction deep grooves transverse to the flow turbulence

Resume

Among the famous and technically interesting ways of heat transfer favorably high thermohydraulic, economic and technological qualities of discrete surface roughness of the channels in the form of annular projections.

However, in the domestic and foreign practice of design and production of modern power equipment with intensified channels, there are many problems.

The article discusses the method of calculating heat transfer and friction on the surface of small grooves with a cross-section to a turbulent flow. Consideration of ways to calculate the transport of heat and momentum can be used in practical thermal – hydraulic calculations. The calculated results are compared with the heat transfer experimental studies and proposes methods for calculating heat transfer and friction in the shallow grooves perpendicular to the impinging turbulent flow of liquid and gas.

Keywords: heat transfer, friction, turbulence, flow rate, heat transfer coefficient, the pressure in the channel, thermal-hydraulic calculation method, model of turbulent flow.

References

1. Gortyshov Y.F, Olympiev V.V., Baygaliev B.E. Thermohydraulic calculation and design of equipment with intensified heat exchange. – Kazan: Publisher. State. Tech. University Press, 2004. – 432 p.
2. Alemasov V.E., Glebov G.A., Kozlov A.P. Hot-wire methods of separating flows // KF AS USSR. – Kazan, 1990. – 177 p.
3. Nagoga G.P. Effective methods of cooling high-temperature gas turbine blades. – M.: Mosk. Aviation. Inst, 1996. – 100 p.
4. Kalinin E.K., Dreitser G.A., Kopp I.Z., Myakochin A.S. Effective heat transfer surface. – M.: Energoatomizdat, 1998. – 407 p.
5. Zukauskas A.A. Convective transfer in heat exchangers. – M.: Science, 1982. – 471 p.



УДК 69.059

Ладнушкин А.А. – старший преподаватель

E-mail: bilder74@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Технико-экономическое обоснование технологии бескранового монтажа при реконструкции теплоэлектростанций**Анатация**

В рамках решения задач реконструкции теплоэлектростанций разработана новая технология бескранового монтажа ограждающих конструкций производственных зданий ТЭЦ и ГРЭС, позволяющая выполнять работы по замене ограждающих конструкций в стесненных условиях существующего генерального плана и без остановки производственного процесса теплоэлектростанции. В статье представлен технико-экономический анализ эффективности использования разработанной автором технологии бескранового монтажа с определением и сравнением приведенных затрат на монтажные работы для различных технологий монтажа и демонтажа конструкций с использованием разных комплектов машин и механизмов.

Ключевые слова: технико-экономический анализ, приведенные затраты, технология бескранового монтажа, реконструкция теплоэлектростанций.

Отказ от плановой экономики СССР, отсутствие вновь вводимых крупных ТЭЦ и ГРЭС, постоянный ежемоментный спрос на тепловую и электрическую энергию не позволяют в большинстве случаев вывести действующие генерирующие предприятия на длительный период реконструкции с остановкой технологического процесса. Основное технологическое оборудование электростанции проходит в соответствии с технологическим регламентом и предписаниями органов технического надзора плановые обследования с определением и продлением ресурса, выполнением ремонтных мероприятий для обеспечения нормальной эксплуатации. Это осуществляется выводом отдельных технологических установок и оборудования, при работе основного производства в штатном режиме.

В условиях безостановочного действующего производственного процесса остро встает вопрос в необходимости проведения работ по замене аварийных и отработавших свой ресурс строительных конструкций.

На основании выполненного анализа существующих технологий замены аварийных ограждающих конструкций можно признать, что большинство способов, применяемых при реконструкции производственных зданий других отраслей промышленности, малоэффективны и часто не применимы для условий действующих ТЭЦ и ГРЭС.

Основной проблемой при выборе той или иной технологии производства работ являются требования по выбору монтажного крана. В условиях генерального плана действующих ТЭЦ и ГРЭС для замены ограждающих конструкций главного корпуса, при работе с земли, при помощи крана, необходимый вылет стрелы должен составлять 40-60 м, при высоте подъема 35-70 м и грузоподъемности 3-10 т. Вылет стрелы и высота подъема крюка могут быть еще большими, так как на величину этих параметров повлияет наличие большого количества технологических трубопроводов, инженерных коммуникаций, которые потребуют существенно увеличить возможности крана. Данным характеристикам соответствует очень ограниченный перечень кранов большой грузоподъемности зарубежного производства.

Серьезные требования по вылету и высоте подъема стрелы требуют, в свою очередь, таких монтажных кранов, для которых необходимо устройство дополнительных транспортировочных путей и монтажного оборудования, при этом значительное время краны должны простаивать, т.к. основной объем работ выполняется вручную, без помощи крана, что в итоге значительно увеличивает сметную стоимость работ.

На основании выполненного анализа генеральных планов, конструктивных решений ТЭЦ и ГРЭС, данных по эксплуатации и результатов обследования теплоэлектростанций, а также обзора существующих технологий по замене аварийных ограждающих конструкций и используемых комплектов монтажных машин и

такелажного оборудования сформулированы цели и задачи исследования. Исследованы условия производства работ при замене ограждающих конструкций главных корпусов действующих теплоэлектростанций. Выделены основные факторы, характеризующие объект реконструкции: однотипность и стесненность генеральных планов ТЭЦ и ГРЭС; наличие дымовых труб в составе теплоэлектростанции; однотипность конструктивных решений главных корпусов; условия действующего энергопредприятия.

Анализ существующих технологий замены ограждающих конструкций производственных зданий показал, что в условиях реконструкции или капитального ремонта главных корпусов действующих теплоэлектростанций они имеют ряд серьезных недостатков: ограниченность применения, большая сметная стоимость, значительная трудоемкость, неудобства для основного технологического процесса теплоэлектростанции [3], [4].

В рамках решения задач реконструкции разработана новая технология бескранового монтажа ограждающих конструкций производственных зданий ТЭЦ и ГРЭС, позволяющая выполнять работы по замене ограждающих конструкций в стесненных условиях существующего генерального плана и без остановки производственного процесса теплоэлектростанции. В рамках новой технологии разработаны и исследованы монтажные системы «Лакра-1» и «Лакра-2», используемые для различных конструктивно-технологических решений главных корпусов теплоэлектростанций, а также применимые для других промышленных предприятий, имеющих в своем составе дымовую трубу [7], [8].

Для оценки эффективности предложенных технологических решений необходимо проведение технико-экономического обоснования и всестороннего анализа применения технологии бескранового монтажа при реконструкции главных корпусов теплоэлектростанций. Результаты разработанных технологических решений и проектов производства работ определяются по технико-экономическим показателям.

Основными технико-экономическими показателями, определяющими технический уровень проекта, являются стоимость производства, т.е. стоимость работ в целом или единицы строительной продукции, например 1 м³ строительного объема, 1 м² жилой площади, монтажа 1 т металлических конструкций, выраженная в рублях; продолжительность строительства или реконструкции здания в днях или сменах; трудоемкость работ, т.е. общие затраты труда, или удельная трудоемкость (затраты труда на единицу строительной продукции, например на 1 м² жилой площади, на 1 м³ строительного объема) в человеко-днях.

Согласно СН 509-78 «Инструкции по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений» экономическая эффективность применения новой технологии производства строительно-монтажных работ, новых методов механизации и автоматизации производственных процессов, совершенствования организации производства и труда определяется по разности приведенных затрат в расчете на сопоставимую единицу выполняемых работ. При сравнении различных методов производства работ, применяемых для выполнения нескольких последовательных (или совмещенных) технологических процессов, за единицу измерения принимается конечная продукция (1 м² жилой или производственной площади, 1 км дороги и др.) [2].

Для анализа эффективности использования предложенной технологии бескранового монтажа следует определить приведенные затраты на монтажные работы для различных технологий монтажа и демонтажа конструкций с использованием разных комплектов машин и механизмов, в которых, помимо себестоимости монтажно-демонтажных работ, выполняемых одним из комплектов, учитывается экономический эффект от окупаемости используемого комплекта в течение определенного времени, и выполнить их сравнение.

Приведенные затраты $П_{р.з}$, тыс. р., определяются:

$$П_{р.з} = C_{м.р.} + 0,15 \cdot \sum K_{инв} \cdot \frac{T_o}{400},$$

где $C_{м.р.}$ – стоимость монтажно-демонтажных работ, тыс. р.; 0,15 – коэффициент эффективности по отрасли; $K_{инв}$ – инвентарная стоимость машины, тыс. р.; T_o – время работы n -й машины на объекте; 400 – среднестатистическое количество смен работы машины в году.

Стоимость строительно-монтажных работ, тыс. руб., для каждого варианта производства работ рассчитывается по формуле:

$$C_{м.р.} = 1,08 \cdot (C_{ед} + \sum C_{маш.-см} \cdot T_0) + 1,5 \cdot \sum Z_{пл} \cdot T_0,$$

где 1,08 – коэффициент, учитывающий накладные расходы на обеспечение административно-хозяйственного руководства, мелкий инвентарь, используемый при организации работы комплекта машин; $C_{ед}$ – единовременные расходы на дополнительные работы (затраты на монтаж и демонтаж машин, устройство путей, ограждений, освещения и транспортирование к месту производства работ и т. п.), тыс. р.; $C_{маш.-см}$ – стоимость машино-смены n -й машины, тыс. р.; $Z_{пл}$ – заработная плата рабочих монтажного звена, работающего с n -й машиной комплекта, тыс. р.

Стоимость машино-смен, тыс. р., рассчитывается по формуле:

$$C_{маш.-см} = \frac{E}{T_0} + \frac{Г}{400} + C_3,$$

где E – единовременные затраты на транспортирование машин на объект, их монтаж и демонтаж, тыс. р.; $Г$ – годовые затраты на амортизационные отчисления, тыс. р.; C_3 – эксплуатационные расходы на обслуживание машин, тыс. р.

Суммарная заработная плата $\sum Z_{пл}$, тыс. р., определяется по формуле:

$$\sum Z_{пл} = \sum Q \cdot C_1 \cdot K_T,$$

где Q – трудоемкость монтажа-демонтажа конструкций, чел.-дн.; C_1 – тарифная ставка рабочего первого разряда, тыс. р./дн.; K_T – средний тарифный коэффициент, определяемый для монтажного звена по ЕНиР и тарифной сетке из общей части ЕНиР.

Таблица 1

Стоимость комплекта монтажных механизмов

Технология производства работ	Основной монтажный механизм, название, марка, изготовитель	Стоимость в необходимой комплектации*
Монтажная система «Лакра-1»	4 лебедки ЛМ5-ЛМ10 полиспасты несущей системы, монтажные блоки, металлические тросы и т.д.	2-3 млн. руб.
Монтажная система «Лакра-2»	2 лебедки ЛМ5-ЛМ8, монтажная стрела, монтажные блоки, металлические тросы и т.д.	1-1,5 млн. руб.
Установка башенного крана	Башенный кран КБ-405.1А ОАО «Ржевский машиностроительный завод»	8-9 млн. руб.
С кровли главного корпуса	Козловый кран с консолью г.п. 10 т. «Набережночелнинский крановый завод»	5 млн. руб.
С земли по периметру здания	МКГС-100, ОАО «Ульяновский механический завод № 2»	45 млн. руб.
	Автомобильный кран LIEBHERR LTM-1400 г.п. 400 т., Германия	150-180 млн. руб.

* стоимость необходимой комплектации зависит от фактических условий производства работ, существующего объекта.

При формировании приведенных затрат необходимо учитывать амортизацию применяемых машин и механизмов. Рыночная стоимость монтажных кранов и механизмов, применяемых в различных технологических способах замены ограждающих конструкций при реконструкции главных корпусов ТЭЦ и ГРЭС, на сегодняшний день представлена в табл. 1.

Необходимо отметить, что стоимость комплектации монтажных систем «Лакра-1» и «Лакра-2» технологии бескранового монтажа в несколько раз ниже стоимости машин и механизмов, применяемых при использовании существующих технологий замены ограждающих конструкций главных корпусов в условиях действующих теплоэлектростанций, что в значительной степени влияет на сумму приведенных затрат на выполнение монтажных работ.

Для корректного учета фактических затрат на выполнение работ по монтажу и демонтажу ограждающих конструкций при реконструкции главного корпуса ТЭЦ и ГРЭС, с учетом условий производства работ на действующей теплоэлектростанции, в приведенную сумму затрат необходимо включать расходы на выполнение подготовительных работ, без которых невозможно проведение работ по замене ограждающих конструкций.

Эффективность применения технологии производства строительного-монтажных работ определяется по разности приведенных затрат в расчете на сопоставимую единицу выполняемых работ. Для сравнения различных методов замены ограждающих конструкций за единицу измерения принята замена 100 ограждающих конструкций (стеновых панелей). В табл. 2 представлены приведенные затраты и стоимость замены одной панели различных технологических решений, возможных при реконструкции главного корпуса действующей теплоэлектростанции.

Таблица 2

**Приведенные затраты из расчета замены 100 стеновых панелей
при реконструкции здания главного корпуса ТЭЦ или ГРЭС**

Технология производства работ	Возможности замены	Основной монтажный механизм	Приведённые затраты, тыс. руб.	Стоимость замены одной панели, тыс. руб.
Монтажная система «Лакра-1»	все здание	4 электролебедки ЛМ5-ЛМ10	3 845	38,5
Монтажная система «Лакра-2»	крайние оси	1-2 электролебедки ЛМ5-ЛМ8	3 030	30,3
	средние оси		4 560	45,6
Установка башенного крана	крайние оси	Башенный кран КБ-405.1А	8 650	86,5
с кровли главного корпуса	все здание	Козловый кран с консолью г/п 10 т.	7 230	72,3
с уровня земли по периметру здания	крайние оси	МКГС-100 LIEBHERR LTM-1400	6 780	67,8
	средние оси		11 350	113,5

Трудоемкость зависит от организации труда рабочих, численного и квалификационного состава бригад, их правильной расстановки, организации фронта работ. При выполнении работ по замене ограждающих конструкций главного корпуса ТЭЦ или ГРЭС состав комплексной бригады будет идентичным, как и при производстве монтажных работ на этапе строительства. При производстве монтажных работ численность рабочих определяется количеством занятых монтажных механизмов. Каждый кран в смену обслуживает звено монтажников, так как кран выполняет только часть операций, монтажная бригада состоит из 2-4 звеньев, которые производят подъем, установку, выверку, временное крепление конструкций, оформление стыков, установку и снятие подмостей и другие вспомогательные операции.

При определении общих трудозатрат каждой технологии необходимо дополнительно учитывать трудозатраты на выполнение подготовительных работ: транспортировку, размещение и сборку монтажных кранов механизмов, устройство подъездных и подкрановых путей на строительной площадке, усиления и временное крепление конструкций и др. Трудоемкость замены одной конструкции находят делением общего количества трудозатрат по графику производства работ и сметам в чел.-дн. на весь объем работ в физических величинах. В случае необходимости выборочной замены отдельных аварийных конструкций из различных точек главного корпуса ТЭЦ и ГРЭС себестоимость производства работ и относительные трудозатраты на единицу заменяемой конструкции при использовании монтажных систем «Лакра-1» и «Лакра-2» технологии бескранового монтажа ниже в 4-5 раз, относительно существующих методов и способов производства работ. Анализ технико-экономических показателей подтвердил эффективность применения

технологии бескранового монтажа ограждающих конструкций при реконструкции главных корпусов теплоэлектростанций в условиях действующего производства как с точки зрения экономии материально-технических ресурсов, так и возможности значительного снижения подготовительных работ, следствием чего является сокращение сроков и стоимости ведения монтажных работ. В табл. 3 представлено необходимое количество рабочих и относительная трудоемкость замены одной стеновой панели для различных технологий, используемых при реконструкции главного корпуса ТЭЦ или ГРЭС в условиях действующего производственного процесса.

Таблица 3

**Количество рабочих и относительная трудоемкость замены
для различных способов замены стеновых панелей**

Технология производства работ	Количество рабочих при выполнении подгот. работ	Количество рабочих	Трудоемкость замены единицы, чел/час
Монтажная система «Лакра-1»	4	8	22,2
Монтажная система «Лакра-2»	10	6	20,4
Установка башенного крана	26	6	36,4
С кровли главного корпуса	14	8	32,6
С земли, при помощи стрелового крана	10	8	28,8

Таким образом, приведённые выше экономические показатели подтверждают значительные преимущества технологии бескранового монтажа при замене ограждающих конструкций главных корпусов теплоэлектростанций в условиях действующего производства.

Заключение: На основании выполненного технико-экономического анализа вариантов производства работ выявлено, что технология бескранового монтажа при производстве работ по замене ограждающих конструкций главных корпусов ТЭЦ и ГРЭС в условиях действующей теплоэлектростанции уменьшает общую себестоимость производства работ 52 %, трудозатраты на 32 %, по сравнению с существующими технологиями по замене ограждающих конструкций. Эффективность технических решений и рекомендаций, полученная автором в результате многолетних исследований, подтверждается внедрением новой технологии при выполнении работ по реконструкции и капитальному ремонту главных корпусов Казанской ТЭЦ-2, Казанской ТЭЦ-3, Нижнекамской ТЭЦ-1, строительства 2-ой очереди ОАО «Мордовцемент» и др.

Список литературы

1. Организационно-технологические решения для условий реконструкции промышленных предприятий, Ч. 3. Организационно-технологические решения по производству отдельных видов работ. Монтаж и демонтаж конструкций // ЦНИИОМТП. – М., 1988.
2. СН 509-78 «Инструкции по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений». – М.: Стройиздат, 1981.
3. Топчий В.Д. Реконструкция промышленных предприятий. В 2 томах. – М.: Стройиздат, 1990.
4. Доста В.В. Выбор рациональных организационно-технологических решений при реконструкции зданий и сооружений. – М.: Стройиздат, 1998.
5. Ладнушкин А.А. Разработка конструктивно-технологических решений замены аварийных ограждающих конструкций промышленных зданий. // Сборник докладов 64-й научно-технической конференции молодых ученых. СПбГАСУ, 2011. – С. 271-273.
6. Ладнушкин А.А. Анализ состава технологических процессов демонтажа и монтажа ограждающих конструкций на действующих электростанциях. // Вестник гражданских инженеров, 2012, № 3 (32). – С. 168-171.

7. Юдина А.Ф., Ладнушкин А.А. Разработка конструктивно-технологических решений бескранового монтажа при реконструкции промышленных зданий. // Сборник докладов 68-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета СПбГАСУ, 2011. – С. 143-148.
8. Ладнушкин А.А., Крайнов Д.С. Способ монтажа и демонтажа строительных конструкций. Патент на изобретение РФ № 2190065.

Ladnushkin A.A. – senior lecturer

E-mail: bilder74@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Feasibility study installation techniques for reconstruction without crane power plants

Resume

The author conducted research technology installation and replacement of walls and concrete slabs of buildings with major repairs or reconstruction of power plants in operation. Identified technological possibility and sphere of application technological solutions. The new technology of installation without using a crane. A technological installation system «Lakra-1» and «Lakra-2» replacement panels and slabs of the building thermal power plants. To analyze the effectiveness of the proposed technology installation without crane determined the total cost of works for various technologies installation and removal of elements of industrial buildings using different sets of machinery, determined in accordance with applicable regulations and labor cost of assembling and dismantling. The comparison of technical and economic parameters. According to the research proved that the using new technology in the reconstruction of thermal power installation in the operating plant on average reduces the total cost by 52 % and labor costs by 32 % as compared to existing technologies replace the building envelope.

Keywords: techno-economic analysis, adjusted cost, technology installation, upgrades power plants.

References

1. Organizational and technological solutions for the conditions of the reconstruction of industrial enterprises, Part 3. Organizational process solutions for various types of work. Installation and dismantling of structures. – M., 1988.
2. СН 509-78 «How to identify cost-effective use in the construction of new technology, inventions and innovations». – M.: Stroyizdat, 1981.
3. Topchi V.D. Reconstruction of industrial enterprises. In 2 t. – M.: Stroyizdat, 1990.
4. Dosta V.V. Rational choice of organizational and technological solutions for the reconstruction of buildings. – M.: Stroyizdat, 1998.
5. Ladnushkin A.A. Development of design and technological solutions emergency replacement walling industrial buildings. // Proceedings of the 64 th. Scientific Conference of Young Scientists. Ph, 2011. – P. 271-273.
6. Ladnushkin A.A. Analysis of the composition process of dismantling and mounting enclosures at existing power plants. // Journal of Civil Engineers, 2012, № 3 (32). – P 168-171.
7. Yudina A.F., Ladnushkin A.A. Development of design and technological solutions installation in the reconstruction of industrial buildings. // Proceedings of the 68 th. conference of professors, teachers, researchers, engineers and graduate students Ph, 2011. – P. 143-148.
8. Ladnushkin A.A. Krainov D.S. Mounting and dismantling of building structures. Patent of the Russian Federation № 2190065.



УДК 625.731:624.138

Вдовин Е.А. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: vdovin@kgasu.ru

Мавлиев Л.Ф. – аспирант

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Повышение качества укрепленных грунтов введением гидрофобизирующих добавок

Аннотация

Проведены исследования по повышению качества местных укрепленных цементом глинистых грунтов введением кремнийорганических гидрофобизирующих добавок. Описан механизм гидрофобизации грунта добавками кремнийорганических соединений. Определено влияние кремнийорганической жидкости на физико-механические свойства местных укрепленных глинистых грунтов: предел прочности при сжатии и растяжении, водонасыщение и морозостойкость. На основе анализа полученных данных выявлено, что устойчивая положительная динамика всех определяемых физико-механических характеристик полученного материала дает широкую область его применения в дорожном строительстве. Установлено, что повышение качества местных укрепленных грунтов для создания эффективных дорожных одежд сельских автомобильных дорог возможно путем введения в грунт, помимо вяжущего, кремнийорганических гидрофобизирующих жидкостей.

Ключевые слова: укрепленные грунты, гидрофобизатор, жидкость кремнийорганическая, прочность на сжатие, прочность на растяжение при изгибе и морозостойкость укрепленных грунтов.

В настоящее время в Республике Татарстан реализуется республиканская долгосрочная целевая программа «Развитие транспортного комплекса Республики Татарстан на 2011-2015 годы». В подпрограмме «Автомобильные дороги» до 2015 года предусмотрено соединение 245 населенных пунктов дорогами, имеющими твердое покрытие общей протяженностью 409 км, с дорожной сетью общего пользования республики. В то же время с учетом проведения оптимизации системы школьного образования и обеспечения безопасности школьных маршрутов в целом планируется ежегодно до 2,5-3 млрд. рублей выделять из бюджета Республики Татарстан на строительство сельских автомобильных дорог.

Однако в Республике Татарстан отсутствуют запасы прочных каменных материалов, применяемых в строительстве автомобильных дорог с твердым покрытием. В результате возникает необходимость в перевозках щебня на большие расстояния, что увеличивает первоначальную его стоимость в 3-6 раз и является главной причиной значительного удорожания строительства. Наиболее перспективным направлением, при отсутствии прочных каменных материалов, с целью снижения стоимости и затрат строительства, является использование местных укрепленных материалов в конструкциях сельских дорожных одежд. Кроме экономической эффективности дорожных одежд с конструктивными слоями из местных укрепленных материалов, необходимо отметить наличие важных эксплуатационных характеристик: более длительное сохранение ровности покрытия, а также улучшение водно-теплового режима земляного полотна, что обуславливает увеличение его долговечности.

К наиболее распространенным грунтовым строительным материалам на территории России и Республики Татарстан относятся глинистые грунты. Основным сдерживающим фактором их широкого применения в дорожном строительстве является резкое снижение физико-механических характеристик при увлажнении в осенне-

весенний период [1], что снижает эффективность применения традиционных технических решений – использование для укрепления вяжущих веществ.

Кроме того, обобщая многолетний отечественный и зарубежный практический опыт применения укрепленных грунтов, следует напомнить о том, что грунты, укрепленные вяжущими, характеризуются комплексом отрицательных физико-механических свойств [2]. По этой причине уже на ранней стадии разработки методов укрепления грунтов с применением в качестве вяжущего цемента были начаты исследования по использованию добавок, придающих свойство гидрофобности и, как следствие, – повышенную морозостойкость и деформативность материала [3].

Первыми исследованиями по приданию грунтам гидрофобности явились работы П.А. Ребиндера и Н.Н. Серб-Сербиной, в которых для целей повышения водонепроницаемости было предложено применять мылонафт и другие технические мыла [4].

В настоящее время для придания гидрофобных свойств укрепленным грунтам целесообразно применять следующие добавки:

- 1) органических вяжущих – битумных эмульсий и жидких битумов;
- 2) гидрофобных поверхностно-активных веществ и кремнийорганических соединений.

Применение в качестве гидрофобизирующей добавки для грунтов, укрепленных цементом, органических вяжущих ведет к приросту физико-механических характеристик, таких как прочность и морозостойкость, а также к повышению деформативности и понижению истираемости [2]. Однако высокая стоимость битумных эмульсий и жидких битумов, их повышенный расход не позволяют расширять границы применения грунтов, укрепленных цементом и гидрофобизированных органическими вяжущими.

Нами проводятся исследования по повышению качества укрепленных грунтов добавками гидрофобизаторов на основе кремнийорганических соединений. Целью данной работы явилось исследование физико-механических свойств местных грунтов, укрепленных цементом с добавкой гидрофобизатора ГФС-1.

В основе гидрофобизации цементогрунта добавками кремнийорганических соединений лежит явление химической адсорбции этих реагентов поверхностью элементарных минеральных частиц и их микроагрегатов и возникновение на них мономолекулярных или полимолекулярных водоотталкивающих кремнийорганических полимерных пленок. В процессе взаимодействия этих реагентов с грунтом происходит сложный обмен между реакционноспособными группами гидрофобизатора и поглощающим комплексом тонкодисперсной части грунта, при этом протекают реакции полимеризации и поликонденсации.

Молекулы кремнийорганических гидрофобизирующих жидкостей состоят из двух частей, противоположных по своей природе и свойствам. Одна часть представляет собой гидрофильную полярную силоксановую группировку с кремнийкислородными связями, которая вступает в химическую связь с влагой, находящейся в порах и на поверхности частиц грунта, а также с реакционноспособными участками (нескомпенсированными зарядами кристаллической решетки) минеральной части грунта. При этом кремнийкислородные связи ориентируются по направлению к поверхности минеральных частиц. Другая часть кремнийорганических соединений представляет собой гидрофобные неполярные углеводородные радикалы, связанные с кремнием и нерастворимые в воде. Они образуют водоотталкивающий слой, при этом углеводородные радикалы ориентируются в направлении от поверхности минеральных частиц в сторону порового пространства [3].

Для исследований использован суглинок легкий пылеватый и супесь песчанистая по [5]. В качестве вяжущего применен портландцемент марки ПЦ 400-Д0-Н с дозировкой 8 %, 10 % и 12 % от массы грунта. Дозировка кремнийорганической жидкости ГФС-1 составила 0,5 % и 1 % от массы грунта.

Результаты испытаний физико-механических свойств образцов укрепленных грунтов с добавкой гидрофобизатора ГФС-1 приведены в табл. 1. Зависимости физико-механических свойств укрепленных грунтов от расхода цемента и дозировки добавки показаны на рис. 1 и 2.

Таблица 1

**Физико-механические характеристики образцов грунтов, укрепленных цементом
с добавкой гидрофобизатора ГФС-1**

Материал	Расход вяжущего, %	Расход добавки, %	Предел прочности, МПа		Водо-насыще-ние	Коеф-фициент морозо-стой-кости
			при сжатии	на растяжение при изгибе		
Суглинок легкий пылеватый	8	0,0	2,09	0,53	9,6	0,35
		0,5	2,30	0,65	5,9	0,49
		1,0	2,57	0,86	2,9	0,51
	10	0,0	2,51	0,68	8,4	0,47
		0,5	2,78	0,87	4,6	0,55
		1,0	3,15	1,08	2,1	0,63
	12	0,0	3,06	0,81	6,4	0,52
		0,5	3,43	0,96	3,3	0,68
		1,0	3,87	1,18	1,8	0,76
Супесь песчанистая	8	0,0	4,03	0,80	5,8	0,63
		0,5	4,33	0,90	2,1	0,82
		1,0	4,48	0,93	1,9	0,83
	10	0,0	5,26	0,88	4,4	0,71
		0,5	5,60	1,06	1,1	0,91
		1,0	5,71	1,09	1,1	0,91
	12	0,0	5,88	0,94	3,4	0,76
		0,5	6,35	1,20	0,8	0,95
		1,0	6,43	1,26	0,7	0,96

Анализ полученных данных показывает, что рост прочности при сжатии суглинка, укрепленного цементом, происходит в зависимости от расхода цемента и дозировки добавки гидрофобизатора ГФС-1 (рис. 1). При увеличении дозировки добавки гидрофобизатора ГФС-1 наибольшее значение прироста прочности составляет 26 % у составов с расходом цемента 12 %. В результате установлена зависимость роста прочности при сжатии укрепленного суглинка от дозировки гидрофобизатора, эффективность которого растет с увеличением расхода добавки и цемента.

Из графика рис. 2 видно, что прочность при сжатии супеси, укрепленной цементом, также зависит от расхода цемента и дозировки добавки ГФС-1. Так, при увеличении дозировки добавки гидрофобизатора наибольшее значение прироста прочности составляет 9 % у составов с расходом цемента 12 %. При этом численные значения прочности при сжатии образцов из укрепленной супеси значительно превышают данные показатели из укрепленного суглинка.

Введение гидрофобизатора способствует значительному приросту прочности на растяжение при изгибе для всех составов. При добавлении гидрофобизирующей жидкости ГФС-1 в состав укрепленного суглинка наибольшее значение прироста прочности составляет 62 % у образцов с расходом цемента 8 % (рис. 1). Максимальный прирост прочности на растяжение при изгибе составил для укрепленной супеси 34 % при расходе цемента 12 %. (рис. 2). При этом установлено, что прочность на растяжение при изгибе образцов из укрепленной супеси превышает прочность образцов из укрепленного суглинка при расходе цемента 12% и всех дозировках гидрофобизатора, в отличие от составов с меньшим расходом цемента 8 и 10 %.

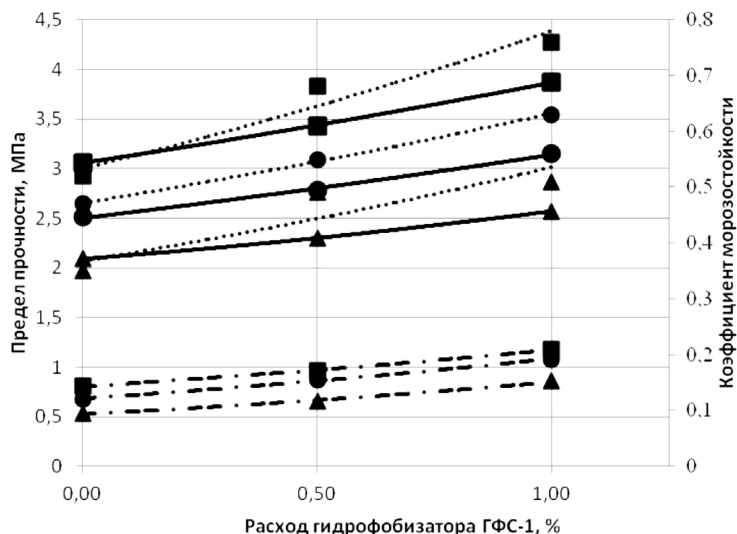


Рис. 1. Изменение физико-механических свойств суглинка легкого пылеватого, укрепленного цементом, с добавкой гидрофобизатора ГФС-1,
 – коэффициент морозостойкости;
 - - - - - предел прочности на растяжение при изгибе, МПа;
 ———— – предел прочности на сжатие, МПа
 ■ – 12 % портландцемента,
 ● – 10 % портландцемента,
 ▲ – 8 % портландцемента

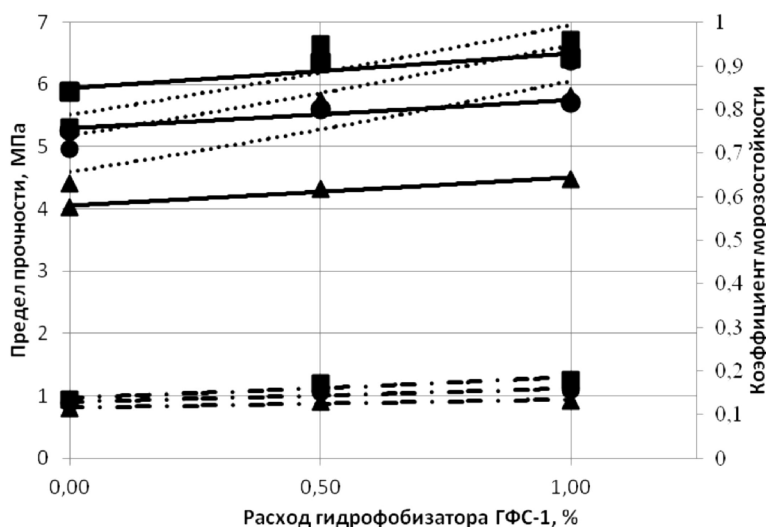


Рис. 2. Изменение физико-механических свойств супеси песчанистой, укрепленной цементом, с добавкой гидрофобизатора ГФС-1
 – коэффициент морозостойкости;
 - - - - - предел прочности на растяжение при изгибе, МПа,
 ———— – предел прочности на сжатие, МПа
 ■ – 12 % портландцемента,
 ● – 10 % портландцемента,
 ▲ – 8 % портландцемента

Важнейшим показателем материалов дорожных одежд автомобильных дорог является морозостойкость. Максимальная остаточная прочность на сжатие после 15 циклов замораживания-оттаивания составила для суглинка легкого пылеватого – 2,94 МПа при 12 % цемента и 1 % добавки ГФС-1, для супеси песчанистой – 6,17 МПа при тех же соотношениях добавки и вяжущего. При этом коэффициент морозостойкости составил для

суглинка 0,76, для супеси 0,96 (рис. 1, рис. 2). Следовательно, добавка гидрофобизатора ГФС-1 в укрепленном суглинке позволила получить материал, отвечающий требованиям ГОСТ 23558-94 по морозостойкости. Требуемую морозостойкость материала из укрепленной супеси можно получить введением гидрофобизатора ГФС-1 при меньших расходах цемента и добавки соответственно 8 % и 0,5 %.

На основе анализа результатов проведенных исследований сделаны следующие **выводы:**

1. Введение гидрофобизирующей добавки ГФС-1 повысило прочность при сжатии (до 26 %) укрепленных материалов, по сравнению с теми же бездобавочными составами.

2. С введением гидрофобизирующей добавки более интенсивно увеличились значения прочности на растяжение при изгибе (до 62 %), что свидетельствует об увеличении деформативности полученных материалов, а, следовательно, повышении их трещиностойкости.

3. Марка по морозостойкости составов из супеси, укрепленной цементом с добавкой гидрофобизатора ГФС-1, при всех расходах цемента составила не ниже F15.

В составах из суглинка данный показатель получен при 12 % цемента и 1 % гидрофобизатора.

4. Полученный материал из укрепленных местных грунтов пригоден для устройства основания и покрытия со слоем износа в конструкциях облегченного и переходного типа дорожных одежд, дополнительного слоя основания в облегченных дорожных одеждах, верхних слоев земляного полотна при его переувлажнении в условиях дорожно-климатической зоны Республики Татарстан.

5. Модификация укрепленных грунтов введением в их состав гидрофобизатора ГФС-1 способствует повышению качества материала дорожных одежд сельских автомобильных дорог и расширению номенклатуры сырьевой базы Республики Татарстан.

Список литературы

1. Автомобильные дороги: Одежды из местных материалов: учеб. пособие для вузов / Под ред. А.К. Славуцкого. – М.: Транспорт, 1987. – 255 с.
2. Безрук В.М. Укрепленные грунты (свойства и применение в дорожном и аэродромном строительстве). – М.: Транспорт, 1982. – 231 с.
3. Безрук В.М. Укрепление грунтов в дорожном и аэродромном строительстве. – М.: Транспорт, 1971. – 247 с.
4. Ребиндер П.А., Серб-Сербина Н.Н. Придание грунтам водонепроницаемости и механической прочности. – Л.: Академия наук СССР, 1942. – 187 с.
5. ГОСТ 25100-95. Грунты. Классификация. – М., 1997 – 37 с.

Vdovin E.A. – candidate of technical sciences, associate professor

Mavliev L.F. – post-graduate student

E-mail: vdovin@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Improving the quality of soil stabilization by introducing hydrophobic additives

Resume

This work is devoted to solving the urgent problems of the Republic of Tatarstan for connecting rural areas of paved roads and diversification of road-building materials from local soils. Based on the literature review identified key weaknesses reinforced cement local soils.

The authors propose a method of improving the quality of local clay soils reinforced by the introduction of water repellent. The aim of the work was to study the physical and mechanical properties of the hardened cement local soil with the addition of liquid silicone GFS-1.

According to the research determined the effect of liquid silicone GFS-1 on the physical and mechanical properties of local fortified clay soils. The test results showed that the introduction of reinforced soil repellent GFS-1 promotes growth of the compressive strength and tensile bending, increase water resistance, cold resistance, and therefore durability.

Sustainable growth of defined physical-mechanical characteristics of the resulting material provides a broad range of applications in road construction.

Technical and economic calculations show that the use of fortified soil instead of equally imported stone materials reduces construction costs by 20-60 %. In addition to the marked economic efficiency pavement with structural layers of the local fortified materials provide extended coverage preserving smoothness and help to improve the water-heat regime roadbed.

Keywords: soil reinforcement, repellent, liquid silicone, compressive strength, tensile strength in bending and frost hardened ground.

References

1. Roads: Clothes made of local materials: studies. Textbooks for Schools / Ed. A.K. Slavutskogo. – M.: Transport, 1987. – 255 p.
2. Bezruk V.M. Soil stabilization (properties and application in road and airport construction). – M.: Transport, 1982. – 231 p.
3. Bezruk V.M. Soil stabilization in road and airfield construction. – M.: Transport, 1971. – 247 p.
4. Reh binder PA, Serb-Serbina N.N. Giving soils waterproofing and mechanical strength. – L.: Academy of Sciences of the USSR, 1942. – 187 p.
5. GOST 25100-95. Soils. Classification. – M., 1997 – 37 p.

УДК 625.731.8:624.042

Лисенков В.А. – кандидат экономических наук, доцент

Мулламуров Ф.Ш. – кандидат физико-математических наук, доцент

E-mail: fatu48@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

К проблеме конструирования дорожных одежд

Аннотация

Целью работы являлось выявление фактических нагрузок на дорожную одежду от движущегося большегрузного транзитного транспорта. Строящиеся дорожные покрытия рассчитывались на осевую нагрузку в 100-110 кН. Фактически коэффициент перегрузки, определяемый отношением реальной осевой нагрузки к нормативной, варьирует в широких пределах и достигает удвоенной величины.

В этой связи рекомендовано делать расчеты дорожной одежды на нагрузку в 150кН, то есть увеличить толщины конструктивных слоев.

Это значительно снижает коэффициент перегрузки, увеличивает срок службы дороги и, соответственно, затраты на материалы.

В целях экономии дорожных материалов дается предложение об их отдельной укладке с различной по полосам толщиной дорожной одежды.

Ключевые слова: дорожная одежда, статическая нагрузка на ось, коэффициент перегрузки.

В соответствии с отраслевыми дорожными нормами дорожную одежду с усовершенствованным покрытием проектируют таким образом, чтобы за межремонтный срок не возникло разрушений и недопустимых к ровности покрытия остаточных деформаций. В основу выбора конструкции дорожной одежды положен тип покрытия и материал слоев основания для удовлетворения транспортно-эксплуатационных требований, предъявляемым к дороге в соответствии с составом и интенсивностью движения автомобилей.

Надежность конструкции дорожной одежды по прочности связана с учетом природных, технических и технологических факторов. В качестве расчетных принимают нормированные СНИП нагрузки, соответствующие предельным нагрузкам на ось автомобилей. Вследствие отмены ограничений на осевые нагрузки, автомобильная промышленность производит почти все грузовые автомобили и автобусы с параметрами выше расчетных для основной части дорог. Марочный состав импортных большегрузных автомашин имеет нагрузку на ось, значительно превышающую рекомендованную для расчета прочности дорожных одежд.

Автомобили с высокими осевыми нагрузками можно встретить на дорогах различных технических категорий. В результате этого большинство дорог общего пользования испытывают нагрузку, значительно большую, чем принятую при расчетах дорожных одежд. С увеличением статической нагрузки на ось автомобиля к СНИП 2.05.02-85 были введены изменения, учитываемые при расчете прочности дорожных одежд.

Так, для дорог I-II категорий рекомендована к учету нагрузка 115 кН, а для дорог III-IV категорий – 100 кН.

Анализ транспортного грузового движения на автомобильных дорогах I-II категорий «Москва-Казань-Уфа» и III категории «Казань-Пермь» показал значительное превышение нормативного весового параметра даже относительно измененных в СНИП нагрузок колеса на покрытие.

Коэффициент перегрузки (Т), определяемый отношением фактической осевой нагрузки к нормативной, варьирует от 1,0 до 2,0 и наблюдается у 70-75 % проезжающих грузовых автомобилей.

Проведенный хронометраж в течение семи дней на обеих дорогах позволил выявить частоту проезда грузовых автомашин и автобусов через пункты контроля. Составлена таблица частот появления автомашин с различными коэффициентами перегрузки.

Таблица 1

Поток грузового транспорта

Коэффициент перегрузки, Т		1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	Св. 2,0
Частота появления автомашин на дорогах различных категорий	I-II кат.	55	110	230	165	110	83	64	46	27	18	9
	III-IV кат.	33	48	67	110	82	58	38	24	14	5	0
Частота появления автомашин на дорогах различных категорий, % к итогу	I-II кат.	6	12	25	18	12	9	7	5	3	2	1
	III-IV кат.	7	10	14	23	17	12	8	5	3	1	0

$$T = \frac{T_{\phi}}{T_n}; \text{ где } T - \text{ коэффициент осевой перегрузки; } T_{\phi} - \text{ фактическая осевая нагрузка; } T_n - \text{ нормативная осевая нагрузка.}$$

Поток автомобилей, которые идут с перегрузкой, хорошо описывается моделью гамма-распределения с плотностью:

$$f(x | p, \lambda) = \frac{\lambda^p x^{p-1}}{\Gamma(p)} e^{-\lambda x}, \quad x > 0,$$

где λ – интенсивность потока, p – параметр формы (рис.).

На рис. по оси ОХ откладывается коэффициент перегрузки со сдвигом на единицу (то есть коэффициент перегрузки Т минус единица). По оси ОУ откладываются частоты появления автомобилей.

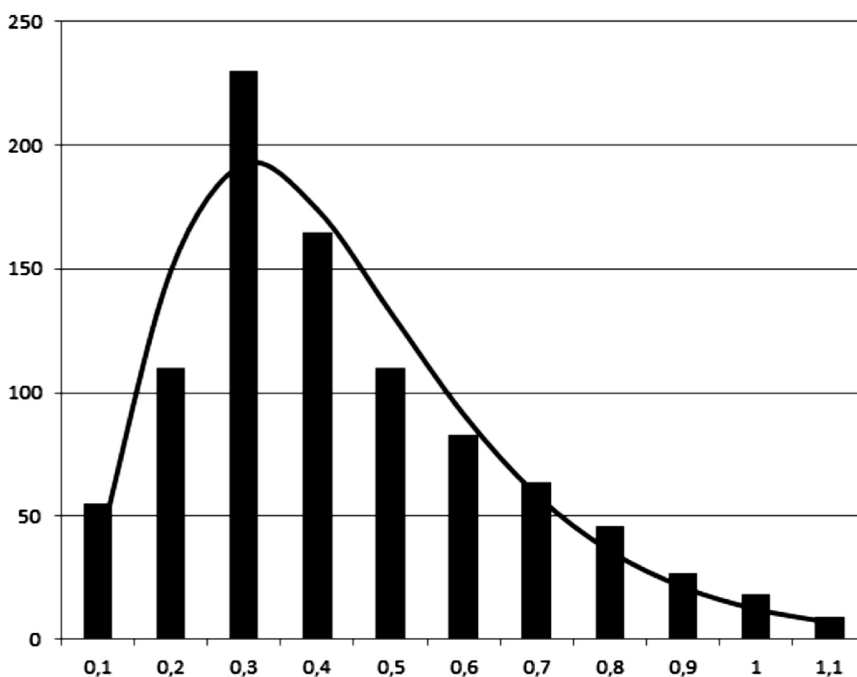


Рис. Гистограмма распределения перегрузки: непрерывная линия – кривая гамма-распределения при $\lambda=7,8$ и $p=3,02$

Данные таблицы носят случайный характер, однако достаточно близко отражают реальное состояние транспортного потока грузовых автомашин. Построение гистограмм вариаций изменения коэффициентов перегрузки свидетельствует о наличии ряда случайных величин, подчиняющихся закону гамма-распределения. Частота появления автомашин, выраженная в процентах (табл. 1), есть не что иное, как относительная частота прохождения автомашин с данным коэффициентом перегрузки.

Для дорог высших категорий наибольшая частота появления автомашин наблюдается для $T=1,3$, а дорог третьей категории выделяется частота появления подвижного состава для $T=1,4$. Это соответствует факту, что автомобили передвигаются на дорогах любой категории и одна и та же марка их на каждой категории дороги имеет различный коэффициент перегрузки.

Превышение фактической осевой нагрузки над нормативной, в первую очередь, отрицательно влияет на сдвигустойчивость земляного полотна и песчаного слоя основания дорожной одежды. Наличие сдвига в дорожном несвязанном материале отразится на упругом прогибе верхних слоев дорожной одежды и на растяжении монолитных слоев при изгибе. В результате возникает колейность в покрытии или излом асфальтобетона.

В таких условиях эксплуатации дороги срок службы дорожного покрытия до капитального ремонта значительно сокращается.

Взяв в качестве основы максимальную величину частоты появления автомашин, имеет смысл изменить нормативную осевую нагрузку на дорожную одежду, так чтобы коэффициент перегрузки $T=1$. Это достигается при изменении норматива номинальной статической нагрузки на ось для дорог I-II категории – 140 кН.

Данная мера позволит снизить коэффициенты перегрузок для транзитного транспорта до 1,1-1,4, причем интенсивность его составит не более 30 % от общего числа большегрузных автомобилей, учтенных в вышеприведенных таблицах.

Расчет дорожной одежды с учетом рекомендованного норматива статической нагрузки потребует устройства дорожной одежды, рассчитанной по ОДН 218.046-01, толщиной 85-110 см.

Потребуется дополнительные единовременные затраты на дорожные работы и материалы, однако взамен удлинится срок службы дороги до капитального ремонта и, соответственно, сократятся затраты на текущие ремонтные работы. Окупаемость строительных работ составит 1,18 руб./м².

Другая альтернатива экономии затрат на дорожную одежду для двух и более полос движения автотранспорта в каждом направлении – это раздельная конструкция. Крайнюю правую полосу, где движется основной состав большегрузных автомобилей, рассчитывать на статическую нагрузку на ось 150 кН, следующую полосу – на 140 кН, а все последующие полосы, где в основном движутся легковые автомобили, – на 100 кН.

Рассматривая традиционную конструкцию дорожной одежды, состоящую из слоев асфальтобетона, верхнего слоя основания из щебня и песчаного подстилающего слоя, согласно отраслевым дорожным нормам, проведен расчет толщин дорожной одежды на статическую нагрузку на ось в 150 кН, 140 кН и 100 кН. Результаты сведены в табл. 2.

Таблица 2

Конструкции дорожных одежд

Наименование материала слоев	Толщина слоев при различной статической нагрузке на ось, см		
	150 кН	140 кН	100 кН
Асфальтобетон мелкозернистый, плотный	5	5	4
Асфальтобетон крупнозернистый, пористый	7	8	6
Асфальтобетон крупнозернистый, высокопористый	9	-	-
Щебень фракционированный, уложенный заклинкой	32	27	24
Песок средней крупности	60	50	28
Всего	113	90	62

Раздельная укладка дорожных материалов по полосами в аспекте полученных толщин слоев даст экономии дорожно-строительных ресурсов на единицу длины трассы относительно крайней правой полосы, соответственно для средней и крайней левой полос: асфальтобетона – 420 м³ и 577 м³, щебня – 236 м³ и 378 м³, песка – 412 м³ и 1320 м³.

Метод раздельной укладки дорожно-строительных материалов по полосам проезжей части априори экономически эффективен, однако требует широкой апробации.

Список литературы

1. СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги. – М., 1986. – 55 с.
2. ОДН 218.046-01. Проектирование нежестких дорожных одежд. Утв. Минтранс РФ от 20.12.200 г., № ОС-35-р. – М., 2001. – 158 с.

Lisenkov V.A. – candidate of economical science, associate professor

Mullanurov F.Sh. – candidate of physical-mathematical science, associate professor

E-mail: famu48@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The problem of constructing the pavement

Resume

The results of observations of the transit traffic of heavy trucks showed a significant excess of static load on the axis of the car compared to the standard characteristics of the pavement. This leads to the destruction of roads and, therefore, reduces the time of the turnaround time.

In order to avoid this situation recommended strengthening pavements through additional layers of connected and few connected materials and the basis for this change must method of calculating non-rigid pavement type on the load level of 150 kN.

Alternative roads with thick pavement is separate on the way laying road materials with different theoretical level loads of 100 kN and 150 kN respectively differentiated on these loads of bands of varying thickness roadway pavement.

For example, the far right lane, where the main part is moving trucks rely on static axle load of 150 kN, the next strip – 140 kN, and all subsequent band, where most cars are moving to 100 kN.

Keywords: pavement, the static axle load, the overload factor.

References

1. SNIP 2.05.02-85. Car dorogi. – М., 1986. – 55 P.
2. SGL 218.046-01. Design of non-rigid pavements. Approved. Ministry of Transport of the Russian Federation, the 20.12.200, № OS-35-p. – М., 2001. – 158 p.

УДК 625.7:624.21

Логинова О.А. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: loginova@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Обеспечение безопасности диких животных при пересечении ими автомобильных дорог**Аннотация**

Выход животных на автомобильную дорогу обусловлен тем, что при возведении земляного полотна дороги происходит фрагментация ареала обитания животных и нарушаются пути их миграции. За рубежом, где плотность автомобильных дорог значительно выше, чем в России, особое внимание уделяется безопасности перехода животных через дорогу. Зарубежные нормы рекомендуют устраивать ландшафтные мосты и тоннельные переходы под насыпями, а также широкие проходы над выемками с использованием специальных сетчатых ограждений на путях миграции животных. В результате реализации выше перечисленных мероприятий обеспечивается безопасность дорожного движения, увеличивается численность диких животных, уменьшается число выходов животных на дорогу и, тем самым, удается избежать дорожно-транспортных происшествий с участием диких животных.

Ключевые слова: автомобильная дорога, ландшафтные мосты, проходы под насыпью дороги, дикие животные.

В последнее время довольно часто в прессе встречаются сообщения о дорожно-транспортных происшествиях с участием диких животных. Одним из таких мест является участок автодороги М-7 «Волга» в районе Хыркасов (Республика Чувашия). Большой проблемой при переходе этого участка автомобильной дороги М-7 для животных является преодоление разделительной полосы. Это, в свою очередь, порождает целый ряд вопросов, связанных с организацией движения диких животных при проектировании и эксплуатации автомобильных дорог. В России и СНГ защитники дикой природы настаивают на строительстве специальных переходов для животного мира. Одно из последних таких решений – это устройство переходов для барсов на Хасанской трассе (Дальний Восток) и устройство переходов при строительстве обходной автомобильной дороги вокруг Беловежской Пуцци [1].

Выход животных на автомобильную дорогу обусловлен тем, что при возведении земляного полотна дороги происходит фрагментация ареала обитания животных и нарушаются пути миграции. Отгороженные друг от друга территории оказывают неблагоприятное влияние на численность и генофонд популяции диких животных. И в дальнейшем это может привести к вырождению вида [2].

За рубежом, где плотность автомобильных дорог значительно выше, чем в России, особое внимание уделяется безопасности перехода животных через дорогу. При этом не только стараются предотвратить гибель животных, но и возможность дорожно-транспортных происшествий с их участием. Зарубежные нормы рекомендуют устраивать тоннельные переходы под насыпями и широкие проходы над выемками, с использованием специальных сетчатых ограждений на путях миграции животных. На существующих дорогах также устраивают экодуки для перехода животных [3, 4]. Российские же нормы рекомендуют типовые скотопрогоны [5, 6, 7].

Обобщая опыт европейских и американских проектировщиков, все устройства перехода: по положению относительно проезжей части можно разделить – под проезжей частью (далее – проходы) и над проезжей частью (далее – переходы).

Переходы, в свою очередь, делятся на: ландшафтные мосты, экодуки и переходы по вершинам деревьев. По материалу переходы могут быть из стальных, сборных или монолитных бетонных арок. Также могут использоваться пролеты моста. Переходы в плане могут быть прямоугольными или в виде песочных часов (рис. 1) [8]. Европейские эксперты требуют устройства экологических мостов каждые 10-20 км, они должны быть

достаточно широкими (по крайней мере, 100 метров), так, чтобы расстояние до транспортных маршрутов было достаточно большим. Этот тип коридора дикой природы стоит только небольшой части дорожных затрат.

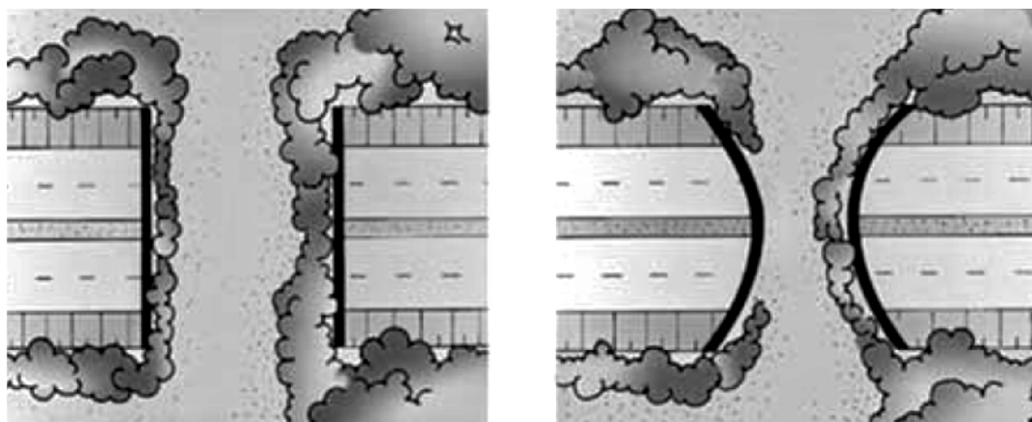


Рис. 1. Вид переходов в плане

Ландшафтные мосты представляют собой сложные инженерные сооружения, предназначенные для перехода по ним диких животных, в некоторых случаях возможно размещение на них велосипедных и пешеходных дорожек, хорошо вписываются в окружающий ландшафт. Поверхность перехода – грунтовая, с высаженной травой, иногда кустарником, – не должна отличаться от окружающей территории. Для наибольшей схожести допускается высадка небольших деревьев высотой до 2,5-4,0 м, размещение камней. Ландшафтный мост имеет ограждение, препятствующее попаданию животных на проезжую часть, снижающее уровень шума на переходе и не допускающее ослепления фарами. Ограждения маскируются кустарником. Для того чтобы подвести животных к переходу, вдоль лесных массивов устанавливаются металлические сетки. Это позволяет вывести животных непосредственно к переходу и предотвратить их выход на проезжую часть дороги. Верхняя часть сетки крупноячеистая, а в нижней части ограждения дополнительно устанавливается мелкоячеистая сетка. Наиболее типичным примером ландшафтного моста могут служить переходы на трансканадской автомобильной дороге в Национальном парке Банф (Trans Canada Highway, Banff National Park). На данной дороге расположено пять переходов и двадцать девять проходов для диких животных. В перспективе планируется построить ещё двенадцать пересечений.

Экодуки представляют собой пролетные строения, по которым осуществляется переход животных. Могут использоваться в качестве скотопрогона для скота и прохода пешеходов. Обычно не так хорошо маскируются, как ландшафтный мост, более узкие (от 7,0 м до 25,0 м шириной), однако должны иметь мягкое грунтовое покрытие и ограждение, аналогичное применяемому на ландшафтных мостах, например из кустарников или экранов. Надо отметить, что под экодуком (Ecoducts) в литературе нередко понимают и ландшафтный мост, а в ряде публикаций – любое сооружение, обеспечивающее миграцию животных. Четкое разграничение этих терминов до сих пор не устоялось. В Европе наибольшее распространение получили именно экодуки.

Переходы по вершинам деревьев, применяются на нешироких дорогах с движением малой интенсивности и с деревьями подступающими вплотную к проезжей части. В Европе такие переходы делают для белок и куниц в виде трапециидального деревянного лотка, расположенного над дорогой на металлических опорах. От лотка к рядом стоящим деревьям ведут верёвочные канаты. А в Австралии и США для опоссумов и белок над дорогой натягивают систему верёвочных канатов.

Кроме перечисленных переходов, существует множество других переходов различного назначения и конструкций, которые могут вызвать и недоумение, и улыбку. Например, переход через автомобильную дорогу для красных крабов на острове Рождества в Австралии [9].

Проходы наиболее распространены и представляют собой: проходы под эстакадами и мостами, проходы под насыпью дороги, проходы по модифицированным водопропускным трубам различного сечения.

Проходы для крупных и средних животных под насыпью дороги предназначены для организации прохода крупных животных под проезжей частью дороги. Могут быть выполнены в комбинации с местным (или техническим) проездом, переходом через водоток, пешеходной или велосипедной дорожкой. Часто проходы выполняются в виде арочной конструкции с шириной 7,0-8,0 м и высотой 4,0-5,0 м. Однако, это может быть и большая труба прямоугольного сечения. Высота проходов для оленей и крупных копытных должна быть не менее 3,0 м, для лосей – не менее 4,0 м. Ширина прохода для всех видов крупных животных должна быть не менее 6,0 м. Индекс открытости (площадь сечения прохода, деленная на длину) должен быть не менее 2. Переходы подобного рода удобно устраивать в местах пересечения автомобильной дорогой сухих логов, стабилизировавшихся оврагов [10].

Помимо обычных водопропускных труб прямоугольного и круглого сечения, которые в сухом состоянии могут играть роль прохода для мелких и некоторых средних видов животных, можно выделить модифицированные водопропускные трубы (рис. 2). Модифицированные трубы чаще всего имеют прямоугольное поперечное сечение. Они выполняют сразу две функции: пропуск воды и обеспечение перехода для средних и мелких сухопутных животных. Наибольшее распространение модифицированные трубы нашли в Нидерландах. Их устанавливают как на строящихся дорогах, так и на уже существующих [11, 12, 13]. Для привлечения диких животных к модифицированной трубе на полках рассыпают грунт и производят высадку растений.

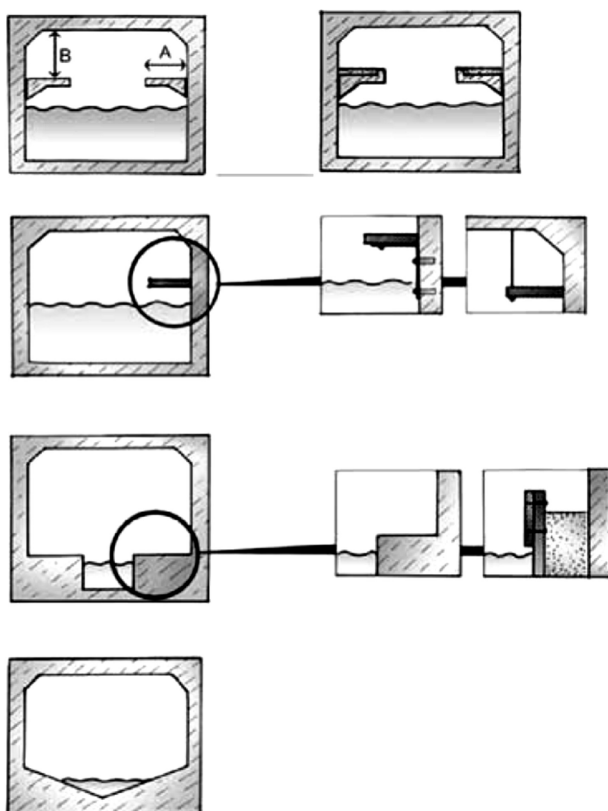


Рис. 2. Примеры конструктивного оформления труб с устройством переходов для мелких сухопутных животных: $A \min = 0,5-0,7$ м; $B = 0,6$ м

Широкое распространение нашли бетонные тоннели малого диаметра (сечения) для прохода по ним мелких животных [14]. Они применяются для прохождения земноводных (лягушек, жаб, тритонов и черепах). Чтобы животные не вышли на дорогу, трубу сверху огораживают бетонными или пластиковыми направляющими, также направляющие

устраиваются на подходе к отверстию. В Нидерландах для амфибий устраивают специальные тоннели, состоящие из бетонного лотка и металлической решетки, укладываемой сверху. Открывающийся верх бетонных тоннелей для амфибий позволяет проникать свету, воздуху и влажности. Это нужно, чтобы условия в тоннеле не отличались от условий окружающей среды, и тогда животные более охотно ими пользуются [8]. Направляющие к тоннелю устраиваются из бетонных барьеров или досок, которые подводят амфибий к тоннелю под дорогой. Данная конструкция оправдывает себя и при эксплуатации, так как конструкция тоннеля позволяет эффективно проводить его очистку.

Ещё одним фактором, влияющим на выход животных на дорогу, являются непрерывные бетонные ограждения. Большая протяженность бетонных барьеров на разделительной полосе и обочинах автомобильных дорог, как думают ученые, увеличивает дорожную смертность и уменьшает движение животных через дорогу, тем самым уменьшается ареал обитания животных. Здесь возможно несколько решений. Рассмотрим первый случай, когда барьерные ограждения установлены на обочине автомобильной дороги. Дренажные отверстия маленького сечения в основании бетонного ограждения, служащие для отвода воды, увеличивают до размера, способного пропустить мелкое животное. Это позволяет мелким животным проходить под барьерами и пересекать дорогу. Второй случай, если ограждение установлено по оси разделительной полосы дороги. Здесь можно сделать разрывы на протяжении нескольких метров, что обеспечит беспрепятственный переход животных через дорогу. Разрывы в барьерах проектируются на путях миграции диких животных. Но такое решение уместно только на дорогах с небольшой интенсивностью движения автомобилей [15].

Использование всех вышеперечисленных мероприятий позволит обеспечить безопасность дорожного движения, увеличить популяцию диких животных, уменьшить число выходов животных на дорогу и, тем самым, удастся избежать дорожно-транспортных происшествий с участием диких животных. Однако применение тех или иных видов перехода, или прохода, зависит не только от вида животных, для которого делается переход, но и от технико-экономического обоснования целесообразности конкретного типа сооружения и ежегодных затрат на эксплуатацию конкретного типа перехода.

Список литературы

1. Значимые факты настоящего Беловежской пуши. URL: <http://bp21.org.by/ru/news/> (дата обращения: 14.05.2011).
2. Немчинов М.В., Шабуров С.С., Пашкин В.К., Коганзон М.С., Миронов А.А., Силкин В.В., Борисюк Н.В.. Экологические проблемы строительства и эксплуатации автомобильных дорог. Ч. 1. Воздействие автомобильных дорог на окружающую среду / Под ред. д.т.н., проф. М.В. Немчинова. – Москва-Иркутск: 1997. – 232 с.
3. Евгеньев И.Е., Каримов Б.Б. Автомобильные дороги в окружающей среде. – М.: ООО «Транснаука», 1997. – 285 с.
4. Евгеньев И.Е. Экологическое право в дорожном деле. – М., 1998. – 72 с. (Автомобильные дороги: Обзорная информация / Информавтодор; Вып. 1).
5. СНиП 2.05.02-85*. Автомобильные дороги. / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1997. – 61 с.
6. ВСН 25-86. Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах. Минавтодор РСФСР, 1999. – 198 с.
7. Руководство по составу материалов раздела проекта (рабочего проекта) «Охрана окружающей среды»: Ч. 1. Автомобильные дороги и мостовые переходы / Гипродорнии. – М., 1984. – С. 9-12.
8. Kruidering, A.M., Veenbaas G., Kleijberg R., Koot G., Rosloot Y. and Van Jaarsveld E., 2005, Leidraad faunavoorzieningen bij wegen. Rijkswaterstaat, Dienst Weg-en

- Waterbouwkunde, Delft, The Netherlands. URL: <http://ru.scribd.com/doc/79264308/Leidraad-faunavoorzieningen-bij-wegen> (дата обращения: 05.03.2011).
9. Сезонная миграция земляных красных крабов на острове Рождества в Австралии. URL: <http://krasnyj-cvet.ru/krasnaya-fauna/migraciya-zemlyanux-krasnyx-krabov-na-ostrove-rozhdestva-v-avstralii.html> (дата обращения: 15.10.2012).
 10. Пшенин В.Н., Бутянов М.С. Инженерное обеспечение путей миграции животных через автомагистрали // ДОРОГИ, 2010, № 5. – С. 65-69.
 11. Connectivity in the Province of Noord-Holland Arjan Hassing Policy officer nature, recreation & landscape. URL: http://cmsdata.iucn.org/downloads/connectivity_iucn_cem_arjan_hassing.pdf (дата обращения: 15.02.2011).
 12. Wildlife Crossing Structures in the Netherlands. URL: <http://infrawatchsea.com/2010/10/18/netherlands> (дата обращения: 14.02.2011).
 13. Romein beton. URL: <http://www.romein.nl/download.php?download=duikers.pdf> (дата обращения: 15.02.2011).
 14. Actie Zebepad. URL: <http://www.natuurkind.nl/wordpress/?paged=17> (дата обращения: 05.03.2011).
 15. Huijser M.P., McGowen P., Clevenger A.P. and Ament R. Wildlife Vehicle Collision Reduction Study: Best Practices Manual: Report to Congress. Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation, 2008. URL: <http://environment.fhwa.dot.gov/ecosystems/wvc/index.asp> (дата обращения: 15.09.2012).

Loginova O.A. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: loginova@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Ensuring the security of wild animals at the intersection of motor roads

Resume

Recently in Russia and the CIS countries are marked by the release of animals on the road and road traffic accidents associated with the deaths of wild animals on the road. This is due to the fact that at the road blocks the migration routes of animals. The animals are forced to dwell on the closed territory, which leads to their extinction. Abroad, in Europe, the USA, Canada, Australia this problem a long time and successfully is being solved. On the migration routes of animals are arranged transitions, including the landscape bridges, ecoducts, and transitions on the tops of the trees. And the passages which have under the embankment of the road. They are in the form of bridges across gullies, in the form of reinforced concrete pipes of the big rectangular cross-section for large animals. For animals medium-sized use modified reinforced concrete pipes with shelves, and for amphibians – concrete tunnels small cross-section or concrete trays with a metal mesh opening the cover. All the listed facilities fenced metal mesh, plastic or concrete guides, to avoid wild animals on the roadway. These measures allow to reduce the number of road accidents with participation of wild animals on the road, keeping specific population from extinction.

Keywords: roads, landscape bridges, ecoducts, underpass tunnels, wildlife crossings.

References

1. Significant facts of this Belovezhskaya Pushcha. URL: <http://bp21.org.by/ru/news/> (reference date: 14.05.2011).
2. Nemchinov M.V., Shaburov S.S., Pashkin V.K., Koganzon M.S., Mironov A.A., Silkin V.V., Borisyuk, N.V. Ecological problems of construction and operation of motor roads. Vol. 1. The impact of roads on the environment / edited by doctor of technical science, prof. M.V. Nemchinov. – Moscow-Irkutsk: 1997. – 232 p.

3. Evgeniev I.E., Karimov B.B. Roads in the environment. – M.: LLC «Transnauka», 1997. – 285 p.
4. Evgeniev I.E. Environmental law in the road. – M., 1998. – 72 p. (Roads: Overview / Informavtodor; Vol. 1).
5. SNIP 2.05.02-85*. Roads. / Gosstroy Of Russia. – M.: State unitary enterprise of CES, 1997. – 61 p.
6. VSN 25-86. Directive to ensure traffic safety on the roads. Minavtodor of the RSFSR, 1999. – 198 p.
7. Guide to the composition of the materials section of the project (working project) the «environment»: H. 1. Roads and bridges / Giprodornii. – M., 1984. – P. 9-12.
8. Kruidering A.M., Veenbaas G., Kleijberg R., Koot G., Rosloot Y. and Van Jaarsveld E., 2005, Leidraad faunavoorzieningen bij wegen. Rijkswaterstaat, Dienst Weg-en Waterbouwkunde, Delft, The Netherlands. URL: <http://ru.scribd.com/doc/9264308/Leidraad-faunavoorzieningen-bij-wegen> (reference date: 05.03.2011).
9. Seasonal migration ground red crabs on Christmas island in Australia. URL: <http://krasnyj-cvet.ru/krasnaya-fauna/migraciya-zemlyanyx-krasnyx-krabov-na-ostrove-rozhdestva-v-avstralii.html> (reference date: 15.10.2012).
10. Pshenin V.N., Butianjv M.S. Engineering maintenance of the migration routes of animals via motorway // the ROAD, 2010, № 5. – P. 65-69.
11. Connectivity in the Province of Noord-Holland Arjan Hassing Policy officer, nature, recreation & landscape. URL: http://cmsdata.iucn.org/downloads/connectivity_iucn_cem_arjan_hassing_.pdf (reference date: 15.02.2011).
12. Wildlife Crossing Structures in the Netherlands. URL: <http://infrawatchsea.com/2010/10/18/netherlands> (reference date: 14.02.2011).
13. Romein beton. URL: <http://www.romein.nl/download.php?download=duikers.pdf> (reference date: 15.02.2011).
14. Actie Zebrapad. URL: <http://www.natuurkind.nl/wordpress/?paged=17> (reference date: 05.03.2011).
15. Huijser M.P., McGowen P., Clevenger A.P. and Ament R. Wildlife Vehicle Collision Reduction Study: Best Practices Manual: Report to Congress. Federal Highway Administration U.S. Department of Transportation, 2008. URL: <http://environment.fhwa.dot.gov/ecosystems/wvc/index.asp> (reference date: 15.09.2012).

УДК 625.84

Терегулова Э.Р. – кандидат физико-математических наук, старший преподаватель
E-mail: teregul@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Перспективы применения жестких дорожных одежд при строительстве автомобильных дорог и аэродромов, и проблемы их конструирования и расчета

Аннотация

В условиях стремительного увеличения интенсивности движения, развития автомобилестроения, самолетостроения возрастают нагрузки на покрытия автомобильных дорог и аэродромов. Поэтому современные дорожные и аэродромные покрытия должны обладать хорошими эксплуатационными показателями и быть довольно экономичными. И сегодня, как никогда, актуальными вопросами современного строительства являются вопросы улучшения конструкций жестких дорожных одежд и совершенствования методов их расчета. Кроме того, проектировщик должен отслеживать и инновации в строительстве – применять новые материалы и соответственно новые технологии.

Ключевые слова: жесткие покрытия автомобильных дорог и аэродромов, расчет и конструирование жестких дорожных одежд.

Введение

Постоянный рост интенсивности движения на автомобильных дорогах, нагрузок на ось автомобиля, использование шипованной резины сводит к нулю все усилия и затраты на строительство и ремонт дорог с покрытиями из асфальтобетона. В Европе уже давно наиболее грузонапряженные автомагистрали строят с цементобетонными покрытиями, к тому же там уже давно поняли, что даже непрерывно армированные цементобетонные покрытия получаются в итоге более экономичными, чем асфальтобетонные. Неоспоримые преимущества цементобетонных покрытий подтверждает тот факт, что все покрытия аэродромов высокой категории цементобетонные [4]. В нашей же стране почти все автомагистрали имеют асфальтобетонные покрытия (98 %); хотя, по данным ГП РосдорНИИ [4, 5, 10], сроки их службы даже на федеральных дорогах в несколько раз ниже установленных действующими нормами (5-7 лет). В развитых же странах мира удельный вес жестких дорожных одежд составляет 35-42 %; средний фактический срок службы этих покрытий – 25-26 лет.

Первая часть статьи носит обзорный характер: обзор посвящен проблемам и перспективам применения жестких дорожных одежд в нашей стране; вторая часть имеет больше научно-исследовательскую направленность; третья часть – это предложение по совершенствованию методов расчета жестких дорожных одежд.

1. Проблемы и перспективы применения жестких дорожных одежд

В недалеком будущем цементобетонные покрытия должны стать наиболее распространенными во всем мире. Преимущества их неоспоримы: сроки службы цементобетонных покрытий в несколько раз превышают сроки службы асфальтобетонных (в 2-3 раза), в то время как строительная стоимость их лишь на 10-12 % выше стоимости асфальтобетонных покрытий; они более прочны и долговечны; они более водонепроницаемы, имеют большое трение скольжения, меньшее сопротивление качению колес; они светлые, поэтому более приятны для глаз, и создают меньше шума при движении автомобилей. Кроме того, распространению жестких дорожных одежд способствует появление современных прогрессивных технологий, обеспечивающих быстрые темпы строительства.

Конечно, у цементобетонных покрытий есть ряд недостатков, сдерживающих их широкое применение, которые, однако, как будет показано ниже, можно легко

преодолеть. Основные недостатки этого типа покрытий: наличие деформационных швов, через которые просачивается вода, и, как результат, образование большого количества трещин; разрушение верхнего слоя бетона – его «шелушение».

После 80-х годов двадцатого века в нашей стране перестали строить армированные цементобетонные покрытия и преднапряженные покрытия (хотя это два эффективных способа уменьшить количество или же полностью устранить деформационные швы, и, соответственно, в разы снизить количество трещин). Между тем в Германии и сегодня строят преднапряженные бетонные покрытия, в Канаде строят армированные стальной арматурой цементобетонные покрытия.

К началу 21-го века покрытия на многих аэродромах России исчерпали заложенный в них прочностной ресурс (20-40 лет) и начали интенсивно разрушаться. Это естественно, поскольку возросли нагрузки – они стали нерасчетными (увеличились взлетные массы воздушных судов; возросла интенсивность полетов). Немаловажную роль также сыграли следующие факторы: нарушение водно-теплового режима грунтов, нарушения в работе дренажных и водоотводных систем; а в некоторых случаях низкий уровень строительных работ [6]. Также на долговечность цементобетонных покрытий влияют такие факторы, как качество применяемых материалов, точное соблюдение проектных решений и их адекватность, соблюдение технологии укладки и обеспечение надлежащего ухода за твердеющим цементобетонном, а так же соблюдение режима эксплуатации.

Лаборатория технологии строительства цементобетонных покрытий СоюздорНИИ ведет активную работу в плане повышения долговечности и прочности жестких дорожных одежд для возможности широкого их использования в нашей стране. На сегодняшний день найден ряд перспективных направлений [4]:

1. Использование высокопрочных бетонов. Исследования, проведенные [7], показывают, что, увеличив класс бетона с 4,0 МПа до 6-7,5 МПа, можно снизить толщину однослойного цементобетонного покрытия на 30-40 %. Поэтому строительство однослойных покрытий из высокопрочного бетона не только экономически, но и проще в технологическом плане. Однако проектировщику следует учесть, что с уменьшением толщины плиты увеличивается ее прогиб и возрастают осадки естественного основания. Поэтому здесь необходим расчет по второму предельному состоянию – по допустимому давлению на грунт.

2. Использование крупнопористого бетона для строительства покрытий. Покрытия из крупнопористого бетона отличаются пониженным уровнем шума от движущегося транспорта и у них более высокие показатели по безопасности движения из-за повышенной шероховатости и быстрому отводу воды с поверхности покрытия.

3. Применение рециклированных цементобетонов. Материал, полученный после дробления старого бетонного покрытия (рециклированный цементобетон), имеет преимущества по сравнению с традиционным: заполнители из дробленого бетона являются более активными в цементном растворе; кроме того, они имеют повышенную морозоустойчивость и истираемость, и такие бетоны в два раза дешевле обычных. Во многих зарубежных странах (Франция, Германия, Швейцария, США, Япония и др.) в дорожном строительстве применяют бетоны на рециклированном заполнителе. Существует европейский стандарт на рециклированный заполнитель для бетона; созданы мобильные установки для переработки старого бетона с функцией отделения арматуры.

4. Повышение шероховатости покрытия способом «обнажения» щебня. Рекомендуются действующими нормативными документами методы создания искусственной шероховатости при строительстве цементобетонных покрытий не достаточно эффективны и долговечны. При устройстве шероховатости способом «обнажения» щебня появляется возможность регулировать текстуру шероховатости составом бетона, например, расходом и крупностью дробленого материала. При эксплуатации такие покрытия более бесшумны и безопасны, так как на них снижен риск аквапланирования.

5. Применение непрерывно армированных цементобетонных покрытий. В бетонных покрытиях деформационные швы устраивают не реже, чем через 4-6 м. Армирование покрытий позволяет увеличить расстояние между этими швами. Например, при расходе арматуры в количестве 3-5 кг/м² шаг деформационных швов может быть увеличен,

соответственно, до 10-24 м. При содержании арматуры до 8-12 кг/м² можно увеличить длину плит до 200-400 м и строить бесшовные (непрерывно армированные) конструкции [7].

6. Применение геосинтетических материалов при строительстве и ремонте цементобетонных покрытий (при реконструкции покрытий аэропортов в России и во многих европейских странах уже много лет успешно применяются геосинтетические материалы.). Геосинтетические материалы позволяют производить качественный ремонт цементобетонных оснований и покрытий автомобильных дорог и аэродромов. Например, геокомпозит PGM-G фирмы Tenkate, представляющий собой высокопрочный геокомпозит, армированный стекловолокном, может использоваться в качестве трещинопрерывающей прослойки при устройстве асфальтобетонного покрытия на цементобетонном основании с трещинами (при реконструкции или новом строительстве). В этом случае подложка из нетканого полипропилена поглощает горизонтальные напряжения, не допуская образования отраженных трещин в асфальтобетонном покрытии, а сетка из стекловолокна армирует асфальтобетон, значительно улучшая его прочностные и эксплуатационные свойства.

2. Проблемы расчета и конструирования жестких дорожных одежд автомобильных дорог и аэродромов

Практика эксплуатации жестких дорожных и аэродромных покрытий показывает, что срок их службы меньше нормативного. Причинами снижения долговечности покрытий могут быть разные: недостаточно учтены природно-климатические факторы, грунтово-геологические условия строительства; недостатки конструирования и расчета аэродромных конструкций; нарушение технологий строительства; ненадлежащая эксплуатация покрытий и т.д. В конечном итоге, все эти недоучеты и нарушения приводят к снижению сроков службы покрытий и, как следствие, увеличиваются объемы работ по их ремонту и содержанию. Поэтому любые достижения в области конструирования, а также совершенствования и уточнения расчетов дорожных и аэродромных конструкций, гарантирующие снижение стоимости строительства или увеличение срока службы этих конструкций, несомненно, представляют огромную ценность.

В России и за рубежом много лет ведутся исследования работы дорожных одежд (жестких и не жестких), направленные на совершенствование методов их проектирования и расчета.

В 2008 г. было разработано «Руководство по механико-эмпирическому проектированию дорожных одежд. Руководство по практическому применению» [16]. Его перевод представлен в [9]. Суть предложенного метода заключается в использовании проектировщиком итеративного подхода, т.е. если выбранный вариант не удовлетворяет эксплуатационным требованиям при заданном коэффициенте надежности, он должен быть модифицирован и повторно исследован, пока не станет соответствовать требуемым критериям. Оценка надежности производится по вычисленным приращениям разрушений к концу расчетного периода. Рассматриваемые модели разрушений покрытий: международный показатель ровности – IRI, вертикальные перемещения швов, колеи, трещинообразование от приложенных нагрузок; трещинообразование, не связанное с нагрузками.

Методы конструирования и расчета жестких дорожных одежд, принятые в европейских странах, Канаде, США, в основном совпадают с методами, принятыми в нашей стране, и основаны они на всемирно принятой методике, разработанной проф. Н.Н. Ивановым и далее развитым учениками его научной школы: В.Ф. Бабковым, М.Н. Герсевановым, Г.И. Глушковым, А.П. Синициным, Н.И. Горбуновым-Посадовым, Б.Г. Жемочкиным, Б.А. Корневым, О.Я. Шехтер, В.И. Травушем, А.П., В.Е. Тригоны, В.Д. Садовым и др.

При расчете жестких дорожных одежд используется метод предельных состояний. Расчет ведут на многократное воздействие вертикальных нагрузок от движущегося транспорта. Определение внутренних усилий в плитах сводится к расчету прямоугольной плиты, лежащей на деформируемом основании, под действием сосредоточенной силы (колесной нагрузки), приложенной к любой точке плиты. Конструкцию дорожной одежды рассчитывают как многослойную, расчетными предельными состояниями. Жесткие покрытия рассчитывают по следующим предельным состояниям: бетонные и армобетонные

– по предельному состоянию на прочность; железобетонные с ненапрягаемой арматурой – по предельному состоянию на прочность, по предельному состоянию на раскрытие трещин и давлению на грунтовое основание; железобетонные с напрягаемой арматурой – по предельному состоянию на образование трещин и давлению на грунтовое основание [2].

Рассчитывают аэродромные покрытия по схеме работы тонких пластин, лежащих на деформируемом основании. Определение внутренних усилий сводится к нахождению функции эпюр реакции основания от заданной нагрузки. Для решения данной задачи применяя известное уравнения изгиба тонкой пластины, лежащей на деформируемом основании:

$$D\left(\frac{d^4w}{dx^4} + 2\frac{d^4w}{dx^2dy^2} + \frac{d^4w}{dy^4}\right) + r(x, y) = q(x, y), \quad (1)$$

где w – прогиб срединной поверхности плиты;

D – цилиндрическая жесткость плиты.

Точность решения этого уравнения значительно зависит от выбора модели естественного основания. При расчетах жестких дорожных и аэродромных покрытий вполне обоснованно можно использовать как модель Винклера (коэффициента постели), так и гипотезу упругого полупространства [4]. Первая модель построена на допущении о том, что основание является линейно-деформируемым и упругим, касательными напряжениями по подошве плиты пренебрегают, отпор основания прямо пропорционален прогибу плиты в данной точке:

$$r(x, y) = cw(x, y), \quad (2)$$

где c – коэффициент постели, зависящий только от физических свойств основания.

Модель упругого полупространства учитывает распределительную способность грунта, то есть прогибы поверхности основания не только в месте приложения нагрузки, но и за ее пределами. Вертикальные перемещения его поверхности $w_0(x, y)$ определяются по теории упругости (формуле Буссинеска).

Расчет цементобетонных покрытий производится на статическую центрально приложенную нагрузку. Воздействие нагрузки в угловых и краевых зонах плиты учитывается с помощью поправочных коэффициентов, при расчете аэродромных покрытий по существующей нормативной литературе [8, 13]. При краевом нагружении вводятся переходные коэффициенты; центральный изгибающий момент увеличивается: для бетонных и армобетонных покрытий при наличии стыковых соединений $K = 1,2$; при сквозных швах $K = 1,5$. Но эти коэффициенты не учитывают схему шасси самолетных нагрузок (количество полос, давление в шинах). Для учета этих факторов получено новое решение на основе метода конечных элементов и метода компенсирующих нагрузок [10]. Согласно этому решению при краевом нагружении величины изгибающих моментов на 5-12 % ниже, по сравнению со значениями, рассчитанными по СНиП II-47-85 «Аэродромы». То есть применение изложенного метода обещает экономический эффект за счет снижения требуемой толщины покрытий аэродромов.

При расчете дорожных одежд необходимо учитывать динамическое воздействие движущегося транспорта (коэффициенты динамичности). Как показывают многочисленные исследования, вопрос о величине коэффициента динамичности противоречивый и спорный. Обобщение теоретических исследований и опытного материала показало [12], что величина кратковременного воздействия на дорогу от движущегося транспорта (в зависимости от скорости) в 1,55-1,8 раза больше статического. Динамическим расчетам жестких дорожных одежд при воздействии подвижных автомобильных нагрузок, неиспользуемых, посвящены работы А.К. Бируля, Г.И. Глушкова, А.Г. Булавко, М.С. Коганзона, А.В., Смирнова, Б.Б. Самойленко, В.Е. А.Н. Зацепина, Ярового и др. авторов. Есть и другой способ учета динамического фактора при расчете жестких дорожных одежд – использование динамических значений модуля упругости дорожно-строительных материалов, и, скорее, он является более правильным с точки зрения приближения работы дорожных одежд к реальным условиям при кратковременном воздействии движущегося транспорта.

Еще здесь можно сказать о демпфирующей способности асфальтобетонных покрытий на монолитном или сборном цементобетонном основании. Это свойство позволяет значительно снизить динамическое воздействие подвижных нагрузок на дорожные конструкции. При распространении волновых полей напряжений в упруговязких или вязкопластичных средах происходит частичная потеря механической энергии за счет её превращения в тепловую. Демпфирующая способность асфальтобетона приобретает особое значение при больших скоростях движения транспортных средств, когда динамические воздействия резко возрастают. Учет демпфирующей способности асфальтобетона при оценке напряженно-деформированного состояния таких дорожных конструкций позволит более обоснованно их конструировать. Этот факт еще раз говорит о положительных свойствах внедренных в практику дорожного строительства асфальтобетонных покрытий на цементобетонном основании.

Существующие на сегодняшний день методы расчёта подобных конструкций разработаны в основном в упругой постановке, тем не менее, многие из них носят слишком сложный для практических вычислений характер. Тогда как более полный учет свойств материалов (пластичность, ползучесть и т.д.) при расчете конструкций позволил бы повысить надёжность сооружения и привести к значительной экономии материалов и средств. Таким методом расчета, в частности, является метод расчёта конструкций по стадии предельного равновесия (то есть по стадии, непосредственно предшествующей их разрушению). Разработка и внедрение их должны привести к значительной экономии материалов и средств и одновременно повысить надёжность сооружения. Например, методика, изложенная в [14], позволяет учесть пластические деформации, возникающие в конструкциях, лежащих на упругом основании. То есть расчет конструкций, в частности плитного типа, ведется с учетом тех изменений, которые вносят в ее работу появление пластических деформаций, при этом предполагается, что основание остается упругим. С инженерной точки зрения, такая постановка задачи является целесообразной при расчете дорожных одежд и аэродромных покрытий, полов промышленных зданий, гибких днищ резервуаров и др., поскольку такие конструкции разрушаются вследствие изгиба до исчерпания несущей способности грунта.

По мнению автора, дальнейшее развитие методики, изложенной в [14], и совершенствование использованного расчетного комплекса позволят учесть также влияние температуры, времени и других факторов при определении несущей способности рассматриваемых объектов.

Заключение

Первая часть носит обзорный характер, в ней приведены аргументы в пользу использования жестких дорожных покрытий, их основные недостатки, а также существующие на сегодня и перспективные направления, которые позволяют предотвратить почти все отрицательные моменты, тормозящие широкое использование цементобетона.

При проектировании многое зависит от уровня обоснованности расчетных методик, заложенных в расчетные модели, рекомендаций и допущений, принятых в них. Кроме того, недоучет природно-климатических, грунтово-геологических условий приводит к ошибкам конструирования и расчета; нарушение технологии строительства покрытий и несоблюдение правил их эксплуатационного содержания также ведут к снижению долговечности. Исходя из этого, можно отметить, что вопросы расчета и проектирования жестких дорожных и аэродромных одежд покрытий решены не в полной мере и требуют дальнейшего совершенствования. Поэтому вторая часть статьи посвящена расчету жестких дорожных одежд. Далее предложен метод расчета, основанный на стадии предельного равновесия (то есть по стадии, непосредственно предшествующей разрушению), который обеспечивает значительную экономию материалов и средств и одновременно ведет к повышению надёжности сооружения.

Список литературы

1. Ванли Халед Мустафа. Расчет и конструирование жестких покрытий для тяжелых самолетов // Автореф. дис. канд. техн. наук. – М., 1999. – 20 с.
2. Глушков Г.И., Бабков В.Ф., Тригопи В.Е. и др. / Под ред. Глушкова Г.И. Жесткие покрытия аэродромов и автомобильных дорог: Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1994. – 349 с.
3. Глушков Г.И. Повышение научно-технического уровня проектирования аэродромов. // Труды «Проектирование и расчет прочности конструкций и сооружений аэропортов. Сборник научных трудов». – М., 1999.
4. Костенюк И.А., Добарский В.А. Где российские автомобильные дороги с цементобетонным покрытием? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gotaso.ru/press/?news=7> (дата обращения: 19.09.12).
5. Коганзон М.С. Автомобилизация требует жестких дорожных одежд. Современные возможности применения цементобетона при строительстве дорожных одежд в России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://proektstroy.ru/Статьи/view/7689> (дата обращения: 15.09.12).
6. Кульчитский В.А., Макагонов В.А., Васильев Н.Б., Чеков А.Н., Романков Н.И. Аэродромные покрытия. Современный взгляд. – М.: Физико-математическая литература, 2002. – 528 с.
7. Майдель В.Г., Городецкий Л.В. Связи между плитами сборных покрытий автомобильных дорог. – Сб. науч. тр. / НИИМосстрой. Исследования в области дорожного строительства г. Москвы. – М., 1967. – С. 40-59.
8. Методические рекомендации по проектированию жестких дорожных одежд (взамен ВСН 197-91). – М.: Росавтодор, 2004. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.infosait.ru/norma_doc/42/42375/index.htm (дата обращения: 19.09.12).
9. Новости в дорожном деле: Научно-технический информационный сборник / ФГУП «ИНФОРМАВТОДОР». – М., 2010, Вып. 2. – 68 с.
10. Носарев А.В. Автомобильные дороги в России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.slaviza.ru (дата обращения: 20.09.2012).
11. Руководство по проектированию аэродромных покрытий/ Министерство гражданской авиации. – М., 1999. – 214 с.
12. Сикаченко В.М., Мартынов Е.А., Ахметов С.А. Оценка прочности жестких дорожных одежд динамическим нагружением. // Сборник «Дороги и мосты» Выпуск 16/2. – М., 2006. – Режим доступа: http://snipov.net/c_4676_snip_111695.html (дата обращения 1.10.12).
13. СНиП 2.05.08-85. Аэродромы / Госстрой СССР, 1985. – 195 с.
14. Тергулова Э.Р., Несущая способность плит, лежащих на деформируемом основании: дис. канд. физ.-мат. наук. – Казань, 2010. – С. 43-82.
15. Ушаков В.В. Обзорная информация / Автомобильные дороги «ИНФОРМАВТОДОР В.В. Ремонт цементобетонных покрытий автомобильных дорог». – М., 2002, Вып. 2. – 20 с.
16. Mechanistic-Empirical Design Guide (MEPDG): Interim Edition / AASHTO. – Washington, 2008. – 188 p.

Teregulova E.R. – candidate of physical-mathematical sciences, senior teacher

E-mail: teregul@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Prospects of application of rigid road under construction of automobile roads and airfields, and the problems of design and calculation

Resume

The article deals with the use of rigid pavement in the country. Rigid pavement compared to asphalt, have a number of advantages: they are more durable (can withstand the impact of heavy loads), more durable (battery life is 2-3 times higher than that of asphalt), and this is at approximately the same construction cost. In addition, the increase in traffic congestion of road transport (axle load, traffic, studded tires) negates all the effort and cost for the construction and repair of roads on highways with a coating of asphalt. There are certainly a number of unpleasant things, which inhibit the widespread use of concrete slabs and foundations. Here are the main shortcomings: the presence of expansion joints, rigid requirements for compliance technology installation and follow-up care for hardening concrete, destruction and exfoliation of the surface layer of concrete («peeling»), the formation of cracks. But as shown by analysis of the issue to date found many solutions that enable precede almost all the shortcomings of hard pavement (using a continuous reinforced concrete slabs, the use of high-strength concrete, the use of macro porous concrete, the use of recycled cement concrete, the use of new geosynthetic materials in the construction and repair of concrete slabs coatings). In addition, the methods of calculating rigid pavement should be improved in parallel with the emergence of new designs and new materials, that is, the issue is still relevant, as there is innovation in the design of processes, materials, and technologies. Therefore, the second part of the article contains the basic provisions on the calculation of rigid pavement, and also presents a method of calculation based on the stage of the limit equilibrium (that is, the stage immediately prior to their destruction), which provides significant savings in material and money and at the same time leads to increased reliability.

Keywords: bearing ability, ferro-concrete plate, deformable basis, rigid-plastic body.

References

1. Vanli Haled Mustafa Calculation and designing of hard coatings for heavy aircraft // Avtoref. дис. candidate of technical Sciences. – M., 1999. – 20 p.
2. Glushkov G.I., Babkov V.F., Trigoni V. E. under ed. Glushkova G.I. Hard cover airfield and motor roads: a textbook for institutes of higher education. 2 Izd., pererab. I DOP. – M.: Transport, 1994. – 349 p.
3. Glushkov G.I. Raising of the scientific-technical level of the aerodrome design. //Proceedings of the «Design and calculation of strength of structures and buildings of the airport. Collection of scientific works». – M., 1999.
4. Kostenjuk I.A., Dobarskii V.A. Where Russian roads with cement concrete pavement? [Electronic resource]. [Electronic resource]. – Mode of access: <http://gomaco.ru>press/?news=7> (date of circulation: 19.09.12).
5. Koganzon M.C. Motorization requires hard road surfaces. Modern possibilities of application of цементобетона during the construction of the road in Russia. – [Electronic resource]. – Mode of access: <http://proektstroy.ru>Article>view/7689> (date of circulation: 15.09.12).
6. Kulchitskii B.A., Makagonov V.A., Vasiliev N.B., Chekov A.N., Romankov N.I. Aerodrome pavement. The modern view of / M.: Physico – mathematical literature, 2002. – 528 p.
7. Maidel V.G., Gorodetskii L.V. The connection between the plates prefabricated pavement of motor roads. – PSTU Bulletin. / NII Mosstroj. Research in the field of road construction in the city of Moscow. – M., 1967. – P. 40-59
8. Methodological recommendations for designing a hard road (instead of VSN 197-91). – M.: Rosavtodor, 2004. – [Electronic resource]. – Mode of access: http://www.infosait.ru/norma_doc/42/42375/index.htm (date of circulation: 19.09.12).
9. News in the road fact: Scientific-technical information collection / FGUP «INFORMAVTODOR». – M., 2010, Issue 2. – 68 p.

10. Nosarev A.V. Roads in Russia. – [Electronic resource]. – www.slaviza.ru (date of circulation: 20.09.2012).
11. Guidelines for the design of aerodrome pavement / Ministry of civil aviation. – М., 1999. – 214 p.
12. Sikachenko V.M., Martinov E.A., Ahmetov S.A. The estimation of durability of hard road dynamic loading. // Proceedings of the «Roads and bridges» Issue 16/2. – М., 2006. – [Electronic resource]. – Mode of access: http://snipov.net/c_4676_snip_111695.html (date of circulation: 1.10.12).
13. Construction standards and rules 2.05.08-85. Aerodromes / Gosstroy of the USSR, 1985. – 195 p.
14. Teregulova E.R. Carrying capacity of the plates, lying on the basis of deformed: diss. candidate of phys. math. Sciences. – Kazan, 2010. – P. 43-82.
15. Ushakov V.V. Overview / Motor roads «INFORMAVTODOR». Repair the roads pavement of cement concrete. – М., 2002, Issue 2. – 20 p.
16. Mechanistic-Empirical Design Guide (MEPDG): Interim Edition / AASHTO. – Washington, 2008. – 188 p.

УДК 625.7:624.21

Тихомирова Н.П. – кандидат технических наук, профессор

E-mail: Tih46@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Проблемы проектирования улиц-въездов в городах

Аннотация

При значительном возрастании интенсивности движения, особенно на улично-дорожной сети (УДС) городов, при росте автомобилизации населения сеть не справляется с мощным транспортным потоком. Важнейшей задачей является решение систем мероприятий по улучшению условий движения. Одной из составляющих указанной системы является создание улиц-въездов в городах, позволяющих распределить потоки по их адресности, создав специальные части для каждого вида транспортного потока. Это поможет снизить напряженность на УДС и тем самым улучшить транспортное обслуживание в городах.

Ключевые слова: транспортный поток, улично-дорожная сеть – УДС, интенсивность движения, местное и транзитное движение, проезжая часть, транспортная работа улицы, подвижность населения.

Рост автомобилизации населения увеличивает его подвижность, что создает мощные транспортные потоки на проезжей части улиц. Фактически «час пик» превращается в значительную суточную продолжительность, исчисляемую не часами, а многими утренними, дневными и вечерними часами. Формируется связанный транспортный поток, скорость падает до идущего пешехода 7-10 км/час. Все это создает колоссальные проблемы в виде: увеличения количества ДТП, снижения скорости сообщения (увеличения времени сообщения), т.е. создаются транспортные потери, увеличивается шум, вибрация зданий. Все эти отрицательные факторы делают любые разработки и рекомендации, направленные на улучшение транспортного обслуживания, высокоэффективным, оправданным мероприятием.

В настоящее время важным положением в развитии и реконструкции генпланов городов является необходимость создания улиц-въездов в города. Данные дороги являются переходными участками от внегородского режима движения до насыщенного (осложненного) короткими уличными перегонами со светофорным регулированием.

Головные участки – это по сути глубокие вводы внегородских «радиусов» в городскую структуру. По данным исследований, к крупным городам областного и республиканского значения подходит в среднем 6-7 радиусов. Их средняя длина в пределах города 1,5-2,0 км, а общая длина в генплане города составляет 10-20 км.

Эти положения определяют значительные транспортные потоки, которые без адаптации переходят от внегородского режима к городскому, что создает дополнительные проблемы на периферийных участках улично-дорожной сети – УДС.

Проходящий транспортный поток очень часто не связан с прилегающей застройкой и ее грузо- и пассажирскими корреспонденциями.

Безусловно, идеальным «подключением» к новому режиму являются или существующие обходные дороги, или городские «секущие» магистрали.

Такое положение во многих городах отсутствует, поэтому на начальной стадии оптимизации транспортного потока в городах следует разрабатывать – проектировать план поперечного сечения улицы (расчет поперечника) и определение продольных профилей (создание нескольких проектных линий для каждого вида транспорта на поперечнике улицы).

Улицы-въезды в города должны являться «шлюзами» для перестройки режима движения.

Изучение адресности внегородского транспортного потока поможет разделить их на поперечном сечении улицы-въезда.

В этом случае следует обратить внимание на следующее:

1 этап. Это плановое распределение полосности движения, то есть создание специальных проездов – проезжих частей, разделительной полосой для движения, не связанного с прилегающей застройкой, идущим транзитом на данном головном участке.

Проезжая часть транзита должна быть отделена от местных проездов зелеными полосами, где могут проходить велосипедные дорожки.

На плане не следует для транзитного движения устраивать правоповоротные съезды, чтобы не перекрывать движение местного транспортного потока до въезда в центральную улично-дорожную сеть.

Ширина полосы движения для транзитного (канализированного) движения не должна превышать 3,0-3,5 во избежание «рысканья» отдельных транспортных единиц, что позволит быстрее адаптироваться к городскому скоростному режиму.

2 этап. Высотное «распределение» проектного рельефа по поперечному сечению улицы-въезда.

Проезжая часть для местного движения в высотном отношении должна быть «привязана» к прилегающей застройке с помощью допустимых минимальных уклонов, в пределах 10-20 ‰.

Проезжую часть для внегородского транзитного движения в обоих направлениях следует проектировать в выемке или насыпи (при отсутствии эстакад), не превышающей 1,5-2,0 м, что создает дополнительный барьер для распределения транспортных потоков и обеспечения безопасности.

Данное положение считать обязательным и впервые рекомендовать его не только с позиций снегозаносимости или грунтово-геологических условий, а как фактор обеспечения адаптации водителей, въезжающих в периферийный городской район, в виде «дорожного коридора».

Следует отметить, создание перепадов высоты на плоском поперечном сечении при значительной ширине улицы-въезда способствует безопасности и эстетическому восприятию «головных» участков радиальных дорог.

Улицы-въезды со временем могут служить начальным и конечным трассами скоростных «секущих» магистралей города.

Это положение также облегчит перемещение коммуникаций и сформулирует необходимость изменения инфраструктуры при реконструкции улицы-въезда, созданной еще в период создания классических поперечных сечений.

Весьма важным представляется обеспечение необходимой связи между транзитной проезжей частью и местным проездом. Автомобили, идущие по транзитной проезжей части должны иметь возможность войти в проезд для въезда в прилегающий микрорайон или для поворота направо в пересекающую улицу. Автомобили, следующие по местному проезду, должны иметь возможность выйти на транзитную проезжую часть для того, чтобы воспользоваться преимуществами скоростного движения.

Организовать подобный «обмен» на перекрестке опасно, так как взаимные переходы из местного проезда на транзитный и обратно создают дополнительные конфликтные точки и опасности столкновения.

Также не должно быть на перекрестке правых поворотов с транзитного проезда в поперечную улицу, так как это вызывает пересечения идущим по местному проезду.

Ниже представлены рекомендуемые поперечные сечения улиц-въездов и использование резервных полос взаимосвязи транспортных потоков.

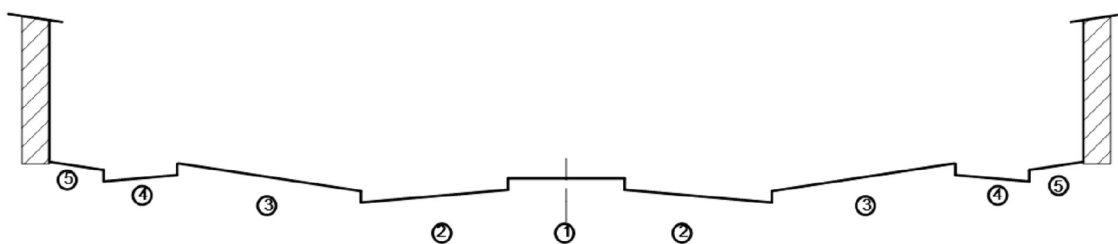


Рис. 1. Улица-въезд: 1. Разделительная полоса; 2. Магистральная проезжая часть; 3. Зеленая полоса, резерв для съездов; 4. Местный проезд; 5. Газон

Длина каждого элемента поперечного сечения определяется расчетом по исходным данным.

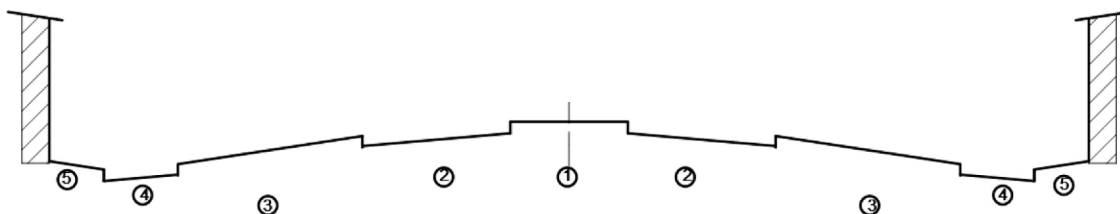


Рис. 2. Улица-въезд: 1. Разделительная полоса; 2. Магистральная проезжая часть; 3. Зеленая полоса, резерв для съездов; 4. Местный проезд; 5. Газон

Длина каждого элемента поперечного сечения определяется расчетом по исходным данным.

Для выполнения этого главного фактора – создание улиц-въездов – одна из составляющих решения проблемы требует: I – перспективного планирования новых периферийных участков генплана городов с резервом площадей под улицы-въезды; II – реконструкции главных, входящих в город «радиусов» – дорог.

На реконструируемых городских территориях многие улицы, предназначенные для пропуска интенсивных транспортных потоков, имеют ограниченную ширину в линиях застройки, например, не более 30-40 м. В то же время нормами СНиП II-85 в крупных городах минимальная ширина магистральных улиц общегородского значения в красных линиях устанавливается при непрерывном движении в 75 м, а при регулируемом движении – 60 м. Поэтому, прежде всего, должен быть решен вопрос о порядке сноса мешающих расширению улицы обветшалых и многоэтажных зданий. В генплане города рассматривается также вопрос о возможности сноса тех или иных зданий в течение ближайших 5-10 лет – на первую очередь строительства.

Снос застройки для требуемой организации городского движения целесообразен на значительном участке данной магистральной улицы, если она должна будет пропускать транспортный поток примерно одинаковой величины на всем ее протяжении. Ясно, что расширение отдельных улиц, составляющих магистраль протяженностью 5-7 км и более, только на участке одного или двух кварталов (перегонов в 300-500 м) не даст ожидаемого эффекта. В городах имеется немало узких улиц с интенсивными транспортными потоками, сравнительно недавно застроенных многоэтажными жилыми домами, которые вряд ли будут сносить к расчетному сроку. Вследствие этого возникает задача проектирования поперечного профиля улицы-въезда в существующих линиях ее застройки, обеспечивающего пропуск расчетного транспортного потока.

Нужно заметить, что в случае сохранения отдельных ценных зданий ограниченной протяженности нет надобности в изменении поперечного профиля магистральной улицы на всем протяжении того или иного перегона. Достаточно будет изменить поперечный профиль только на участках этих ценных зданий – памятников архитектуры или капитальных строений – посредством исключения озеленения, устройства подземных тротуаров или тротуаров, встроенных в первые этажи сохраняемых зданий так, чтобы соблюдалась расчетная ширина проезжей части.

Наряду с долговременными мероприятиями по реализации генерального плана развития города и его магистральной уличной и дорожной сети, в практике планировки и застройки возникают неотложные задачи улучшения условий движения транспорта и пешеходов на отдельных узлах пересечений магистралей путем их реконструкции.

Срочность и необходимость решения этих задач определяется ростом движения транспорта и пешеходов и несоответствием этого движения конкретным условиям сложившейся планировки и застройки магистралей. Происходят заторы движения, скорость транспортных потоков резко снижается, а число несчастных случаев растет.

Создание начальных этапов реконструкции – это создание периферийных участков улиц-въездов, которые перерастут в более глубокие вводы в городскую структуру города. Улица-въезд является связующим звеном центра города и головных участков внегородских автомобильных дорог. Улица-въезд организует вход (выход) транспортного

потока в город из города. Чем ближе к границе города эта магистраль, тем совершенней должна быть ее инфраструктура, не обремененная сжатой городской чертой. Здесь в зеленых, резервных поясах должны размещаться велосипедные дорожки, ширина и размещение тротуаров должны обеспечить безопасное и удобное движение.

Опережение создания улиц-въездов, по сравнению с прилегающей застройкой, поможет последовательно решить весь комплекс транспортных проблем для пользователей автомобильными дорогами и улицами и станет визитной карточкой любого города.

Список литературы

1. Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог, Ч. II. – М.: Транспорт, 1987. – 413 с.
2. Дубровин Е.Н., Ланцберг Ю.С. Изыскания и проектирование автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1981. – 400 с.
3. Тихомирова Н.П. Учебное пособие по проектированию городских улиц. – Казань: КГАСУ, 2009. – 20 с.
4. СНиП 2.05.85. Автомобильные дороги. – М.: Стройиздат, 1985. – 50 с.
5. Система проектной документации автомобильных дорог. ГОСТ Р.21.1707-97, Госстрой России. – М. – 27 с.
6. Сильянов В.В., Домке Э.Р. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц. – М.: Наука, 2004. – 320 с.
7. Овечников Е.В., Фишельсон М.С. Городской транспорт. – М.: Высшая школа, 1976. – 356 с.

Tikhomirova N.P. – candidate of technical sciences, professor

E-mail: Tih46@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Problems of design of streets entries into the cities

Resume

Streets entrances represent though head sites of the extremal highways passing on an urban border of the before crossing with the main street of city value accepting and distributing an extremal transport stream.

Design of streets of entrances has the specifics it caused mainly by various transport streams – extremal and local, city.

The main objective of design consists in providing movement of suburban transport with high speeds inherent in it, having reduced to a minimum hindrances by it and harmful effects on condition of the population.

Besides, streets entrances should out function of drives to transition from a mode of suburban movement with high speeds, without traffic lights and frequent crossings, without foot movement and building, to a city mode.

To ensure these conditions are necessary to create specialized carriageways for the extra-urban transit and intercity traffic (mutual communication in remote areas of the city) and local traffic.

Keywords: streets entrances, design, transport stream, highways passing, high speeds.

References

1. Babkov V.F., Andreev O.V. Design of highways. The P.II. – M., Transport, 1987. – 413 p.
2. Dubrovin E.N., Lantsberg Yu.S. Researches and design of city roads. – M., Transport, 1981. – 413 p.
3. Tikhomirova N.P. The manyal on design of city streets. Kazan, KGASU, 2009. – 20p.
4. Construction Norms and Regulations 2.05.85. Automobile roads. – M., Stroizdat, 1985. – 50 p.
5. System of project documentation of highways. GOST R 21.1707-91. Russia State Committee for Construction – M. – 27 p.
6. Silyanov V.V., Domka E.R. Transport operational qualities of highways and city streets. – M., Nauka, 2004. – 320 p.
7. Ovechnikov E.V., Fishelson M.S. City transport. – M., Higher school, 1976. – 356 p.



УДК 624.074.5, 624.046.2

Алексейцев А.В. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: aalexw@mail.ru

Серпик И.Н. – доктор технических наук, профессор

E-mail: iserpik@online.debryansk.ru

Брянская государственная инженерно-технологическая академия

Адрес организации: 241037, Россия, г. Брянск, пр. Станке-Димитрова, д. 3

Бутенко А.В. – аспирант

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Анализ ударного запроектного воздействия на пространственные рамные системы *

Аннотация

Приводится методика исследования напряженно-деформированного состояния рамных стержневых конструкций при неупругих ударных воздействиях. Анализ динамического поведения рассматриваемых объектов выполняется с учетом геометрической и физической нелинейности. Задача решается путем прямого интегрирования дифференциальных уравнений, описывающих движение конструктивной системы, на основе предпосылок метода Ньюмарка. При построении конечно-элементной модели рассматривается геометрия конструкции в деформированном состоянии. Принимается во внимание упруго-пластическое поведение материала. Учитывается конструкционное демпфирование колебаний по схеме Релея. Рассматривается пример расчета пространственной рамы с помощью предлагаемой вычислительной процедуры.

Ключевые слова: запроектное воздействие, неупругий удар, динамика, пространственные рамы, демпфирование, физическая и геометрическая нелинейность.

В последнее время в строительной науке большое внимание уделяется проблеме проектирования зданий и сооружений с учетом возможности локальных разрушений отдельных несущих элементов вследствие воздействий, не предусмотренных нормальной эксплуатацией конструкций [1-4]. Среди причин, приводящих к таким авариям, преобладают техногенные факторы, и их доля постоянно растет [1, 2]. К этим факторам можно отнести взрывные воздействия, пожары, транспортные аварии, нагрузки, связанные с нарушениями технологических процессов, и др.

Для каждого типа здания устанавливается свой перечень рекомендуемых для учета локальных воздействий. Так, для крупнопанельных зданий предписывается рассматривать разрушение двух пересекающихся стен любого этажа на участках от их вертикального стыка до ближайшего проема в каждой стене или до следующего вертикального стыка со стеной перпендикулярного направления. Для жилых каркасных зданий предлагается учитывать следующие локальные воздействия:

- карстовую воронку диаметром 6 м, расположенную в любом месте под фундаментом здания (для карстоопасных районов);
- повреждение перекрытия общей площадью до 40 м²;
- неравномерные осадки основания;
- горизонтальную нагрузку в пределах одного этажа величиной 35 кН на вертикальные стержневые несущие элементы и интенсивностью 10 кН/м² – на вертикальные пластинчатые элементы.

Для зданий с несущими кирпичными стенами рекомендуется принимать следующие размеры локальных повреждений:

- карстовую воронку (по той же схеме, что и для жилых каркасных зданий);
- разрушение двух пересекающихся стен любого этажа на участках от места их

* Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (проект 2012-1.4-12-000-1004-006).

сопряжения до ближайшего проема в каждой стене или до следующего пересечения со стеной перпендикулярного направления, но на длине не более 3 м;

- исключение из работы любого из простенков наружной стены;
- исчезновение любого из участков стены одного этажа шириной 3 м;
- повреждение сборного или монолитного перекрытия общей площадью до 40 м².

При проектировании монолитного здания, устойчивого против прогрессирующего обрушения, надлежит рассматривать следующие разрушения вертикальных конструкций любого этажа здания:

- двух пересекающихся стен на участках от места их пересечения до ближайшего проема в каждой стене или до следующего вертикального стыка со стеной другого направления, но на длине не более 7 м;

- отдельно стоящей колонны или пилона;
- колонны или пилона с участками примыкающих стен на их длине не более 7 м.

Для высотных зданий нормируются в качестве локальных разрушений удаление следующих вертикальных конструкций любого этажа, ограниченных кругом площадью до 80 м² для зданий высотой до 200 м и до 100 м² для зданий выше 200 м:

- двух пересекающихся стен на участках от места их пересечения до ближайшего проема в каждой стене, или до следующего вертикального стыка со стеной другого направления, или на участке всего круга;

- отдельно стоящих колонн или колонн с примыкающими к ним участками стен, в том числе навесных ограждающих панелей;
- перекрытия.

Нормативные документы [2-4] рекомендуют использовать пространственные расчетные модели. При этом могут учитываться элементы, которые в нормальных эксплуатационных условиях являются ненесущими, а при возникновении локальных повреждений активно участвуют в перераспределении усилий в конструктивной системе. Выделяют два типа неповрежденных в результате локального воздействия несущих элементов. В элементах первого типа локальные разрушения не вызывают качественного изменения напряженного состояния, а могут приводить лишь к увеличению усилий и напряжений. В элементах второго типа при таком воздействии на здание качественно меняется напряженное состояние. В связи с тем, что элементы первого типа при нормальных эксплуатационных воздействиях подвергаются нагрузкам, которые, как правило, в два-три раза ниже разрушающих, основной задачей проектирования является обеспечение прочности и устойчивости элементов второго типа.

В работах [2-4] отмечается, что основными средствами защиты зданий от прогрессирующего обрушения являются: резервирование прочности несущих элементов, создание неразрезности перекрытий, повышение пластических свойств связей между элементами и обеспечение пространственной работы системы несущих элементов.

Исследование запроектных воздействий целесообразно выполнять на основе математических моделей, описывающих динамическое поведение объектов. Прежде всего, изучается динамика конструктивных систем зданий и сооружений при внезапных отказах несущих элементов, вызывающих прогрессирующие обрушения. Вместе с тем, часто возникает задача оценки ударного запроектного воздействия на конструктивную систему. В частности, можно рассматривать падение на конструкцию грузов или столкновение с несущей системой машин и оборудования. В данной работе предлагается методика исследования напряженно-деформированного состояния рамных стержневых конструкций при неупругих ударных воздействиях.

Считаем, что движение системы, подверженной неупругому ударному воздействию, можно приближенно описать уравнениями динамического равновесия ее конечно-элементной модели:

$$[M(\{Z\})]\{\ddot{Z}\} + [C(\{Z\})]\{\dot{Z}\} + \{R(\{Z\})\} = \{F(t)\}_0 + \{G\}\chi(t), \quad (1)$$

где $[M(\{Z\})]$, $[C(\{Z\})]$, $\{R(\{Z\})\}$, $\{Z\}$ – матрица масс, матрица демпфирования, векторы узловых реакций и обобщенных узловых перемещений; $\{F(t)\}_0$ – вектор действующих на систему нормативных нагрузок; $\{G\}$ – вектор, определяемый силами тяжести ударяющего

тела; $\chi(t)$ – функция Хевисайда ($\chi=0$, если время $t < t_0$, или; $\chi=1$, если $t \geq t_0$).

Здесь t_0 – момент времени, начиная с которого необходимо учитывать вектор $\{G\}$. Задачу (1) будем решать при следующих начальных условиях: $\{Z(0)\}=0$; $\{\dot{Z}(0)\}=\{V\}$, где $\{V\}$ – вектор начальных скоростей.

Рассмотрим решение этой начальной задачи на основе предпосылки метода Ньюмарка о постоянных значениях ускорений на каждом шаге интегрирования. Для реализации такого подхода строим конечно-элементные модели, учитывая геометрию системы в деформированном состоянии [5].

Полагаем, что на каждом шаге Δt численного интегрирования решается линейная задача. Для начального времени t_{n-1} некоторого шага n рассматривается матрица масс $[M(t_{n-1})]$, матрица демпфирования $[C(t_{n-1})]$ и касательная матрица жесткости $[K_\tau(t_{n-1})]$.

Исследования ударных воздействий [6] показали, что для описания демпфирующих свойств стальной рамной системы матрицу $[C(t_{n-1})]$ следует представлять в виде:

$$[C(t_{n-1})] = \beta [K_\tau(t_{n-1})], \quad (2)$$

где β – коэффициент конструкционного демпфирования.

Вектор $\{R(\{Z\})\}$ для момента времени окончания n -го шага интегрирования может быть приближенно определен по формуле:

$$\{R(\{Z_n\})\} = \sum_{k=1}^n [K_\tau(t_{n-1})] \{\Delta Z_{n-1}\}, \quad (3)$$

где $\{\Delta Z_{n-1}\}$ – вектор приращений перемещений на $(n-1)$ -м шаге интегрирования.

В соответствии с подходом метода Ньюмарка [14] имеем:

$$\{\dot{Z}(t_n)\} = a_1 (\{Z(t_n)\} - \{Z(t_{n-1})\}) - \{\dot{Z}(t_{n-1})\}, \quad (4)$$

$$\{\ddot{Z}(t_n)\} = a_0 (\{Z(t_n)\} - \{Z(t_{n-1})\}) - a_2 \{\dot{Z}(t_{n-1})\} - \{\ddot{Z}(t_{n-1})\}, \quad (5)$$

где параметры интегрирования $a_0 = 4 / \Delta t^2$; $a_1 = 2 / \Delta t$; $a_2 = 4 / \Delta t$.

Подставив равенства (4), (5) в уравнение (1), нетрудно получить систему уравнений:

$$[K_\vartheta] \{\Delta Z_n\} = \{R_\vartheta\}, \quad (6)$$

где

$$[K_\vartheta] = a_0 [M(t_{n-1})] + a_1 [C(t_{n-1})] + [K_\tau(t_{n-1})]; \quad (7)$$

$$\begin{aligned} [R_\vartheta] = & \{F(t_n)\} + \{G\} \chi(t) - \sum_{k=1}^{n-1} [K_\tau(t_{n-1})] \{\Delta Z_n\} + \left(a_2 [M(t_{n-1})] + [C(t_{n-1})] \right) \times \\ & \times \{\dot{Z}(t_{n-1})\} + [M] \{\ddot{Z}(t_{n-1})\}. \end{aligned} \quad (8)$$

После выполнения шага n вектор перемещений определяется зависимостью

$$\{Z(t_n)\} = \{Z(t_{n-1})\} + \{\Delta Z_n\}, \quad (9)$$

а вектор внутренних усилий в элементах конструкций – выражением:

$$\{S(t_n)\} = \{S(t_{n-1})\} + \{\Delta S_n\}, \quad (10)$$

где $\{\Delta S_n\}$ – вектор приращений усилий, вычисляемый с использованием вектора $\{\Delta Z_n\}$ и касательных коэффициентов упругости.

Произведение $[M(0)]\{\ddot{Z}(0)\}$ целесообразно находить из выражения:

$$[M(0)]\{\ddot{Z}(0)\} = \{F(0)\} + \{G\}\chi(t) - [K_\tau(0)]\{Z(0)\} - [C(0)]\{\dot{Z}(0)\}. \quad (11)$$

Касательная матрица жесткости $[K_\tau]$ для конечно-элементной модели системы формируется на основании матриц $[K_{e\tau}]$. Касательная матрица жесткости конечного элемента в этом случае может быть представлена в виде:

$$[K_{e\tau}] = [K_{eo}] + [K_{e\sigma}], \quad (12)$$

где $[K_{e\sigma}]$ – матрица начальных напряжений или геометрическая матрица [7]; $[K_{eo}]$ – построенная для деформированного состояния матрица жесткости с учетом физически нелинейной работы материала [7].

При анализе физической нелинейности использовался критерий текучести, определяющий пластическое деформирование материала на основе введения поверхности текучести [7]:

$$\tilde{F}(\{\sigma\}, \tilde{\chi}) = 0, \quad (13)$$

где F – уравнение поверхности; $\{\sigma\}$ – напряжения, определяемые на этой поверхности; $\tilde{\chi}$ – параметр упрочнения.

На основе выражения (12) приращение пластических деформаций $\{d\varepsilon\}$ определяем с использованием ассоциированного закона течения [7].

$$\{d\varepsilon\} = \lambda \frac{\partial \tilde{F}}{\partial \{\sigma\}}, \quad (14)$$

где λ – неопределенный коэффициент пропорциональности.

В алгоритме расчета использовалась поверхность текучести Мизеса [15].

Таким образом, процесс численного интегрирования должен предусматривать выполнение следующих основных этапов:

1. Определяются векторы $\{S_0\}$ и $\{Z_0\}$.
2. Строятся матрицы $[M(0)]$, $[C(0)]$ и $[K_\tau(0)]$.
3. С помощью равенства (11) вычисляется произведение $[M(0)]\{\ddot{Z}(0)\}$.
4. С использованием выражений (7) и (8) определяется матрица $[K_\sigma(0)]$ и вектор $\{R_\sigma(0)\}$.
5. Путем решения системы уравнений (6) для $t = 0$ находится вектор $\{Z_1\} = \{\Delta Z_1\}$.
6. Вычисляется вектор $\{\Delta S_1\}$.
7. В соответствии с формулами (9), (4), (10), (5) находятся векторы $\{Z(t_1)\}$, $\{\dot{Z}(t_1)\}$, $\{\ddot{Z}(t_1)\}$ и $\{S(t_1)\}$.
8. Далее в каждой итерации $n > 1$ выполняются такие действия:
 - а) вычисляются матрицы $\{M(t_n)\}$, $\{C(t_n)\}$, $\{K_\tau(t_n)\}$;
 - б) определяется матрица $[K_\sigma(t_n)]$ и вектор $\{R_\sigma(t_n)\}$;
 - в) решается система уравнений (6) и определяется $\{\Delta Z_n\}$;
 - г) вычисляются векторы $\{\Delta S_n\}$, $\{Z(t_n)\}$, $\{\dot{Z}(t_n)\}$, $\{\ddot{Z}(t_n)\}$, $\{S(t_n)\}$, $\{Z(t_n)\}$.

Пример расчета на ударное воздействие. Рассматривалась пространственная рама с жесткими узлами соединения стержней, имеющих сечение в виде стальных прямоугольных труб 30x20x1,5 по ГОСТ 8645-68 (см. рис. 1) с модулем упругости $2,06 \cdot 10^6$ МПа. Предел текучести для стали принимался равным 580 МПа.

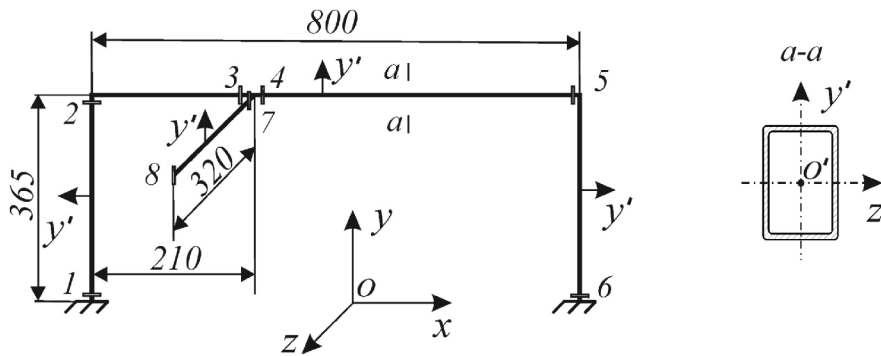


Рис. 1. Расчетная схема рамы: 1-8 номера рассматриваемых сечений

На основе результатов исследований работы [6] для стальных рам принималось $\beta = 0,02$. Время анализа системы при возникновении ударного воздействия принималось равным 1 с. Ударное воздействие осуществляем на конец консольного стержня рамы (сечение 8).

Проводился анализ рамы при ударе телом массой 25 кг, свободно падающим с высоты $h=0,5$ м (случай А). Кроме этого, рассматривался удар телом массой 35 кг, воздействующим с начальной скоростью 4 м/с. $\{V_x\} = \{V_y\} = \{V_z\} = -2,3094$ м/с (случай Б).

В результате расчетов рамы на удар в случае А установлено, что максимальные напряжения в раме в течение 23 мс с начала воздействия достигают предела текучести в сечении 1 (рис. 1), а далее рама деформируется с заметным развитием пластических деформаций. На рис. 2а и 2б показан характер изменения вертикального прогиба рамы в сечении 8 и напряжений в сечении 1 во времени. В табл. 1 приведены значения перемещений рамы в момент времени 0,5271 с, когда колебания конструкции, вызванные ударом, затухли. В табл. 2 показаны результаты расчета рамы на удар в случае Б в момент времени, соответствующий разрушению системы.

Таблица 1

Векторы $\{Z(0,5271)\}$ деформаций сечений 1-8 рамы при вертикальном ударе

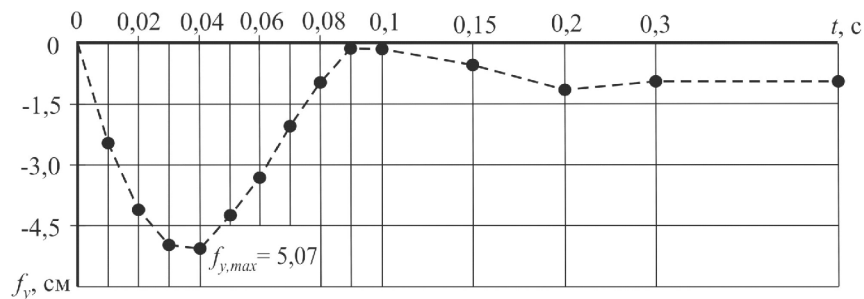
№ сеч.	Δx , м	Δy , м	Δz , м	$\Delta\varphi_{xy}$, рад	$\Delta\varphi_{xz}$, рад	$\Delta\varphi_{yz}$, рад
1	0	0	0	0	0	0
2	0.9964E-04	0.9286E-06	0.3195E-02	0.1745E-01	-0.3684E-03	-0.1041E-02
3	0.9863E-04	0.3632E-03	0.2980E-02	0.3255E-01	-0.1552E-02	-0.2982E-02
4	0.9871E-04	0.4702E-03	0.2908E-02	0.3113E-01	-0.1613E-02	-0.2260E-02
5	0.9826E-04	0.1272E-05	0.2116E-02	0.1126E-01	-0.6694E-03	0.2392E-02
6	0	0	0	0	0	0
7	0.7983E-05	-0.9801E-03	0.2977E-02	0.3470E-01	-0.9306E-04	-0.1728E-01
8	-0.9680E-03	-0.8755E-02	0.2985E-02	0.4143E-01	-0.2335E-03	-0.3705E-01

При анализе рамы в случае удара в случае Б установлено, что система деформируется в течение 0,022 с, а затем разрушается. Пластическому деформированию здесь подвергаются стержни в сечениях 1-4, 7. Кроме того, в сечениях 1-3, 7 характер распространения этих деформаций по сечению соответствует схеме образования пластического шарнира. На рис. 2г показано, что вертикальный прогиб рамы в сечении 8 достигает величины 2,78 см менее чем за 20 мс, при этом система практически не совершает колебаний. На рис. 2в иллюстрируется, что по истечении 22 мс сечение 1 разрушается.

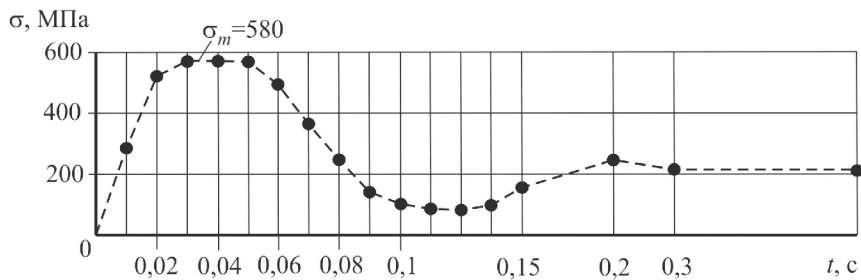
Таблица 2

Векторы $\{Z(0,022)\}$ деформаций сечений 1-8 рамы при пространственном ударе

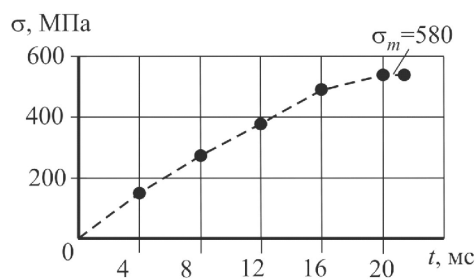
№ сеч.	Δx , м	Δy , м	Δz , м	$\Delta\varphi_{xy}$, рад	$\Delta\varphi_{xz}$, рад	$\Delta\varphi_{yz}$, рад
1	0	0	0	0	0	0
2	-0,3831E-01	-0,2774E-02	-0,2571E-02	0,9587E-02	-0,4890E-02	-0,1269
3	-0,3899E-01	0,1421E-01	-0,1600E-02	0,4007E-01	0,3936E-01	0,2536
4	-0,3884E-01	0,1772E-01	-0,3079E-02	0,4015E-01	0,1271E-01	-0,8547E-01
5	-0,3930E-01	-0,2426E-02	-0,9314E-03	0,3203E-02	0,8769E-02	0,4401E-02
6	0	0	0	0	0	0
7	-0,4059E-01	0,1111E-01	-0,1349E-02	-0,6292E-01	-0,2591	0,2463071
8	-0,4436E-01	-0,2782E-01	-0,5880E-02	0,1831	-0,4893	0,7289146



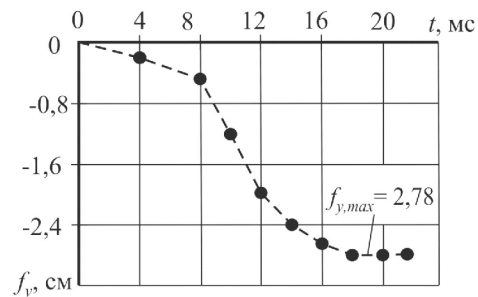
a)



б)



в)



г)

Рис. 2. Графики зависимости вертикальных прогибов и напряжений от времени при вертикальном ударе (а-б) и пространственном ударе (в-г)

На рис. 3 приведены деформированные схемы рамы при вертикальном и пространственном ударе. Здесь T , T_1 - T_3 , – места образования пластических деформаций. Масштаб перемещений в 20 раз превышает масштаб изображения конструкции.

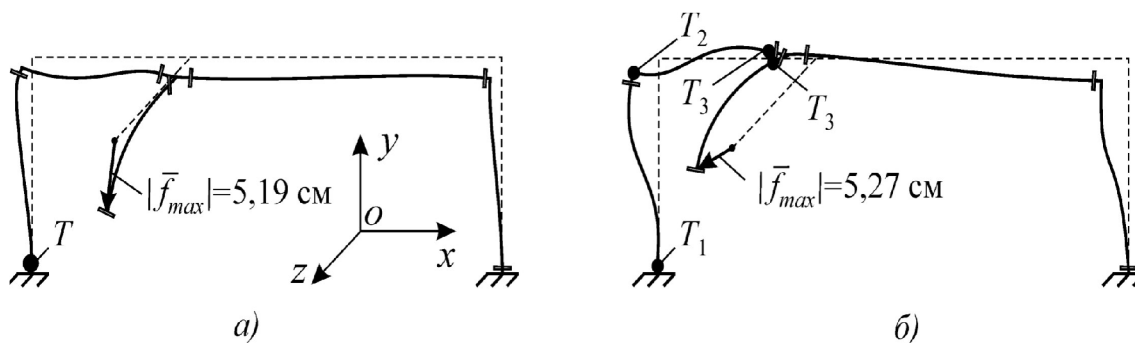


Рис. 3. Деформированные схемы рам при ударе в случае А (а) и при ударе в случае Б (б)

Анализ деформированных схем показывает, что характер ударного воздействия существенным образом влияет на работоспособность конструкции. На рис. 3б показан характер разрушения рамы. Через 20 мс после начала воздействия образовалась зона пластических деформаций T_1 , далее приблизительно через 1 мс зона T_2 , затем, по прошествии около 0,5 мс, практически одновременно образовались зоны T_3 .

Вывод. Разработана методика оценки напряженно-деформированного состояния стержневых систем при ударных запроектных воздействиях. Используется прямое интегрирование уравнений динамического равновесия системы на основе модификации метода Ньюмарка, которая учитывает геометрию конструкции в деформированном состоянии. Расчеты выполняются с учетом физической нелинейности на основе ассоциативного течения материала. Приведенный пример расчета пространственных рам на запроектные ударные воздействия показывает работоспособность данного алгоритма. Предлагаемые расчетные процедуры могут быть использованы для решения задач идентификации запроектных воздействий на стержневые системы.

Список литературы

1. Тамразян А.Г., Зодьбинов Д.В. Анализ риска прогрессирующего обрушения зданий при аварийных ударных воздействиях вышележащих конструкций // Предотвращение аварий зданий и сооружений: Межвузовский сборник научных трудов. Вып. 4, 2005. – С. 24-30.
2. Стругацкий Ю.М., Шапиро Г.И., Эйсман Ю.А. Рекомендации по предотвращению прогрессирующих обрушений крупнопанельных зданий // Москомархитектура, 1999. – 55 с.
3. Шапиро Г.И., Коровкин В.С., Эйсман Ю.А., Стругацкий Ю.М. Рекомендации по защите жилых каркасных зданий при чрезвычайных ситуациях // Москомархитектура, 2002. – 20 с.
4. Шапиро Г.И., Эйсман Ю.А., Залесов А.С. Рекомендации по защите монолитных жилых зданий от прогрессирующего обрушения // Москомархитектура, 2005. – 59 с.
5. Серпик И.Н., Курченко Н.С. Геометрически и конструктивно нелинейная динамика плоских рам при внезапных структурных перестройках // Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: Сборник трудов международной научной конференции, посвященной 90-летию МГСУ-МИСИ, МГСУ, 2011. – С. 273-277.
6. Parageorgiou A.V., Gantes C.J. Equivalent uniform damping ratios for irregular in height concrete // Eurosteel 2008. – P. 1485-1490.
7. Zienkiewicz O.C., Taylor R.L. The finite element method. Fifth edition: The basic. – Oxford: Butterworth-Heinemann, Vol. 1, 2000. – 689 p.

Alexeytsev A.V. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: aalexw@mail.ru

Serpik I.N. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: iserpik@online.debryansk.ru

Bryansk State Engineering-Technological Academy

The organization address: 241037, Russia, Bryansk, etc. Stanke-Dimitrov, 3

Butenko A.V. – post-graduate student

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Analysis of emergency collision actions on the spatial frames

Resume

The technique of investigation of the stress-strain state of frame structures with inelastic collision effects is adduced. Analysis of the dynamic behavior of the objects is performed taking into account the geometrical and physical nonlinearity. The problem was solved by direct integration of the differential equations described the motion of the structural systems with use the Newmark method presuppositions. The finite element model is constructed for the geometry of structures in the deformed state. It takes into account the elastic-plastic material behavior. The structural damping of the Rayleigh oscillation scheme is used. An example of calculation of the spatial frame using the proposed computational process is considered. The calculations are performed with the physical nonlinearity based on the associative flow of the material. The above example of the calculation of spatial frames on extradesign Shock shows performance of this algorithm. The proposed design procedure can be used to solve the problems of identification of design basis impacts on core system.

Keywords: emergency actions, inelastic collision, dynamics, spatial frames, damping, physical and geometric nonlinearity.

References

1. Tamrazjan A.G., Zotbinov D.V. Analysis of risk of progressive collapse of buildings under emergency shock influences the overlying structures // Preventing accidents buildings: Interuniversity collection of scientific papers, V. 4, 2005. – P. 24-30.
2. Strugatskiy Y.M., Shapiro G.I., Eisman Y.A. Recommendations for preventing progressive collapse of large buildings // Moskomarhitectura, 1999. – 55 p.
3. Shapiro G.I., Korovkin V.S., Eisman Y.A., Strugatskiy Y.M. Recommendations for the protection of residential frame buildings in emergencies // Moskomarhitectura, 2002. – 20 p.
4. Shapiro G.I., Eisman Y.A., Zalesov A.S. Recommendations for the protection of residential solid progressive collapse // Moskomarhitectura, 2005. – 59 p.
5. Serpik I.N., Kurchenko N.S. Geometrically and structurally nonlinear dynamics of plane frames with sudden structural changes // Integration, partnership and innovation in construction science and education: Proceedings of the International Conference on the 90th Anniversary MGSU-MISI, 2011. – P. 273-277.
6. Papageorgiou A.V., Gantes C.J. Equivalent uniform damping ratios for irregular in height concrete // Eurosteel, 2008. – P. 1485-1490.
7. Zienkiewicz O.C., Taylor R.L. The finite element method. Fifth edition: The basic. – Oxford: Butterworth-Heinemann, Vol. 1, 2000. – 689 p.

УДК 624.042:625.745.12

Гриднев С.Ю. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: gridnev_s_y@rambler.ru

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 394006, Россия, г. Воронеж, ул. XX-летия Октября, д. 84

Будковой А.Н. – ведущий инженер

E-mail: budalex2005@mail.ru

ОАО «Воронежпроект»

Адрес организации: 394036, Россия, г. Воронеж, ул. Пушкинская, д. 1

Оценка динамического воздействия автомобиля на путь при торможении и разгоне с учетом кинематического возмущения

Аннотация

Рассматривается задача колебаний модели одиночного автомобиля при торможении и разгоне с учетом кинематического возмущения от неровностей пути. Оценивается влияние неровностей проезжей части, которая находится в удовлетворительном состоянии, на динамическое воздействие автомобиля на путь. Проведены численные исследования колебаний автомобиля при различных ускорениях торможения и разгона, а также в зависимости от положения начала торможения на заданном участке профиля. Выполнен анализ результатов численных исследований.

Ключевые слова: динамическая модель автомобиля, торможение и разгон, профиль пути, кинематическое возмущение, динамическое воздействие на путь.

Введение. Анализ многочисленных экспериментальных исследований на автодорожных мостах различного класса и результатов вычислительных экспериментов ряда авторов по моделированию проезда подвижной нагрузки по транспортным сооружениям убедительно показывает влияние неровностей ездового полотна на существенное увеличение динамических коэффициентов. Эти результаты получены для случаев движения автомобилей с постоянной скоростью. Немногочисленные опубликованные научные работы, посвященные вопросам динамики автомобиля при переходных режимах движения с учетом неровностей профиля [1], выполнены для оценки тормозного пути на проезжей части и параметров эксплуатационных свойств транспортного средства. В данном исследовании ограничимся изучением влияния кинематического возмущения только от микропрофиля неровной проезжей части дороги или автодорожного моста, т.е. имеющей покрытие в удовлетворительном состоянии. Ставилась задача оценить влияние кинематического возмущения от неровностей проезжей части на динамическое воздействие автомобиля на путь при торможении и разгоне в сравнении с колебаниями при движении его по гладкому пути.

В настоящее время, несмотря на постоянно улучшающееся состояние покрытия автомобильных дорог, процент дорог, эксплуатирующихся с покрытием в неудовлетворительном состоянии, остается довольно высоким. Существующая дорожная сеть не всегда справляется с постоянно возрастающим транспортным потоком, обусловленным интеграцией России в европейское пространство и, во многом, подготовкой страны к проведению крупнейших мировых соревнований. Поэтому задача учета неровностей проезжей части при определении динамического воздействия транспортных средств на путь остается по-прежнему актуальной как наиболее приближенная к реальным условиям эксплуатации. Современные методики расчета и универсальные программные комплексы во многом способствуют этому.

С начала 90-х годов количество публикаций, посвященных воздействию подвижной нагрузки на транспортные сооружения, по понятным причинам, резко сократилось. В настоящее время эта теория требует дополнения и усовершенствования в вопросах, касающихся переходных режимов движения транспортных средств и оценки влияния их динамического воздействия на пролетные строения современных автодорожных мостов.

Постановка задачи. Под переходными будем понимать режимы, связанные с резким изменением скорости движения. Определяющим параметром неравномерного движения является производная скорости, то есть ускорение. В общем случае скорость автомобиля может меняться линейно, синусоидально или по любому другому более сложному закону. Наиболее распространенным является движение с постоянным во времени ускорением, то есть равноускоренное (разгон) или равнозамедленное (торможение) движение.

Для выполнения исследования используем плоскую динамическую модель трехосного автомобиля. Принятые допущения и общее описание модели представлены в [2] и [3]. В случае неравномерного движения и появления горизонтального ускорения в уравнение угловых колебаний кузова системы дифференциальных уравнений добавляется слагаемое $M \cdot \dot{V}(t) \cdot c$, учитывающее изменение скорости движения, и образуется дополнительный момент, который перераспределяется на оси автомобиля (рис. 1). В этом случае система дифференциальных уравнений движения принимает вид (1).

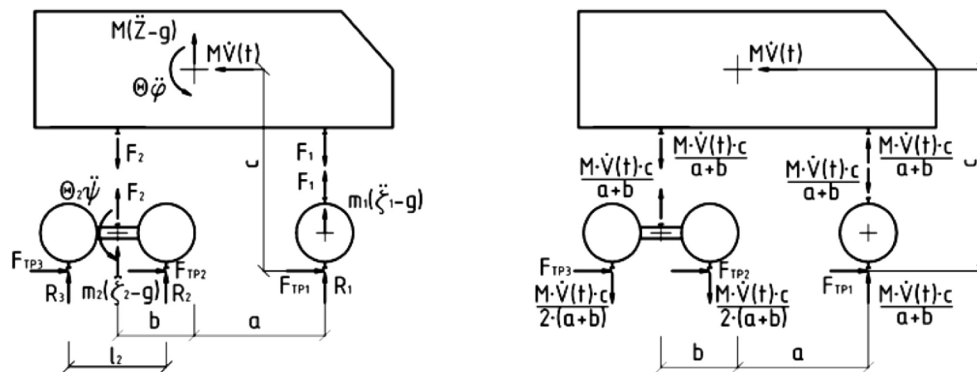


Рис. 1. Схема перераспределения дополнительного момента на оси трёхосного автомобиля при описании переходных режимов движения

$$\begin{cases} M \cdot \ddot{Z}(t) + F_1(v_1, \dot{v}_1) + F_2(v_2, \dot{v}_2) - M \cdot g = 0; \\ \theta \cdot \ddot{\varphi}(t) + F_1(v_1, \dot{v}_1) \cdot a - F_2(v_2, \dot{v}_2) \cdot b + M \cdot \dot{V}(t) \cdot c = 0; \\ m_1 \cdot \ddot{\zeta}_1(t) - F_1(v_1, \dot{v}_1) + R_1(u_1, \dot{u}_1) - m_1 \cdot g = 0; \\ m_2 \cdot \ddot{\zeta}_2(t) - F_2(v_2, \dot{v}_2) + R_2(u_2, \dot{u}_2) + R_3(u_3, \dot{u}_3) - m_2 \cdot g = 0; \\ \theta_2 \cdot \ddot{\psi}(t) + R_2(u_2, \dot{u}_2) \cdot l_2 / 2 - R_3(u_3, \dot{u}_3) \cdot l_2 / 2 = 0, \end{cases} \quad (1)$$

Из уравнения равновесия $\sum X = 0 \dots$ имеем:

$$M \cdot \dot{V}(t) = \sum_{i=1}^3 F_{mpi} \quad (2)$$

Учет неровностей пути. При равномерном движении колебания транспортных средств возбуждаются неровностями проезжей части, а при движении по проезжей части моста еще и перемещениями пролетного строения. Профиль проезжей части под колесами задается дискретно ординатами через 1 м, которые получены нивелированием существующей проезжей части или генерацией на ЭВМ по заданным статистическим характеристикам. Промежуточные ординаты профиля в любой точке, необходимые при численном интегрировании дифференциальных уравнений движения, вычисляются с использованием алгоритма аппроксимации неровного пути кубическими сплайнами. Профиль колеи под колесами в промежутках между узловыми ординатами вычисляются с помощью кубических многочленов, склеенных по фиксированной схеме.

В дальнейших численных исследованиях используется характерный профиль асфальтобетонного покрытия, находящегося в удовлетворительном состоянии.

Неровности проезжей части h_i под i -ой осью, которые, в общем случае, вместе с перемещениями пролетного строения Y_i , являются функциями кинематического возмущения для динамической модели автомобиля, учитываются при определении деформаций шин U_i по известным обобщенным координатам (3). Возмущение от неровности проезжей части, действующие на вторую и третью оси, учитываются с запаздыванием по сравнению с первой осью:

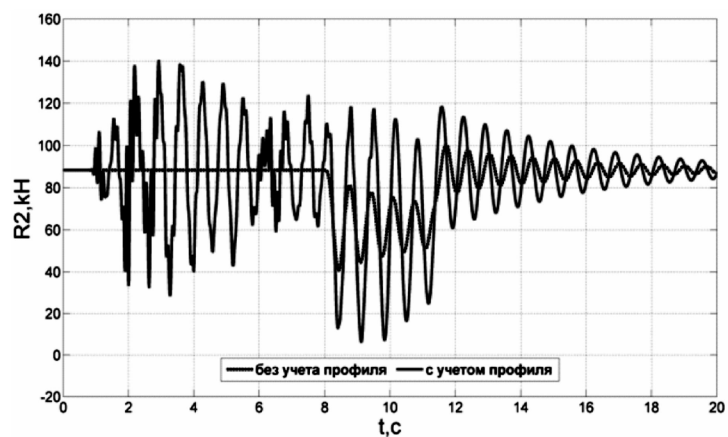
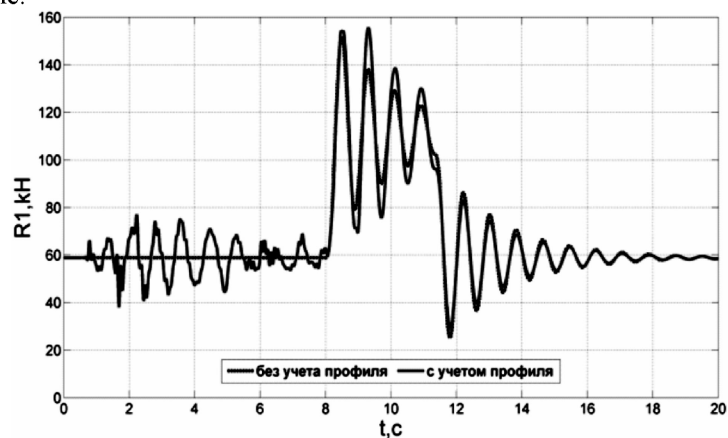
$$U_i = U_i(Z(t), \varphi(t), \xi_i(t), \psi(t), h_i, Y_i). \quad (3)$$

При равномерном движении определяющими параметрами являются характеристики профиля и скорость движения по нему автомобиля. На реальных профилях с увеличением скорости движения, как правило, растут и амплитуды колебаний автомобилей.

Численные исследования. Моделирование колебаний трехосного автомобиля при торможении и разгоне с учетом кинематического возмущения были реализованы в пакете Simulink системы MatLab в программном комплексе. В соответствии с табл. 3 [4], нормируется величина установившегося ускорения, при которой тормозная система считается пригодной к эксплуатации, и принимается равной не менее 6 м/с^2 . С другой стороны, современные двигатели грузовых автомобилей мощностью $400 \dots 500 \text{ л.с.}$ позволяют развивать при разгоне ускорение $3 \dots 4 \text{ м/с}^2$. Эти фактические данные и ограничивают диапазон исследуемых ускорений.

При переходных режимах и движении по профилю проезжей части, находящемуся в удовлетворительном состоянии, параметром, фактически определяющим границы колеблющихся величин, становится ускорение. Однако в большинстве случаев влияние кинематического возмущения является весьма существенным (рис. 2). Нетрудно представить расчетные ситуации, когда учет профиля при неравномерном движении вызовет сильное увеличение динамических давлений осей (например, резкое торможение перед значительной одиночной неровностью или на участке дорожного покрытия находящегося в неудовлетворительном состоянии).

Торможение:



Разгон:

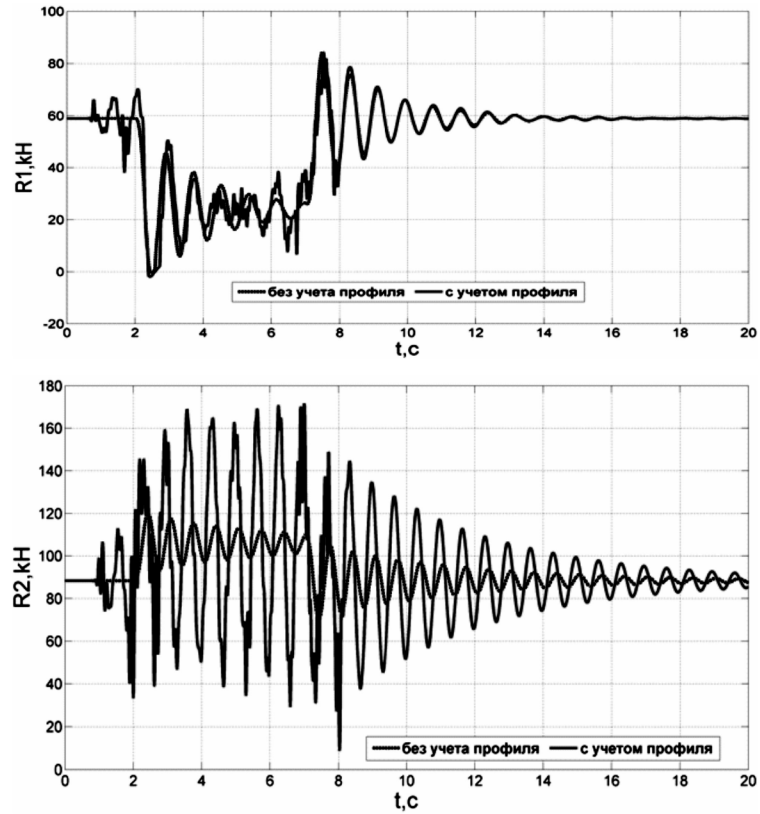


Рис. 2. Графики изменения динамических давлений осей R_1 и R_2 трехосного автомобиля при равнопеременном движении с ускорением 4 м/с^2 без учета и с учетом профиля проезжей части

Оценим влияние места торможения при заданном кинематическом возмущении на величину и характер изменения динамических давлений осей. Исходные данные и параметры режима движения ранее приняты. Момент начала торможения фиксируется в начале, середине и конце заданного профиля. Исследование торможения выполняется до полной остановки (рис. 3).

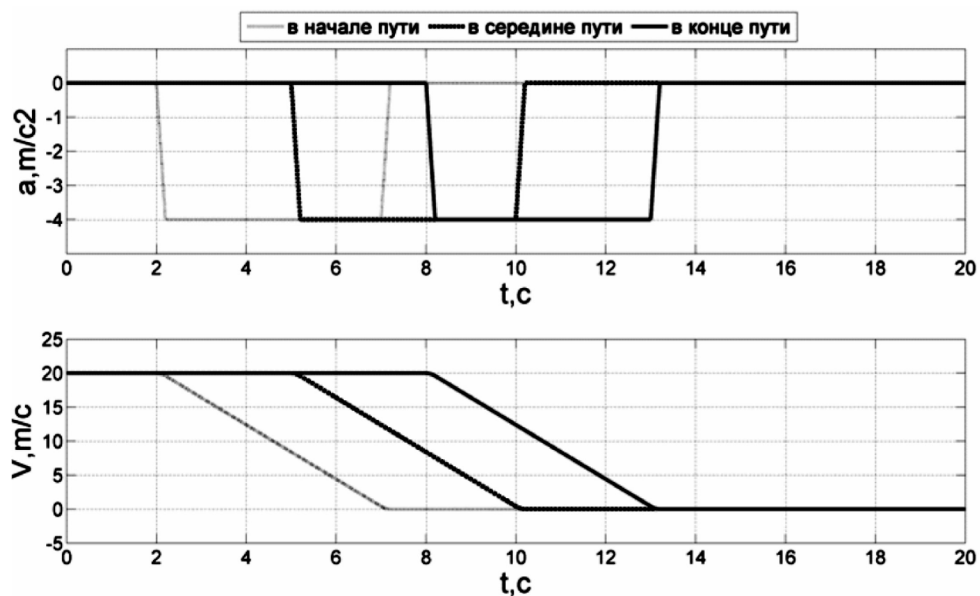


Рис. 3. Характеристики режима торможения для ускорения 4 м/с^2

Для рассматриваемого случая оказалось, что максимальные значения динамических давлений достигаются при торможении в конце заданного участка профиля во всем исследуемом диапазоне ускорений (рис. 4). Сама же величина ускорения также определяет величину амплитуд колебаний силовых факторов (рис. 5).

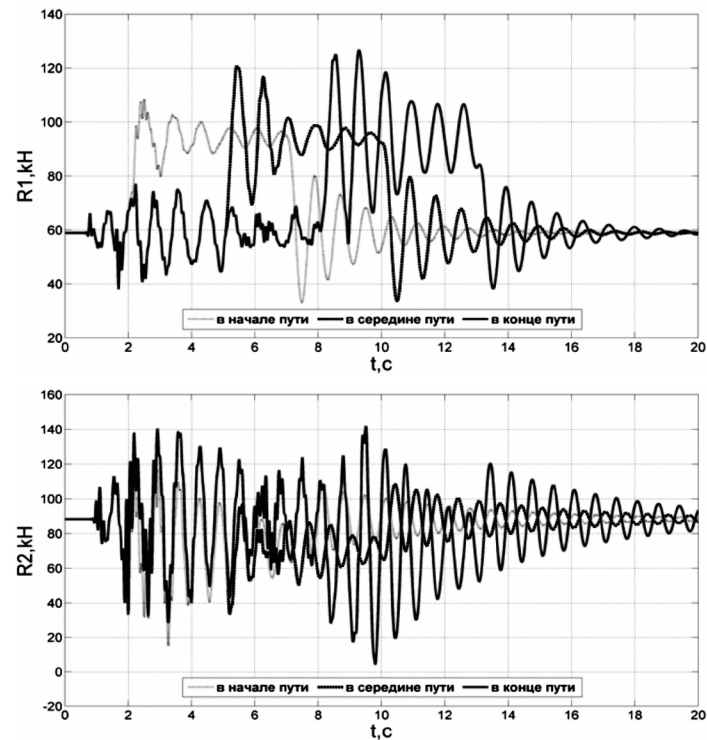


Рис. 4. Графики изменения динамических давлений осей трехосного автомобиля при торможении с ускорением 4 м/с^2 в различных частях заданного профиля

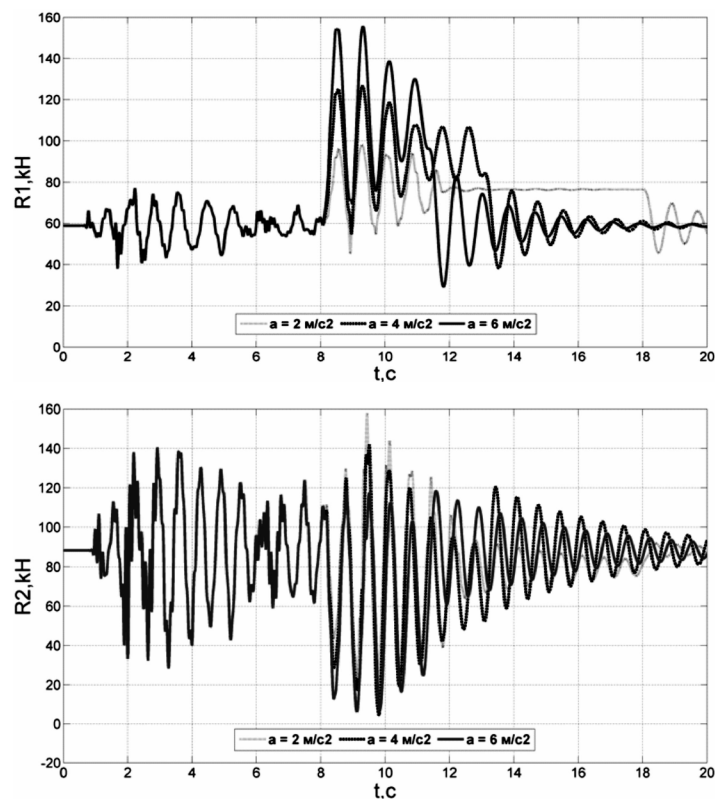


Рис. 5. Графики изменения динамических давлений осей трехосного автомобиля при торможении на заданном профиле в зависимости от ускорения

Заключение. Обобщая основные результаты численных исследований, сделаем некоторые выводы, полученные для выполненных вычислительных экспериментов по колебаниям автомобиля при движении по неровному пути с ускорениями.

Из графиков рис. 4 видно, что место торможения существенно влияет на величины динамических давлений осей. В данном случае их увеличение происходит по мере смещения участка торможения к концу заданного профиля во всем исследуемом диапазоне ускорений. Наиболее характерна эта зависимость для передней оси. Для полноты информации отметим, что максимальные значения динамических давлений осей достигаются при разгоне в начале заданного профиля.

Таблица

Максимальные динамические коэффициенты давлений осей

Торможение					
Величина ускорения, m/c^2	Динамический коэффициент давлений осей				
	Без учета профиля		С учетом профиля		
	Передняя ось R1	Задняя ось R2	Передняя ось R1	Задняя ось R2	Задняя ось R3
2	1,52	1,07	1,67	1,79	1,73
4	2,05	1,21	2,15	1,61	1,7
6	1,57	1,14	2,64	1,59	1,57
Разгон					
Величина ускорения, m/c^2	Динамический коэффициент давлений осей				
	Без учета профиля		С учетом профиля		
	Передняя ось R1	Задняя ось R2	Передняя ось R1	Задняя ось R2	Задняя ось R3
2	1,23	1,18	1,33	1,82	1,81
4	1,43	1,36	1,57	1,93	1,89

Неравномерное движение с учетом неровностей проезжей части является сложным нестационарным колебательным процессом и требует отдельного глубокого изучения в вероятностной постановке. Очевидно, что определяющими параметрами здесь будет не только величина самого ускорения, но и начальная/конечная скорости движения, в большей степени распределение масс и инерционные свойства автомобиля, характеристики профиля на участке неравномерного движения и за его пределами и т.д. Комплекс проведенных расчетов на используемом характерном профиле проезжей части в удовлетворительном состоянии позволил выявить некоторые особенности. Так, для рассмотренного автомобиля учет профиля при неравномерном движении привел к небольшому увеличению динамических давлений передней оси. Динамические коэффициенты составили: 2,64 при торможении и 1,57 при разгоне. Существенное влияние профиля, главным образом, сказалось на колебаниях задней оси и привело к росту динамических коэффициентов: 1,79 при торможении и 1,93 при разгоне.

Решение задачи моделирования движения транспортных средств при переходных режимах движения с учетом профиля проезжей части в вероятностной постановке является пока не исследованной в достаточной мере проблемой. При появлении ускорения возникающие колебания уже нельзя считать стационарным случайным процессом из-за различия квазистатических значений давлений осей на участках ускоренного и равномерного движения. Таким образом, речь идет уже о нестационарном воздействии подвижной нагрузки, что является очевидным дальнейшим направлением развития существующей теории динамического расчета мостов.

Список литературы

1. Мазур В.В. Математическая модель динамики автомобиля при торможении на неровной дороге // Системы. Методы. Технологии: науч. журн. / Брат. гос. ун-т, 2009, № 4. – С. 42-45.
2. Гриднев С.Ю., Будковой А.Н. Методика расчета большегрузных транспортных средств при изменении режима движения // Современные методы статического и динамического расчета зданий и сооружений. Воронежский ГАСУ, Вып. 4, 2007. – С. 79-86.

3. Гриднев С.Ю., Будковой А.Н. Исследование динамического воздействия автотранспортных средств на пролетные строения мостов при переходных режимах движения // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики. Сборник трудов международной конференции, Ч. 1. – Воронеж: ВГУ. – С. 128-135.
4. ГОСТ Р 51709-2001 «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки». – М., 2001. – 40 с.

Gridnev S.Yu. – candidate of technical science, associate professor
Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
The organization address: 394006, Russia, Voronezh, XX-letia Ortiabria st., 84
Budkovoy A.N. – leading engineer
Open Joint-Stock Company «Voronezhproekt»
The organization address: 394036, Russia, Voronezh, Pushkinskaya st., 1

Assessment of the dynamic impact of a car on the road during braking and acceleration with taking into account the kinematic perturbations

Resume

In this article influence of kinematic indignation from roughness of the carriageway on dynamic impact of the car on a way was estimated during the braking and dispersal. Such research is actual as such modes of movement are most approached to real service conditions. (Dispersal) or equal slow (braking) movement modes were considered uniformly accelerated. For performance of research the flat dynamic model of the triaxial car was used. In the equation of angular fluctuations of a body of system of the differential equations composed, considering change of speed of movement was added, and the additional moment which is redistributed on a car axis is formed. The carriageway profile under wheels was set discretely by results of leveling of the existing carriageway or generation on the PC according to the set statistical characteristics. Numerical researches of fluctuations of the car at various accelerations of braking and dispersal, and also depending on the provision of the beginning of braking on the set site of a profile are carried out. Some features are revealed. In the case under consideration the accounting of a profile at non-uniform movement led to small increase in dynamic pressure of a forward axis. Essential influence of a profile, the main thing, and image affected fluctuations of a back axis and led to growth of dynamic factors of pressure of an axis on a way. The braking place essentially influences sizes of dynamic pressure of axes.

Keywords: dynamic model of the car, braking and acceleration, profile path, kinematic indignation, dynamic impact on the way.

References

1. Mazur V.V. Mathematical model of the dynamics of the vehicle during braking on a rough road // System. Methods. Technology: scientific journal. / Brat. State University, 2009, № 4. – P. 42-45.
2. Gridnev S.Yu., Budkovoy A.N. Methods of calculation of heavy-duty vehicles in changing the movement // Modern methods of static and dynamic calculation of buildings and structures. – Voronezh SUA, Vol. 4, 2007. – P. 79-86.
3. Gridnev S.Yu., Budkovoy A.N. Analysis of the dynamic impact of motor vehicles on the span structures of bridges in transient modes of traffic // Urgent problems of applied mathematics, Informatics and mechanics. Proc. of the international conference, H. 1. – Voronezh: SABU. – P. 128-135.
4. GOST R 51709-2001 «Vehicles. The security requirements for the technical condition and methods of test». – М., 2001. – 40 p.



УДК 332.821

Белай О.С. – аспирант

E-mail: belaj.olga@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Комплексное развитие и освоение территории как составляющая инновационного развития страны и регионов

Аннотация

Согласно современному сценарию инновационного развития регионов и России в целом необходима глубокая модернизация социальной инфраструктуры, включая образование, здравоохранение, жилищный сектор, обеспечивающая значительное повышение качества человеческого капитала и стандартов жизни населения. Одним из наиболее перспективных сегментов для развития жилищной сферы является комплексное освоение территории. К основным задачам на сегодняшний день можно отнести обеспечение населения доступным, а также комфортным жильем, которое соответствовало бы потребностям жителей.

Ключевые слова: инновационное развитие, комплексное освоение территории, проблемы и перспективы малоэтажного строительства, доступность жилья, жилищное строительство.

Сценарий инновационного развития регионов и России в целом предусматривает глубокую модернизацию социальной инфраструктуры, включая образование, здравоохранение, жилищный сектор, обеспечивающую значительное повышение качества человеческого капитала и стандартов жизни населения. Пространственная составляющая сценария инновационного развития Республики Татарстан заключается в полном использовании ее потенциала, сконцентрированного в крупных городах республики.

Наиболее привлекательными инвестиционными проектами инновационного развития на рынке коммерческой и жилой недвижимости Татарстана являются новое строительство, реконструкция объектов недвижимости и развитие территорий. Одним из наиболее перспективных сегментов рынка недвижимости Татарстана в настоящее время считается комплексное развитие территорий, разработка проектов планировки на присоединенные к Казани земли, предусматривающих развитие их транспортной и инженерной инфраструктуры. Именно здесь открываются широкие возможности для привлечения инвестиций из других регионов, тем более что, как показывают исследования, столичные компании испытывают серьезный интерес к выходу в регионы.

В настоящее время основными направлениями долгосрочной стратегии градостроительного развития Республики Татарстан можно назвать обеспечение градостроительными средствами реализации инновационного сценария социально-экономического развития республики, функциональное зонирование территории на основе приоритетов социально-экономического развития; застройку новых жилых территорий качественно нового типа с комплексным благоустройством, благоприятной средой проживания; проведение активной градостроительной политики на территориях со средним и низким уровнями социально-экономического развития, основанной на выявлении региональных точек роста и стимулировании их развития.

К одному из самых перспективных направлений жилищного строительства на сегодняшний день можно отнести сегмент малоэтажного строительства, развитие которого требует комплексного системного подхода. Для государства, да и для собственника, это гораздо выгоднее в экономическом плане, нежели точечный подход к строительству.

Республика Татарстан вошла в перечень регионов Российской Федерации по реализации пилотных проектов строительства малоэтажного быстровозводимого жилья,

благодаря наличию необходимой базы стройиндустрии, земельных ресурсов, высокой инвестиционной привлекательности, а также необходимых благоприятных предпосылок для серьезного развития малоэтажного строительства.

Тенденции на российском рынке организованной загородной недвижимости показывают, что от строительства коттеджей как «второго жилья» для состоятельных семей инвесторы переориентируются на возведение жилья для среднего класса со всей сопутствующей инфраструктурой. Более того, в перспективе малоэтажная комплексная застройка на территории республики должна приобрести массовый характер.

В последнее время на смену неорганизованной малоэтажной застройке постепенно приходит комплексное освоение пригородных территорий путем строительства централизованных поселков. Заявленная правительством программа малоэтажного строительства в рамках приоритетного национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России» придаёт инициативе частных инвесторов дополнительный импульс.

Программа массового малоэтажного строительства весьма перспективна и имеет большой потенциал. Во всех развитых странах люди преимущественно проживают в таунхаусах, коттеджах, малоэтажных домах. В монолитных высотках в основном работают – в них располагаются административно-офисные центры.

Успешный опыт московского рынка загородной недвижимости демонстрирует устойчивый спрос на загородные поселки, построенные по единому генеральному плану с комплексной застройкой. В последнее время происходит географическая экспансия подобных идей в экономически благополучные регионы России и ближнего зарубежья.

Рынок загородной недвижимости Казани в сегменте коттеджной застройки начал формироваться сравнительно недавно. До этого загородная недвижимость развивалась в формате стихийной индивидуальной застройки домами различных категорий. На сегодня существуют около десятка компаний, реализующих проекты новых стандартов проживания.

По данным Министерства строительства, архитектуры и ЖКХ Республики Татарстан, в пригородных зонах крупных городов республики предусмотрено строительство более 30 централизованных коттеджных поселков различного класса, из них 13 уже застраиваются.

В настоящее время возможность так называемой «точечной застройки» с использованием уже существующих дорожной, инженерной и социальной инфраструктур крайне ограничена. Данный факт доказывает необходимость реализации комплексного подхода к освоению и развитию территорий в целях жилищного строительства.

Основной акцент при реализации приоритетного национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России» в части стимулирования предложения на рынке жилья в Республике Татарстан сознательно делается на реализации социальных жилищных программ и на поддержке крупных инвестиционных проектов комплексного освоения и развития территорий (КОРТ). В течение 2007-2010 гг. в рамках национального проекта оказана государственная поддержка по инфраструктурному развитию более 20 площадок комплексной жилой застройки с общей территорией более 3,5 тыс. га и потенциальным вводом жилья свыше 12 млн. м². Проекты реализуются в крупнейших городах республики – Казани, Нижнекамске, Набережных Челнах, Елабуге и в пригородной зоне столицы (Верхнеуслонский и Зеленодольский районы). Эти проекты многоквартирного и малоэтажного жилищного строительства включают в себя строительство жилья и сопутствующей инфраструктуры (объекты коммунальной инфраструктуры, автомобильные дороги, объекты социальной сферы – детские сады, школы, учреждения здравоохранения, а также объекты коммерческой недвижимости, физкультуры и спорта). Среди проектов – четыре крупных проекта жилищного строительства с планируемым вводом жилья более 1 млн. м² каждый:

- в г. Казани – проект строительства жилого комплекса «Седьмое небо» на территории Старого аэропорта;

- в пригородной зоне г. Казани – на территории Зеленодольского муниципального района и сопредельного Кировского района г. Казани – крупнейший проект «Зеленый

Дол», который предполагает создание целого города-спутника между Казанью и Зеленодольском (с общим вводом жилья свыше 5 млн. м², осваиваемой территорией свыше 1 тыс. га, планируемым населением более 100 тыс. человек, формированием научно-промышленной и логистической инфраструктуры и ориентировочным объемом инвестиций более 140 млрд. рублей);

- два проекта на территории г. Набережные Челны – жилые районы «Прибрежный и XVIII» (с непосредственной застройкой по программе социальной ипотеки) и жилой район «Замелекесье».

В ходе реализации данной программы выявлен ряд проблем, основными из которых, наряду со все еще слабо развитой конкуренцией среди застройщиков и чрезмерными административными барьерами в отношении доступа застройщиков на рынок жилищного строительства, получения земельного участка и разрешения на строительство, остаются проблемы отсутствия земельных участков, обустроенных инженерной инфраструктурой, механизмов привлечения частных инвестиционных и кредитных ресурсов в строительство и модернизацию инженерной инфраструктуры.

Возможность первостепенного развития инженерной инфраструктуры позволила бы обеспечить существенное увеличение темпов жилищного строительства.

Отсутствие инженерной инфраструктуры – самая большая проблема, которая препятствует массовому развитию малоэтажного строительства в России, комплексной застройке территорий. Особенно остро стоит именно проблема транспортной инфраструктуры – подъездов к территориям, застроенным малоэтажными домами. Решение этой проблемы требует значительных капитальных вложений.

Отсутствие инженерных коммуникаций, дорог, больниц, школ, детских садов и остального является главным препятствием на пути малоэтажного домостроения.

Высокая стоимость квадратного метра жилья складывается из больших затрат на строительство коммуникаций и на землю.

Одним из вариантов решения является выделение средств на строительство дорог, газо-, водо- и электроснабжения. На сегодняшний день государство пытается решить эти проблемы за счет застройщиков, а это, в свою очередь, тормозит развитие строительства.

Проблема также в отсутствии во многих регионах градостроительных планов развития территорий.

Серьезная проблема заключается и в том, что малоэтажное строительство менее выгодно для инвесторов. Существует закономерность: чем больше этажей строится, тем больше прибыль. Кроме того, для многоэтажных проектов власти обычно используют схемы инвест-контрактов, согласно которым земля, можно сказать, бесплатно передается в проект: плата за нее берется в виде доли построенных квартир. Застройщик-инвестор не тратит средства на землю на начальном этапе и получает большую выгоду.

Развитие рынка жилья за городской чертой, несмотря на огромное конкурентное преимущество для потенциальных покупателей (более низкие по сравнению с квартирами в городе цены), медленно развивается и из-за трудностей (прежде всего административного характера) с освоением земельных участков, одной из проблем малоэтажного строительства можно назвать получение земли только с обременениями.

Решение проблемы, связанной со строительством многоэтажных домов вместо малоэтажных, могло бы послужить зонирование территорий, прописанное законодательно.

Развитие малоэтажного строительства возможно только в случаях, когда власть введет определенные законодательные ограничения, например, будет принято решение о том, что на определенных территориях дома свыше двух или, например, пяти этажей не строятся; либо будут созданы условия, при которых этот бизнес станет более выгодным.

С выбором и выделением земель под малоэтажную застройку также существует ряд проблем.

На данном этапе развития в Российской Федерации нет четкого прогнозирования социально-экономического развития регионов и, как следствие, становится не понятно, где осуществлять комплексную застройку. Если вблизи городов, то транспортная сеть

окажется перегруженной – добраться до центра городов будет сложно. Если вдали – то нет мест работы. Требуется четкая градостроительная политика Российской Федерации. Должно быть зонирование, планирование застройки, увязывание ее с планами развития регионов, муниципалитетов и так далее.

Ко всему прочему, земельного рынка в России не существует: земельные участки в дотационных регионах практически ничего не стоят, в сильных же регионах сдерживающим фактором становятся недоступность и высокая стоимость земли, сложности с ее получением.

Выходом в данной ситуации может стать максимальное упрощение процесса выделения и регистрации земельных участков под индивидуальную застройку, а также механизма получения всех документов, требующихся как для строительства, так и для регистрации дома.

Также можно упростить схему перевода сельскохозяйственных территорий в земли поселений. Процедура перевода земель из сельскохозяйственного назначения в земли населенных пунктов на сегодняшний день сложна и очень длительна, отсутствует необходимая градостроительная документация в муниципальных образованиях. Необходимо на федеральном уровне принимать решение, которое бы позволило упростить перевод земель из одной категории в другую [1].

Разработка новых стратегий социально-экономического развития и генеральных планов городов выявила потребность не только в комплексном освоении новых территорий в целях жилищного строительства, но и целесообразность комплексного развития уже застроенных территорий с целью их более эффективного использования, ликвидации жилищного фонда с высоким уровнем износа. К данной группе относится аварийный жилищный фонд (жилые дома, признанные в установленном порядке непригодными для проживания граждан в связи с физическим износом в процессе их эксплуатации, и многоквартирные дома, признанные в установленном порядке аварийными и подлежащими сносу или реконструкции в связи с физическим износом в процессе их эксплуатации), а также ветхий жилищный фонд (жилые дома, физический износ которых в процессе эксплуатации составляет 70 процентов).

Жителей аварийных домов переселяют преимущественно в малоэтажные дома, в соответствии с программами переселения граждан из аварийного жилищного фонда. Финансируют такие программы региональные власти и федеральные – через Фонд содействия реформированию ЖКХ. На начало июля 2012 года на переселение граждан из аварийного жилищного фонда по 572 заявкам 79 субъектов РФ выделено 108,4 млрд рублей (с учетом софинансирования субъектов – 140,7 млрд рублей), что позволит расселить 20 599 аварийных домов, где проживают 344,9 тыс. человек. В том числе с учетом необходимости развития малоэтажного жилищного строительства одобрены 182 заявки (58 субъектов) на сумму 24,4 млрд рублей (с учетом софинансирования субъектов – 36,4 млрд рублей), что позволит расселить 5169 аварийных домов, где проживают 75,4 тыс. человек.

Таким образом, необходимо обеспечить комплексный подход к формированию нового сегмента строительства жилья эконом-класса, решению проблем ликвидации ветхого и аварийного жилищного фонда и системной застройке городских территорий, а также более эффективное использование бюджетных средств, выделяемых на эти цели.

Вносит в финансирование малоэтажного строительства свою лепту и Агентство по ипотечному жилищному кредитованию (АИЖК). В рамках программы «Стимул» АИЖК работает с банками, предоставляя им займы для целевого кредитования строительства, в том числе и малоэтажного жилья. При этом главным требованием при финансировании таких проектов остается комплексность малоэтажной застройки. В соответствии с действующим законодательством к таким территориям относятся экспериментальные инвестиционные проекты комплексного освоения территорий в целях жилищного строительства (КОТ) или проекты комплексного освоения земельных участков (КОЗУ). Иными словами, объект должен находиться на территории комплексной застройки, отвечающей всем требованиям к транспортной, коммунальной и социальной

инфраструктуре. Целевые средства агентства можно получить и в том случае, если участок расположен в не имеющем статуса, но организованном поселке. При условии, что прилегающий к нему населенный пункт обеспечен всей необходимой инфраструктурой в соответствии с действующими нормами по проектированию и строительству территорий малоэтажного жилищного строительства [4].

Для дальнейшего успешного развития малоэтажного строительства требуется сделать его, в первую очередь, доступным и комфортным для людей со средним уровнем дохода. На конечную цену предложения влияют множество факторов, таких как: цены предоставления земельных участков, сроки получения исходно-разрешительной документации и другие. Однако не стоит забывать и о целесообразности снижения себестоимости, к примеру, внедрения новых экономичных технологий (объемно-модульное домостроение позволяет возводить дом на стройплощадке за несколько дней, при этом сохраняется высокое качество строительства и снижается себестоимость строительства на 30 %, срок службы такого дома доходит до 100 лет, и он на 20 % прочнее обычного дома).

Так, небольшая себестоимость, короткие сроки строительства объектов, наличие достаточного количества земельных участков, высокий спрос населения свидетельствуют о большом потенциале развития сегмента малоэтажного строительства.

Благодаря принятию и усовершенствованию законодательной базы (Градостроительный кодекс Российской Федерации, Земельный кодекс Российской Федерации, Федеральный закон «Об основах регулирования тарифов организаций коммунального комплекса» и Федеральный закон «О концессионных соглашениях») была сформирована база для решения задач комплексного освоения территорий в целях жилищного строительства, развития застроенных территорий, обеспечения жилищного строительства инженерной инфраструктурой. Законодательно установлено распределение ответственности за обеспечение жилищного строительства инженерной и социальной инфраструктурой между органами местного самоуправления, организациями коммунального комплекса и застройщиками. Были созданы законодательные предпосылки для формирования специализированного вида бизнеса (девелопмента), связанного с подготовкой земельных участков для строительства, включая жилищное строительство.

В подавляющем большинстве городов отсутствуют надежные механизмы финансирования и реализации проектов по обеспечению земельных участков инженерной инфраструктурой, а также средства на строительство объектов социальной инфраструктуры (детские сады, школы, учреждения здравоохранения, а также объекты коммерческой недвижимости, физкультуры и спорта), которые необходимы для обеспечения комплексного развития и освоения территорий. Банковский сектор не имеет необходимых инструментов, позволяющих с приемлемым уровнем риска кредитовать проекты развития инженерной и социальной инфраструктуры, что приводит к увеличению сроков и удорожанию стоимости строительства жилья.

Возможность первостепенного развития инженерной инфраструктуры позволила бы обеспечить существенное увеличение темпов жилищного строительства.

Таким образом, как показывает практика, для реализации планов и принципов, заложенных в федеральных законах, требуется государственная поддержка за счет средств федерального бюджета, средств бюджетов субъектов Российской Федерации и местных бюджетов.

Финансовые механизмы реализации мероприятий подпрограммы, предусматривающие субсидии на возмещение затрат на уплату процентов по кредитам направлены, в первую очередь, на привлечение банковских кредитных ресурсов для финансирования проектов по комплексному освоению и развитию территорий в целях жилищного строительства и повышение привлекательности их кредитования.

Так, по итогам ежегодного конкурсного отбора проектов комплексного освоения территорий под жилищное строительство в рамках реализации подпрограммы «Стимулирование программ развития жилищного строительства субъектов Российской Федерации» федеральной целевой программы «Жилище» на 2011-2015 годы

Министерством регионального развития Российской Федерации в 2011 году отобраны отдельные проекты, отраженные в табл.

Таблица

Результаты ежегодного конкурсного отбора проектов комплексного освоения территорий под жилищное строительство в рамках реализации подпрограммы «Стимулирование программ развития жилищного строительства субъектов Российской Федерации» [6]

№ п/п	Наименование (мероприятия) проекта	Наименование заемщика (заказчика/застройщика)
возмещение затрат (части затрат) на уплату процентов по кредитам, полученным субъектами Российской Федерации, муниципальными образованиями или юридическими лицами в кредитных организациях на обеспечение инженерной инфраструктурой земельных участков, предназначенных для строительства жилья экономкласса		
1	Строительство объектов коммунальной инфраструктуры жилого комплекса «Яшьлек» в г. Набережные Челны	Закрытое акционерное общество «ФОН»
2	Строительство магистральных инженерных сетей жилого района «Замелекесье»	ООО УКС «Камгэсэнергострой»
3	Обеспечение коммунальной инфраструктурой малоэтажной застройки в г. Нижнекамске	ООО «Жилищная инвестиционная компания – НК»
возмещение затрат (части затрат) на уплату процентов по кредитам, полученным субъектами Российской Федерации, муниципальными образованиями и (или) юридическими лицами в кредитных организациях на реконструкцию и (или) строительство энергоэффективных предприятий строительной индустрии, выпускающих энергоэффективные и энергосберегающие строительные материалы, конструкции и изделия		
1	«Реконструкция и техническое перевооружение Домостроительного комбината»	ООО «Домостроительный комбинат»
2	«Строительство «Кошачковского кирпичного завода»	ООО «Керамик Центр» / ОАО «Казанский комбинат строительных материалов»
3	«Реконструкция и техническое перевооружение завода ЖБИ-4»	ОАО «Татстрой»
строительство (реконструкцию) объектов социальной инфраструктуры в рамках реализации проектов по комплексному развитию территорий, предусматривающих строительство жилья эконом-класса		
1	Дошкольное образовательное учреждение 36-9/2 в г. Набережные Челны	Государственное казенное учреждение «Главное инвестиционно-строительное управление РТ» / ОАО «КазаньЦентрСтрой»
2	Школа на 1000 мест в жилом микрорайоне «Солнечный город» г. Казани	Государственное казенное учреждение «Главное инвестиционно-строительное управление РТ» / ООО «АК БАРС Строй»
строительство автомобильных дорог в новых микрорайонах массовой малоэтажной и многоквартирной застройки жильем эконом-класса		
1	Автомобильные дороги жилого комплекса «Замелекесье» (Ш2-Е, Ш2-Ж, М-20, М-21, М-20 (севернее Ш-2))	МКП «Дирекция инжиниринга и аудита строительства» / ЗАО «Трест Камдорстрой»

В рамках подпрограммы «Комплексное освоение и развитие территорий в целях жилищного строительства» федеральной целевой программы «Жилище» на 2011-2015 годы необходима реализация мероприятий, направленных на комплексное градостроительное планирование территорий в целях массового строительства жилья эконом-класса; развитие строительства жилья эконом-класса, в первую очередь, малоэтажного, которое отвечает современным стандартам энергоэффективности и экологичности и доступно гражданам со

средним уровнем доходов; обеспечение строительства жилья эконом-класса необходимыми инженерной и социальной инфраструктурами; упрощение порядка предоставления кредитов застройщикам, жилищным некоммерческим объединениям граждан, в том числе жилищно-строительным кооперативам, для обеспечения строительства жилья эконом-класса, в том числе малоэтажного.

Современное состояние градостроительства и стоящие перед муниципальными образованиями задачи по реализации приоритетного национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России» требуют комплексного и системного подхода к осуществлению малоэтажного строительства.

При создании благоприятной ситуации со стороны органов власти Российской Федерации, субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и проведении мероприятий по поддержке малоэтажного строительства на региональном и муниципальном уровнях темпы его строительства могут существенно увеличиться.

Список литературы

1. Сиразетдинов Р.М. Основные направления повышения уровня доступности жилья в рамках инновационной жилищной политики // Российское предпринимательство, 2011, № 9 (выпуск 1). – С. 169-175.
2. Загидуллина Г.М., Клещева О.А. Развитие инновационной инфраструктуры инвестиционно-строительного комплекса // Известия КГАСУ, 2011, № 2 (16). – С. 41-56.
3. Подпрограмма «Комплексное освоение и развитие территорий в целях жилищного строительства» федеральной целевой программы «Жилище» на 2011-2015 годы // MINREGION.RU.
4. Строить проще, чем жить. Развитие малоэтажного строительства сдерживают инфраструктурные ограничения // RG.RU: «Российская газета». Экономика «Инвестиционные проекты» № 5889 (216). 20 сентября 2012 URL: <http://www.rg.ru/2012/09/20/stroitelstvo.html> (дата обращения: 26.10.2012).
5. Схема территориального планирования Республики Татарстан // MINSTROY.RU URL: minstroy.tatarstan.ru/rus/shema.htm (дата обращения: 26.10.2012).
6. Итоги ежегодного конкурсного отбора проектов комплексного освоения территорий под жилищное строительство // MINSTROY.RU URL: <http://minstroy.tatarstan.ru/rus/itogi.htm> (дата обращения: 26.10.2012).

Belaj O.S. – post-graduate student

E-mail: belaj.olga@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Innovative development, integrated development of the territory, the problems and prospects of low-rise construction, housing affordability, housing construction

Resume

According to the modern script of innovative development of regions and Russia deep modernization of social infrastructure, including education, health care, the housing sector, providing substantial increase of quality of the human capital and standards of life of the population as a whole is necessary. One of the most perspective segments for development of the housing sphere is complex development of the territory. Today it is possible to refer providing the population to the main objectives available, and also comfortable housing which would correspond to needs of inhabitants.

The program of mass low construction has high potential and prospects. In the last time unorganized low building is gradually replaced by complex development of suburban territories by construction of the centralized settlements. However there is a number of problems, to basic

of which it is possible to refer absence of engineering communications, roads, hospitals, schools, kindergartens (infrastructure as a whole), and also absence in many regions of town-planning development plans of territories. Within implementation of the subprogramme «Stimulation of programs of development of housing construction of subjects of the Russian Federation» the federal target Dwelling program for 2011-2015 the state support at the expense of means of the federal budget, means of budgets of subjects of the Russian Federation and local budgets allows to solve a question compensation of expenses (a part of expenses) on payment of percent on the credits for providing with engineering infrastructure of the land lots intended for construction of housing of economy class.

Keywords: innovative development, integrated development of the territory, the problems and prospects of low-rise construction, housing affordability, housing.

References

1. Sirazetdinov R.M. The main directions of increase of level of availability of housing within innovative housing policy // Russian predprinimatelstvo, 2011, № 9 (vypusk 1). – P. 169-175.
2. Zagidullina G.M., Klesheva O.A. The development of innovation infrastructure of investment-building complex. – News of the KSUAE, № 2 (16), 2011. – P. 271-277.
3. The subprogramme «Complex development and development of territories with a view of housing construction» the federal target Dwelling program for 2011-2015 // MINREGION.RU.
4. It is simpler to build, than to live. Development of low construction is constrained by infrastructure restrictions//RG.RU: «The Russian newspaper». Economy «Investment projects» № 5889 (216). On September 20 2012 URL: <http://www.rg.ru/2012/09/20/stroitelstvo.html> (reference date: 26.10.2012).
5. Scheme of territorial planning of the Republic of Tatarstan // MINSTROY.RU URL: minstroy.tatarstan.ru/rus/shema.htm (reference date: 26.10.2012).
6. Results of annual competitive selection of projects of complex development of territories under housing construction // MINSTROY.RU URL: <http://minstroy.tatarstan.ru/rus/itogi.htm> (reference date: 26.10.2012).

УДК 33:001.895:69(470.345)

Богатова С.Н. – кандидат технических наук

E-mail: bogatovasn@mail.ru

Дергунова А.В. – кандидат технических наук

E-mail: anna19811981@mail.ru

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева

Адрес организации: 430005, Россия, г. Саранск, ул. Большевикская, 68

Перспективы инновационного развития экономики и строительного комплекса Республики Мордовия

Аннотация

Для современной компании, инновации – это важнейшее средство повышения прибыли, которое дает возможность создавать стратегические преимущества в наиболее конкурентных областях. Способность эффективно использовать инновации означает достижение таких национальных целей, как национальная безопасность, защита окружающей среды, здравоохранение, а также повышение производительности труда, привлечение международных инвестиций.

Ключевые слова: инновации, строительство, экономика, технопарк, энергосбережение.

Инновации являются результатом реализации новых знаний и идей с целью их практического использования для удовлетворения определенных запросов потребителей. Основными критериями инновации являются: новизна, реализуемость, практическая применимость. Для любой современной компании инновации – это важнейшее средство повышения прибыли. При этом, разработка и выпуск новых видов продукции становится приоритетным направлением стратегического развития фирмы. В свою очередь, под инновационным процессом следует понимать процедуру создания и распространения нововведений (инноваций). Осуществление инновационного менеджмента предполагает: разработку программ и планов инновационной деятельности; наблюдение за процессом разработки новой продукции и ее внедрением; рассмотрение проектов по созданию новых продуктов; проведение единой инновационной политики; обеспечение финансирования программ инновационной деятельности; обеспечение инновационной деятельности подготовленным квалифицированным персоналом; создание целевых временных групп для решения инновационных проблем. Таким образом, понятие «инновационный процесс» шире понятия «инновация», так как инновация – это один из компонентов инновационного процесса.

Эффективное использование инноваций означает для страны достижение таких целей, как национальная безопасность, защита окружающей среды, здравоохранение, а также привлечение международных инвестиций, повышение производительности труда. Особую роль при этом играет региональное инновационное развитие как наиболее эффективный вариант создания действенных инновационных кластеров и перспективных научно-технических проектов. Все это обусловлено, в первую очередь, оперативностью регионального руководства в принятии управленческих решений в рамках региональных инновационных систем.

Мордовия – один из быстро развивающихся регионов. Он относится к числу лидеров по темпам социального и экономического развития Приволжского федерального округа. Следует отметить, что в настоящее время в республике уже реализуется около 200 крупных инвестиционных проектов, а также планируются новые проекты по созданию высокотехнологичных производств в ведущих отраслях экономики.

Вместе с тем, Республика Мордовия (РМ) значительно уступает многим регионам по развитию стратегических отраслей промышленности и не обладает богатыми запасами природных ресурсов. Очевидно, что республике будет достаточно тяжело достичь высоких темпов регионального социально-экономического роста. Одним из способов решения данной

проблемы может явиться привлечение имеющегося интеллектуального потенциала научных учреждений, учебных заведений, малого и среднего бизнеса, высокотехнологичного производства к развитию инновационной составляющей экономики региона.

В настоящее время строительство – это высокотехнологичная индустрия (новые технологии, новые материалы, новые объемы финансирования). Ставки растут – нужно строить качественнее, быстрее и дешевле. При этом строительная отрасль в Мордовии переживает новую стадию своего развития (происходит рост не только количественных показателей, за счет технологий происходит повышение качества возводимых объектов).

В 2011 году в республике строительными организациями по виду деятельности «Строительство» выполнен объем работ на сумму 25,68 млрд. рублей. Темп роста к соответствующему периоду 2010 года составил 141,9 %. Следует отметить, что это самый высокий прирост среди регионов Приволжского федерального округа. Пристальное внимание уделяется в республике решению задач по созданию благоприятных условий для жизни населения, активно ведется жилищное строительство. Так, например, в 2011 г. сдано в эксплуатацию зданий жилого и нежилого назначения за счет всех источников финансирования 443,5 тыс. м² [1].

Для успешного развития строительного комплекса Мордовии, который также должен обрести инновационный характер, имеются достаточные предпосылки: это огромный потенциал архитектурно-строительного факультета Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева, профильных институтов, а также богатая научная база, включающая передовые разработки мордовских ученых. Одним из немаловажных моментов является уважение к профессии строителя в республике.

Важнейшее направление развития экономики Республики Мордовия на сегодняшний день – активизация инновационной деятельности организаций, рост объемов производства, прежде всего, это касается наукоемкой продукции, насыщение рынка современными конкурентоспособными товарами, создание экспортоориентированных и импортозамещающих производств, повышение научно-технического потенциала организаций, укрепление материально-технической базы отраслей хозяйственного комплекса. Активно ведется работа по формированию элементов инновационной инфраструктуры, а именно:

- сформирован венчурный фонд на принципах частно-государственного партнерства, построен бизнес-инкубатор для малого предпринимательства;
- создан гарантийный фонд поддержки малого бизнеса;
- принято решение Правительства Российской Федерации о создании в Республике Мордовия технопарка в сфере высоких технологий;
- создан ряд консалтинговых организаций.

Уполномоченным органом исполнительной власти в области инновационной деятельности в регионе является Министерство науки, информатизации и новых технологий Республики Мордовия. Данное Министерство обеспечивает эффективную реализацию инновационной политики, опираясь на созданную в республике инновационную инфраструктуру:

- 1 технопарк в области высоких технологий;
- 12 инновационно-технологических центров;
- 1 центр трансфера технологий;
- 2 инвестиционных венчурных фонда.

«Технопарк-Мордовия» – это территория с благоприятными условиями по разработке и коммерциализации инноваций. Это место, где объединены научные организации, высшие учебные заведения и производственные предприятия; это самый значимый и самый масштабный для Республики Мордовия инновационный проект, реализуемый при федеральной поддержке технопарков в сфере высоких технологий [2].

Деятельность технопарка направлена на обеспечение развития в республике необходимых условий для реализации инновационного потенциала, а также коммерциализации научно-инновационных проектов российских и международных компаний в сфере электронных, оптических технологий и информатизации. В этой связи одним из приоритетных направлений становится обеспечение более гармоничного

сочетания развития федерального технопарка в сфере высоких технологий с приоритетами развития экономики Республики Мордовия.

Как известно, проект Технопарка Мордовии реализуется согласно Государственной программе «Создание в Российской Федерации технопарков в сфере высоких технологий», которая одобрена распоряжением Правительства РФ от 10 марта 2006 г. № 328-р [3] и Правительства РФ от 12 сентября 2008 г. № 1326-р «О внесении изменений в государственную программу «Создание в Российской Федерации технопарков в сфере высоких технологий». Согласно последнему распоряжению, технопарки планировалось строить в таких областях, как Московская, Нижегородская, Новосибирская, Калужская, Тюменская и Кемеровская; в Республиках Мордовия и Татарстан, а также на территории города Санкт-Петербурга [4]. В тексте данных документов период выполнения проектов всех девяти технопарков ограничен сроками 2006-2010 годов [5].

В Москве в начале июня 2010 года прошло заседание Межведомственной комиссии по созданию технопарков, на котором были представлены отчеты о деятельности пяти регионов (Республик Татарстан и Мордовия, Нижегородской, Новосибирской и Кемеровской областей), которые получили в 2009 году финансирование из федерального бюджета на строительство технопарков. В ходе заседания было установлено, что только по проекту Республики Мордовия выполнены условия софинансирования и представлены данные об итогах работы за 2009 год. В результате, по словам В.А. Нечаева, министра науки, информатизации и новых технологий РМ, проекту Технопарка Мордовии было «выделено дополнительно 37 млн. руб.», а «Республика получила высокую оценку Межведомственной комиссии при Правительстве РФ» [1].

Суммы государственных инвестиций в проекте Технопарка Мордовии, по словам В.А. Нечаева, должны «вкладываться не только в реконструкцию и создание научно-производственных площадок, но прежде всего – в реальные, перспективные проекты... первоочередная задача – в оптимальные сроки получить конкретные результаты и добиться максимальной коммерциализации научных разработок и ноу-хау». Об этом же говорил и Глава РМ, выступая 21 мая 2010 года на ежегодном Инновационном форуме в Томске, с презентацией новой концепции Технопарка Мордовии, получившей одобрение представителей Минкомсвязи. Кроме того, в Томске (со стороны советника Президента РФ по экономическим вопросам А.В. Дворковича) прозвучало заявление о возможности включения наиболее перспективных инновационных проектов Технопарка Мордовии в структуру будущего иннограда близ деревни Сколково [1]. Ввиду подобного заявления А.В. Дворковича, полностью не оправдывают себя опасения относительно возможной неравной конкурентной борьбы между Технопарком Мордовии и мега-проектом «Сколково». Напротив, федеральная власть демонстрирует, что взаимодействие между инновационными центрами в стране необходимо строить на основе сотрудничества, тем более что Технопарк Мордовии, так же, как и проект «Сколково», имеет свои конкурентные преимущества. Например, в городском округе Саранск стоимость жилья значительно более низкая, чем в Москве, и при этом более благоприятная экологическая ситуация, нежели в столице России.

Создание технопарка как инструмента инновационного развития экономики региона и России в целом призвано способствовать достижению двух основных стратегических целей:

- реализовать и нарастить инновационный потенциал Республики Мордовия и России;
- обеспечить современное комплексное развитие территории в интересах коммерческих резидентов и инвесторов.

При анализе стратегии социально-экономического развития Республики Мордовия до 2025 года становится понятно, что основной целью является повышение конкурентоспособности региона за счет инновационного сектора экономики и повышения качества жизни населения. Реализация названной стратегии определена в Концепции Республиканской целевой программы научно-инновационного развития Республики Мордовия на 2010-2015 годы.

Достижение основной цели предлагается осуществить путем решения следующего комплекса стратегических целей:

- построение эффективной подсистемы управления региональной инновационной системой Республики Мордовия;
- создание в Республике Мордовия центров развития современных технологий в рамках подсистемы организационно-технической поддержки научно-технических проектов;
- разработка подсистемы научно-технического и инновационного прогнозирования развития Республики Мордовия;
- развитие подсистемы финансово-экономического обеспечения субъектов региональной инновационной системы.

Особая тема в настоящее время в экономике, да и в строительной отрасли – вопросы энергосбережения. Естественно, без собственных, самостоятельных разработок строительный комплекс Мордовии обречен быть лишь потребителем дорогостоящих западных технологий и материалов. На наш взгляд, наиболее востребованными должны стать такие технологии и строительные материалы, которые тесно связаны с использованием вторичного сырья и техногенных отходов, энергосбережением. К сожалению, результаты и итоги научно-технической деятельности в основной своей массе не являются коммерческими продуктами, готовыми для производства и эффективной реализации. Для любого инновационного продукта должен быть создан новый рынок, и это основная задача для разработчиков материала и для строительной отрасли нашей страны.

Весьма актуальной в настоящее время является проблема комплексного использования отходов промышленных предприятий и местного сырья. Все это связано с дефицитностью отдельных сырьевых материалов, с необходимостью повышения эффективности производства и охраны окружающей среды. С каждым годом проблема утилизации отходов привлекает к себе все более пристальное внимание специалистов в различных областях науки и производства.

Среди огромного разнообразия техногенных отходов, которые в значительных количествах сбрасываются в отвалы, существенная часть (в отдельных регионах, и в частности, в Мордовии) приходится на бой искусственного стекла. А между тем, это эффективный вторичный ресурс, который может быть использован в строительной индустрии при получении связующих, бетонов и изделий на их основе. Решение проблемы по утилизации боя искусственного стекла может дать существенный экологический и экономический эффект. Так, например, специалистами Мордовского государственного университета многие годы проводятся исследования с целью разработки технологии утилизации боя стекла за счет индустрии строительных материалов [6, 7].

Вообще, в мировой практике проблеме утилизации боя стекла уделяется большое внимание, его переработкой занимаются специализированные компании, основной задачей которых является организация сбора отходов стекла как с промышленных предприятий, так и у населения и его возврат в технологический процесс. Анализ литературы свидетельствует о том, что использование стеклобоя в строительстве в основном сводится к изготовлению строительных композитов по технологиям, которые предусматривают его повторное плавление, а также получению материалов и изделий автоклавного твердения. В частности, его применяют при получении плиток, сверхлегкого заполнителя, асфальтобетонных смесей, стекловолокна и т.д. Расширению области применения стеклобоя при получении строительных материалов за рубежом уделяется постоянное внимание. Так, в Канаде и США значительное количество стеклобоя идет на производство строительных материалов: стеклошерсти, керамики, облицовочных плит [6, 7]. Построено более 30 экспериментальных дорог с применением в качестве заполнителя стекольного боя. Известно, что данная добавка улучшает торможение и продлевает срок службы покрытий при условии замены заполнителя стеклом на 50 % и более. Отходы стекла использовались в производстве вспененных изделий путем смешения измельченного стекла с вспенивающим агентом, а также при изготовлении «террацо-плиток» толщиной 6-9 мм. Эти изделия характеризуются малой объемной массой, достаточно высокими показателями химической стойкости, тепло- и звукоизоляции. В Англии проведены исследования по разработке материалов из отходов стекла, представляющих собой композицию «стекломола» и «стеклоцемент» [8, 9].

К сожалению, в России проблеме утилизации отходов стекла пока уделяется недостаточное внимание. По этой причине на свалках скопилось большое количество невостребованного боя стекла, разработка способов утилизации которого представляется весьма актуальной задачей.

Итак, зарубежный и отечественный опыт использования стеклобоя, в основном, сводится к изготовлению стеклокерамических изделий, ячеистого стекла, в том числе гранулированного, стекольных и стеклокристаллических облицовочных плиток, т.е. к получению строительных композитов по технологии, предусматривающей повторное плавление, а также к получению гидравлических вяжущих систем автоклавного твердения [6, 8, 9]. В этой связи хотелось бы отметить исследования специалистов Мордовского государственного университета, которые направлены на получение безавтоклавных строительных материалов и изделий на основе стеклощелочного связующего. Работы, проведенные в этом направлении, показали, что дисперсные системы на основе боя стекла и дополнительных минеральных добавок с повышенным содержанием алюмосиликатов, активизированные щелочными растворами, способны отверждаться при температурах, не превышающих 90 °С, или же при нормальных температурно-влажностных условиях [10-12].

Технико-экономическая эффективность применения строительных композитов на основе боя искусственного стекла обуславливается тем, что компоненты, которые использованы в качестве составных элементов композиций, являются отходами промышленных производств. Из этого следует, что стоимость сырьевых материалов оказывается значительно ниже стоимости сырья, которое идет для производства аналогичных изделий на основе широко используемых в строительной отрасли связующих и заполнителей. Кроме того, технология изготовления строительных материалов и применяемое при этом оборудование являются аналогичными тем, которые используются на предприятиях строительной индустрии, специализирующихся на выпуске изделий на основе портландцемента.

Таким образом, безавтоклавные строительные материалы на основе боя искусственного стекла – инновационная продукция, внедрение их в производство может принести существенный экономический и экологический эффект.

Мордовия является родиной созидания. Это уже привычно воспринимается всей Россией. Строительная индустрия – это по-прежнему локомотив всей экономики, главная созидательная отрасль Мордовии. Во многом будущее республики зависит от того, насколько эта сфера будет соответствовать мировому уровню.

При этом управление инновационной деятельностью строительного комплекса в основном зависит от его сложившейся организационно-производственной структуры функционирования, которая характеризуется функциональным разнообразием участников, производящих «промежуточную» строительную продукцию (проектные организации, промышленность строительных материалов, капитальное строительство, коммунально-бытовой сектор). Так как строительство представлено множеством технологических процессов и различными видами работ, то в нем может быть множество различных видов инноваций: новые строительные технологии; новшества, используемые в процессе проектирования; новые методы организации и управления в строительстве; инновативность самих объектов (зданий и сооружений) и т. д. При этом следует поддерживать высокую преемственность «промежуточных» инноваций среди всех участников строительства, совместным итогом деятельности которых является строительная продукция.

Из всего сказанного можно сделать следующий вывод: чтобы добиться реализации инновационно-технологического пути развития России, необходима разработка собственных, принципиально новых и современных технологий по всем видам экономической деятельности на базе знаний, которые добыты в результате фундаментальных научных исследований. Необходимо внедрять их в опытное, серийное или промышленное производство. При этом в субъектах Российской Федерации необходимо создавать и развивать региональные инновационные структуры как составные элементы национальной инновационной системы России.

Список литературы

1. URL: <http://e-mordovia.ru/news> (дата обращения: 23.05.2012).
2. URL: www.technopark-mordovia.ru (дата обращения: 10.09.2012).
3. URL: <http://mon.gov.ru/dok/prav/nti/2244/> (дата обращения: 20.11.2010).
4. URL: <http://www.government.ru/gov/results/1022/> (дата обращения: 20.11.2010).
5. URL: <http://www.e-mordovia.ru/main/week/detail.php?ID=7135> (дата обращения: 20.11.2010).
6. Богатова С.Н. Ячеистые и поризованные бетоны на основе стеклощелочного связующего: Автореферат дисс. на соиск. степени канд. тех. наук. – Иваново, 2010. – 22 с.
7. Богатов А.Д. Безавтоклавные композиты на основе боя стекла: Автореферат дисс. на соиск. степени канд. тех. наук. – Пенза, 1999. – 20 с.
8. URL: <http://www.cristalny.ru/ispolzovanie-stekloboya-v-stroitelstve.html> (дата обращения: 03.09.2012).
9. URL: <http://bent.ru/modules/Articles/article.php?storyid=361> (дата обращения: 03.09.2012).
10. Ерофеев В.Т., Баженов Ю.М., Богатов А.Д. и др. Строительные материалы на основе отходов стекла. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2005. – 120 с.
11. Ерофеев В.Т., Смирнов В.Ф., Богатова С.Н., Богатов А.Д., Казначеев С.В. Биостойкие строительные композиты на основе отходов стекла // Вестн. Волгоград. гос. архитектурно-строит. ун-та, 2009, № 16 (35). – С. 122-126.
12. Богатова С.Н., Богатов А.Д., Ерофеев В.Т. Долговечность ячеистого бетона на основе боя стекла // Промышленное и гражданское строительство, 2011, № 4. – С. 52-54.

Bogatova S.N. – candidate of technical sciences

E-mail: bogatovasn@mail.ru

Dergunova A.V. – candidate of technical sciences

E-mail: anna19811981@mail.ru

Mordovian State Ogarev University

The organization address: 430005, Russia, Saransk, Bolshevistskay st., 68

**Prospects of innovative development of economy and construction complex
of the Republic of Mordovia****Resume**

The innovation is the introduced innovation provided high-quality growth of efficiency of processes or production, demanded by the market; it is the end result of intellectual activity of the person, his imagination, creative process, openings, inventions and rationalization. An example of an innovation is removal on productive market (the goods and services) production systems with new consumer properties or high-quality increase of efficiency.

The ability to use innovations effectively means the achievement of such national purposes for the country, as national security, protection of environment, health care, and also labor productivity increase, attraction of the international investments.

Innovations in construction play very important role in development of scientific and technical progress in national economy as a whole. In innovative policy of modern major companies the tendency to reorientation of an orientation of scientific, technical, production and marketing activity was distinctly shown. It is expressed, first of all, in aspiration to increase in the range of let-out production of specific weight of the new knowledge-intensive products which sale conducts to expansion of accompanying technical services. On the other hand, the aspiration to decrease in costs of production of traditional production is noted. But everything is not so simple: current state of the Russian innovative infrastructure is characterized by existence of a number of problems which constrain effective development of national innovative system in our country.

Keywords: innovations, building, economy, technopark, power savings.

References

1. URL: <http://e-mordovia.ru/news> (reference date: 23.05.2012).
2. URL: www.technopark-mordovia.ru (reference date: 10.09.2012).
3. URL: <http://mon.gov.ru/dok/prav/nti/2244/> (reference date: 20.11.2010).
4. URL: <http://www.government.ru/gov/results/1022/> (reference date: 20.11.2010).
5. URL: <http://www.e-mordovia.ru/main/week/detail.php?ID=7135> (reference date: 20.11.2010).
6. Bogatova S.N. Cellular and porous composites on the basis of glass fight: The master's thesis author's abstract on competition of degree of a Cand. Tech. Sci. – Ivanovo, 2010. – 22 p.
7. Bogatov A.D. Nonautoclave composites on the basis of glass fight: The master's thesis author's abstract on competition of degree of a Cand. Tech. Sci. – Penza, 1999. – 20 p.
8. URL: <http://www.cristalny.ru/ispolzovanie-stekloboya-v-stroitelstve.html> (reference date: 03.09.2012).
9. URL: <http://bent.ru/modules/Articles/article.php?storyid=361> (reference date: 03.09.2012).
10. Erofeev V.T., Bazhenov Yu.M., Bogatov A.D. [and others]. Construction materials on the basis of a glass waste. – Saransk : Publishers of the Mordovian university, 2005. – 120 p.
11. Erofeev V.T., Smirnov V.F., Bogatova S.N., Bogatov A.D., Kaznacheev S.V. Bioproof building composites on the basis of the glass waste // Vestn. Volgograd. Gos. arhitekturno-stroit. un-ta, 2009, № 16 (35). – P. 122-126.
12. Bogatova S.N., Bogatov A.D., Erofeev V.T. Durability of cellular concrete on the basis of broken glass // Industrial and civil construction, 2011, № 4. – P. 52-54.

УДК 332.822.1

Боровских О.Н. – кандидат экономических наук, доцент

E-mail: olga_bor_76@mail.ru

Козлова Е.В. – кандидат экономических наук, старший преподаватель

E-mail: genia-kozlova@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Реализация социальных жилищных программ как инструмент повышения обеспеченности населения жильем

Аннотация

Решение проблемы доступности жилья гражданам России является одной из приоритетных задач государства. Федеральные и республиканские жилищные программы являются наиболее действенными мерами улучшения жилищных условий граждан. С начала реформ 1991 г. до настоящего времени были достигнуты значительные результаты по реструктуризации собственности в жилищной сфере, а также в формировании механизмов и инструментов стимулирования жилищного строительства. Ключевое значение для успеха федеральных целевых программ имеет качество их реализации в регионах.

Ключевые слова: государственная жилищная политика, федеральная целевая программа «Жилище», ипотечное жилищное кредитование.

Жилищный вопрос волновал человека во все времена, однако его решение всегда требовало и требует вложения немалой суммы денежных средств, но не каждый может себе это позволить. Решение этой проблемы всегда упиралось в благосостояние человека: только небольшая часть населения может решить жилищный вопрос за счет собственных средств, а некоторые категории граждан не способны самостоятельно приобрести или построить собственное жилье. В связи с этим государство, заинтересованное в высоком уровне жизни своих граждан, предпринимает ряд мер для улучшения их жилищных условий. Сегодня такими мерами являются федеральные и республиканские жилищные программы в России.

В советское время жилищная политика была централизованной: преобладала государственная собственность в строительстве, жилищном фонде и управлении коммунальным хозяйством.

С началом реформ в стране возникла необходимость в выработке государственной политики, которая позволила бы создать рынок жилья. Для этого нужно было провести приватизацию жилья, строительных предприятий и обслуживающих организаций, чтобы привлечь в эту сферу частный бизнес, создать конкурентную среду в предоставлении различных услуг в жилищной сфере и при этом смягчить последствия преобразований, затрагивающих интересы всего населения.

На первом этапе развития постсоветской жилищной политики, в период с 1991 по 1993 гг. основными приоритетами стали создание муниципального жилищного фонда, приватизация жилья и отмена ограничений на частную собственность.

Был принят закон «Об основах федеральной жилищной политики», где представлены Концепция и Основные направления жилищной политики, а также сформулированы базовые принципы обеспечения прав граждан. В законе были определены задачи жилищной политики, которые актуальны и сегодня: приватизация жилых помещений в домах государственного и муниципального жилищных фондов; создание товариществ собственников жилья в многоквартирных домах; развитие конкуренции в строительстве; развитие долгосрочного кредитования для индивидуального и кооперативного жилищного строительства и приобретения жилья и др.

20 июня 1993 г. была принята государственная целевая программа «Жилище», которая определила расходование средств федерального бюджета на развитие жилищной сферы и меры по реализации жилищной политики:

- увеличение объемов строительства;
- изменение структуры жилищного фонда по формам собственности, источникам финансирования, типам зданий и технологиям их возведения;
- демонополизация жилищного строительства и жилищно-коммунального хозяйства;
- решение проблем землепользования и приватизации земли и др.

В период с 1994 по 1996 гг. началось реформирование системы оплаты жилья и коммунальных услуг, внедрена адресная программа субсидий. Были разделены функции заказчиков и подрядчиков на обслуживание жилищного фонда, организованы конкурсы на его содержание; созданы первые товарищества собственников жилья (ТСЖ); реализованы программы помощи гражданам в приобретении и строительстве жилья из региональных и местных бюджетов.

В результате либерализации прав собственности активно возводилось индивидуальное жилье. Для его поддержки в рамках программы «Жилище» в марте 1996 г. была разработана и введена федеральная целевая программа «Свой дом». Она предусматривала следующие социально- и технико-экономические требования к индивидуальному жилищному строительству:

- стоимость 1 м² жилья в индивидуальном доме с подключенной коммунальной инфраструктурой не должна превышать среднего двухмесячного денежного дохода на душу населения в субъектах РФ;
- обеспечение снижения стоимости строительства за счет развития производства новых видов строительных материалов и конструкций, максимальное использование местных строительных материалов и современных технологий;
- предоставление долгосрочных кредитов застройщикам на срок от 10 до 25 лет;
- освобождение физических лиц от уплаты налога на построенное жилье до полного погашения взятых ими кредитов;
- финансовая помощь застройщикам за счет средств бюджетов субъектов Российской Федерации;
- бесплатное выделение земельных участков по региональным нормам в местах с необходимой инженерной и социальной инфраструктурой.

В 1996 г. были приняты «Основные направления нового этапа реализации федеральной целевой программы «Жилище», которые определили задачи на 1996-1997 гг. и перспективы жилищной политики до 2000 г.:

- создать возможности улучшения жилищных условий семьям среднего и скромного достатка с помощью кредитов на приемлемых условиях, субсидий на возведение и приобретение жилья, развития строительства индивидуальных домов;
- увеличить объемы и повысить качество жилищного строительства, перестроить его производственную базу на современном техническом уровне;
- расширить полномочия исполнительной власти субъектов Федерации и органов местного самоуправления для улучшения жилищных условий [4].

Отличительной чертой этого этапа стало законодательное регулирование организации и финансирования рынка недвижимости, в частности: в 1997 г. был введен единый порядок государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним, в 1998 г. появилось законодательство для развития ипотечного кредитования и сформирован за счет средств федерального бюджета уставный капитал государственного Агентства по ипотечному жилищному кредитованию. Впервые, наряду с предоставлением жилья в социальный наем, стали выдаваться субсидии на приобретение жилья на рынке – государственные жилищные сертификаты.

После кризиса августа 1998 г. отмечался застой в реализации государственной жилищной политики. Из-за сдерживания роста ставок и тарифов на жилищно-коммунальные услуги накопилось огромное количество неоплаченных и неучтенных обязательств бюджетов всех уровней по предоставлению предприятиям ЖКХ дотаций и компенсации

недополученных доходов от льгот и субсидий на оплату жилья и коммунальных услуг. Существенно снизилась активность на рынке жилья, почти остановилось его строительство.

В третьем варианте федеральной целевой программы «Жилище» на 2002-2010 гг. было запланировано:

- развитие рынка и финансовых механизмов, обеспечивавших доступность жилья для платежеспособных граждан, и поддержка малоимущих в улучшении жилищных условий за счет средств местных бюджетов;
- создание условий для роста темпов жилищного строительства, повышения качества строительных работ и улучшения характеристик жилья в соответствии со спросом;
- обеспечение жильем определенных законом категорий граждан за счет средств федерального бюджета.

В условиях ограниченности средств федерального бюджета были определены приоритеты в специальных подпрограммах ФЦП «Жилище»:

- модернизация жилищно-коммунального комплекса;
- переселение из ветхого и аварийного жилого фонда;
- предоставление жилья за счет средств федерального бюджета военнослужащим, участникам ликвидации последствий аварий, беженцам, вынужденным переселенцам и другим категориям граждан.

В декабре 2004 г. был принят пакет федеральных законов, направленных на формирование рынка доступного жилья. В том числе приняты новые Жилищный кодекс РФ и Градостроительный кодекс РФ.

На современном этапе развития ФЦП «Жилище» приоритетами стали следующие направления жилищной политики:

- повышение доступности приобретения и строительства жилья; завершение реформы ЖКХ на местах;
- улучшение качества жилого фонда, в том числе за счет ликвидации ветхого и аварийного жилья и помощи в капитальном ремонте многоквартирных домов.

За время действия федеральной программы «Жилище» существенно поменялась структура собственников жилого фонда. Доля частного жилья за прошедшее время значительно увеличилась, а процент государственного и муниципального жилого фонда сократился.

С принятия новой федеральной целевой программы «Жилище» на 2011-2015 гг. в 2010 г. начался новый этап государственной жилищной программы. Наряду с ранее действующими подпрограммами и мероприятиями ФЦП, добавились новые направления жилищного обеспечения, а также обозначились направления решения проблем ЖКХ.

Основные цели новой ФЦП «Жилище»:

- формирование рынка доступного жилья эконом-класса, отвечающего требованиям энергоэффективности и экологичности;
- выполнение государственных обязательств по обеспечению жильем категорий граждан, установленных федеральным законодательством [5].

Основными задачами Программы являются следующие:

- создание условий для развития массового строительства жилья эконом-класса;
- повышение уровня обеспеченности населения жильем путем увеличения объемов жилищного строительства и развития финансово-кредитных институтов рынка жилья;
- обеспечение повышения доступности жилья в соответствии с платежеспособным спросом граждан и стандартами обеспечения жилыми помещениями [5].

Отдельное место в программе уделено малоэтажной застройке. Для нее даже создана отдельная подпрограмма «Комплексное освоение и развитие территорий в целях жилищного строительства».

Результатом реализации стратегических направлений государственной жилищной политики к 2020 г. должно стать новое качество состояния жилищной сферы и ее стремление к мировым стандартам.

Одним из результатов реализации прошедшей ФЦП «Жилище» в Республике Татарстан по данным Министерства строительства, архитектуры и ЖКХ РТ, стал стабильный рост объемов ввода жилья (рис. 1).

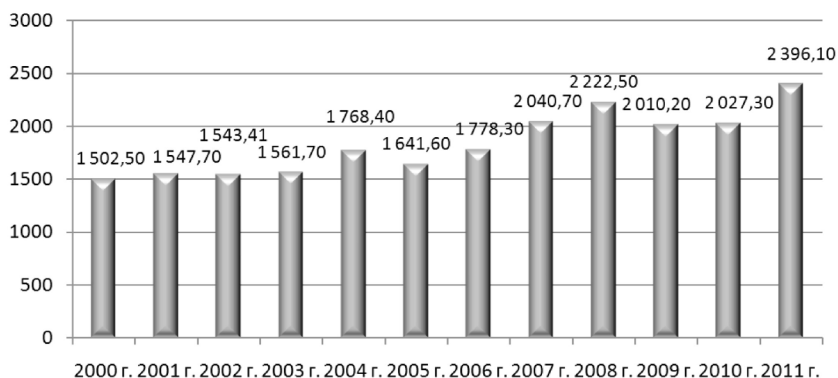


Рис. 1. Ввод жилья в Республике Татарстан, тыс. м²

С 2006 г. в Республике Татарстан в рамках приоритетного национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России» реализуется подпрограмма «Обеспечение жильем молодых семей» ФЦП «Жилище» на 2002-2010 гг., в ходе которой молодым семьям предоставляется безвозмездная субсидия на приобретение жилья [2, 3].

С 2011 г. в РТ действует обновленная подпрограмма «Стимулирование программ развития жилищного строительства субъектов РФ», предусматривающая следующие механизмы:

- возмещение затрат (части затрат) на уплату процентов по кредитам, полученным застройщиками на цели обеспечения инженерной инфраструктурой земельных участков, предназначенных для строительства жилья эконом-класса;
- возмещение затрат (части затрат) на уплату процентов по кредитам, полученным на реконструкцию и (или) строительство энергоэффективных предприятий строительной индустрии, выпускающих энергоэффективные и энергосберегающие строительные материалы, конструкции и изделия;
- строительство (реконструкцию) объектов социальной инфраструктуры в рамках реализации проектов по строительству жилья эконом-класса;
- строительство автомобильных дорог в новых микрорайонах массовой малоэтажной и многоквартирной застройки жильем эконом-класса [1].

Регулирование финансирования рынка недвижимости осуществляется в рамках развития унифицированной системы рефинансирования ипотечных жилищных кредитов по стандартам ОАО «Агентство по ипотечному жилищному кредитованию» (г. Москва), региональным оператором которого в РТ является ОАО «Ипотечное агентство Республики Татарстан».

В результате проводимых мероприятий по увеличению объемов ипотечного жилищного кредитования за период с 2007 по 2012 гг. было выдано около 8 тысяч ипотечных кредитов на общую сумму более 6 млрд. руб. (рис. 2).

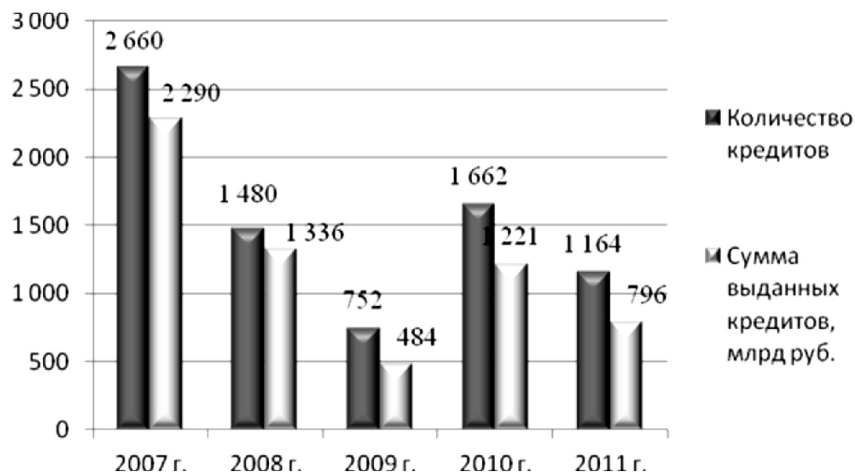


Рис. 2. Выдача ипотечных кредитов населению в РТ, млн. руб.

Другим направлением финансирования жилищной политики в республике является реализация подпрограммы «Выполнение государственных обязательств по обеспечению жильем категорий граждан, установленных федеральным законодательством».

По направлению «Обеспечение жильем ветеранов и инвалидов» в 2007 г. обеспечена жильем 341 семья ветеранов и инвалидов. В 2008 г. субсидии на приобретение жилья были переданы 299 семьям ветеранов и инвалидов. В 2009 г. выделены субсидии 1 349 семьям ветеранов ВОВ, а также 200 человек инвалидов и семей, имеющих детей-инвалидов, ветеранов боевых действий, субсидии предоставлены 70 семьям. На реализацию данного направления выделены средства из Федерального фонда компенсации в размере 1 720,387 млн. руб.

Существенным направлением программы «Жилище» в Республике Татарстан является реализация жилья населению на принципах социальной ипотеки, предусматривающей инвестирование средств в строительство жилых домов, объектов социальной, инженерной инфраструктуры и благоустройства [6, 7].

Основной целью развития жилищного строительства в Республике Татарстан в среднесрочной перспективе является обеспечение населения республики доступным жильем путем реализации механизмов государственной поддержки и частно-государственного партнерства.

Список литературы

1. Информация о ходе реализации приоритетного национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России» в Республике Татарстан. Официальный портал Республики Татарстан. URL: http://minstroy.tatarstan.ru/rus/about_project.htm (дата обращения: 15.10.12).
2. Подпрограмма «Обеспечение жильем молодых семей» федеральной целевой программы «Жилище» на 2011-2015 годы, утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 17 декабря 2010 г. № 1050.
3. Постановление Кабинета Министров Республики Татарстан от 24.09.2011 № 789 «О долгосрочной целевой программе «Обеспечение жильем молодых семей в Республике Татарстан» на 2012-2015 годы».
4. Указ Президента РФ от 29.03.1996 г. № 431 «О новом этапе реализации государственной целевой программы «Жилище».
5. Федеральная целевая программа «Жилище» на 2011-2015 гг., принята Постановлением Правительства РФ № 1050 от 17.12.2010 г.
6. Боровских О.Н., Файзуллин И.Э. Оценка доступности жилья в Республике Татарстан // Вестник ИНЖЭКОНа, Серия «Экономика», 2009, Т. 28, № 1. – С. 69-74.
7. Загидуллина Г.М., Замалиев Э.Ф. Особенности программы социальной ипотеки Республики Татарстан // Известия КГАСУ, 2010, № 2. – С. 333-338.

Borovskikh O.N. – candidate of economical sciences, associate professor

E-mail: olga_bor_76@mail.ru

Kozlova E.V. – candidate of economical sciences, senior lecturer

E-mail: genia-kozlova@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The implementation of social housing programs, as the tool of increase of availability of habitation

Resume

Housing availability for the citizenry of Russia is one of the major problems to be solved by government. Dynamics of development of a course of reforms in the housing sphere showed

that the state policy which would allow to create the housing market is necessary, to involve to this sphere private business, to organize the competitive environment.

Federal and republic housing programs are the most effective means of improving housing conditions. The main concept of the put question is solved within the federal target Dwelling program which is processed today for the period 2011-2015. Creation of conditions for development of mass construction of housing, increase in volumes of input of housing, development of financial and credit institutes of the market of housing becomes result of implementation of the program.

Considerable results in home ownership and in creating incentives for housing have been achieved from the beginning of the 1991 reforms to the current moment. The key to the success of the federal purpose-oriented programs is the high level of their regional implementation.

Keywords: housing policy, federal purpose-oriented program «Housing», mortgage credit.

References

1. Information on implementation of the priority national project «Affordable and Comfortable Housing – to Russian citizens» in the Republic of Tatarstan. The official portal of the Republic of Tatarstan. URL: http://minstroy.tatarstan.ru/rus/about_project.htm (reference date: 15.10.12).
2. Subroutine «Housing for Young Families» federal target program «Housing» for 2011-2015 years, approved by the Government of the Russian Federation of December 17, 2010, № 1050.
3. The Cabinet of Ministers of the Republic of Tatarstan from 24.09.2011 № 789 «On the long-term target program «Housing for young families in the Republic of Tatarstan» for 2012-2015».
4. Presidential Decree of 29.03.1996, № 431 «About the new phase of the state program «Housing».
5. Federal program «Housing» for 201-2015., Adopted Government Resolution № 1050 of 17.12.2010.
6. Borovskikh O.N., Faizullin I.E. Assessment of the availability of housing in the Republic of Tatarstan // Bulletin ENGECON, Series «Economy», 2009, T. 28, № 1. – P. 69-74.
7. Zagidullina G.M., Zamaliev E.F. Features of the social mortgage Tatarstan // News of the KSUAE, 2010, № 2. – P. 333-338.

УДК 332

Гареева Н.А. – кандидат экономических наук, доцент

E-mail: gareeva@nzh.ieml.ru

Нижекамский филиал Института экономики, управления и права (г. Казань)

Адрес организации: 423570, Россия, г. Нижнекамск, пр. Шинников, д. 44 «б»

К вопросу об оценке инновационного потенциала муниципальных образований Республики Татарстан

Аннотация

Развитие региональной хозяйственной системы как сложной многоуровневой системы обусловлено значительным числом влияющих факторов. Особое внимание в настоящее время уделяется выявлению инновационных факторов, их исследованию при формировании региональной промышленной политики, поскольку в условиях жесткой конкуренции успех российской экономики в определяющей степени зависит от инновационной восприимчивости регионов. Любые общественные отношения преломляются и проявляются на конкретной территории в силу комплекса причин, и уровень территориального развития предопределяет перспективы национальной экономики.

Ключевые слова: инновационное развитие, региональная экономика, инновационный потенциал, муниципальное образование.

Проблема измерения уровня инновационного потенциала региональных хозяйственных систем имеет большую значимость не только в теоретическом, но и в практическом плане. Оценка уровня инновационного развития муниципальных образований имеет решающее значение для формирования результативных стратегий развития как предприятий в частности, так и региональной хозяйственной системы в целом, позволяет выявить катализаторы инновационного развития, возможности внедрения инноваций в регионе.

Решая проблемы управления инновационными процессами в контексте стратегического развития муниципального района, руководство должно постоянно сопоставлять информацию о ситуации в регионе с данными об инновационном потенциале конкретного муниципального района.

Аналитический обзор индикаторов инновационной деятельности позволяет заключить, что в настоящее время отсутствует унифицированная система показателей, позволяющая объективно оценить уровень инновационного потенциала муниципальных образований Республики Татарстан.

В частности, согласно данным Федеральной службы государственной статистики, основные показатели инновационной деятельности представлены в отраслевом и региональном разрезе: удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации, в общем числе организаций (%), удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг (%), затраты на технологические инновации (млн. руб.), удельный вес затрат на технологические инновации в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг (%), совокупный уровень инновационной активности (удельный вес организаций, осуществлявших технологические, организационные, маркетинговые инновации, в общем числе организаций) (%), удельный вес малых предприятий, осуществлявших технологические инновации, в общем числе малых предприятий (%).

Согласно Распоряжению Правительства РФ от 8 декабря 2011 года № 2227-р в «Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года» в качестве целевых индикаторов также обозначены вышеуказанные показатели.

К сожалению, приходится констатировать, что данные показатели в полной мере не используются при проведении территориального анализа в разрезе муниципальных образований.

Согласно методике, действующей с 1 января 2012 года, для составления рейтинга используется 15 ключевых показателей, которые позволяют определить позицию муниципального образования Республики Татарстан по уровню социально-экономического развития [1].

Анализируемые показатели условно разделены на 2 группы:

1. Основные показатели: средняя начисленная заработная плата, уровень жизни – денежные доходы к минимальному потребительскому бюджету, уровень безработицы, инвестиции в основной капитал, налоговые и неналоговые доходы на душу населения, объем добавленной стоимости предприятий на душу населения, объем производства товаров и услуг на душу населения.

2. Дополнительные показатели: просроченная задолженность на 1 работника, перед которым имеется задолженность; общая площадь жилых домов, введенных в эксплуатацию в расчете на душу населения; доля убыточных крупных и средних предприятий в общем количестве предприятий; доля конкурентных торгов в общем количестве проведенных торгов; оборот розничной торговли на душу населения; индекс промышленного производства; наличие крупного рогатого скота на душу населения; производство молока на душу населения.

Проведенное нами исследование выявило, что официальной статистикой при определении рейтинга социально-экономического развития муниципальных образований Республики Татарстан не отражаются показатели, с помощью которых можно было бы проводить анализ состояния инновационного потенциала отдельных муниципальных районов.

Результаты рейтинга муниципальных образований Республики Татарстан [2, 3] частично противоречат информации, содержащейся в Государственном докладе «Об итогах инновационной деятельности в Республике Татарстан», утвержденном распоряжением Кабинета Министров Республики Татарстан от 30.01.2012 г. № 137-р [4]. В разделе 8 «Инновационная деятельность в муниципальных образованиях» Государственного доклада выделены муниципальные образования, активно участвующие в инновационной деятельности (I группа – Альметьевский, Нижнекамский, Елабужский, Зеленодольский, города Казань, Набережные Челны), проявляющие среднюю активность (II группа – Бавлинский, Бугульминский, Высокогорный, Лаишевский, Мензелинский, Сабинский, Тукаевский, Чистопольский, Ютазинский муниципальные районы) и инновационно неактивные муниципальные образования Республики Татарстан (III группа – Агрызский, Азнакаевский, Аксубаевский, Актанышский, Алексеевский, Алькеевский, Апастовский, Арский, Атнинский, Балтасинский, Буинский, Верхнеуслонский, Дрожжановский, Заинский, Кайбицкий, Камско-Устьинский, Кукморский, Лениногорский, Мамадышский, Менделеевский, Муслимовский, Новошешминский, Нурлатский, Пестречинский, Рыбно-Слободский, Сармановский, Спасский, Тетюшинский, Тюлячинский, Черемшанский муниципальные районы) [4]. Представленная градация лишь частично соответствует результатам рейтинга социально-экономического положения муниципальных образований Республики Татарстан. Выборочно представим сравнительные результаты.

Таблица 1

**Муниципальные районы РТ в разрезе социально-экономического развития
и инновационной активности**

№ п/п	Наименование муниципального района	Рейтинг социально-экономического развития муниципальных образований		Группа инновационной активности муниципальных образований
		31.12.2010	31.08.2012	
1	Нижнекамский	1	2	I
2	Альметьевский	2	1	I
3	Тукаевский	3	7	II
4	Казань	4	3	I
5	Лаишевский	5	4	II
6	Лениногорский	6	9	III
7	Набережные Челны	7	8	I
8	Елабужский	8	6	I
9	Бугульминский	9	11	II
10	Новошешминский	10	5	III
11	Бавлинский	11	14	II
12	Нурлатский	12	12	III
13	Чистопольский	20	35	II
14	Зеленодольский	24	27	I

Приведенные данные свидетельствуют о том, что некоторые муниципальные районы высокого и среднего уровня инновационной активности (например, Зеленодольский район) занимают низкие места в рейтинге социально-экономического развития муниципальных образований Республики Татарстан.

И напротив, отдельные муниципальные образования Республики Татарстан, в частности Лениногорский, Новошешминский, Нурлатский муниципальные районы, занимают достаточно высокие места в рейтинге социально-экономического развития муниципальных образований, соответственно 9, 5, 12 места по состоянию на 31.08.2012 г., однако имеют статус инновационно неактивных муниципальных образований Республики Татарстан (относятся к III группе инновационной активности).

Такая ситуация, на наш взгляд, объясняется тем, что в действующей методике отсутствуют показатели, характеризующие результаты и состояние ресурсообеспеченности инновационной деятельности, что не позволяет сделать комплексную оценку величины инновационного потенциала отдельных муниципальных образований. Оценка инновационного потенциала муниципальных образований позволяет осуществить контроль обеспеченности муниципального района финансовыми ресурсами, необходимыми для покрытия затрат текущей производственно-хозяйственной деятельности и расходов по управлению инновационным развитием муниципального образования. При осуществлении стратегического управления муниципальным образованием с целью достижения конкурентных преимуществ рассматриваются альтернативные варианты стратегических решений относительно улучшения состояния инновационного потенциала, то есть варианты наиболее эффективных направлений реализации имеющихся ресурсов и путей их привлечения из внешней среды. Стратегические решения относительно улучшения состояния инновационного потенциала ориентированы на будущее и служат основой для оперативных действий [5].

Оценка инновационного потенциала муниципальных образований, на наш взгляд, должна выступать в качестве основополагающего элемента определения рейтинга социально-экономического положения муниципальных образований Республики Татарстан. Как отмечает в своей работе Романова А.И., для оценки инновационной привлекательности региона должны быть проанализированы наиболее привлекательные муниципальные образования, рассчитан их инвестиционный и инновационный рейтинг на основе сравнимых показателей [6, 7].

Вследствие вышеуказанного, мы считаем целесообразным включение ряда инновационных показателей в базовую методику формирования рейтинга социально-экономического развития муниципальных образований Республики Татарстан.

Система показателей оценки инновационного потенциала должна быть основана на реально определяемых экономических показателях и направлена на исследование и анализ важнейших составляющих инновационного потенциала муниципального образования: финансовой, материально-технологической, кадровой, информационной и результативной составляющих.

Предлагаемые показатели можно систематизировать следующим образом (табл. 2).

Таблица 2

Показатели инновационного потенциала муниципальных образований

Составляющие инновационного потенциала	Рекомендуемые показатели	Способ расчета
1. Финансовая	- доля внутренних затрат на НИОКР и приобретение технологий в общих затратах на производство муниципальных образований (K_1)	$K_1 = \frac{З_{\text{ниокр}} + З_{\text{т}}}{З}$, где $З_{\text{ниокр}}$ – затраты на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, руб.; $З_{\text{т}}$ – затраты на приобретение технологий, руб.; $З$ – затраты на производство в конкретном муниципальном образовании, руб.
	- доля инновационности выпускаемой продукции муниципального образования (K_2)	$K_2 = \frac{З_{\text{ниокр}}}{В}$, где $В$ – общая выручка от реализации продукции в муниципальном образовании, руб.
	- доля затрат на приобретение нематериальных активов в общих внутренних затратах на исследования и разработки муниципального образования (K_3)	$K_3 = \frac{З_{\text{нма}}}{З_{\text{ниокр}}}$, где $З_{\text{нма}}$ – затраты на приобретение патентов, лицензий, других объектов интеллектуальной собственности, руб.
2. Материально-технологическая	- доля собственных радикальных технологий и продуктов, характеризующих инновационную активность муниципального образования (K_4);	$K_4 = \frac{T_{\text{ср}}}{Т}$, где $T_{\text{ср}}$ – количество собственных радикальных технологий, разработанных в муниципальном образовании; $Т$ – общее количество используемых в муниципальном образовании новых технологий.
	- доля собственных модифицирующих технологий и продуктов (K_5);	$K_5 = \frac{T_{\text{м}}}{Т}$, где $T_{\text{м}}$ – количество разработанных в муниципальном образовании нововведений-усовершенствований
	- уровень снижения вредных выбросов в результате внедрения инновационных технологий (K_6)	$K_6 = \frac{В_{\text{с}}}{В}$, где $В_{\text{с}}$ – величина снижения вредных выбросов в результате внедрения инновационных технологий в муниципальном образовании; $В$ – общая величина вредных выбросов в муниципальном образовании.

Продолжение табл. 2

3. Кадровая	- доля занятых исследованиями и разработками в общей численности промышленно-производственного персонала муниципального образования (K_7)	$K_7 = \frac{Ч_{ниокр}}{Ч_{ппп}}, \text{ где}$ $Ч_{ниокр} - \text{среднесписочная численность занятых исследованиями и разработками чел.};$ $Ч_{ппп} - \text{численность промышленно-производственного персонала муниципального образования, чел.}$
	- доля персонала, прошедшего повышение квалификации, в общей численности промышленно-производственного персонала муниципального образования (K_8).	$K_8 = \frac{Ч_{пк}}{Ч_{ппп}}, \text{ где}$ $Ч_{пк} - \text{среднесписочная численность персонала, прошедшего повышение квалификации, чел.}$
4. Информационная	- доля затрат на информационную деятельность (K_9);	$K_9 = \frac{З_{ид}}{З_{ниокр}}, \text{ где}$ $З_{ид} - \text{затраты на информационную деятельность, руб.}$
	- доля персонала, занятого информационной деятельностью (K_{10})	$K_{10} = \frac{Ч_{ид}}{Ч_{ниокр}}, \text{ где}$ $Ч_{ид} - \text{численность персонала, занятого информационной деятельностью, чел.}$
5. Результативная	- коэффициент освоения новой продукции (K_{12});	$K_{11} = \frac{В_{ин}}{В}, \text{ где}$ $В_{ин} - \text{выручка от реализации инновационной продукции и продукции, изготовленной с использованием новых или улучшенных технологий, руб.}$
	- доля инновационной продукции в общем объеме промышленной продукции (K_{13});	$K_{12} = \frac{V_{ин}}{V}, \text{ где}$ $V_{ин} - \text{объем выпущенной принципиально новой или значительно измененной продукции, руб.};$ $V - \text{общий объем выпущенной продукции, руб.}$
	- рентабельность инновационной продукции (K_{14})	$K_{13} = \frac{\Pi_{ин}}{V_{ин}}, \text{ где}$ $\Pi_{ин} - \text{прибыль, полученная от реализации инновационной продукции, руб.}$

Предлагаемые индикаторы инновационной деятельности, по нашему мнению, должны быть учтены при формировании рейтинга в группе «Дополнительные показатели».

Предлагаемая система оценки инновационного потенциала характеризует все стороны инновационной деятельности муниципального района и включает, на наш взгляд, оптимальный состав показателей, который позволяет объективно измерить составляющие инновационного потенциала, установить динамику и взаимосвязь общих и частных тенденций развития инновационного потенциала, может служить инструментом для выявления перспективных направлений инновационного развития. Таким образом, социально-экономическое положение муниципального района следует рассматривать через призму инновационного развития.

Данные об инновационном потенциале муниципального района являются важным информационным ресурсом при принятии управленческих решений. Каждый показатель системы обеспечивает полезную информацию о характеристиках исследуемого объекта, использование системы показателей повышает обоснованность принятия управленческих решений в направлении инновационного развития.

Систематическое использование системы оценки инновационного потенциала предполагает ведение учета разного рода затрат и результатов, связанных с инновационной деятельностью, что способствует формированию массива информации аналитического характера и систематизации процесса сбора внутренней информации, необходимой для анализа и оценки инновационной деятельности.

Таким образом, с целью получения объективных результатов рейтинга социально-экономического положения муниципальных образований Республики Татарстан очевидна необходимость включения показателей инновационного потенциала в методику формирования рейтинга.

Объективные результаты рейтинга позволят руководству муниципальных районов реально оценить свои инновационные возможности при подготовке инновационных проектов и программ, избежать нерациональных затрат на нереализуемые проекты и определить роль и значение конкретного муниципального образования в территориальном развитии региона.

Список литературы

1. Методика для составления рейтинга социально-экономического положения муниципальных образований Республики Татарстан с 1 января 2012 г. // Министерство экономики Республики Татарстан. URL: [http:// mert.tatar.ru](http://mert.tatar.ru) (дата обращения 29.09.2012).
2. Рейтинг муниципальных образований в 2010 году // Министерство экономики Республики Татарстан. URL: <http:// mert.tatar.ru> (дата обращения 01.10.2012).
3. Рейтинг муниципальных образований в 2012 году // Министерство экономики Республики Татарстан. URL: <http:// mert.tatar.ru> (дата обращения 01.10.2012).
4. Государственный доклад «Об итогах инновационной деятельности в Республике Татарстан» // Министерство экономики Республики Татарстан. URL: <http:// mert.tatar.ru> (дата обращения 30.09.2012).
5. Сиразетдинов Р.М., Зайнуллина Д.Р. Необходимость инновационного становления экономики региона путем активизации инвестиционно-строительной деятельности (на примере Республики Татарстан) // Национальные интересы: приоритеты и безопасность, 2010, № 29 (86). – С. 15-23.
6. Романова А.И. Диагностика результатов производственно-хозяйственной деятельности предприятий сферы жилищно-коммунальных услуг // Российское предпринимательство. – М.: Креативная экономика, 2011, № 12. – С. 122-127.
7. Романова А.И. Метод диагностики результатов производственно-хозяйственной деятельности предприятий сферы жилищно-коммунальных услуг // Известия КГАСУ, 2012, № 3 (21). – С. 198-202.

Gareeva N.A. – candidate of economic sciences, associate professor

E-mail: gareeva@nzh.ieml.ru

Institute of Economics, Management and law in Nizhnekamsk

The organization address: 423570, Russia, Nizhnekamsk, Vakhitov st., 44 «b»

To the question of the estimation of innovative potential of municipal formation in the Republic of Tatarstan

Resume

The estimation of the innovative progress level of municipal formation is of great importance for making successful strategy both for the development of enterprises in particular and regional economic system in whole. It allows to find out a catalyst of innovative progress and possibilities of introducing innovations in the region.

Analytical review of indicator of innovative activity enables to make a conclusion that in nowadays there is no standardized system of indicators allowing to evaluate the level of innovative potential of municipal formation in the Republic of Tatarstan objectively.

In active methodology there are no indicators, characterizing the results and the state of resource supplies of innovative activity and it doesn't allow to make a complex estimation of the size of innovative potential of separate municipal formations.

The indicator's system of estimation of innovative potential offered by the author is based on real economic factors and is directed to research and analysis of important components of innovative potential of municipal formation like financial, material resources, staffing, informative and resultant components.

Data of innovative potential of municipal region is the most important information resource in making management decisions. Each indicator of a system presents useful information about the characteristics of investigated object. Usage of the system of indicators raises the validity of making management decisions in innovative development.

Keywords: innovative progress, regional economy, innovative potential, municipal formation.

References

1. Methodology for making a rating of social economic state of municipal formation in Republic Tatarstan from January 1 2012 // Ministry of economy of Republic Tatarstan. URL: <http://mert.tatar.ru> (references date: 29.09.2012).
2. Rating of municipal formations in 2010 // Ministry of economy of Republic Tatarstan. URL: <http://mert.tatar.ru> (references date: 01.10.2012).
3. Rating of municipal formations in 2012 // Ministry of economy of Republic Tatarstan. URL: <http://mert.tatar.ru> (references date: 01.10.2012).
4. State report «About the results of innovative activity in Republic Tatarstan» // Ministry of economy of Republic Tatarstan. URL: <http://mert.tatar.ru> (references date: 30.09.2012).
5. Sirazetdinov R.M., Zainullina D.R. Necessity in the making of the regional economy by means of activization of investigatory-building activity (on an example of Republic Tatarstan) // National interests: priorities and safety, 2010, № 29. – P. 15-23.
6. Romanova A.I. Diagnostic results of industrial and economic activity of the enterprises of housing and communal services // Russian entrepreneurship, 2011, № 12. – P. 122-127.
7. Romanova A.I. The diagnostic method is a result of industrial and business enterprises of housing and communal services// News of the KSUAE. – Kazan: KSUAE, № 3 (21), 2012. – P. 198-202.

УДК 330.131.52

Зайнуллина Д.Р. – ассистент

E-mail: dilyara@pismorf.com

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Оценка эффективности инновационных проектов

Аннотация

В современном обществе главным источником конкурентных преимуществ и развития являются инновации, и решение задачи принятия либо непринятия инновационного проекта является очень актуальным. На первом этапе в этой связи необходимы объективные методы исследования научно-технических проектов. В статье предлагается осуществлять оценку реализуемости инновационного проекта. В дальнейшем, после того как был осуществлён отсев явно бесперспективных проектов, можно перейти к оценке инновационных проектов, заключающейся в определении уровня его эффективности по совокупности интегральных показателей.

Ключевые слова: инновации, инновационные проекты, принятие решений, критерии оценки, эффективность инновационной деятельности, методы исследования.

Экономика передовых стран базируется на знаниях, научных достижениях, прогрессивных технологиях. Традиционные источники экономического роста: новые сырьевые ресурсы, неосвоенные территории, дешёвая рабочая сила и т.д. – практически исчерпали себя. В условиях глобальной экономики капитал мобилен, технологии распространяются быстро, товары производятся в странах с низкими издержками и поставляются на рынки развитых стран. В этой ситуации главным источником конкурентных преимуществ и развития являются инновации во всех сферах [1]. В этой связи решение вопроса поддержки принятия решений при управлении инновационными проектами является чрезвычайно актуальным.

Для того чтобы инновации стали регулярным результатом деятельности, нужно оценивать их потенциал и способы развития, предсказывать появление инноваций, искать факторы, сдерживающие инновационный путь развития, прежде всего, анализируя материальные и людские ресурсы, финансовые возможности, научные заделы и их аналоги, существующие объекты интеллектуальной собственности, инфраструктуру и географическое расположение. Кроме того, нужно выявлять принципиально новые и перспективные проекты на основе анализа рынков сбыта, хранить, анализировать и изучать данные об имеющихся научно-исследовательских, инновационных и технических разработках, выбирать, ранжировать и генерировать критерии оценки эффективности инновационной деятельности [2].

Чтобы перейти от деклараций к практической работе и решить перечисленные проблемы, необходимы, в первую очередь, объективные методы исследования инновационных процессов. В этой связи решение задачи управления инновационными проектами путем использования системы поддержки принятия решений приобретает большую значимость.

Анализ действующих и вновь предлагаемых методов оценки эффективности инновационных проектов обнаруживает, что зачастую не осуществляется отсев явно бесперспективных проектов. В связи с этим предлагается на первом этапе осуществлять оценки реализуемости инновационного проекта.

Реализуемость инновационного проекта подлежит тщательному обоснованию по всем видам наиболее важных ресурсов, в том числе и с научно-технической стороны. Сущность оценки состоит в необходимости удовлетворения проекта всем ограничениям научно-технического, финансового, экономического, экологического, производственного и иного характера, имеющим место при его осуществлении.

При комплексной оценке инновационного проекта встаёт вопрос его реализуемости в условиях данного предприятия, который можно решить при помощи системы критериев.

Оценка реализуемости инновационного проекта представляет собой установление экспертным или расчетно-аналитическим методом уровня соответствия потребностей

проектных работ во всех видах ресурсов (производственных, интеллектуальных, финансовых, трудовых, временных материальных и др.) с потенциальными возможностями удовлетворения этих потребностей в ходе выполнения проекта [3].

В общем смысле реализуемость инновационного проекта является основным его свойством. Под ним нужно понимать возможность максимально эффективного решения комплекса научно-технических, финансовых, производственно-технологических, проектно-конструкторских и организационно-управленческих вопросов обеспечения создания новой продукции или оказания услуг заданного научно-технического уровня, объема и в требуемые сроки в условиях имеющихся ресурсных ограничений и их прогноза на время выполнения проекта.

Количественно измеряемые показатели потенциальных возможностей практической осуществимости нововведений и коммерциализации проектов являются объективными характеристиками наукоёмких проектов. Их определение целесообразно на базе критериев, используемых для нахождения интегральных показателей инновационных проектов.

Обычно каждая из них учитывается в результирующем показателе P с весовым коэффициентом, численно равным значению значимости метрики:

$$P = \sum_{i=1}^N c_i x_i, \quad (1)$$

где x_i – i -я метрика инновационного проекта; c_i – вес показателя.

Но изложенный выше подход не учитывает отличие критериев, отображающих свойства проектов, их достоинства или недостатки, сумма которых реально соответствует аддитивной интеграции показателей, от критериев, показывающих возможность либо невозможность реализации, когда нулевое значение говорит не об ухудшении характеристик проектов, а о невозможности его реализации, а, следовательно, о необходимости отклонения проектов.

Ясно, что любая из фаз инновационного проекта является априори высоко рискованной и может даже быть неудачной. Значит, необходим такой отбор научно-технических проектов для инвестирования, который давал бы возможность снизить вероятность неблагоприятного исхода, а, следовательно, достичь цели инновационного проекта.

В связи с этим Минаков В.Ф. [4] предлагает разбить метрики наукоёмких проектов на аналоговые (непрерывные) и дискретные, дающие в интегральном показателе возможность отклонения проекта.

Исходя из этого, имеются основания для разделения показателей на две основные группы:

- аналоговые (непрерывные) показатели – это класс показателей инновационного проекта, позволяющий оценить предпочтительные свойства проекта по формуле (1);
- дискретные (прерывистые) показатели, дополняющие аналоговый результат оценки инновационных проектов, и дополнительно дающие возможность отклонять проекты в случае невозможности их реализации по критерию недопустимости такого показателя.

Итак, совокупность показателей x_i инновационных проектов, применяемых в настоящее время при их отборе, можно разделить на аналоговые x_{ai} и дискретные x_{di} . Для целей отбора инновационных проектов к числу дискретных показателей предлагается отнести следующие:

- совместимость проекта с планами и стратегией предприятия:

$$x_d = \begin{cases} 1, & \text{если стратегия совместима} \\ 0, & \text{если стратегия несовместима} \end{cases}$$

- наличие необходимых финансовых ресурсов:

$$x_d = \begin{cases} 1, & \text{если ресурсов достаточно} \\ 0, & \text{если ресурсов недостаточно} \end{cases}$$

- достаточность материальных ресурсов:

$$x_d = \begin{cases} 1, & \text{если ресурсов достаточно} \\ 0, & \text{если ресурсов недостаточно} \end{cases}$$

- соответствие требований проектных решений текущему технологическому укладу:

$$x_d = \begin{cases} 1, & \text{если соответствует} \\ 0, & \text{если не соответствует} \end{cases}$$

- патентная чистота:

$$x_d = \begin{cases} 1, & \text{если проект защищён патентами} \\ 0, & \text{если проект не защищён патентами} \end{cases}$$

- готовность сегмента потребительского рынка воспринять инновацию:

$$x_d = \begin{cases} 1, & \text{если рынок готов} \\ 0, & \text{если рынок не готов} \end{cases}$$

К числу аналоговых относят следующие показатели:

- наличие основных производственных ресурсов или их полезной комбинации в рассматриваемом регионе;
- наличие аналогов у конкурентов, в том числе за рубежом;
- степень квалификации управленческого персонала;
- наличие благоприятной политической обстановки в регионе;
- уровень усовершенствования рассматриваемым проектом характеристик существующих изделий.

На втором этапе, после того как был осуществлён отсев явно бесперспективных проектов, можно перейти к оценке инновационных проектов, заключающейся в определении уровня его эффективности по совокупности интегральных показателей. Для формирования инструментария оценки мы предлагаем выделить восемь групп интегральных показателей, характеризующие все аспекты вложения инвестиций.

Эффективность проекта – это категория, отображающая соответствие затрат и результатов наукоёмкого проекта целям и интересам участников, здесь могут также быть учтены интересы государства и населения. Среди множества видов эффективностей проектов можно выделить такие, как:

1. **Финансовый** – самый распространённый эффект от внедрения новшества – рост прибыли, сокращение затрат на производство продукции (предоставление услуг), ускорение производственных процессов. Данный эффект оценивается на основе расчёта и анализа следующих экономических показателей:

- чистый приведенный доход NPV;
- внутренняя норма рентабельности IRR;
- дисконтированный срок окупаемости инвестиций DPBP;
- индекс прибыльности PI;
- коэффициент эффективности инвестиций ARR.

Задача комплексной оценки эффективности инноваций прямо связана с финансовой эффективностью инновационного проекта, поскольку он в данном случае рассматривается как объект капиталовложений [5].

В процессе расчёта финансовой эффективности инновационного проекта рассматривается поток реальных денег. При реализации любого проекта, в том числе научно-технического, выделяются такие виды деятельности, как: финансовая, операционная и инвестиционная. В пределах каждого из этих видов имеют место притоки и оттоки денежных средств. Поток реальных денег является разность между притоком и оттоком денежных средств от операционной и инвестиционной деятельности в каждом периоде осуществления данного проекта.

Помимо потока реальных денег, определяемых на каждом шаге расчёта, также рассчитывается сальдо реальных денег, которое представляет собой разность между притоками и оттоками денежных средств от всех трёх видов деятельности. Этот показатель используется в дальнейшем для расчёта таких показателей эффективности инновационного проекта, как: чистый дисконтированный доход, индекс доходности, срок окупаемости проекта, внутренняя норма доходности и других.

С целью принятия решения об инвестировании в какой-либо инновационный проект нужно, чтобы сальдо реальных денег было положительным на любом отрезке времени, где осуществляются затраты или получается доход. О необходимости привлечения дополнительных средств (собственных или заемных) свидетельствует отрицательное сальдо реальных денег.

Оценка финансовой эффективности основывается на следующих главных принципах:

- применяются предусмотренные проектом постоянные или переменные цены на товары и услуги (рыночные, то есть цены, по которым товар приобретает на свободном рынке);
- в расчете учитываются только производственные затраты, но не учитываются расходы на приобретение в том случае, если проект предполагает производство и потребление некой продукции;
- денежные потоки определяются в валютах, в которых в проекте предполагается покупка ресурсов и оплата продукции;
- получение и погашение займов не учитываются ни в денежном потоке, ни в расчетах потребности в оборотном капитале;
- налоги, сборы, отчисления, предусмотренные законодательством, к примеру, возмещение НДС за используемые ресурсы также учитываются в расчетах;
- если по проекту предполагается одновременное выполнение нескольких различных видов операционной деятельности, то при расчете расходы учитываются по каждому из них.

2. **Ресурсный эффект** имеет дело с компенсированием дефицитных ресурсов, введением в хозяйственный оборот не используемых ранее ресурсов. Степень влияния оцениваемого проекта на уровень объём производства и потребления какого-либо ресурса отражают показатели данного вида эффекта. Ими являются:

- повышение уровня автоматизации и механизации производства;
- повышение производительности труда (высвобождение рабочей силы);
- повышение фондоотдачи основных средств;
- повышение комплексности использования сырья;
- экономия затрат в результате внедрения инноваций.

3. **Экологический эффект** тесно увязан с ресурсным. Он бывает положительным и отрицательным. Изменение состояния окружающей среды в процессе технических нововведений определяет этот вид эффекта. Он связан со способностью инновации при производстве, эксплуатации и утилизации не оказывать отрицательного влияния на окружающую среду. Экологический эффект может быть выражен следующими показателями:

- ресурсоемкостью;
- энергоемкостью;
- сроками полезного использования;
- выбросами и сбросами в окружающую среду;
- промышленный и транспортный шум;
- возможностью повторного использования после истечения срока годности;
- освещённость;
- электромагнитное поле;
- вибрация;
- зрительный комфорт;
- повышение уровня ядерных излучений;
- повышение уровня концентрации вредных веществ в почве, водном и воздушном бассейнах.

При экологической оценке инновационного проекта должны быть учтены потенциальные экологические риски, отражающие уровень его экологической безопасности.

3. **Социальный эффект** выражается в создании благоприятных условий для всестороннего развития личности, использования гражданами своих творческих сил и способностей. Социальный эффект использования нововведений заключается в их содействии повышению уровню благосостояния общества, повышению качества жизни и условий труда, росту производительности, ускорению обновления жизненной среды. Новшества, создаваемые человеком, облегчают трудовую деятельность и существенно изменяют среду жизнедеятельности. Показатели социальной эффективности

инновационного проекта характеризуют результативность данного проекта с точки зрения интересов всего общества, поскольку оно несет все затраты, которые связаны с реализацией проекта. Эти показатели отражают целесообразность использования ресурсов для осуществления данного проекта. Социальная значимость нововведения, которая отражает его вклад в улучшение социальной сферы, определяется с помощью оценок:

- повышение доходов населения;
- повышение уровня занятости населения;
- увеличение количества рабочих мест;
- повышение квалификации кадров;
- улучшение условий труда;
- повышение уровня охраны здоровья;
- положительные эффекты в других отраслях.

Для определения социальных результатов от реализации инновационного проекта учитываются следующие предпосылки:

- необходимо, чтобы проект отвечал социальным нормам, условиям и стандартам соблюдения прав человека;
- необходимо также в расчете эффективности учитывать повышение уровня жилищных, бытовых и культурных условий работников (например, бесплатное или льготное условие предоставления жилья);
- необходимо также затраты на создание или приобретение таких объектов включать в состав затрат по проекту (они тоже учтены в расчетах эффективности проекта в общем порядке) [6].

Доходы от таких объектов (доля стоимости жилья, оплачиваемая в рассрочку, выручка компаний бытового обслуживания и т.д.) могут быть включены в состав последствий инновационного проекта. Самостоятельный социальный результат подобных мероприятий, который получается при повышении рыночной стоимости жилья (он обусловлен вводом в эксплуатацию дополнительных объектов социального и бытового назначения) тоже необходимо учитывать при определении эффективности проекта [2].

5. Научно-технический эффект нововведений состоит в развитии различных отраслей науки, техники и технологии (в случае создания материальных инноваций). В основе осуществляемых инновационных процессов лежат научные знания. Коммерческая значимость осуществленных научных исследований характеризуется научно-техническими критериями внедренного нововведения. Для расчёта научно-технического эффекта могут быть применены оценочные показатели, выраженные в баллах, учитывающие новизну, практическую пользу и изобретательский уровень инновации. Например:

- интеллектуалоёмкость;
- патентозащищённость;
- вероятность безотказной работы;
- расходы на сопровождение инновации;
- эстетичность;
- полезность.

6. Бюджетный эффект – финансовые результаты осуществления проекта для федерального, регионального или местного бюджетов. Основными показателями такого эффекта являются:

- денежные потоки, связанные с дополнительными поступлениями налогов в бюджеты различных уровней (налог на прибыль, НДС, НДФЛ, импортные пошлины).

Влияние последствий осуществления инновационного проекта на доходы и расходы соответствующего (федерального, регионального или местного) бюджета, а также обоснование предусмотренных в проекте мер федеральной и региональной поддержки характеризуются именно критериями бюджетной эффективности. Бюджетный эффект B_t для шага осуществления проекта определяется как превышение дохода соответствующего бюджета D_t над расходами P_t в связи с реализацией данного проекта:

$$B_t = D_t - P_t$$

Интегральный бюджетный эффект $V_{инт}$ определяется как сумма дисконтированных годовых бюджетных эффектов или как превышение интегральных доходов бюджета $D_{инт}$ над интегральными бюджетными расходами $P_{инт}$.

К доходам бюджета относят:

- налог на добавленную стоимость и иные налоговые поступления в бюджет при осуществлении инновационного проекта;
- акцизы по продукции (ресурсам), которая производится в соответствии с проектом, и таможенные пошлины;
- налоговые поступления в бюджет с доходов физических лиц (с заработной платы российских и иностранных работников), полученных за выполнение работ, предусмотренных по проекту;
- доход от эмиссии ценных бумаг под проект;
- дивиденды по принадлежащим государству (региону) ценным бумагам (в том числе акциям), которые были выпущены с целью финансирования проекта;
- доходы государства (региона) от конкурсов, лицензирования, тендеров на разведку, строительство и эксплуатацию объектов, создаваемых при осуществлении проекта;
- поступления в бюджеты от платы за пользование природными ресурсами (землей, водой и т.п.), платы за недра;
- поступления от возврата кредитов, выданных из средств бюджета на реализацию проекта, а также проценты по ним;
- штрафы и санкции, связанные с проектом (например, за нерациональное использование природных, топливно-энергетических и материальных ресурсов, а также за нецелевое расходование средств).

К доходам бюджета также относятся поступления во всевозможные внебюджетные фонды: фонд медицинского и социального страхования, пенсионный фонд, начисленные от заработной платы за работы, фонд занятости, связанные с реализацией проекта.

Кроме того, при оценке бюджетной эффективности определяется уровень участия государства (региона) в реализации инновационного проекта, а также срок окупаемости затрат бюджета, которые рассчитываются на основании показателей годового бюджетного эффекта.

7. Корпоративный эффект определяет степень влияния инновационного проекта на экономическую эффективность предприятия в целом:

- улучшение имиджа предприятия и его товаров;
- увеличение доли рынка сбыта или освоение новых рынков;
- увеличение конкурентоспособности продукции (анализ продаж и внешней информации о ситуации на рынке);
- снижение себестоимости единицы продукции;
- прирост чистых активов предприятия по балансу в результате реализации проекта.

8. Информационный эффект состоит в накоплении новых знаний, трудовых навыков, передового технологического и организационного опыта. Благодаря этому виду эффекта развивается научно-технический и интеллектуальный потенциал общества. Показателями информационного эффекта являются:

- накопление новых знаний;
- накопление трудовых навыков;
- накопление передового технологического и организационного опыта.

Список литературы

1. Гольдштейн Г.Я. Стратегические аспекты управления НИОКР: монография. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000. – С. 75-80.
2. Винокур В.М., Трусов А.В. Интеллектуальная собственность как основа инновационной деятельности. – Пермь: ПГТУ, 2004. – 271 с.
3. Цыганов В.В., Бородин В.А., Шишкин Г.Б. Интеллектуальное предприятие: механизмы овладения капиталом и властью (теория и практика управления эволюцией организации). – М.: Университетская книга, 2004. – 768 с.

4. Минаков В.Ф. Классификация показателей инновационных проектов на основе аналогового и дискретного представления // Сборник материалов 7-й международной научной конференции «Информационные технологии в бизнесе». – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2011. – С. 38-41.
5. Зайнуллина Д.Р. Инновационное развитие экономики региона на основе активизации инвестиционно-строительного комплекса (на примере Республики Татарстан) // Креативная экономика, 2010, № 12.
6. Сиразетдинов Р.М. Необходимость формирования инновационной стратегии развития экономики // Креативная экономика, 2010, № 10. – С. 45-48.
7. Загидуллина Г.М., Замалиев Э.Ф. Особенности программы социальной ипотеки РТ // Известия КГАСУ, 2010, № 2 (14). – С. 333-338.

Zainullina D.R. – assistant

E-mail: dilyara@pismorf.com

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Evaluating the effectiveness of innovative projects

Resume

The main source of competitive advantage and development is innovation and decision about accessing innovative is very relevant. In this regard objective methods of innovative projects is necessary. This article offers the first step to assess the feasibility of the innovative project. Later when the screening of clearly perspectiveless projects was made, we can start the evaluation of innovative projects of defining its effectiveness on set of integrated indicators. We offer to allocate eight groups of integrated indicators that characterize all aspects of investment to form the assessment tools. Effectiveness of the project – a category that shows the costs and results of innovative project goals and interests of the participants, there may also be taken into account the interests of the state and the population. Such types of effective projects can be identified: financial, recourse, ecological, social, scientific and technical, budget, corporate, informative.

Keywords: innovation, innovation project, making a decision, evaluation measure, efficiency of innovative activity, research methods.

References

1. Goldshtein G.Y. Strategic aspects of management of RnD: monograph, Taganrog: Publishing house TRTU, 2000. – P. 75-80.
2. Minakov V.F. The classification of indicators of innovative projects based on analogue and digital representations / Digest of the 7th International Conference «Business informative technologies». – Spb.: Publishing house of SpbSUEF, 2011. – P. 38-41.
3. Vinokur V.M., Trusov A.V. Intellectual property as the basis of innovation activity. – Perm: PSTU, 2004. – 271 p.
4. Zyganov V.V., Borodin V.A., Shishkin G.B. Intelligent Enterprise: Mechanisms acquisition capital and power (theory and practice of controlling the evolution of the organization). M.: University book, 2004. – 768 p.
5. Zaynullina D.R. Innovative development of regional economic by activization of investment construction complex (the example of Republic of Tatarstan) // Creative economy, 2010, № 12.
6. Sirazetdinov R.M. The necessary of innovative economy formation / Creative economy, 2010, № 10. – С. 45-48.
7. Zagidullina G.M., Zamaliev E.F. Features of social mortgage in Tatarstan Republic // News of the KSUAE, 2010, № 2 (14). – С. 333-338.

УДК 332.1:330.322

Павлов В.П. – кандидат философских наук, доцент

E-mail: dodon47@mail.ru

Камалетдинов М.И. – аспирант

E-mail: marsellinova@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Современные проблемы оптимизации услуг городского транспорта на примере г. Казани

Аннотация

В связи с нестабильностью сферы услуг городского транспорта проблема создания эффективной системы поиска причин несостоятельности пропускной способности дорожных сетей обслуживать возрастающий поток автомобилей приобретает все большую актуальность. По результатам многочисленных исследований в области анализа движения транспортных средств и с учетом географических особенностей г. Казани приводятся результаты прикладного использования математической модели анализа для ранней диагностики появления дорожных заторов.

Ключевые слова: анализ движения транспортных средств, сфера услуг городского транспорта, географические особенности, математическая модель, дорожные заторы.

Бурный рост экономики регионов и отдельных городов приводит к возрастающим проблемам в вопросах пассажирских и грузовых перевозок. Города «задыхаются» от потока машин, и усилия мэров крупных городов пока не способствуют решению транспортных проблем. Транспортная проблема крупных городов подробно проанализирована в работе Лебедева В.А. [1].

Поскольку проблема достаточно сложная, а также тесно взаимосвязана с ключевыми вопросами городского развития, то для её решения необходимо разработать комплексный подход.

В предложенной нами методике решения проблемы можно выделить следующие этапы:

- 1) Анализ текущего состояния транспортной инфраструктуры;
- 2) Определение основных причин появления «пробок»;
- 3) Разработка возможных рекомендаций и выбор наиболее эффективных способов оптимизации услуг городского транспорта.

Рассмотрим вариант реализации данной методики на примере г. Казани.

На I этапе определим текущее состояние городского транспорта.

Во-первых, выделим основные факторы, влияющие на его формирование:

- географические особенности;
- густонаселенность города по районам.

Применительно к Казани выделим основные его характеристики:

1) Территория города занимает площадь 412 квадратных километров, состоит из более, чем 1500 улиц и переулков. Общая их протяженность составляет почти 1000 километров.

2) Население распределено равномерно, но из-за небольшого количества многоквартирных домов густонаселенность центра невелика. Данная часть используется, как деловая и административная область города. В связи с этим здесь расположены многочисленные офисные помещения, административные и культурные здания. Данный факт способствует формированию больших потоков машин через центр.

3) Устье реки Казанка проходит между центральными и северными районами, поэтому связь между ними обеспечивается благодаря 4 мостам, а именно:

- Кировская дамба;
- Ленинская дамба;
- мост Миллениум;
- мост рядом с компрессорным заводом.

Казань является одним из крупнейших логистических узлов России. Через столицу Татарстана проходит федеральная автомагистраль М7 (Е22), федеральные трассы Р239, Р175, Р241 и Р242.

Таким образом, при построении схемы дорожной инфраструктуры необходимо учесть наличие путей, при помощи которых жители смогут добираться от мест проживания до работы. Напряженность центральной части не должна увеличиваться из-за транспортных сетей федерального назначения, поэтому город должен быть обеспечен объездными путями.

На II этапе определим основные причины появления «пробок».

Изучив географические особенности и его основные потребности, стало возможным выявление ключевых магистралей, где зачастую образуются дорожные заторы. На нижеследующем рисунке представлена карта основных дорог г. Казани.

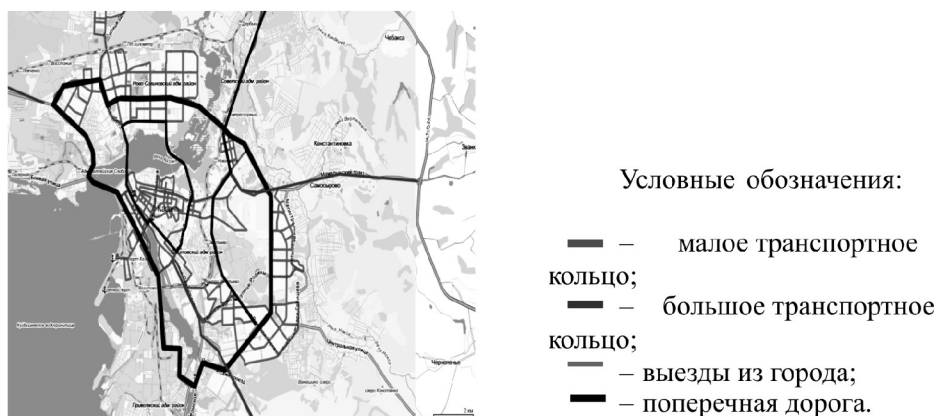


Рис. Карта основных дорог г. Казани

По основным магистралям проводился мониторинг средней скорости движения в различное время суток. В целях комплексного анализа данные по основным сетям Казани были сгруппированы по местоположению и направлению. Таким образом, были получены группы:

1) Малое транспортное кольцо состоит из: улицы Чистопольская, Амирхана, мост Миллениум, Вишневского, Эсперанто, Островского, Правобулачная, Ленинская дамба. Находится в самом центре, служит для проездов из периферии в центр г. Казани. Вследствие своей значимости данная сеть насыщена транспортными потоками.

Основные характеристики:

- многополосность, которая позволяет имеет высокую пропускную способность. Однако на улице Островского, Правобулачная и Левобулачная наблюдается сужение, вследствие чего именно на этом участке возникают «пробки»;

- наличие объездных путей позволяет уменьшить напряженность на узких участках дорог. Отсутствие альтернативного для моста Миллениум маршрута приводит к появлению заторов;

- насыщенность перекрестками, что препятствует появлению безостановочного движения;

- наличие станций метро позволяет отказаться от личного транспортного средства в пользу общественного.

2) Большое транспортное кольцо состоит из: пр. Ямашева, Победы, улицы Тульская, Техническая, Тукая, Саид-Галиева, Несмелова, Краснококшайская, Фрунзе, Восстания, Кировская дамба. Находится на периферии, соединяет спальные районы между собой. Позволяет объезжать город, не используя центр.

Основные характеристики:

- высокая пропускная способность;

- относительно небольшое количество перекрестков, наличие пешеходных мостов и эстакад способствует безостановочному движению;

- имеют большую протяженность;

- обслуживает большие транспортные потоки, вследствие чего имеет высокую значимость.

3) Из города можно выехать благодаря четырем основным путям: Горьковское шоссе, Мамадышский тракт, Сибирский тракт и Оренбургский тракт. Однако Казань активно развивается в восточном направлении, здесь присутствует пос. Дербышки, поэтому выезд со стороны Сибирского тракта был включен в отдельную группу.

Основные характеристики:

- многополосность путей;
- неравномерность транспортного потока в течение недели. В период с пятницы по воскресенье данная группа используется максимальным способом, однако в будни (кроме пятницы) дорожные заторы встречаются крайне редко.

4) В состав поперечной дороги включены: улицы Зорге, Гвардейская, Ершова, Сибирский тракт. Данный путь разделяет большое транспортное кольцо на две части, а также соединяет между собой выезды из Казани.

Основные характеристики:

- многополосность;
- пересекает крупные транспортные магистрали;
- позволяет разгрузить часть большого кольца.

Скорости движения транспортных потоков на каждой улице тесно взаимосвязаны между собой. Если не достигнута максимальная пропускная способность на одной из них, то движение на каждой из этих улиц, в составе данной группы, не будет максимально эффективным. В приведенной ниже таблице представлено изменение средней скорости движения в сформированных группах в зависимости от дня недели.

Таблица 1

Группа	Пн.-Чт.		Пт.		Сб.		Вс.		Итого среднее	
	8:00	18:00	8:00	18:00	8:00	18:00	8:00	18:00	8:00	18:00
Малое кольцо										
Чистопольская	15	30	15	15	20	20	25	25		
Амирхана	15	25	15	15	20	20	25	25		
Миллениум	45	45	45	45	45	45	45	45		
Вишневского	40	40	40	20	40	40	45	40		
Эсперанго	15	20	15	10	10	20	20	15		
Островского	15	15	15	10	20	20	25	25		
Право-Булачная	10	15	15	10	20	15	25	20		
Ленинская дамба	30	25	30	30	40	20	40	40		
Среднее	23,1	26,88	23,75	19,38	26,88	25	31,25	29,38	26,26	25,16
Большое кольцо										
пр. Ямаш.	15	20	15	15	20	20	30	25		
пр. Победы	20	30	30	20	30	30	40	30		
Тульская	15	20	20	20	30	30	30	25		
Технич.	20	25	25	30	30	25	30	30		
Тукая	15	10	10	10	15	15	20	15		
Саид-Галиева	10	20	15	15	20	20	20	20		
Кировская дамба	30	30	30	30	35	35	40	40		
Несмелова	30	30	30	30	30	30	40	40		
Краснокок.	30	30	30	25	30	30	40	30		
Фрунзе	15	15	20	10	20	20	20	20		
Восстания	15	15	20	15	15	15	20	20		
Среднее	19,5	22,27	22,27	20,9	25	24,55	30	26,82	24,2	23,64
Выезды										
Горьковское шоссе	20	40	35	10	25	20	25	20		
Оренбургский тракт	40	40	40	40	40	40	40	30		
Мамадышский тракт	40	40	40	20	40	40	40	30		
Среднее	33,3	40	38,33	23,33	35	33,33	35	26,67	35,42	30,8
Поперечная										
Зорге	20	20	30	20	20	20	30	20		
Гвардейская	20	20	25	25	20	20	30	25		
Ершова	20	20	15	15	15	20	20	25		
Сибир. тр.	15	15	20	20	25	25	30	20		
Среднее	18,7	18,75	22,5	20	20	21,25	27,5	22,5	22,19	20,63

Исходя из данной таблицы, можно сделать следующие выводы:

1) Наиболее напряженная обстановка на дорогах складывается в будние дни. Причина – увеличение числа машин, вследствие необходимости добираться от дома до места работы и обратно.

2) Самая низкая средняя скорость движения практически во всех группах зафиксирована в пятницу вечером. Причина – многие жители города имеют дачи или родные деревни, куда уезжают на выходные. Большая нагрузка ложится на 3-ю группу, которая не успевает обслуживать весь поток автомобилей, вследствие чего появляются заторы и на других участках.

3) Средняя скорость движения в группах 1, 2 и 4 ниже показателей 3-ей. Причина – отсутствие безостановочного движения из-за большого количества пересечений в центральной части города.

Обладая информацией о средней скорости движения, можно рассчитать текущую пропускную способность магистралей. Данный показатель свидетельствует о том, какое количество машин способно проезжать данный участок пути за определенный период времени.

Рассмотрим пример движения транспортного потока. Допустим, что его плотность максимальна, т.е. автомобили движутся максимально близко друг другу. Тогда расстояние между ними L будет равно длине транспортного средства и дистанции.

$$L = b + d \quad (1)$$

где b – длина транспортного средства, км, d – дистанция, км.

Допустим, что средняя длина автомобиля равна 4,5 м, а безопасная дистанция равна 10,5 м. Тогда величина L равна 15 м. Именно такое расстояние необходимо преодолеть транспортному средству, чтобы оказаться на месте впереди едущего автомобиля.

Располагая данными о средней скорости движения (U) и длиной пути (L), узнаем время (t):

$$t = L / U. \quad (2)$$

Теперь узнаем часовую пропускную способность дороги:

$$P = 1 / t, \quad (3)$$

$$P = 1 / L / U, \quad (4)$$

$$P = U / L. \quad (5)$$

Каждая дорога содержит n полос, тогда:

$$P = n * U / L. \quad (6)$$

Таким образом, используя формулу (6), мы узнали, какое количество машин способно проехать определенный путь за 1 час. Результаты расчетов приведены в следующей таблице.

Таблица 2

Группа	№	Пн.-Чт.		Пт.		Сб.		Вс.		Среднее
		8:00	18:00	8:00	18:00	8:00	18:00	8:00	18:00	
Малое кольцо										
Чистопольская	3	3000	6000	3000	3000	4000	4000	5000	5000	
Амирхана	3	3000	5000	3000	3000	4000	4000	5000	5000	
Миллениум	3	9000	9000	9000	9000	9000	9000	9000	9000	
Вишневого	3	8000	8000	8000	4000	8000	8000	9000	8000	
Эсперанто	3	3000	4000	3000	2000	2000	4000	4000	3000	
Островского	2	3000	3000	3000	2000	4000	4000	5000	5000	
Пр. Булачная	2	2000	3000	3000	2000	4000	3000	5000	4000	
Ленинская дамба	3	6000	5000	6000	6000	8000	4000	8000	8000	
Среднее	2,4	4626	5376	4750	3876	5376	5000	6250	5876	5142
Большое кольцо										
пр. Ямашева	3	3000	4000	3000	3000	4000	4000	6000	5000	
пр. Победы	3	4000	6000	6000	4000	6000	6000	8000	6000	
Тульская	2	3000	4000	4000	4000	6000	6000	6000	5000	
Техническая	3	4000	5000	5000	6000	6000	5000	6000	6000	
Тукая	2	3000	2000	2000	2000	3000	3000	4000	3000	
Саид-Галиева	2	2000	4000	3000	3000	4000	4000	4000	4000	
Кировская дамба	3	6000	6000	6000	6000	7000	7000	8000	8000	
Несмелова	3	6000	6000	6000	6000	6000	6000	8000	8000	
Краснококшайская	3	6000	6000	6000	5000	6000	6000	8000	6000	
Фрунзе	3	3000	3000	4000	2000	4000	4000	4000	4000	
Восстания	3	3000	3000	4000	3000	3000	3000	4000	4000	
Среднее	2,7	3910	4454	4454	4180	5000	4910	6000	5364	4784
Выезды из города										
Горьковское шоссе	3	4000	8000	7000	2000	5000	4000	5000	4000	
Оренбургский тракт	3	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	6000	
Мамадышский тракт	3	8000	8000	8000	4000	8000	8000	8000	6000	
Среднее	3	6666	8000	7666	4666	7000	6666	7000	5334	6622
Поперечная										
Зорге	3	4000	4000	6000	4000	4000	4000	6000	4000	
Гвардейская	3	4000	4000	5000	5000	4000	4000	6000	5000	
Ершова	3	4000	4000	3000	3000	3000	4000	4000	5000	
Сибирский тракт	3	3000	3000	4000	4000	5000	5000	6000	4000	
Среднее	3	3750	3750	4500	4000	4000	4250	5500	4500	4282
Итого										20830

Из табл. 2 видно, что пропускная способность дороги зависит от числа рядов и средней скорости движения транспорта.

Именно по этим причинам в данной таблице наибольшая пропускная способность зафиксирована на выездах из города, а наименьшая – в центральной части.

Обладая информацией о пропускной способности, определим, какая часть столичного автопарка способна преодолеть изучаемые участки.

На сегодняшний день в Казани насчитывается 321 тыс. 776 транспортных средств. По итогам нескольких лет в Казани отмечен значительный прирост машин. Например, в

2011 году в столице республики появилось 24 тыс. новых автомобилей, а по сравнению с 2004 годом прирост составил 102 процента [2].

Поделив общую численность автопарка на показатель средней по всем группам часовой пропускной способности, получим, что вечером за 1 час способно проехать лишь 6,3 % от общего числа автомобилей, а днем – 6,7 %. В данной ситуации возникновение дорожных заторов неизбежно.

На III этапе в целях оптимизации услуг городского транспорта нами были разработаны рекомендации по повышению пропускной способности. Основными условиями выбора способов являются:

- минимизация бюджетных расходов;
- сохранение исторического облика г. Казани.

На следующей схеме представлено, какие именно, применительно к изучаемым нами сетям, были выбраны рекомендации.

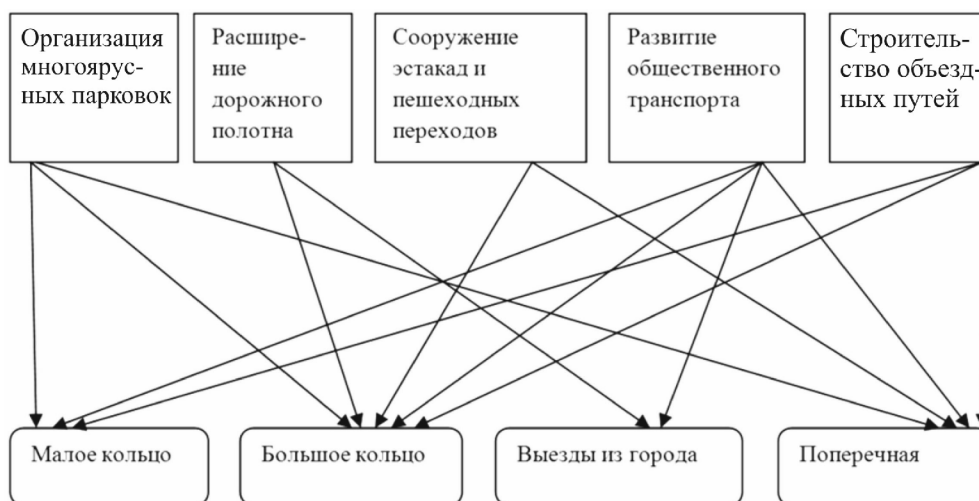


Рис. 2. Основные мероприятия

Из рис. 2 видно, что не все способы предотвращения «пробок» применимы к каждому участку пути.

Вследствие близкого расположения к памятникам архитектуры, на малом транспортном кольце нет возможности расширения дорог и строительства эстакад. Для этой группы наиболее эффективным решением будут развитие подземного общественного транспорта и строительство объездных путей. Уменьшение численности автотранспорта не только уменьшит напряженность, но и сделает г. Казань более привлекательной для туристов.

Отличительной особенностью большого транспортного кольца является возможность применения всех рекомендаций. В данном случае основным критерием должна стать экономичность. Как отмечалось выше, данный путь соединяет спальные районы, в связи с этим наблюдается повышенная концентрация многоквартирных жилых домов, поэтому расширение дорог затруднительно. Сооружение эстакад и пешеходных переходов позволит создать безостановочное движение, более того, при данном методе отсутствует необходимость в сносе жилых строений.

Благодаря отсутствию крупных строений на выездах из города, стоимость расширения сети этой группы минимальна. Особое значение имеет развитие общественного транспорта. Благодаря переносу автовокзалов на окраину Казани, междугородним крупногабаритным автобусам не надо будет проезжать через центр города.

На некоторых пересечениях потоков возможно сооружение эстакад. Строящаяся к Универсиаде эстакада на пересечении пр. Победы и ул. Зорге должна способствовать уменьшению напряженности. Благодаря прохождению по этому пути первой ветви метрополитена, многие жители Казани оставляют свои машины на близлежащих станциях

и пользуются услугами метро. Таким образом, для размещения личных автомобилей необходимо строительство многоярусных парковок. В связи с подготовкой к всемирным студенческим играм было принято решение о строительстве дороги от Танкового кольца до ул. Пушкина. Данный путь соединит все группы, и позволит им стать взаимозаменяемыми.

Все представленные рекомендации направлены на повышение параметров пропускной способности, основными рычагами которого являются повышение скорости, расширение дорожного полотна и увеличение роли общественного транспорта.

Список литературы

1. Панацея от пробок есть // www.alebedev.nichost.ru: ежедн. интернет-изд., 2007, 27 дек. URL: <http://www.alebedev.nichost.ru/daytheme/index.php?daytheme=5994> (дата обращения: 19.09.2012).
2. Татар-информ // tatar-inform.ru: ежедн. интернет-изд. «За 8 лет на 50 процентов увеличилось количество автомобилей в РТ» 2002. 7 авг. URL: <http://www.tatar-inform.ru/news/2012/08/07/326396/> (дата обращения: 25.09.2012).
3. Романова А.И. Инвестиционное стимулирование рынка строительных услуг // Известия КГАСУ, 2010, № 2 (14). – С. 339-344.

Pavlov V.P. – candidate of philosophical sciences, associate professor
E-mail: dodon47@mail.ru

Kamaletdinov M.I. – post-graduate student
E-mail: marsellinova@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Modern problems of optimization of urban transport services on the example of Kazan

Resume

The main problem of urban transport services is an efficient search system causes of little capacity road network. With the increase in the flow of cars, this problem is becoming increasingly important. To date, the transport remains one of the most pressing problems of large cities. Like any modern metropolis, Kazan is growing so rapidly that the transport infrastructure is not keeping pace with the growing number of residents and jobs created in the city. The roads are not expanded, parking is not built, the subway can not cope with the huge number of passengers.

State of the transport system lags behind the growing needs of the economy and hamper its transition to innovative development. With great practical importance and scientific interest in the problem of research tools for the regulation of the transport infrastructure of the city are still poorly understood.

Based on a comprehensive and modern perspective on the concept of the transport system, Kazan, in the monitoring was conducted at the average speed of the main roads of the city. The data allowed an analysis of the current state of the transport infrastructure, to identify the main causes of «stoppers» to develop practical recommendations to increase capacity for specific transportation routes.

Through numerous studies in the analysis of the movement of vehicles was provided information about the transport system of Kazan. This paper presents the results of a mathematical model of analysis for early diagnosis of the appearance of congestion. Through the use of our recommendations road conditions should improve for the better side.

Keywords: analysis of the movement of vehicles, of urban transport services, geography, mathematical model, congestion.

References

1. Panacea for congestion exists// www.alebedev.nichost.ru: the daily Internet-edition, 2007, 27 dec. URL: <http://www.tatar-inform.ru/news/2012/08/07/326396/> (reference date: 25.09.2012).
2. Tatar-inform // tatar-inform.ru: «The number of cars in the last 8 years in RT increased for over than 50 %», 2002, 7 авг. URL: <http://www.tatar-inform.ru/news/2012/08/07/326396/> (date of publication: 25.09.2012).
3. Romanova A.I. Investment stimulation of the market of building services // News of the KSUAE, 2010, № 2 (14). – P. 339-344.

УДК 338

Романова А.И. – доктор экономических наук, профессор

E-mail: aisofi@kgasu.ru

Добросердова Е.А. – кандидат экономических наук, старший преподаватель

E-mail: ele79958738@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Инвестиционное развитие строительного комплекса региона на основе проектного финансирования

Аннотация

Социально-экономическое развитие административно-территориальной единицы должно быть обеспечено воспроизводством всех существующих пространственных территорий и производительных сил вне зависимости от их формы собственности, что возможно, если строительное производство будет осуществляться в соответствии с целостным и комплексным планированием всего территориального пространства по условию устойчивого развития – минимизации ущерба для будущих поколений.

Ключевые слова: инвестиционное развитие, региональная экономика, проектное финансирование.

В настоящее время процесс разграничения полномочий между органами государственной власти и местного самоуправления и их финансового обеспечения завершен, сформирована нормативно-законодательная база, определяющая принцип функционирования муниципальных образований региона, но остается ряд серьезных проблем, относящихся к экономическим основам региональных органов государственной власти и местного самоуправления.

Проблемы реализации инвестиционно-строительных программ регионального развития обусловлены общим недопониманием высокой роли в этом процессе строительного комплекса, а также низкой степенью проработанности вопросов по качеству действующих программ. Необходимо также отметить очевидную несогласованность стратегических и оперативных планов деятельности муниципальных образований, которая отражается на инвестиционном развитии строительного комплекса любого региона.

Инвестиционная политика является главным элементом экономической политики, эффективность которой зависит от реформ на макро-, мезо- и микроуровнях экономики. Традиционная инвестиционная политика в разрезе инвестиционно-строительных проектов основывается на сокращении транзакционных издержек и повышении потенциальной эффективности внутренних ресурсов, необходимых для расширения отраслевых границ хозяйственно-экономической деятельности и вероятностных точек взаимодействия внутренних ресурсов с существующими возможностями для получения наибольшей прибыли.

Вследствие вышеизложенного, необходимо отметить, что процесс инвестирования экономического субъекта вырабатывается на основе его внутренних ресурсов, составляющих основной потенциал в реализации инвестиционных проектов и преодоления рисков, созданных внешней средой, и в сочетании элементов планирования и реализации региональной стратегии с последовательным взаимодействием внутренних ресурсов и возможностями экономического субъекта, внешней отраслевой организации.

Создание эффективной системы регулирования инвестиционного процесса возможно на основе применения сбалансированной системы показателей и использования метода проектного финансирования инвестиционных проектов.

Республика Татарстан – экономически развитый регион России, богатый природными ресурсами, мощным промышленным и научным комплексом, развитой транспортной инфраструктурой, поэтому интересен для широких слоев инвесторов. Положительная динамика в промышленности, в обрабатывающих производствах и сельскохозяйственном производстве, высокий инвестиционный спрос привлекают

инвесторов в строительную отрасль республики, поэтому отмечается рост инвестиционной активности. Рост инвестиционной активности отмечается не только в строительстве, но и в производстве строительных материалов, увеличении объема введенного жилья, подкрепленных ростом объемов кредитования юридических лиц и индивидуальных предпринимателей. Объем инвестиций в основной капитал в сопоставимых ценах в 2011 году превысил уровень 2008 года.

Важность стратегии инвестиционного развития строительного комплекса Татарстана очевидна, поэтому, с нашей точки зрения, инструменты, участвующие в формировании набора рычагов и приводящие в движение механизмы реализации стратегии в общей экономической системе, имеют отражение в сбалансированной системе показателей.

Для оценки инвестиционной и инновационной привлекательности региона должны быть проанализированы наиболее привлекательные муниципальные образования, рассчитан их инвестиционный и инновационный рейтинг на основе сравнимых показателей: численность постоянного населения (тыс. чел.), население трудоспособного возраста (тыс. чел.), денежные доходы на душу населения (руб.), общая площадь жилья (тыс. м²), объем добавленной стоимости предприятий (млн. руб.), объем инвестиций в основной капитал из всех источников финансирования (млн. руб.), объем работ, выполненных по виду деятельности «строительство» (млн. руб.), оборот розничной торговли на душу населения (тыс. руб.), затраты на технологические, маркетинговые и организационные инновации (млн. руб.), расходы регионального бюджета (тыс. руб.), закрепленные доходы регионального бюджета (тыс. руб.).

На основании полученных результатов разрабатывается детализированная модель стратегии региона, устанавливается эффективность применения проектного финансирования как инструмента, способствующего инвестиционному развитию строительного комплекса региона. Функционирование инвестиционно-строительного комплекса региона характеризуется наличием тесной связи централизованной и децентрализованной организации инвестиционного процесса, поэтому объектом пристального внимания и изучения являются производственные и коммерческие системы в рамках взаимодействия участников процесса проектного финансирования, то есть системы типа «проектная компания – инвестор – кредитор», которые осуществляют организационно-экономическую и технологическую деятельность, организационно-заготовительные, транспортные и производственно-технологические операции, реализующие инвестиционно-строительные проекты в регионе.

Необходимо подчеркнуть важность грамотного делегирования ответственности и сроки завершения проектов в зависимости от специфики системных сбалансированных показателей, выбранной стратегии региона, жизненного цикла конкретного стратегического инвестиционно-стратегического проекта, а также общих подходов к формированию финансовых показателей, поэтому результат применения проектного финансирования в инвестиционно-строительном комплексе региона рассматривается как эффективная реализация инвестиционных вложений при создании строительной продукции.

Структура проектного финансирования различных инвестиционно-строительных объектов может отличаться в зависимости от специфики финансирования проекта, особенностей назначения проекта, от существующих договоров или контрактов, которые составляют основу для финансирования. Однако проектное финансирование подчиняется общим принципам, лежащим в его основе: финансирование направляется на проекты, которые представляют вновь созданные проектные компании или на реализацию совершенно нового бизнес-проекта, при этом жестко исполняется главное условие экономического развития хозяйствующих субъектов – прибыль от реализации инвестиционного проекта является источником возврата вложенных средств. В этой связи отметим еще одну особенность проектного финансирования строительного комплекса региона – наличие высокой доли привлеченного капитала в общем объеме финансирования проекта.

Разработка и внедрение стратегических решений по инвестиционному развитию строительного комплекса региона на основе проектного финансирования должны осуществляться поэтапно с четкой постановкой целей и задач на каждом этапе.

В реализации стратегии инвестиционного развития строительного комплекса региона подчеркнем важность создания структур, ответственных за ее реализацию, существование структурно-логической взаимосвязи критериев и показателей, информационной осведомленности участников проекта и населения об основных стратегических направлениях.

Региональные строительные комплексы являются основными составляющими элементами фондообразующей отрасли, решающей социально-экономические задачи и определяющей темпы развития экономики, поэтому важно раскрыть значимость строительной отрасли в планировании городских территорий для изменения вектора направленности региональной инвестиционной политики в сторону развития строительного комплекса и муниципальных образований.

Городское планирование в условиях развивающейся урбанизации определяет экономическое содержание процессов распространения городского образа жизни, поэтому исследование пространственной локализации различных строительных процессов (производства) заключается в тесной связи сферы управления и развития городов с функционированием субъектов развития городской среды и строительными комплексами.

Развитие строительного комплекса в условиях рыночных отношений способно решать комплексные проблемы, связанные с обновлением основных фондов, модернизацией предприятий, решением многолетней жилищной проблемы (проведен анализ капитального ремонта жилищного фонда), размещением вынужденных переселенцев и мигрантов. Именно в этой связи необходимо вынести ряд положений, которые на практике дадут импульс инвестиционному развитию региона в рамках реализации национального жилищного приоритета и создадут условия для успешного финансирования. В современной ситуации такой системой, которая активизирует строительный комплекс региона, является его инвестиционная политика и система сбалансированных показателей, с показателями, характеризующими объем жилищного строительства и доступность приобретения жилья.

В развитии проектного финансирования выделено: финансирование природно-ресурсных проектов; финансирование независимых энергетических проектов; финансирование общественно-инфраструктурных объектов (дороги, транспорт, общественные здания и сооружения, и т.д.) с привлечением частного капитала; финансирование телекоммуникационных сетей. Так, в Республике Татарстан существует ряд важных инвестиционных объектов, которые в той или иной степени используют проектное финансирование: «Алабуга», ОАО «ТАНЕКО», строительство развязок и детсадов в Казани, объекты Универсиады (2013 г.) и ФИФА (2018 г.), скоростная железная дорога, новая библиотека.

Вопрос методического обеспечения проектного финансирования инвестиционно-строительного комплекса для решения проблем региона остается актуальным в современных условиях. В Российской Федерации на данный момент предпочтение отдается традиционным формам организации отраслевого инвестиционного процесса, поэтому происходит запаздывание отдельных стадий инвестиционного цикла и всего цикла, следовательно, для решения конкретных инвестиционных задач необходимо использовать форму проектного финансирования. Проектное финансирование можно рассматривать как метод направления денежных средств на техническое перевооружение, реконструкцию, расширение, новое строительство (строительные проекты), при котором источником погашения долговых обязательств перед кредитором (банком) являются средства, сформированные при реализации строительного проекта.

Для оценки эффективности использования проектного финансирования на уровне регионального строительства, целесообразно применять методику, разработанную на основе взаимодействия участников проектного финансирования в строительстве с построением схемы взаимодействия компании-заказчика, банка финансирования, генерального подрядчика, властей региона и потенциальных потребителей. Схема проектного финансирования регионального строительства должна четко показывать выгоду каждого участника проекта и невозможность самостоятельного существования, поэтому для всех участников проекта должны быть перечислены функции, отдельно

разработаны мероприятия для инвестора объекта, а также содержать основные требования самого инвестора к организации проекта [1].

Использование проектного финансирования в строительстве позволит формировать на ее основе стратегические предпосылки развития инвестиционной активности региона. В современном строительстве и в управлении крупными производственными объектами и объектами инфраструктуры активно внедряется финансирование инвестиционных проектов, основанное на будущих доходах, которые в недалекой перспективе будут формироваться создаваемой организацией. Основные выгоды от применения проектного финансирования строительства мы видим в привлечении инвестиций в строительную отрасль с минимизацией проектных рисков; выходе на внутренний рынок конкурентоспособной продукции с реальной стоимостью; реализации инвестиционного проекта с увеличением числа рабочих мест, увеличением числа прибыльных предприятий и, как следствие, увеличении налоговых поступлений в бюджеты всех уровней; в жестких требованиях к финансовому состоянию компании-заемщика (вплоть до создания новой компании), возможности учитывать интересы инвестора через введение моратория на обслуживание и возврат основного долга на период освоения капитальных затрат и вывода проекта на производственную мощность. Таким образом, в настоящее время имеются все необходимые условия и предпосылки для широкого развития проектного финансирования в нашей стране и республике.

Вернемся к целесообразности использования проектного финансирования в рамках системы сбалансированных показателей развития региона. Любая система должна иметь методическое обоснование, инструкцию и пример по проведению расчетных мероприятий. В современных условиях развития региона особенно важно использовать свою систему сбалансированных показателей. В этой связи требуется:

- детально изучить целевые направления развития региона;
- проранжировать значимость конкретных предлагаемых мероприятий;
- присвоить веса целевым направлениям через «коэффициенты влияния»;
- рассчитать достижимость реализации проектов по основным направлениям;
- выявить влияние целевых направлений на развитие объектов жизнеобеспечения, промышленной базы и социальной сферы региона, а также инвестиционной привлекательности на снижение корневых проблем соответственно.

Сбалансированность системы должна отражать интеграцию производственных и личных целей населения в стратегию, следовательно, оценка экономической эффективности достижения целей в рамках общей стратегии региона может осуществляться с использованием системы сбалансированных показателей с декомпозицией стратегических направлений на цели с присвоением определенных показателей эффективности [2]. Финансирование должно распределяться на изменение структуры экономики муниципального образования (приватизация, переход к «обществу услуг», рынок занятости, создание технопарков, переподготовка управленческих кадров, межрегиональная миграция, гармонизация развития инфраструктуры) в направлении роста эффективности его функционирования [3]. Для реализации любой новой стратегии требуется обучение персонала, который будет работать в новом направлении – проектное финансирование, поэтому можно утверждать, что коэффициент стратегического переобучения определяет стратегический пассив, а также фундамент для разработки карты развития и обучения – первоначального этапа формирования сбалансированной системы показателей. В свою очередь, для разработки схемы формирования системы сбалансированных показателей должна быть проведена детализация стратегии региона, определение и перегруппировка целей по направлениям: финансы, население, внутренние организационные процессы, обучение и развитие. Управление развитием строительного комплекса региона заключается в создании качественной инвестиционной среды, понимаемой в широком смысле как совокупность условий жизни населения и функционирования хозяйствующих субъектов на данной административной территории.

Таким образом, для осуществления стратегии инвестиционного развития строительного комплекса региона требуется провести функциональное разграничение полномочий и ответственности в части системного подхода к его развитию, куда будет включена система

сбалансированных показателей, учитывающая поэтапно территориальный потенциал, внутренние организационные процессы, удовлетворенность населения, возможность расширения источников поступления доходов и увеличения объема финансирования строительного комплекса. Стратегия развития позволяет оценить условия развития региона, его преимущества и недостатки, чтобы минимизировать угрозы и максимизировать возможности, определить согласованность общих целей на местном уровне.

Вследствие выведения алгоритма пошагового построения модулей развития разрабатывается структура стратегических целей инвестиционного развития строительного комплекса региона на основе проектного финансирования, а также основные характеристики показателей для карты развития объектов жизнеобеспечения всего региона [4].

Основные характеристики показателей инвестиционной привлекательности строительного комплекса региона позволят показать вектор усилий для каждого стратегического направления его инвестиционного развития. Совершенствование эффективности инвестиционно-строительной деятельности на основе проектного финансирования происходит постоянно.

Метод проектного финансирования в строительстве имеет высокую степень реализации с экономической и социальной точек зрения, подтверждая целесообразность его применения, поскольку предоставляет возможность обосновывать требуемые инвестиции, разрабатывать оптимальные схемы финансирования работ, составлять план работ, включающий сроки исполнения работ и потребления ресурсов, необходимых затрат, оптимально организовать исполнение работ и взаимодействие участников проекта, осуществлять планирование и контроль качества, анализ и управление проектными рисками, планировать и контролировать контракты, анализировать отклонения фактического хода выполнения работ от запланированного и прогнозировать последствия возникающих отклонений, моделировать корректирующие воздействия на информационных моделях проектов и принимать обоснованные управленческие решения, вести архивы проектов и анализировать опыт их реализации, который может быть использован в других проектах.

На сегодняшний день проблемы проектного финансирования в Республике Татарстан и в России связаны с динамикой инвестиционных процессов, совершенствованием банковских институтов и повсеместным внедрением в регионах системы сбалансированных показателей. Именно такой взаимоувязанный подход к решению стратегических задач региона позволит развить новые формы решения инвестиционных проблем отдельных отраслей экономики и повысит контролируемость бюджетных средств и программ. Особенность использования методологии сбалансированной системы показателей при формировании инвестиционной программы развития муниципального образования заключается в том, что она позволяет учитывать потребности населения в местных услугах, обеспечивая эффективный контроль за деятельностью органов местного самоуправления, прозрачность и сбалансированность при распределении финансовых ресурсов.

Список литературы

1. Кабирова Р.С. Проектное финансирование как способ инвестиционного развития региона // Российское предпринимательство. Креативная экономика, 2012, № 10.
2. Кабирова Р.С. Проблемы и перспективы инвестиционного развития региона // Управление экономическими системами, 2012, № 9.
3. Романова А.И., Миронова М.Д., Ильина Е.В. Методический подход к оценке рисков и принятию решений в условиях неопределенности на рынке услуг // Управление экономическими системами, 2012, № 3.
4. Романова А.И. Инвестиционное стимулирование рынка строительных услуг // Известия КГАСУ, 2010, № 2 (14). – С. 339-344.

Romanova A.I. – doctor of economical sciences, professor

E-mail: aisofi@kgasu.ru

Dobroserdova E.A. – candidate of economical sciences, senior lecturer

E-mail: ele79958738@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Investment development of construction in the region based on project financing

Resume

In modern conditions, economic activity in the investment and the construction sector of the region is perceived by all experts as a key condition for the advance of the socio-economic development and welfare of the population. In this regard, the creation of conditions for the investment industry's susceptibility is one of the most important problems of regional government. It is necessary to ensure that the interests of all stakeholders – government, business and society.

In fact, today there is no concept of acceptable regulation of prices for construction products, equally important to consider the reality of the market mode of production and distribution and sane state function of regulating economic activity.

Moreover, the budget should be considered only as a tool for co-investment in a variety of public-private partnership. This will attract additional funds in sectors that could provide attractive to financial institutions. The problems addressed in this article, in the context of a balanced scorecard in project financing, are relevant to community development, which is entirely dependent on an effective system of integrated software.

Keywords: investment development, regional economics, project financing.

References

1. Kabirova R.S. Project financing as a way of investment development in the region // Russian business. Creative Economy, 2012, № 10.
2. Kabirova R.S. Problems and prospects of investment development in the region // Control of economic systems, 2012, № 9.
3. Romanova A.I., Mironova M.D., Ilina E.V. Methodical approach to risk assessment and decision-making under uncertainty in the market // Control of economic systems, 2012, № 3.
4. Romanova A.I. Investment stimulation of the market of building services// News KGASU. – Kazan: KGASU, № 2 (14), 2010. – P. 339-344.

УДК 332.821

Сиразетдинов Р.М. – кандидат экономических наук, доцент

E-mail: rustem.m.s_1999@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Модель управления платежеспособным спросом населения на региональном рынке жилья**Аннотация**

Стратегической целью государственной жилищной политики и ее приоритетными задачами являются обеспечение доступности жилья для всех категорий граждан, а также соответствие объема комфортного жилищного фонда потребностям населения. Необходимость ускоренного перехода к устойчивому функционированию и развитию жилищной сферы определяет целесообразность использования программно-целевого метода для решения проблем. Успешность реализации данной программы во многом зависит от реализации региональных программ развития жилищного строительства. В статье рассмотрена модель управления платежеспособным спросом населения на региональном рынке доступного жилья.

Ключевые слова: инвестиционно-строительный комплекс, жилищная политика, платежеспособный спрос, рынок жилья, доступность жилья, жилищное строительство.

За время реформ в области жилищного строительства произошли серьезные изменения. Кардинально поменялась система вводимых в эксплуатацию жилых домов по источникам финансирования и формам собственности. Доля частного сектора увеличилась, в то же время государство перестало быть основным участником на этом рынке.

В общем объеме вводимого в эксплуатацию жилья доля, приходящаяся на предприятия и организации, которые находятся в государственной и муниципальной собственности, сократилась с 80 до 50 %.

Ретроспективный анализ закономерностей, сложившихся в жилищной сфере, показывает:

- ежегодный объем выбывающего из эксплуатации жилого фонда достигает 50 % от вновь построенного;
- ввод нового жилья не перекрывает старения жилого фонда;
- количество ежегодно реконструируемого жилья составляет малую долю от необходимого (ежегодно 4,5 из 290 млн. м², требующих срочного капитального ремонта);
- в улучшении жилищных условий в той или иной мере нуждается около 60 % населения страны [1].

Политика государства в этой области была направлена на поддержку различных моделей финансирования жилищного сектора без акцента на определенную схему (накопительную или кредитную). Само по себе такое определение правил не способствовало значительному росту жилищного строительства и развитию системы ипотечного кредитования. В то же время, именно на этом этапе были определены слабые места в законодательстве, а также создана правовая основа будущего роста в этом секторе. Становление институциональной среды стало важным этапом в развитии ипотечного кредитования, определившим формирование ипотеки в России [2].

Стратегической целью государственной жилищной политики и ее приоритетными задачами, изложенными в Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года, является обеспечение доступности жилья для всех категорий граждан, а также соответствие объема комфортного жилищного фонда потребностям населения [3].

Задача создания условий для новых форм улучшения гражданами жилищных условий требует от федерального центра совершенствования нормативной правовой базы в жилищном секторе и стимулирования проведения преобразований на местах.

Государству необходимо увеличить темпы жилищного строительства, предложить возможность приобретения доступного жилья молодежи, выполнить обязательства перед льготниками, ветеранами и инвалидами и совершенствовать существующую законодательную базу. При этом его основной задачей является создание условий для развития жилищного строительства в стране и сбалансированное стимулирование спроса и предложения на жилищном рынке.

На данный момент частный бизнес в строительной индустрии наиболее активен в секторе высокодоходного (в том числе элитного) жилья. С использованием методов рыночного регулирования государственно-частное партнерство позволит увеличивать объемы строительства доступного жилья, решить проблему формирования жилищного фонда социального использования. Достижение целей государственно-частного партнерства в жилищной и коммунальной сферах требует разработки четких правил и особых стимулов со стороны власти, а также значительных капиталовложений на длительный срок со стороны частного бизнеса [4].

В качестве общерезультативного целевого критериального показателя, отражающего приоритет жилищной проблемы в деятельности строительного комплекса, предлагается использовать показатель обеспеченности населения региона жильем.

При этом следует применять статистическую функцию распределения населения в соответствии с размером занимаемой им площади жилища и рассчитывать средневзвешенный показатель (W_{cp}):

$$W_{cp} = \frac{\sum_{j=1}^m n_j \cdot s_j}{N}, \quad (1)$$

где n_j – количество человек j -той группы, имеющих равную обеспеченность жильем, тыс. чел.;

s_j – размер жилья, приходящегося на каждого человека j -той группы, м²/чел.;

N – численность населения региона, тыс. чел.

Для оценки степени достижения программируемой обеспеченности населения жильем рассчитывается отношение фактического значения показателя ($W_{cp}^{факт}$), найденного по формуле (2), к программируемому значению ($max W_{cp}$):

$$x_o = \frac{W_{cp}^{факт}}{max W_{cp}}. \quad (2)$$

Обработав вышеприведенные данные с использованием методов вариантного моделирования, как показали исследования, можно определить потенциальное количество семей, которые в перспективе имеют возможность воспользоваться той или иной схемой улучшения жилищных условий.

Как показал анализ, необходимо за счет совершенствования способов финансирования жилищного строительства шире вовлекать в процесс приобретения жилья нуждающиеся слои населения со средним уровнем доходов и, прежде всего, за счет либерализации ссудного процента и расширения применения различных преференций. Однако развитие рынка сдерживается высокой себестоимостью строительства жилья: недостаточно проработанным механизмом привлечения инвестиций; низкими доходами населения; отсутствием страхования частных вкладов и др.

В общем виде функцию полезности для выбора формы владения жильем (в собственность или аренду) можно представить следующим выражением:

$$G_i^* = G_i(R, S, N, D) - G_i(R, Z_a, N, D), \quad (3)$$

где: $G_i(R, S, N, D)$ – вектор владения жильем в форме собственности;

S – стоимость приобретения недвижимости в собственность;

N – накопления семьи за n -ый период времени;

D – совокупный доход семьи;

R – совокупные расходы семьи;

$G_i(R, Z_a, N, D)$ – вектор владения арендным жильем;

Z_a – затраты на арендную плату.

Если $\bar{G}_i > 0$, то это значит, что для семьи типа i предпочтительнее владение жильем в форме собственности, а если $\bar{G}_i < 0$, то аренда жилья предпочтительнее, чем владение жильем в форме собственности.

Так как функция многих переменных G_i^* представлена в виде разности (3), то она является функцией ограниченной вариации в смысле Виталли, а значит, для нее существует понятие градиента, характеризующего изменение функции в зависимости от изменения ее аргументов.

Для полного исследования объекта G_i^* (модель 3) предлагается использовать тензорное исчисление, которое позволяет проследить на относительно простой математической модели изменение сложных количественных характеристик этой сложной проблемы обеспечения населения жильем. Наиболее наглядно эту теорию можно представить, если S и Z_a считать кусочно-постоянными, тогда задание функции (3) равносильно заданию скалярного поля в пространстве 3 переменных. Введем понятие производной по направлению формулой:

$$\frac{\partial G_i^*}{\partial \lambda} = \frac{\partial G_i^*}{\partial R} \cos \alpha + \frac{\partial G_i^*}{\partial N} \cos \beta + \frac{\partial G_i^*}{\partial D} \cos \gamma, \quad (4)$$

где: $\bar{e}_\lambda = (\cos \alpha, \cos \beta, \cos \gamma)$, позволяющей характеризовать скорость изменения функции G_i^* , при движении по оси λ , что соответствует инерционному варианту развития жилищного строительства.

Такой подход позволяет отразить сложившиеся тенденции в жилищной сфере в рамках краткосрочного прогнозирования.

Градиент абсолютного скаляра G_i^* :

$$\text{grad } G_i^* = \nabla G_i^* = \frac{\partial G_i^*}{\partial R} \bar{e}^1 + \frac{\partial G_i^*}{\partial N} \bar{e}^2 + \frac{\partial G_i^*}{\partial D} \bar{e}^3, \quad (5)$$

выраженный через контравариантные локальные базисные векторы:

$$\bar{e}^k = (\delta_1^k, \delta_2^k, \delta_3^k), \quad k = \overline{1,3},$$

где компоненты $\delta_j^k - \delta$ – символы Кронекера ранга 2, $\delta_j^k = \begin{cases} 0, & j \neq k, \\ 1, & j = k, \end{cases}$ указывает

направление наискорейшего возрастания функции G_i^* по сравнению с остальными направлениями, что позволяет выбрать оптимальное значение исследуемых факторов.

$$\frac{\partial G_i^*}{\partial \lambda} = (\text{grad } G_i^*, \bar{e}_\lambda) = |\text{grad } G_i^*| \cdot \cos \varphi, \quad (6)$$

$$\varphi = \angle (\text{grad } G_i^*, \bar{e}_\lambda). \quad (7)$$

В целом, это позволяет выявить наиболее оптимальное соотношение между исследуемыми компонентами.

По мере формирования рынка жилья (особенно его арендного сектора) такой анализ весьма актуален для моделирования его развития и прогнозирования пропорций между секторами.

В теоретическом плане рынок доступного жилья обеспечивается решением двуединой задачи по повышению платежеспособного спроса населения и увеличению предложения жилья предприятиями строительного комплекса. Проведенные исследования в данной области позволяют утверждать, что эффективность решения этой двуединой задачи есть функция от степени успешности планирования, управления и реализации инвестиционных жилищных программ в строительстве.

Разработка и реализация комплексных общегосударственных долгосрочных жилищных программ, направленных как на стимулирование жилищного строительства, так и на повышение платежеспособности населения за счет развития банковского ипотечного кредитования и прочих жилищно-накопительных ссудосберегательных программ, является одним из приоритетных направлений развития рынка доступного жилья.

Список литературы

1. Сиразетдинов Р.М. Инновационная стратегия развития инвестиционно-строительного комплекса: теория и методология. – Казань: КГАСУ, 2011.
2. Сиразетдинов Р.М. Основные направления повышения уровня доступности жилья в рамках инновационной жилищной политики // Российское предпринимательство, 2011, № 9 (выпуск 1). – С. 169-175.
3. Загидуллина Г.М., Замалиев Э.Ф. Особенности программы социальной ипотеки Республики Татарстан // Известия КазГАСУ, 2010, № 2 (14). – С. 333-338.
4. Загидуллина Г.М., Клещева О.А. Развитие инновационной инфраструктуры инвестиционно-строительного комплекса // Известия КГАСУ, 2011, № 2 (16). – С. 41-56.

Sirazetdinov R.M. – candidate economical sciences, associate professor

E-mail: rustem.m.s_1999@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Model of management of solvent demand of the population in the regional market of housing**Resume**

During reforms in the field of housing construction there were serious changes. The system of houses placed in operation on sources of financing and forms of ownership cardinally exchanged. The policy of the state in this area was directed on support of various models of financing of housing sector without emphasis on a certain scheme (accumulative or credit). A strategic objective of the state housing policy and its priority tasks stated in the Concept of long-term social and economic development of the Russian Federation for the period till 2020, ensuring availability of housing for all categories of citizens, and also compliance of volume of comfortable housing stock to requirements of the population is.

In article the priority directions implementation of the program on providing with affordable and comfortable housing of the population of the country are allocated. As showed the analysis, it is necessary to involve more widely at the expense of improvement of ways of financing of housing construction in process of acquisition of housing needing segments of the population with the average level of the income and, first of all, at the expense of liberalization of loan percent and expansion of application of various preferences. However development of the market restrains high cost of construction of housing; insufficiently worked mechanism of attraction of investments; low income of the population; absence of insurance of private deposits, etc.

In a general view it is possible to present utility function for a choice of a form of tenure (in a property or rent) it is possible to solve by means of the tenzorny analysis. In process of formation of the market of housing, especially its rent sector such analysis is very actual for modeling of its development and forecasting of proportions between sectors.

Keywords: investment and construction complex, housing policy, solvent demand, housing market, availability of housing, housing construction.

References

1. Sirazetdinov R.M. Innovative strategy of development of an investment and construction complex: theory and methodology. – Kazan: KSUAE, 2011.
2. Sirazetdinov R.M. The main directions of increase of level of availability of housing within innovative housing policy // Russian entrepreneurship, 2011, № 9 (vipusk 1). – P. 169-175.
3. Zagidullina G.M., Zamaliev E.F. Features of the program of the social mortgage of the Republic of Tatarstan // News of the KSUAE, 2010, № 2 (14). – P. 333-338.
4. Zagidullina G.M., Klesheva O.A. The development of innovation infrastructure of investment-building complex// News of the KSUAE. – News of the KSUAE, № 2 (16), 2011. – P. 41-56.

УДК 332.1:330.322

Харисова Г.М. – кандидат экономических наук, доцент

E-mail: rida@mail.ru

Бобкова А.А. – аспирант

E-mail: alena_bobkova@bk.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

**Развитие региональной инвестиционно-инновационной деятельности
(на примере Республики Татарстан)****Аннотация**

В статье рассмотрены теоретические аспекты инвестиционной привлекательности и инновационной деятельности регионов. Выявлены положительные и отрицательные стороны основных групп инвесторов при финансировании инновационной деятельности субъекта РФ, а также приведены методы привлечения инвестиций в инновационные проекты. Проанализированы возможные пути улучшения привлекательности инновационной системы Республики Татарстан.

Ключевые слова: инвестиционная привлекательность, инновационная деятельность, инновационный потенциал, мезо-уровень.

Переход к инновационному пути развития страны является одним из высших приоритетов в России в области развития науки и техники, наряду с такими важнейшими направлениями политики государства, как повышение качества жизни населения, достижение экономического роста и т.д. Внедрение инноваций в хозяйственную жизнь организации или региона требует вложения финансовых средств в их разработку и освоение. Высокие конкурентные преимущества достигаются с помощью сбалансированности и взаимосвязи целей и задач инвестирования конкретных инновационных проектов. Рассматривая научную экономическую литературу, можно отметить, что большое внимание уделяется анализу мезо-уровня и внедрению инноваций во все сферы жизнедеятельности региона. В первую очередь, рассматривается специфика региона, выявляются конкурентные преимущества, ведется мониторинг и определяется рейтинг развития региона. В связи с этим возникает необходимость определения ресурсов территории и принятия необходимых мер по их рациональному использованию. Именно поэтому актуальным является изучение инноваций региона как необходимого инструмента, способного помочь региону выйти на инновационный путь развития.

Финансирование инновационных проектов является основополагающим фактором процесса коммерциализации результатов исследований и опытно-конструкторской деятельности. Инвесторы будут вкладывать свои средства только в объекты с высокой инвестиционной привлекательностью. Каждый из субъектов РФ имеет определенный инвестиционный климат. В большинстве случаев на региональном уровне понятия «инвестиционный климат» и «инвестиционная привлекательность» не разделяются, и в их содержание вкладывается один и тот же смысл. Известно, что под инвестиционным климатом (привлекательностью) понимается обобщенная характеристика совокупности социальных, экономических, организационных, правовых, политических, социокультурных предпосылок, предопределяющих привлекательность и целесообразность инвестирования в ту или иную хозяйственную систему [6]. Сферы инвестиций и инноваций тесно связаны между собой. Это доказывает и тот факт, что улучшению инвестиционной привлекательности региона способствует повышение уровня инновационного развития, и наоборот, для большего привлечения инвестиций именно в инновации нужно, чтобы регион был достаточно привлекателен для инвесторов вообще. В законодательстве России, несмотря на популярное обсуждение темы инновационного развития, пока нет четкого определения инноваций и инновационной деятельности, а внесенный в Госдуму 3 февраля 2011 г. законопроект «О господдержке

инновационной деятельности в РФ» возвращен субъекту права законодательной инициативы для выполнения требований Конституции Российской Федерации и Регламента Государственной Думы. Данный закон в настоящий момент не принят. Под инновационной деятельностью в вышеуказанном законопроекте понимается вид деятельности, связанный с трансформацией идей (обычно результатов научных исследований и разработок либо иных научно-технических достижений) в технологически новые или усовершенствованные продукты или услуги, внедренные на рынке, в новые или усовершенствованные технологические процессы или способы производства (передачи) услуг, использованные в практической деятельности [3].

Для привлечения внимания инвесторов к конкретному субъекту РФ необходимо найти пути улучшения привлекательности региона. На наш взгляд, необходимо разделить инвесторов на три основные группы: это государство (Россия), иностранные инвесторы и российские инвесторы (обычно юридические лица), которые разделяются по некоторым признакам, таким как: предпочтения какому-либо региону, контроль за эффективностью вложенных средств, сумма возможного инвестирования и отношение к финансированию инновационной деятельности. Данное разделение представлено в таблице. Целесообразность разделения выявляет положительные и отрицательные стороны каждой группы инвесторов.

Таблица

**Основные признаки разделения инвесторов
по привлечению инвестиций в инновационные проекты**

Признаки различия	Группы инвесторов		
	Государство (Россия)	Российские инвесторы	Иностранные инвесторы
Предпочтения какому-либо региону	Нет предпочтений	Предпочтения отдаются ближайшим регионам или регионам с наивысшей привлекательностью (по российским стандартам)	Предпочтения отдаются регионам с наивысшей привлекательностью (по международным стандартам)
Контроль за эффективностью вложенных средств	Контроль практически не осуществляется	Эффективность вложенных средств контролируется	Осуществление контроля достаточно затруднительно
Сумма возможного инвестирования	Сумма ограничена	Сумма не ограничена, зависит от уровня компаний-инвесторов и их количества	Сумма не ограничена
Отношение к финансированию инновационной деятельности	Финансирование возможно, но сильно зависит от политико-экономических условий	Финансирование возможно, но зависит от степени «продвинутости» инвестора и его информационной подготовленности	Финансирование возможно, но предпочтения отдаются отдельным отраслям промышленности (например, сырьевым, перерабатывающим)

На наш взгляд, предпочтительнее ориентироваться на отечественных инвесторов, так как их интересы совпадают с интересами общества. Здесь как на начальном этапе происходит жесткий отбор объектов инвестирования, так и на протяжении всего процесса деятельности производится контроль за эффективностью вложенных средств. Тем более, в отличие от иностранных, отечественные инвесторы заинтересованы не только в получении прибыли, для них важен и социальный аспект, так как они являются частью гражданского общества. Но не стоит забывать и об иностранном финансировании: мы знаем, что инвесторы все-таки имеют одну цель – получить прибыль от своих вложений. Несмотря на то, что государство тоже заинтересовано в развитии регионов, оно не может играть

большую роль в инвестировании в силу ограниченности возможных вложений и некой «безответственности» за их отдачу. Для государства все регионы нашей страны являются либо донорами, либо реципиентами. Поэтому развитие каждого региона, с одной стороны, для данного инвестора важно, но, с другой стороны, в интересах государства развитие всей страны, а какие из субъектов РФ будут отставать и какие лидировать – это уже вопрос второстепенный. Может быть, поэтому в нашем государстве не развита система поощрения – мы можем наблюдать частое и в значительно больших размерах финансирование регионов – реципиентов. На наш взгляд, финансирование конечно необходимо, но оно должно быть рациональным, то есть нужно финансировать не просто регион, а конкретные проекты, идеи, предложения, или поощрять достигнутые регионами высокие показатели и результаты. Здесь государство должно выступать больше как аппарат регулирования всех производимых процессов и страхования, а также поощрения инвесторов и инноваторов – именно поощрения за полученные результаты, которое можно производить, например, пропорционально показателям инновационной деятельности за прошлый период. Тогда регионы, имеющие высокий уровень инновационного развития, получают стимул к дальнейшему развитию, а регионы, имеющие низкую инновационную активность, избавятся, может быть, от привившейся к ним «голландской болезни», ресурсом в которой представляются бюджетные ассигнования в данные регионы.

К основным методам привлечения инвестиций в инновационные проекты относятся как известные (можно сказать, традиционные) методы, такие как: акционирование предприятия, кредитование, лизинг, венчурное финансирование, государственное финансирование, так и новые методы, к которым можно отнести форфейтинг, франчайзинг, спонсоринг и франдайзинг. Последние понятия распространены лишь в узких специализирующихся кругах, но эти методы также эффективны и, несомненно, могут быть использованы при привлечении инвестиций. Форфейтинг является операцией по трансформации коммерческого кредита в банковский. Понятие франчайзинг по сути означает систему договорных отношений между крупными и мелкими самостоятельными фирмами, при которой последние получают право на использование технологии производства, продажи товара или услуги известной фирмы, а также право пользования известным товарным знаком. В развернутом виде спонсоринг представляет собой подбор или организацию инновационного проекта, ведение и контроль события, проведение и/или контроль PR- и рекламной кампании, гарантированное осуществление проекта и учета интересов спонсора. Фандрайзинг – это целенаправленный систематический поиск спонсорских (или иных) средств для осуществления и поддержки проектов (в том числе инновационных) [1].

В региональном управлении для определения состояния и перспектив инновационного развития мезо-уровневой системы используют различные пути. Проанализируем возможные пути улучшения инвестиционно-инновационной привлекательности Республики Татарстан.

Национальную инновационную систему необходимо постоянно совершенствовать, иначе успешной конкуренции не достичь. В большинстве моделей таких систем основным «игроком» является государство. Для регионального развития соответственно важна политика властей на уровне субъектов РФ. Что касается инновационной деятельности, имеющей силу закона в Татарстане, на смену Республиканской программе развития инновационной деятельности на 2004-2010 годы пришла новая программа – Закон РТ от 2 августа 2010 г. № 63-ЗРТ «Об инновационной деятельности в Республике Татарстан». Законом определяются цели, задачи и принципы инновационной политики, регулируются отношения, которые возникают при реализации мер государственной поддержки инновационной деятельности на территории Республики Татарстан. Определены субъекты, содержание инновационной деятельности, а также требования, предъявляемые к инновационным проектам. Также в республике разрабатываются различные целевые инновационные программы [2].

В целом можно отметить, что в Республике Татарстан ведется последовательная и долгосрочная инновационная политика с четко сформулированными целями и задачами.

К факторам, способствующим успешному развитию инновационной системы региона, можно также отнести систематические усилия по налаживанию и укреплению

сотрудничества между частным, исследовательским и образовательным секторами. Здесь же можно отметить важность создания и развития программ коммерциализации инноваций. Развитию отношений между частным, исследовательским и образовательным секторами также способствуют технопарки и бизнес-инкубаторы, которые часто создаются на базе высших учебных заведений. В Татарстане всего 9 центров трансфера технологий, общее количество технопарков и бизнес-инкубаторов – 14. Также в Татарстане 9 органов координации инновационной деятельности (к ним относятся Центр энергосберегающих технологий РТ при Кабинете Министров Республики Татарстан, Общество изобретателей и рационализаторов Республики Татарстан и другие), 6 венчурных фондов и 2 центра научно-технической информации (Татарстанский ЦНТИ, ФГУ «Татарстанский центр стандартизации, метрологии и сертификации»). Общее количество элементов инновационной инфраструктуры в регионах ПФО, в том числе и Республике Татарстан, на сентябрь 2012 года представлено на рис. [10, 11].



Рис. Общее количество элементов инновационной инфраструктуры в регионах ПФО (на сентябрь 2012 г.)

Анализ инновационного потенциала Республики Татарстан показывает, что в данном регионе имеются предпосылки активизации инновационного процесса, проявляющиеся в значительном производственном потенциале, активной работе Казанского научного центра Российской академии наук, Академии наук Республики Татарстан, вузов, отраслевых НИИ, существующих элементах инновационной инфраструктуры (ОАО «Инновационно-производственный технопарк «Идея», Центр инновационных технологий, технопарки при КГТУ (КХТИ), КГТУ (КАИ) и др.). В Татарстане эффективно действуют особая экономическая зона «Алабуга», четыре промышленных парка, технополис «Химград», девять технопарков и шесть инвестиционных и венчурных фондов. Вместе с тем наблюдается разобщенность в работе указанных структур, нет целевой ориентации в расходовании государственных средств на инновационные проекты. Все это приводит к разрыву непрерывной цепочки инновационного процесса [7, 10].

Таким образом, видно, что усилия по налаживанию и укреплению сотрудничества между частным, исследовательским и образовательным секторами в Татарстане имеют систематический характер. Это доказывает достаточно богатый в сравнении с другими субъектами РФ инновационный потенциал. На основе системного подхода появляется возможность обосновать и эффективно применять системные методы управления инновационной деятельностью в регионе.

Выявление и целевая поддержка важных для инновационно-технологического потенциала направлений – еще один ключ к успешному развитию инноваций в регионах. К числу приоритетов государственной инновационной политики РФ относятся федеральные целевые программы: «Национальная технологическая база», «Развитие электронной техники в РФ», «Развитие гражданской авиационной техники», «Информатизация РФ», «Технологии двойного назначения», «Развитие промышленной биотехнологии», «Реструктуризация и конверсия оборонной промышленности» и прочее [1].

Инновационное развитие предприятий региона – процесс достаточно сложный и требует мобилизации ресурсов: финансовых, материальных, информационных, интеллектуальных, кадровых – для коммерциализации результатов научных исследований и разработок и продвижения инновационной продукции на рынок. Приоритетные направления, в которых будут вестись научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в ближайшее время, определяет инновационный меморандум. В соответствии с этим проектом в Республике Татарстан заложено пять приоритетных направлений в области инновационной политики. Это развитие микроэлектроники, разработка информационных систем в области образования, науки, культуры, медицины, экологии, управления и безопасности. Также приоритетными направлениями в области инноваций являются энергосберегающие технологии и нетрадиционные энергоресурсы, разработка принципиально новых материалов, производственные технологии нового поколения, инновационные средства транспорта и связи [9]. Таким образом, в Республике Татарстан определены приоритетные направления, которые соответствуют приоритетам государственной инновационной политики РФ.

Разработчики новых продуктов – часто не только крупные финансово состоятельные организации, но и малые предприятия, и просто отдельные люди, и им нужна государственная поддержка инновационной деятельности. Государственная поддержка инновационной деятельности должна предоставлять возможность финансирования. Согласно Закону РТ от 2 августа 2010 г. № 63-ЗР «Об инновационной деятельности в Республике Татарстан» государственная поддержка инновационной деятельности может осуществляться органами государственной власти Республики Татарстан в следующих основных формах: финансирование НИОКР, предоставление субъектам инновационной деятельности государственного имущества региона, предоставление специализированных и консультационных услуг. При этом финансирование осуществляется за счет средств бюджета Республики Татарстан, а также за счет иных средств, не запрещенных законодательством. Также для регулирования инновационной деятельности, осуществляемой на территории республики, органы государственной власти субъекта могут использовать такие формы и методы, как предоставление субъектам инновационной деятельности льготных условий пользования государственным имуществом РТ, осуществление мер по популяризации научно-технической деятельности в Республике Татарстан в средствах массовой информации и т.д. [4, 9].

Привлечение инвестиций является для всех субъектов РФ одним из главных направлений в стратегии социально-экономического развития. Чтобы инвесторы обращали внимание на инновационные проекты конкретного региона, необходимо улучшать инвестиционную привлекательность данной территории в целом, а также повышать уровень инновационного развития. Это тот фактор успешного развития региональной инновационной системы, который может быть изменен только в долгосрочной перспективе и зависит от многих моментов. Регионы в этом случае могут лишь поспособствовать улучшению их инновационного и инвестиционного имиджа. Поэтому каждому региону, заинтересованному в повышении конкурентоспособности, имеет смысл направлять свои усилия и на создание и поддержание устойчивой репутации территории. Важным моментом здесь может стать формирование инвестиционной открытости и привлекательности регионов, в том числе посредством культурного составления каталогов предприятий, каталогов инвестиционных проектов и т.п.

Республика Татарстан – один из наиболее перспективных в экономическом отношении субъектов Российской Федерации. Экономический потенциал Республики огромен. Благоприятный инвестиционный климат сохраняется за счет стабильного

развития региона и постоянно совершенствующейся законодательной базы. Это позволяет рассчитывать на стабильный приток в Татарстан иностранных и отечественных инвестиций. Чтобы узнать информацию о данном регионе, можно использовать следующие источники: Общественно-политическая газета «Республика Татарстан», деловая электронная газета «Бизнес-Online», информационное агентство «Татар-информ», деловая газета «Время и деньги» и т.д. В республике ведется обширная работа по распространению информации об инвестиционной привлекательности региона, его инновационном потенциале. В качестве примера можно привести периодически проводимые мероприятия, в том числе Казанская венчурная ярмарка, основной целью которой является формирование имиджа Республики Татарстан как комфортной территории для построения и ведения инновационного технического бизнеса.

Республику Татарстан можно безоговорочно назвать одним из самых известных и привлекательных для инвестиций регионов страны, в том числе в инновационную сферу. О высоком уровне развития региона свидетельствует выбор столицы Татарстана в качестве места проведения таких грандиозных событий, как Универсиада-2013, чемпионат мира по футболу и т.д., частые визиты первых лиц страны в регион, и даже известность Казани в качестве третьей столицы России.

Последний фактор, способствующий успешному развитию региональной инновационной системы, – систематическое изучение и внедрение лучшего международного и межрегионального опыта. Что касается сотрудничества с отечественными партнерами, рассматриваемый регион активно работает в этом направлении. Президент Республики Рустам Минниханов является председателем Совета Ассоциации инновационных регионов России (АИРР). Руководство республики неоднократно заявляло, что для дальнейшего внедрения инноваций в различные отрасли экономики необходимы грантовая поддержка инновационных регионов и усиление межрегионального и межкластерного взаимодействия [5]. Кроме отечественных регионов Республика Татарстан уделяет серьезное внимание сотрудничеству с иностранными партнерами, в том числе и со Швецией, чья модель была заложена в основу первых татарстанских технопарков [8].

В современных экономических условиях все большее значение приобретает эффективное развитие мезо-уровня за счет выявления инновационно-инвестиционных возможностей региона и их применения. Экономический рост региона, уровень и качество жизни населения во многом определяются эффективностью научной и инновационно-технологической деятельности. Региональные власти должны отслеживать, внедрять, управлять инновационными проектами в регионе для того, чтобы развитие региона было эффективным и в целом население получило от этого проекта определенное благо.

Список литературы

1. Василевская И.В. Экспертиза инновационных проектов. В кн.: Инновационный менеджмент. – М.: Изд-во «Инфра-М», 2005.
2. Закон Республики Татарстан от 2 августа 2010 г. № 63-ЗРТ «Об инновационной деятельности в Республике Татарстан».
3. Законопроект «О господдержке инновационной деятельности в РФ» (внесен в Госдуму 3 февраля 2011 г., возвращен субъекту права законодательной инициативы для выполнения требований Конституции Российской Федерации и Регламента Государственной Думы согласно протоколу № 270, пункт 48).
4. Загидуллина Г.М., Клещева О.А. Развитие инновационной инфраструктуры инвестиционно-строительного комплекса // Известия КГАСУ, 2011, № 2 (16). – С. 271-277.
5. Инновациям Татарстана необходима грантовая поддержка // Журнал «Бюджет», 2012, 20 августа.
6. Ковалев В.В., Иванов В.В., Лялин В.А. Инвестиции. 2 изд-е. – М.: Проспект. – 592 с.
7. Регионы России: социально-экономические показатели, 2010. / Статистический сборник. – М.: Росстат, 2011.

8. Программа «Инвестиционная привлекательность российских регионов», опубликованная на сайте Фонда поддержки и развития регионов. URL: <http://www.regionalrussia.ru> (дата обращения: 26.09.2012).
9. Официальный сайт Министерства юстиции Республики Татарстан. URL: <http://www.minjust.tatarstan.ru> (дата обращения: 26.09.2012).
10. Портал «Инновации и предпринимательство». URL: <http://www.innovbusiness.ru> (дата обращения: 27.09.2012).
11. Харисова Г.М. Развитие инновационной структуры Республики Татарстан // Известия КГАСУ, 2010, № 2 (14). – С. 360-365.

Kharisova G.M. – candidate of economical sciences, associate professor

E-mail: rida@mail.ru

Bobkova A.A. – post-graduate student

E-mail: alena_bobkova@bk.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The development of a regional investment and innovation activity (on the example of the Republic of Tatarstan)

Resume

Divided conditionally potential investors into three groups – the state (Russia), foreign and Russian investors can make a conclusion that is preferable to focus on the domestic investors, the main proof of this is the coincidence of their interests with the interests of the company.

As a result of the analysis of the factors contributing to the improvement of the investment attractiveness of the Republic of Tatarstan for implementation of innovations, it turned out that in the Republic pays great attention to the development of strategies of innovative development. Analyzing the innovation potential of the region, it is necessary to note, that the Republic of Tatarstan is a leader by the number of elements of infrastructure among the regions of the Volga Federal district (40 items), this, of course, a positive moment for a given subject. Priority directions of innovation policy of the Republic of Tatarstan – the newest information technologies and systems (development of microelectronics), energy-saving technologies, innovative means of communication and transport, and others. The Republic of Tatarstan, of course, doesn't need to spend huge efforts and means to improve the investment image due to the fact that the region is already visible on the background of other regions of Russia and in many spheres of economic life takes the leading positions. Nevertheless, in the Republic is conducted extensive work on the dissemination of information about the investment attractiveness of the region, its innovation potential. And finally, when considering such direction, as the systematic study and the implementation of the best international and inter-regional experience – it can be noted that the Republic of Tatarstan is actively working in this direction.

Key words: investment attractiveness, innovative activity, innovative potential, meso-level.

References

1. Vasilevskaya I.V., Examination of innovative projects, «Innovative management», Publishing house «Infra-M», 2005.
2. Law of the Republic of Tatarstan from August 2, 2010. № 63-PFA «On innovational activities in the Republic of Tatarstan».
3. The bill «On state support of innovative activity in the Russian Federation» (introduced by the state Duma on February 3, 2011. returned to the subject of the right of legislative initiative for the implementation of the requirements of the Constitution of the Russian Federation and the Rules of the State Duma under the Protocol № 270, paragraph 48).

4. Zagidullina G.M., Klescheva O.A. The development of innovation infrastructure of investment-building complex // News of the KSUAE, 2011, № 2 (16). – P. 271-277.
5. The Innovations of Tatarstan is necessary grant support, the magazine «Budget», 2012, 20 august.
6. Kovalev V.V., Ivanov V.V., Lyalin V.A. Investments. 2 Izd-e. – M.: Prospekt. – 592 p.
7. Regions of Russia: socio-economic indicators, 2010, Statistical collection. – M.: Rosstat, 2011.
8. The program «Investment attractiveness of Russian regions», published on a site of Fund of support and development of regions. URL: <http://www.regionalrussia.ru> (references date: 26.09.2012).
9. Official site of the Ministry of justice of the Republic of Tatarstan. URL: <http://www.minjust.tatarstan.ru> (references date: 26.09.2012).
10. Portal «Innovation and entrepreneurship». URL: <http://www.innovbusiness.ru> (references date: 27.09.2012).
11. Kharisova G.M. Development of innovative infrastructure of the republic of Tatarstan // News of the KSUAE, 2010, № 2 (14). – P. 360-365.

УДК 336.717

Харисова Р.Р. – кандидат экономических наук, ассистент

E-mail: rida@mail.ru

Хабибуллина Л.В. – аспирант

E-mail: lara_hab@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Влияние реформы жилищно-коммунального хозяйства на уровень тарифов в регионе**Аннотация**

Реформирование отрасли жилищно-коммунального хозяйства начиналось неоднократно в каждом субъекте Российской Федерации. В Республике Татарстан начало реформирования охарактеризовано прекращением дотирования коммунальных организаций из бюджета республики, внедрением системы монетизации субсидий и льгот на оплату жилого помещения и коммунальных услуг, переводом на полную оплату потребителями жилищно-коммунальных услуг, акционированием коммунальных предприятий.

В настоящей работе проанализированы последствия проведенной реформы жилищно-коммунального комплекса, выявлены положительные и отрицательные стороны влияния реформы на уровень тарифов на коммунальные услуги. Определены системные мероприятия для реализации поставленной цели в части тарифного регулирования коммунальных услуг в условия проведенной реформы.

Ключевые слова: реформа жилищно-коммунального хозяйства, тарифное регулирование, инвестиции, капитальные вложения, региональные субсидии.

В настоящее время коммунальный комплекс становится современной отраслью. С каждым разом осуществляется поиск решений все более глобальных задач, а казавшиеся еще недавно неразрешимыми проблемы уходят в прошлое.

Реформирование отрасли в республике началось в рамках Программы реформирования и модернизации жилищно-коммунального комплекса, принятой Законом Республики Татарстан еще в 2004 году и предусматривающей 33 млрд. руб. капитальных вложений на развитие отрасли, из которых на реконструкцию и модернизацию объектов коммунального назначения отнесено 19 млрд. руб.

С 1 января 2005 года в Республике Татарстан введена 100 %-ная оплата населением экономически обоснованной стоимости услуг организаций коммунального комплекса с одновременным переводом всех видов государственной социальной поддержки граждан в форму адресных денежных выплат малоимущим слоям населения. Переход на новые стандарты оплаты жилья был единовременным, планомерным и осмысленным.

В связи с одновременным внедрением полной оплаты экономически обоснованной стоимости жилищно-коммунальных услуг, вследствие которой появилась значительная дифференциация стоимости услуг в разрезе районов республики (ранее организации дотировались из бюджета Республики Татарстан), введена дополнительная республиканская программа предоставления субсидий.

Это дополнительные региональные преференции, которые разработаны с целью учета платежеспособности граждан и включают в себя:

1. Субсидии, предоставляемые при превышении установленного предельного роста платежа населения за жилищно-коммунальные услуги. Уровни предельного роста сформированы по принципу прогрессивной шкалы, то есть чем ниже совокупный семейный доход, тем больше государственная помощь и тем выше рост собственных платежей граждан.

2. Субсидии на централизованное отопление сверхнормативной площади, компенсирующие разницу между тарифом на услуги теплоснабжающих организаций и минимальным тарифом семьям со среднедушевым доходом до 3200 рублей в месяц.

Также в указанный период введен в действие Федеральный закон 210-ФЗ, которым регламентированы основы регулирования тарифов организаций коммунального

комплекса. Одним из основных его принципов является обеспечение полного возмещения затрат организаций коммунального комплекса, связанных с реализацией их производственных программ и инвестиционных программ.

Таким образом, в 2005 году впервые для потребителей республики установлены тарифы на коммунальные услуги без учета дотаций коммунальным организациям из бюджета Республики Татарстан на уровне экономически обоснованных.

В ходе реализации реформы коммунального комплекса в Республике Татарстан удалось:

- стабилизировать финансовое состояние организаций отрасли;
- обеспечить выполнение платежной дисциплины по отношению к контрагентам;
- повысить ответственность за качество предоставляемых услуг и реализовать экономические механизмы управления предприятиями в рыночных условиях.

Благодаря сделанным первым шагам реформы, начиная с 2005 года, результат финансово-хозяйственной деятельности организаций коммунального комплекса Республики Татарстан впервые стал положительным, в то время как в целом Российской Федерации и до настоящего времени отрасль является убыточной (более 40 млрд. руб.).

Прибыль за последние 7 лет составляет порядка 2-3 % от валовой выручки организаций (300-500 млн. руб.), это конечно небольшая сумма, но все же очень положительная тенденция развития отрасли.

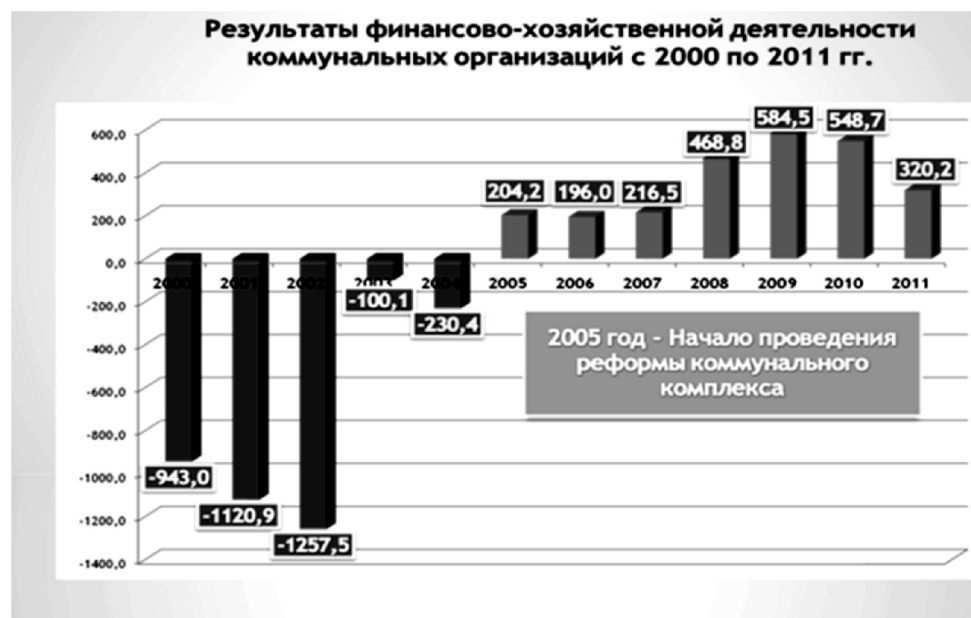


Рис. 1. Результаты финансово-хозяйственной деятельности коммунальных организаций коммунального комплекса с 2000 по 2011 гг.

Положительный финансовый результат по отрасли способствовал началу привлечения инвестиций в коммунальную отрасль.

Сегодня очевидно, что жилищно-коммунальное хозяйство все в большей степени ориентируется на использование современного оборудования, внедрение новых технологий. Привлечение инвестиций в реконструкцию и модернизацию коммунальной инфраструктуры – процесс трудоемкий, но вполне планомерный, уже сегодня можно наблюдать позитивные сдвиги.

За счет привлечения инвестиций в отрасль удалось снизить физический износ основных производственных фондов теплоэнергетического комплекса на 6 %, водопроводно-канализационного комплекса – на 2,5 %, достигнув в 2011 году отметки порядка 50 %.

Общее представление об эффективности республиканской инвестиционной политики даёт представленная диаграмма. В ней отражены основные параметры инвестиционного развития коммунальных предприятий Республики Татарстан с 2009 по 2012 годы.

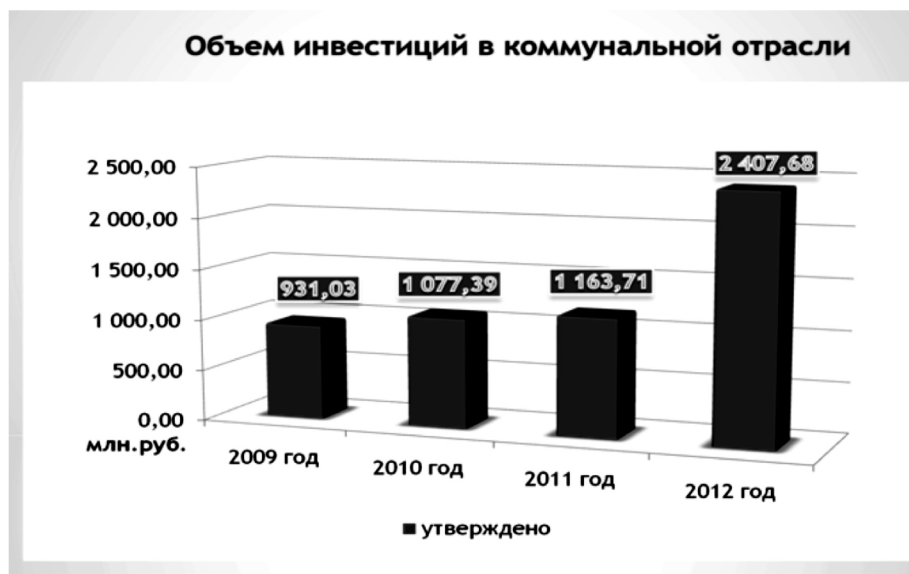


Рис. 2. Объем инвестиций в коммунальной отрасли

Оценивая динамику инвестиций по коммунальной отрасли, можно отметить, что с 2009 года наблюдается поступательный рост объема таких средств: в 2009 году сумма инвестиций составляла 931,0 млн. руб., а в 2012 – уже 2 407,7 млн. руб., рост более чем 2,5 раза.

Таким образом, даже в условиях ограниченных финансовых возможностей удалось заложить фундамент для позитивного развития отрасли и защиты интересов граждан, о чем свидетельствует имеющийся уровень собираемости платежей в республике, который с 2005 года стабильно держится на отметке 98 %.

Все элементы проводимой реформы в жилищно-коммунальном комплексе непосредственно влияют на уровень тарифов в сферах коммунальных услуг.

Модель линейного роста тарифов постепенно становится неприемлемой для прогнозирования развития коммунального комплекса. И задача государственных органов управления в области тарифного регулирования – снизить темпы роста тарифов на коммунальные услуги до уровня, сопоставимого с темпом инфляции, но при этом обеспечить эффективное развитие отрасли.

В динамике тарифов на коммунальные услуги за последние 2 года прослеживается социальная направленность, выраженная в сбалансированности принятых тарифных решений.

Так, темп роста тарифов в 2008-2010 гг. намного опережал темп роста инфляции (2009 г. – 126 %; 2010 г. – 117 %). В 2011 году рост тарифов в среднем по республике составил 13 %, а не 15 %, как в среднем по Российской Федерации. В 2012 году среднегодовой рост тарифов – 103 % – впервые за последние десять лет рост тарифов ниже планки, установленной уровнем инфляции 105 %.

В настоящее время основной задачей является формирование прозрачной цепочки «потребитель – управляющая компания – ресурсоснабжающая организация». Условия для функционирования такой цепочки в масштабах республики созданы.

Первый этап – обеспечение свободного доступа к информации о деятельности организаций. Существует портал «Стандарты раскрытия информации», содержащий нормативно-правовую базу, формы раскрытия информации, перечень организаций, осуществляющих деятельность, подлежащую государственному регулированию. Информация, подлежащая свободному доступу в соответствии со стандартами раскрытия информации, размещена по каждой организации в разрезе услуг.

Второй этап – создание единых расчетных центров, выполняющих функции расчета начислений стоимости жилищно-коммунальных услуг, обработки платежей населения. Учредителями единых расчетных центров являются органы местного управления, управляющие организации и коммунальные организации, что позволяет обеспечить открытость движения денежных потоков в коммунальной отрасли.

Цель указанной схемы – установление требований к управляющим организациям, к качеству их деятельности, а также повышение ответственности руководителей управляющих организаций за нарушение этих требований, исключение «транзитеров» в лице управляющих организаций и иных исполнителей коммунальных услуг из процесса передачи платежа за коммунальные услуги от потребителя – гражданина в ресурсоснабжающие организации, дабы убрать любую техническую возможность «задержки» и несанкционированного использования потока платежей за коммунальные услуги организациями, управляющими жилым фондом.

К достоинствам указанной схемы можно отнести:

- переход к осуществлению расчетов граждан за коммунальные услуги (ресурсы) непосредственно в адрес ресурсоснабжающих организаций через систему «автоматического расщепления» платежа за коммунальные услуги между ресурсоснабжающими организациями, минуя управляющие организации и иных исполнителей коммунальных услуг;
- осуществление контроля за деятельностью единых расчетных центров со стороны органов местного самоуправления и ресурсоснабжающих организаций;
- выступление в качестве регуляторов движения финансовых потоков специализированных кредитных организаций.

Это первый этап стабилизации функционирования коммунальной отрасли в Республике Татарстан. Следующий важный этап в развитии жилищно-коммунального хозяйства – это ресурсо- и энергосбережение, так как источники обеспечения устойчивости организаций коммунального комплекса, возврата инвестиций в развитие и модернизацию систем коммунального комплекса необходимо искать не только в росте тарифов на коммунальные услуги, но в эффективности использования ресурсов.

В настоящее время расход энергетических ресурсов в организациях коммунального комплекса на 25-30 % выше, чем в европейских странах. Потери коммунальных ресурсов, которые оплачивают потребители по воде, составляют 15-30 %, по теплу – 20 %. Потенциал энергосбережения в республике только в коммунальном комплексе составляет порядка 4,7 млн. Гкал. тепловой энергии и 49 млн. м³ воды в год. В денежном эквиваленте с учетом потерь по воде – это около 4,7 млрд. руб. В связи с чем работа по энергосбережению в Республике Татарстан в настоящее время является приоритетной и актуальной.

При этом в республике уже имеются и положительные примеры такой работы: например, организация коммунального комплекса в городе Набережные Челны, первая среди организаций республики, запустила тепловой насос на канализационно-насосной станции, работающий за счет использования тепла сточных вод, благодаря чему на этом объекте почти в 4 раза сократились расходы на отопление и горячее водоснабжение.

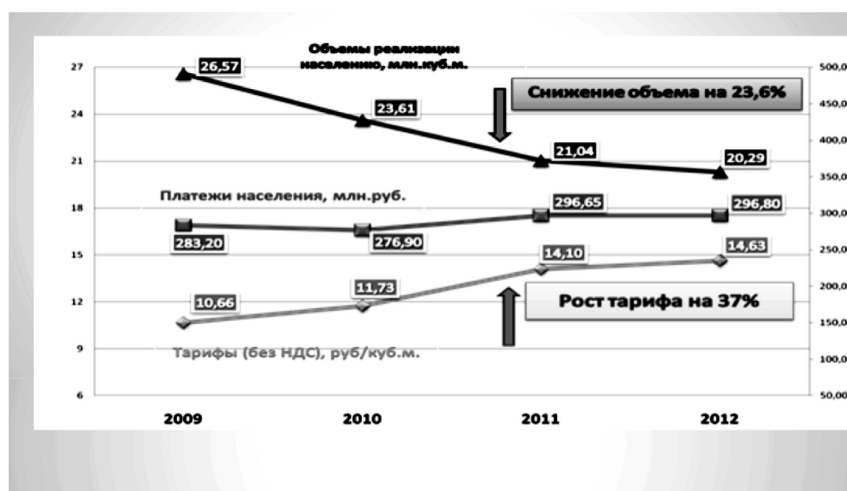


Рис. 3. Итоги энергосбережения на примере организации коммунального комплекса г. Набережные Челны в сфере водоснабжения

Кроме того, уже сейчас в г. Набережные Челны программа энергосбережения дает свои результаты (оснащенность приборами учета воды 98 %), на рисунке видно, что тариф на питьевую воду вырос с 2009 года на 37 %, но при этом объемы реализации воды населению за счет внедрения приборов учёта сократились на 23,6 %, и, как следствие, реальные платежи населения за питьевую воду увеличились за 4 года всего на 4,8 %.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что вследствие внедрения энергосберегающих технологий появилась позитивная тенденция в рыночных отношениях в жилищно-коммунальной сфере.

Еще одним направлением сдерживания роста тарифов на коммунальные услуги является привлечение частных инвестиций в коммунальную отрасль. Реализация мероприятий по повышению эффективности регулируемых организаций, которые окупаются в течение нескольких лет, существенно затруднена, если не применяются долгосрочные тарифы.

Основным методом, который необходим к применению, является RAB (Regulatory Asset Base – регулируемая база инвестированного капитала). Это система долгосрочного тарифообразования, основной целью которой является привлечение инвестиций в расширение и модернизацию коммунальной инфраструктуры.

Применение указанного метода позволит значительно снизить риски инвестирования, кроме того, позитивно отразится на финансово-хозяйственной деятельности организаций.

В заключение отметим, что в течение 7 лет после начала реформы коммунального комплекса преодолены следующие этапы реформирования отрасли: внедрение 100 %-ной оплаты населением стоимости коммунальных услуг, утверждение экономически обоснованных тарифов, начало работы по привлечению инвестиций в отрасль, повышение открытости деятельности организаций.

Список литературы

1. Об основах ценообразования и порядке регулирования тарифов, надбавок и предельных индексов в сфере деятельности организаций коммунального комплекса: Постановление Правительства РФ от 14.07.2008 № 520.
2. Об утверждении Методических указаний по расчету тарифов и надбавок в сфере деятельности организаций коммунального комплекса: Приказ Министерства регионального развития региона РФ от 15.02.2011 № 47.
3. Мартусевич Р.А., Сиваев С.Б., Хомченко Д.Ю. Государственно-частное партнерство в коммунальном хозяйстве. – М.: Фонд «Институт экономики города», 2006. – 240 с.
4. Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ.
5. Загидуллина Г.М., Клещева О.А. Развитие инновационной инфраструктуры инвестиционно-строительного комплекса // Известия КГАСУ, 2011, № 2 (16). – С. 271-277.
6. Харисова Г.М. Развитие инновационной структуры Республики Татарстан // Известия КГАСУ, 2010, № 2 (14). – С. 360-365.

Kharisova R.R. – candidate of economical sciences, assistant

E-mail: rida@mail.ru

Khabibullina L.V. – post-graduate student

E-mail: lara_hab@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Influence the reform of housing and communal services for tariffs in the region

Resume

Problem of implementing pricing policies, approved by the Government of the Russian Federation and the Republic of Tatarstan, from the analysis of the socio-economic situation, as well as projections of the accepted social and economic development of the Russian Federation and the Republic of Tatarstan, and evaluation of factors that influence the level is now one of relevant topics in today's economy.

Actuality Article no doubt, as the issues of reforming the industry of housing and communal services, as well as evaluation methods and tariff regulation today reflected in the Decree of the President of the Russian Federation of 07.05.2012 № 600 «On measures to ensure the citizens of the Russian Federation of affordable and comfortable housing and quality housing and communal services».

The article is devoted to the definition of system activities to accomplish the goals of the tariff regulation of utilities in terms of the reform.

The authors of serious work on the analysis of the effects of the reform of housing and communal services, identified positive and negative impact of the reform on the level of utility rates.

Keywords: reform of housing and communal services, tariff regulation, investments, capital expenditures, regional subsidies.

References

1. Decision of the Government of the Russian Federation № 520 of July 14, 2008 on Price policy and the order of tariff regulation, rise rates and limiting indexes of institutions activities of the municipal complex.
2. On approval of the Methodical instructions on calculation of rates and allowances in the area of the municipal complex organizations: Order of the Ministry of Regional Development of the Russian Federation in the region of 15.02.2011 № 47.
3. Martusevich R.A., Sivaev S.B., Khomchenko D.M. Public-private partnerships in municipal services. – The Foundation «Institute for Urban Economics», 2006. – 240 p.
4. Federal Law № 261 of November 23, 2009 on Energy Saving and Improvement of Energy Efficiency and on the Amendment to Individual Legislative Acts of the Russian Federation.
5. Zagidullina G.M., Klescheva O.A. Development of innovation infrastructure of investment-building complex // News of the KSUAE, 2011, № 2 (16). – P. 271-277.
6. Kharisova G.M. Development of innovative infrastructure of the Republic of Tatarstan // News of the KSUAE, 2010, № 2 (14). – P. 360-365.



УДК 69.059.35

Петрова С.Н. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: istus@mgsu.ru

Дубовкина А.В. – аспирант

E-mail: DubovkinaAV@gmail.com

Московский государственный строительный университет

Адрес организации: 129337, Россия, г. Москва, Ярославское ш., 26

Влияние кооперации на развитие сетевых виртуальных систем

Аннотация

В данной статье кооперационные отношения рассматриваются как движущая сила развития сетевых виртуальных структур. Авторы выделяют новую форму кооперации, сформировавшуюся в современных условиях, – кооперация в рамках «Виртуального предприятия». В статье приведено определение понятия «Виртуальное предприятие», рассмотрена реализация проектов строительной отрасли с применением данной концепции. Сформулированы положительные аспекты использования концепции «Виртуального предприятия» при управлении проектами в строительстве.

Ключевые слова: кооперация, виртуальное предприятие, управление проектом.

По мере глобализации общества происходит обострение конкуренции в социально-экономической среде. Данная тенденция ведет к появлению новых форм организации сотрудничества между участниками экономической деятельности, которые могли бы стать конкурентным преимуществом в борьбе за часть прибыли на рынке. Сотрудничество между организациями в современном мире становится все более сложным, поскольку происходят значительные изменения как во внешней экономической среде, так и во внутренней среде самих организаций.

Анализ работ, посвященных исследованию вопросов форм организации сотрудничества между участниками строительства, показал, что интерес к кооперационным отношениям вызван ростом рыночной конкуренции, развитием сетевой экономики и современных информационных технологий.

Рост кооперации способствует расширению связей организаций и предприятий не только за счет кооперирования, но и за счет материально-технического снабжения. Кооперирование включает в себя производственные связи между предприятиями и организациями по продукции определенной целевой направленности. Снабженческие связи, в отличие от кооперированных, содержат производственные связи, поставки материалов, конструкций, оборудования, топлива, энергии, которые могут быть применены потребителями. Кооперирование – более сложная конфигурация производственных связей организаций, и для этого требуется более высокий уровень планирования и организации, чем снабженческие связи.

Под кооперированием в строительстве подразумеваются организационно закреплённые производственные связи между организациями и предприятиями, автономными в хозяйственном отношении, участвующими в инвестиционном процессе. На опыте эта связь в коллегиальном выполнении организациями и предприятиями работ по непосредственному возведению объектов строительства, а также при осуществлении поставок оборудования, материалов и оказании услуг.

Потребность кооперации как наиболее эффективной формы взаимодействия в строительстве вызывается большим разнообразием производственных процессов, обязательных при сооружении предприятий или объектов, организационной и технологической сложностью строительного производства и инвестиционного процесса как целостной системы. Вследствие этого при строительстве объектов занято большое число организаций-участников строительства. Необходимость четкой технологической и организационной согласованности участников сооружения объектов вызвана совместной работой на строительной площадке многих организаций. Как следствие, процесс кооперирования в строительстве осуществляется в форме производственно-

хозяйственного взаимодействия между заказчиком, генеральным подрядчиком и субподрядными и другими организациями [2].

Стремительное развитие общества, изменения его потребностей, широкое распространение современных интернет-технологий, а также недостатки существующей концепции кооперации привели к формированию нового способа кооперации и интеграции предприятий в рамках концепции «Виртуального предприятия».

Термин «Виртуальное предприятие» [5] в разных источниках трактуется по-разному. В абстрактном смысле виртуальное предприятие определяет наиболее передовую и эффективную форму организации предприятия, которая является оптимальной с точки зрения имеющихся технических средств и экономических условий. Более четкое определение говорит, что виртуальное предприятие определяет сетевую, компьютерно-интегрированную организационно-производственную структуру, состоящую из разнородных компонентов, расположенных в территориально различных местах. Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что прилагательное «Виртуальный» можно интерпретировать как «временно образованное» или как «созданное за счет современных ресурсов» [4].

Виртуальное предприятие образовывается путем подбора требующихся организационно-технологических ресурсов с различных предприятий и их интеграции путем компьютерной сети Internet [6].

Понятие виртуального предприятия имеет свою особенность, которую хотелось бы подчеркнуть. Абсурдно существование полностью виртуального предприятия, то есть не имеющего определенной структуры в реальном физическом пространстве. Под виртуальным предприятием в реальной жизни понимается взаимодействие реально существующих подразделений и специалистов различных предприятий участников строительного процесса в виртуальном пространстве, реализованном на основе новейших коммуникационных и информационных технологий. Такая форма взаимодействия призвана увеличить уровень координации и кооперации организаций, а в итоге, конкурентоспособность производимой ими продукции.

С точки зрения практики, виртуальное предприятие есть сеть осуществляющих совместно работу сотрудников (рабочих мест), которые находятся в различных географических точках. Эти сотрудники (рабочие места) принимают участие в реализации совместных проектов (или ряда взаимосвязанных проектов), находясь между собой в отношениях партнерства, сотрудничества или кооперации.

Виртуальное предприятие может рассматриваться как метапредприятие (своего рода предприятие над предприятием), консолидирующее опыт, цели, традиции и ресурсы большого числа организаций при разработке сложных инновационных проектов. Организация виртуального предприятия означает слияние уникального опыта, производственных возможностей и инновационных технологий организаций-партнеров, объединяющихся вокруг некоторого проекта, который не может быть выполнен каждым из партнеров в отдельности. Формирование виртуального предприятия из разнородных организаций обеспечивает взаимную восполняемость их недостатков и усиление преимуществ.

Концепция виртуального предприятия может быть применена в одинаковой степени для поддержки жизненного цикла продукта и проекта.

Реализация проектов с применением концепции «Виртуального предприятия» – один из перспективнейших способов развития строительной отрасли, для которой характерны наиболее масштабные проекты, с точки зрения объема производства продукции, территориального охвата проектов, привлечения людских ресурсов.

Под проектом в работе понимается комплекс взаимосвязанных мероприятий, предназначенных для достижения четко определенных целей (строительство объекта, производства продукции, оказании услуг) в условиях заданного периода времени, установленного бюджета, определенного требования к качеству и иных ограничений.

Серьезной проблемой является организация взаимодействия всех участников проекта. Недоверие заказчика другим участникам проекта, если плохо знает их, заинтересованность в эффективном выполнении проекта заставляют заказчика брать на себя более активную роль в этом процессе, что приводит к снижению самостоятельности в работе других участников проекта, в первую очередь, подрядчика.

Для достижения этих целей должны предприниматься все усилия, чтобы наилучшим образом использовать ресурсы проекта.

Поэтому важную роль при реализации любого крупного проекта играет четкое распределение работ жизненного цикла проекта между его основными участниками. Для этого составляются «Матрицы взаимодействия» (табл.).

Территориально разобщенные участники должны четко представлять свою роль в рамках жизненного цикла проекта, те обязанности и ту ответственность, которая на них возложена.

В матрице приведены основные этапы жизненного цикла проекта в строительной отрасли и его участники.

Таблица

Матрица взаимодействия основных участников при реализации проектов в строительстве

Этапы жизненного цикла проекта	Подэтапы жизненного цикла проекта	Участники проекта								
		З	П	ГП	СП	Инв.	ОВ	ПС	ИП	ПП
1. Разработка концепции проекта	1.1. Разработка концепции проекта	+								
	1.2. Анализ и оценка жизнеспособности проекта	+				+				
2. Детальная проработка организационно-технического содержания проекта	2.1. Разработка организационного проекта	√								
	2.2. Разработка основных технологических процессов		+	√				√		
	2.3. Проведение дополнительных изысканий	+	√				√			
	2.4. Базовое проектирование (разработка техпроекта)		+	√						
3. Реализация проекта	3.1. Проведение торгов, конкурсов, заключение контрактов	+		√	√	√		√	√	
	3.2. Детальное проектирование		+	√				√	√	
	3.3. Закупка, поставка	+		√	√			+	√	
	3.4. Выполнение основных работ по проекту	√		+	+				√	
	3.5. Надзор за работами	+	+	+		√			√	√
4. Завершение проекта	4.1. Сдача выполненных работ, ввод в полноценную эксплуатацию результатов проекта	+		+	+				+	√

Условные обозначения: √ – может осуществлять; + – должен осуществлять; З – заказчик; РП – руководитель проекта; П – проектировщик; ГП – генеральный подрядчик; СП – субподрядчик; Инв. – инвестор; ОВ – органы власти; ПС – поставщики; ИП – изготовители продукции; ПП – потребители продукции.

Заказчик и подрядчик, а также все остальные участники проекта для осуществления всех работ должны объединиться в рамках виртуальной администрации проекта (ВАП). Такое взаимодействие призвано повысить уровень кооперации и координации участников проекта и, как следствие, конкурентоспособность производимой ими продукции. Виртуальное предприятие зачастую имеет направленность на заказчика, поскольку его основными характеристиками являются быстрота выполнения заказа (проекта) и полнота удовлетворения требований клиента. Формирование единой открытой организационно-производственной структуры, консолидирующей всех

участников проекта вокруг процессов, поддерживающих жизненный цикл проекта, приводит к повышению уровня партнерских отношений: преуспевание одних есть необходимое условие для преуспевания других.

Виртуальная администрация проекта (рис.) представляет собой компьютерно-интегрированную и территориально-распределенную команду специалистов, решающих задачи управления проектом на разных уровнях административно-хозяйственной деятельности.

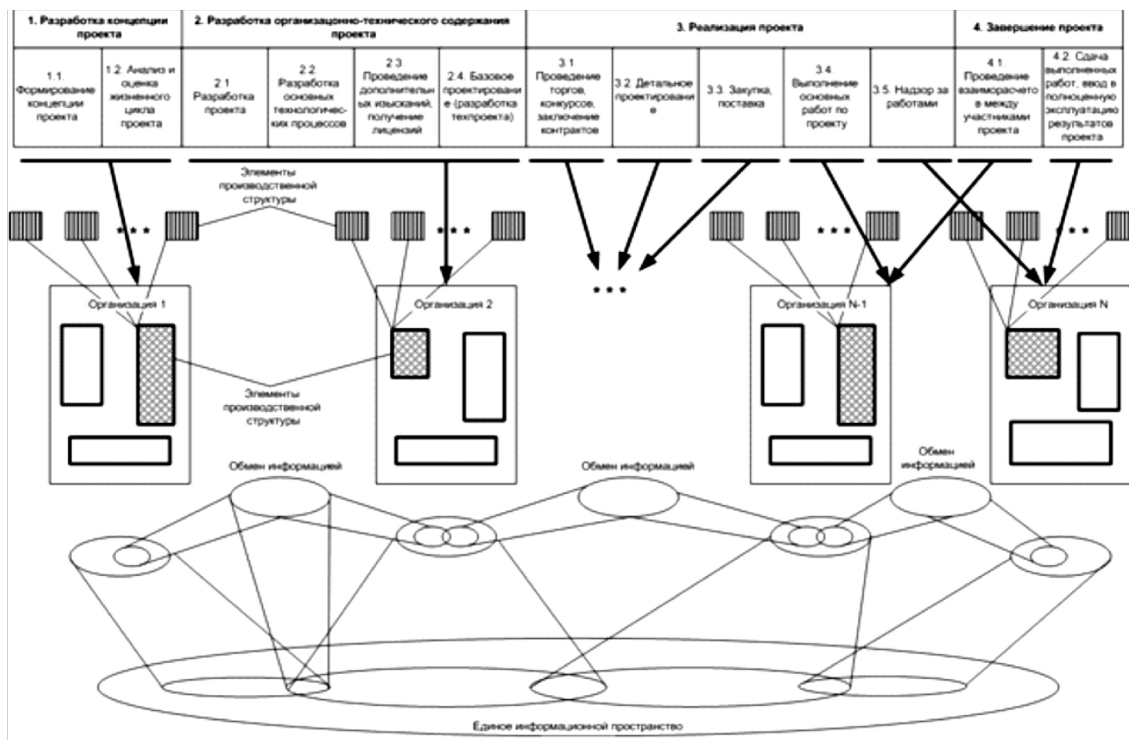


Рис. Распределение этапов жизненного цикла проекта между участниками виртуального предприятия

Виртуальная администрация проекта может рассматриваться на следующих административно-хозяйственных уровнях:

- Принятия решений;
- Администрирования;
- Координации технических решений;
- Реализации.

Типовые задачи виртуальной администрации проекта:

1. Разработка совместных планов проекта;
2. Работы по координации проекта;
3. Работы по управлению изменениями;
4. Контроль за ходом выполнения работ;
5. Организация общей (совместной) системы отчетности.

В современных условиях деятельность по управлению проектом (деятельность организации) будет увенчана успехом только тогда, когда ее структура частично станет виртуальной. Это поможет быстро реагировать на стремительное изменение внешней среды, проникать во все сферы рынка, в том числе и на международном уровне.

Таким образом, за счет своей гибкости, приоритета горизонтальных связей, автономности и узкой специализации членов сети, высокого статуса информационных и кадровых средств интеграции концепция кооперации в рамках виртуального предприятия является наиболее эффективной формой кооперации как в строительной отрасли, так и в других ресурсоемких отраслях, в стремительно изменяющихся условиях экономики.

Список литературы

1. Катаев А.В. Анализ особенностей организации и управления виртуальными предприятиями. – Таганрог: ТРТУ, 2004.

2. Гольдштейн Г.Я., Катаев А.В. Особенности организаций и управления виртуальными предприятиями // Стратегический инновационный менеджмент: тенденции, технологии, практика: монография. – Таганрог: Изд-во ТРГУ, 2006. – 179 с.
3. Тарасов В. Виртуальное предприятие: ключевая стратегия автоматизации и перестройки деловых процессов // Электронный офис, 2006, октябрь.
4. Волков А.А. Виртуальный информационный офис строительной организации // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, 2002, № 2. – С. 28-29.
5. Быков В.А. Электронный бизнес и безопасность. – М.: Радио и связь, 2000.
6. Козье Д. Электронная коммерция: Пер. с англ. – М.: Издательско-торговый дом «Русская редакция», 1999.

Petrova S.N. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: istus@mgsu.ru

Dubovkina A.V. – post-graduate student

E-mail: DubovkinaAV@gmail.com

Moscow State University of Civil Engineering

The organization address: 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoye shosse, 26

Influences of cooperation on the development of net-virtual system

Resume

Globalization of society leads to the appearance of new forms of cooperation between economic players – the emergence of new forms of cooperation. Under the co-operation in the construction of mean institutionalized industrial relations between organizations and enterprises, independent of economically involved in the investment process.

The rapid development of the society, its needs change, widespread modern Internet technologies, as well as shortcomings of the existing concept of cooperation led to a new way of cooperation and integration of enterprises under the concept of «virtual enterprise».

The term «virtual enterprise» is used in two senses. In a more abstract context of Virtual Enterprise means the most advanced and efficient form of organization of the enterprise, which is the best in terms of available technology and economic conditions. In a more specific sense, the virtual enterprise is a network, computer-integrated organizational and production structure, consisting of heterogeneous components located in different places. Then the adjective «virtual» can be interpreted as «temporarily formed» or «created by modern resources».

Due to its flexibility, the priority of horizontal relations, autonomy and specialization of the network members, the high status of information and human resources integration concept of cooperation in the framework of the virtual enterprise is the most effective form of cooperation, both in the construction industry, and in other resource-intensive industries in the rapidly changing conditions of the economy.

Keywords: cooperation, virtual enterprise, project management.

References

1. Kataev A.V. Analiz osobennostej organizacii i upravlenija virtual'nyimi predpriyatijami [Analysis of the characteristics of the organization and management of virtual enterprises]. – Таганрог: TSURE, 2004
2. Goldstein G.Y., Kataev A.V. Osobennosti organizacii i upravlenija virtual'nyimi predpriyatijami [Features of the organization and management of virtual enterprises] // Strategic innovation management: trends, technologies and practices: a monograph. – Таганрог: Izd TRGU, 2006. – 179 p.
3. Tarasov V. Virtual'noe predpriatie: kljuhevaja strategija avtomatizacii i perestrojki delovyh processov [Virtual enterprise: a key strategy of restructuring and automation of business processes] // Electronic Office, 2006, October.
4. Volkov A.A. Virtual'nyj informacionnyj ofis stroitel'noj organizacii [Virtual information office of construction company]// Stroitel'nye materialy, oborudovanie, tehnologii XXI veka. [Construction materials, equipment, technologies of the XX century], 2002, № 2. – P. 28-29.
5. Bulls of Century. And. Electronic business and safety. – М.: Radio and communication, 2000.
6. Goat. Electronic commerce: The lane with English. – М.: Publishing trading house «Russian edition», 1999.

УДК 69:004.9

Постнов К.В. – доцент

E-mail: kovpost@gmail.com

Гурьянов А.С. – студент

E-mail: guryanov.a.s@gmail.com

Московский государственный строительный университет

Адрес организации: 129337, Россия, г. Москва, Ярославское ш., 26

Использование морфологического метода в процессе управления проектными организациями

Аннотация

В статье рассматривается возможность использования методов морфологического анализа при управлении проектной организацией. Представленный в статье метод позволяет системно рассмотреть все возможные комбинации проектных операций при разработке проектно-сметной документации и способы распределения ресурсов для оптимального выполнения проектного бизнес-процесса. Предложенный метод применим как на этапе реинжиниринга процесса, так и при его перепроектировании.

Ключевые слова: проектная организация, проектно-сметная документация, бизнес-процесс, морфологический метод, альтернатива, морфологический ящик, декомпозиция, работа, параметр, условие, таблица, ячейка, кубик планирования, комбинация, иерархия.

Целью основной деятельности проектной организации традиционно является удовлетворение потребностей предприятий и организаций в проектной документации на новое строительство, расширение, реконструкцию и технологическое перевооружение действующих предприятий, зданий и сооружений, а также в другой проектной и научно-технической продукции, обеспечивающей повышение эффективности капитальных вложений и основных фондов на основе новейших достижений архитектуры, науки, техники и передового опыта.

Для управления комплексом проектных работ необходимы строгая координация ведущейся проектной деятельности, формирование рациональной программы работ, централизованное управление проектами и ресурсами.

Проектная работа может быть представлена как совокупность взаимосвязанных процессов основной (производственной) и вспомогательной деятельности, результатом которой становится утвержденный и согласованный комплект проектно-сметной документации (ПСД).

Каждый из этих процессов может быть декомпозирован на отдельные операции, что позволит не только построить детальную модель деятельности проектной организации, но и оценить имеющиеся ресурсы и потенциальные возможности организации.

Общая схема процесс выпуска проектно-сметной документации представлена на рис. 1.

Проектная документация разрабатывается на основании исходно-разрешительной документации в соответствии с требованиями строительных норм, архитектурно-планировочного задания и задания на проектирование.

Процесс проектирования регламентируется СНиП 11-01-95 и его более поздними редакциями. Проектирование производится в несколько стадий и этапов.

Проектная подготовка строительства, реконструкции объекта включает следующие этапы:

– разработку, согласование и утверждение архитектурно-градостроительного решения – архитектурного проекта (может разрабатываться в составе проектной документации);

– разработку, согласование, экспертизу и утверждение проектной документации;

– разработку рабочей документации.

Стадийность проектирования объекта строительства устанавливается Заказчиком совместно с проектировщиком в задании на проектирование.

Рекомендуемая стадийность проектирования в зависимости от категории сложности объекта:

- Стадия «Эскизный проект» (ЭП);
- Стадия Проект (П);
- Стадия Рабочая документация (РД).

Четко оговаривается состав проектной документации на каждой стадии и этапе проектирования.

Кроме того, согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» устанавливается состав разделов проектной документации и требования к содержанию этих разделов как при подготовке проектной документации на различные виды объектов капитального строительства, так и при подготовке проектной документации в отношении отдельных этапов строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства.

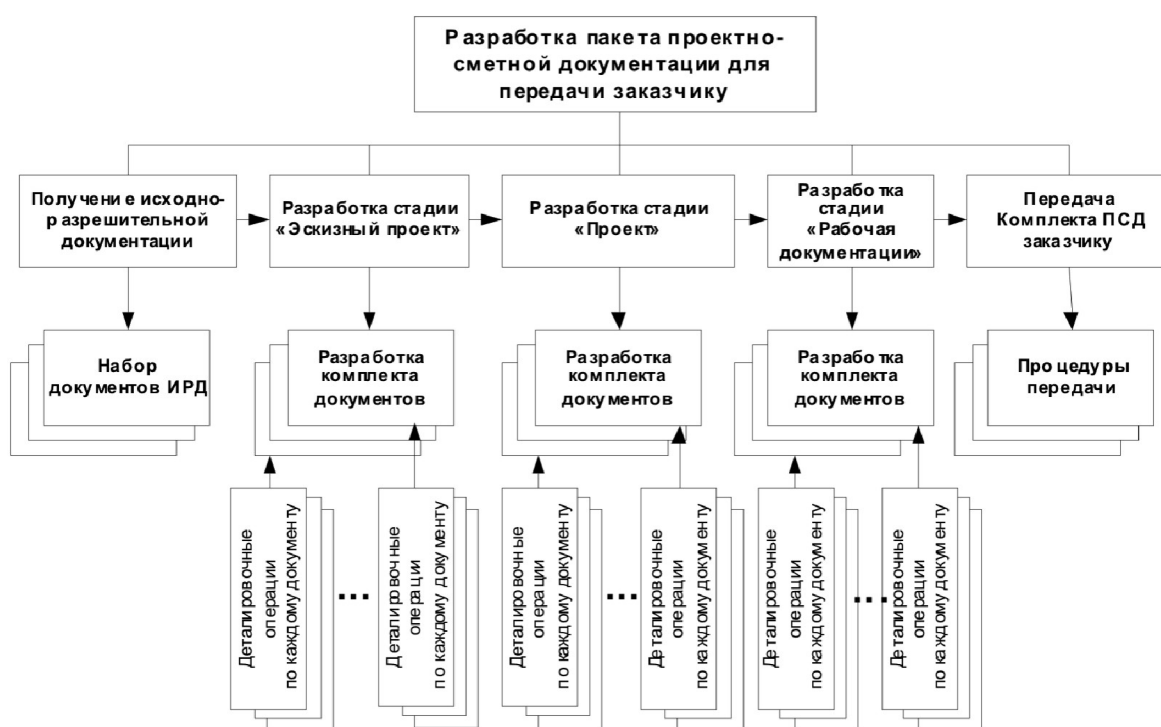


Рис. 1. Процесс разработки проектно-сметной документации

Например, подраздел «Система водоснабжения» раздела 5 «Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений», входящего в состав проектной документации на объекты капитального строительства производственного и непроизводственного назначения, содержит перечень сведений, описаний и расчетов (текстовая часть), а также схем, чертежей и планов (графическая часть), которые необходимы для проектирования данного вида инженерных сетей.

Если обратиться к толковому словарю, слово «процесс» означает «последовательность действий, направленных на достижение некоторой цели, которая может быть сформулирована как достижение определённого состояния и получение определенных свойств». В данной статье под последовательностью действий следует понимать последовательность операций процесса.

Одним из ключевых этапов моделирования процесса разработки ПСД является анализ и выбор возможных вариантов, позволяющих максимально удовлетворить потребности заказчика, для чего и осуществляется анализ бизнес-процессов организации.

Существуют различные виды анализа бизнес-процессов. Структурный анализ направлен на исследование внутренней организации элементов системы, функциональный – на исследование алгоритмов функционирования системы, информационный анализ помогает определить объём и формы предоставления информации, методов и средств её передачи, обработки и хранения. Все дальнейшие рассуждения относятся к параметрическому анализу, направленному на оценку эффективности бизнес-процессов на основе определения их количественных и качественных показателей. На основании его результатов определяются основные направления работ по улучшению показателей бизнес-процессов, которые оказывают максимальное влияние на эффективность: длительность выполнения бизнес-процесса и его финансовый результат.

В статье рассматривается задача поиска экстремума целевых функций, определённых на множестве бизнес-процессов.

В общем виде задача линейного программирования с некоторыми ограничениями выглядит так:

$$W = W(a, x),$$

где W – показатель эффективности (целевая функция, например, степень удовлетворенности заказчика разработанной ПСД), линейно зависящая от элементов x_i ,

x – представляет собой совокупность n элементов решения x_1, x_2, \dots, x_n ,

a – заданные линейные ограничения на элементы решения.

Требуется найти такие значения x , которые обращают W в экстремум.

Построение множества процессов проводится с помощью модели морфологического ящика Цвикки.

Морфологический метод применим для системного исследования всех возможных взаимосвязей или конфигураций решений рассматриваемой задачи. Метод начинается с выделения наиболее важных параметров исследуемой задачи и присваивания каждому параметру шкалы соответствующих альтернативных величин или условий (альтернатив). Морфологическое множество состоит из параметров, следующих один за другим. Единичная конфигурация содержит по одному условию для каждого параметра и выделяет формально возможное решение проблемы.

В нижеприведенной таблице представлена декомпозиция процесса проектирования рабочих чертежей водоснабжения промышленного здания на уровне морфологического множества.

Таблица

Морфологическое множество проектирования рабочих чертежей водоснабжения здания

Параметр А (определение расчетных расходов и напоров в системах водоснабжения здания)	Параметр В (нанесение сетей внутреннего водопровода на планы здания)	Параметр С (выдача заданий смежникам и совместное согласование проекта)	Параметр D (конструирование схем систем водопровода здания)	Параметр Е (подбор оборудования по системам водопровода – насосы)	Параметр F (составление спецификации по сетям водопровода)
Выполнение расчетов согласно СНиП вручную	Открытая прокладка по конструкциям здания	Электронная форма представления	Аксиоматические схемы отдельно по каждой системе водопровода	Оборудование фирмы ОАО «Водоприбор» (РФ)	Подбор металлических труб отечественного производства

Продолжение таблицы

Выполнение расчетов в автоматизированном режиме	Прокладка разводящих сетей в подпольных каналах совместно с трубопроводами отопления	Ручные документы	Аксон-метрические совмещенные схемы всех систем водопровода	Оборудование фирмы GrundFos (Германия)	Подбор металлических труб импортного производства (фирма Duker, Германия)
	Прокладка в подвале или технических этажах		Изометрические схемы отдельно по каждой системе водопровода	Оборудование фирмы НЛ, Австрия	Подбор пластиковых труб отечественного производства (фирма Rodom Сополимер)
			Изометрические совмещенные схемы всех систем водопровода	Оборудование фирмы Gebert, Австрия	Подбор пластиковых труб импортного производства (фирма KaipannFlex, Германия)
				Оборудование фирмы FAR, Италия	

Задача состоит в том, чтобы из множества имеющихся выбрать *оптимальный вариант* с точки зрения практичности, адекватности, возможности осуществления его на практике с учетом определённых критериев. В первую очередь, это критерий совместимости. Очевидно, не имеет смысла оценивать все возможные решения, так как при большом количестве параметров и условий это займёт длительное время.

На следующем шаге анализируются возможные взаимосвязи между полями для того, чтобы исключить решения, содержащие взаимно противоречивые условия. Для этого проводится попарное сравнение всех альтернатив.

Построение бизнес-процесса предполагает ряд ситуативных исходных предпосылок, промежуточных и конечных результатов, которые должны быть точно описаны. В частности, для каждой операции процесса необходимо точно указывать, что является её результатом, кто персонально его обеспечивает, ответственного исполнителя операции. Также необходимо указать, кому будет официально передан результат и место проведения операции.

Для определения эффективности процесса необходимо указывать стоимость каждой операции и продолжительность цикла.

Объединяя все выделенные параметры: что, кто, кому, где, когда, сколько (стоит) – далее выполняются операции с ними, показанные на рис. 2.

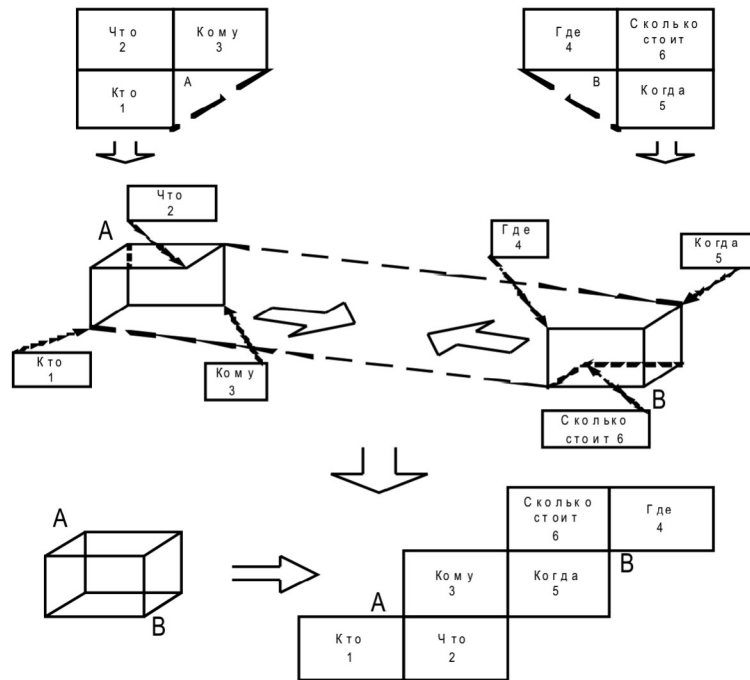


Рис. 2. Элементарная ячейка планирования

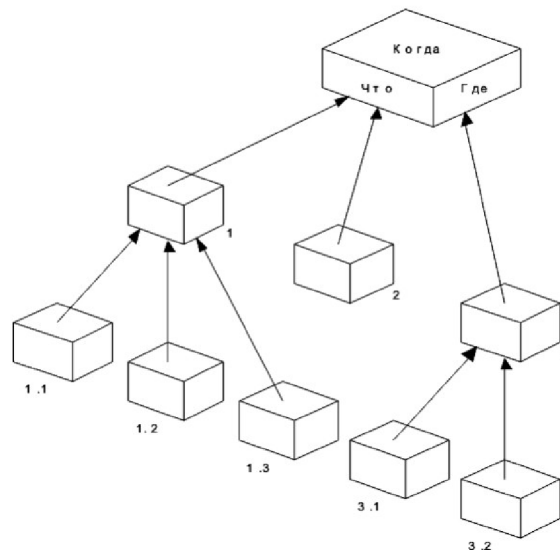


Рис. 3. Дерево операций с «кубиком планирования»

Первые три параметра помещаются на трех гранях «розетки», составляющей половину поверхности куба. Вторая группа параметров размещается на гранях второй «розетки». Соединив эти «розетки», получается мнемонический образ элементарной ячейки плана, то есть «кубик планирования».

Таким образом, по каждому результату, включаемому в план процесса, необходимо задать значения шести параметров (по числу граней «кубика планирования»).

Если подменить, как показано на рис. 3, каждую операцию в дереве декомпозиции какого-либо процесса на «кубик планирования», выполнив, разумеется, требование отвечать на все шесть вопросов в каждой вершине, то вместо единого дерева автоматически получится шесть различных деревьев (рис. 4):

- дерево затрат на выполнение работы (в денежном выражении);
- дерево затрат по времени выполнения;

- дерево ответственности исполнителя;
- дерево использования необходимого оборудования;
- дерево отношений передачи промежуточных результатов («кто кому передает»);
- дерево последовательности по времени (в какой момент нужно выполнять операцию).

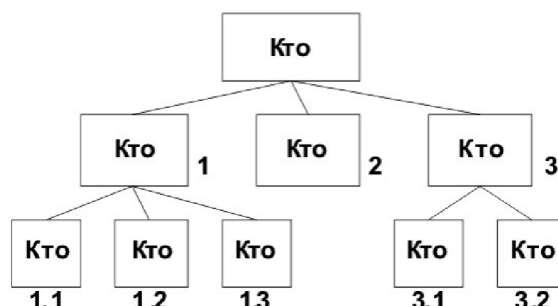


Рис. 4. Дерево ответственности

Каждое из этих деревьев представляет ценность для специалистов вполне определенного профиля и определенных подразделений, а все вместе эти деревья позволяют уже более обоснованно судить о качестве исходного дерева операций.

Рассматривая всю систему в целом, можно будет выбрать оптимальный набор методологий, которые выгодно использовать в тех или иных условиях. Так как метод позволяет смоделировать все возможные комбинации, возможно оценить не только самый дешёвый вариант, но и самый быстрый или же усредненный или, если присутствуют какие-то числовые ограничения (пример – ограничение по бюджету), то возможно подобрать необходимый вариант.

Математически метод можно описать следующим образом.

Если обозначить через A_{ij} альтернативу, показанную в i -ом столбце морфологической таблицы под номером j , а также:

V – некоторую произвольную выборку, подмножество альтернатив из морфологической таблицы;

$P(V)$ – значение некоторой целевой функции P на множестве альтернатив V ;

$p_{ji} = P(A_{ij})$ – значению целевой функции на выборке, состоящей всего из одной данной альтернативы A_{ij} ;

$\frac{C_{ji}}{kl}$ – элемент матрицы парной совместимости, соответствующий паре альтернатив

A_{ij} и A_{kl} ;

$\{X_{ij}\}_v$ – наборы булевских переменных для осуществления выборок (выбирающая переменная) из морфологической таблицы (если альтернатива A_{pq} вошла в выборку V , то X_{pq} полагают равным 1. В противном случае $X_{pq} = 0$, то, пользуясь этими обозначениями, можно сформулировать задачу минимизации целевой функции P на множестве конструкций), то целевая функция должна быть аддитивной, то есть:

$$P(A_{ij}UA_{kl}) = p_{ij} + p_{kl}.$$

Пусть дана произвольная выборка $\{X_{ij}\} (i = 1..K; j = 1..l(i))$, тогда:

$$P(\{X_{ij}\}) = p_{ij}X_{ij}.$$

Так как принципиальны только выборки-конструкции, то естественно потребовать, чтобы:

$$X_{ij} = 1,$$

что соответствует тому, что из i -го столбца таблицы в выборку включена одна и только одна альтернатива.

Выбор должен быть сделан во всех столбцах морфологической таблицы, и чтобы все получившиеся пары альтернатив были одновременно допустимы матрицей $C_{ij/kl}$. Этому будет соответствовать следующее равенство:

$$\frac{C_{ij}}{kl} X_{ij} X_{kl} = K.$$

Сама задача оптимизации будет выглядеть как:

$$P(\{X_{ij}^*\}) = p_{ij} X_{ij} - > \min.$$

В данной статье обобщенно рассмотрено применение морфологического метода в процессе управления проектной организацией. Стоит отметить, что в случае необходимости можно декомпозировать «ящики» на более детальные компоненты. Можно оценивать их, строить множества, отражающие все возможные комбинации, и на основе получаемых характеристик выбирать наиболее оптимальный набор.

Таким образом, можно выделить следующие этапы использования на практике данного метода:

1. Формулировка проблемы, подлежащей решению.
2. Выявление и оценка всех параметров, которые могли бы войти в решение заданной проблемы.
3. Конструирование морфологического ящика или многомерной матрицы, содержащей все решения заданной проблемы.
4. Анализ и оценка всех решений, содержащихся в морфологическом ящике, с точки зрения целей, которые должны быть достигнуты.
5. Выбор и реализация наилучших решений (при условии наличия необходимых средств).

Использование данного метода было апробировано на базе проектного института ООО «Проектный институт «Руспромпроект». Были проанализированы процессы проектирования систем горячего и холодного водоснабжения одного из проектируемых жилых комплексов в ближнем Подмосковье. Полученные результаты расчетов: конструирование схем систем водопровода здания – аксонометрические совмещенные схемы всех систем, оборудование по системам водопровода – фирма GrundFos (Германия), спецификации по сетям водопровода – на базе пластиковых труб импортного производства (фирма KaimannFlex, Германия), нанесение сетей внутреннего водопровода на планы здания – прокладка в подвале или технических этажах, выдача заданий смежникам и совместное согласование проекта – электронная форма представления и др. при ограничениях по бюджету на проектирование данного вида инженерных сетей, срокам выполнения работ и передачи заданий смежникам, а также наличию имеющихся исполнителей (в основном – инженеры I категории) позволили создать проект, наилучшим образом удовлетворивший требования заказчика.

Список литературы

1. Венцель Е.С. Введение в исследование операций. – М.: Высшая школа, 1964.
2. Рыков В.В. Обработка нечисловой информации. Управление знаниями. – М.: МФТИ, 2007.
3. Капустян В.М. Комбинативное синергетическое инновационное планирование и прогнозирование. – М.: МФТИ, 2010.
4. Раков Д.Л. Структурный анализ и синтез новых технических систем на базе морфологического подхода. – М.: Либроком, 2011.

Postnov K.V. – associate professor

E-mail: kovpost@gmail.com

Guryanov A.S. – student

E-mail: guryanov.a.s@gmail.com

Moscow State University of Civil Engineering (MSUCE)

The organization address: 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoye sh., 26

The usage of morphological methods in the management of project organizations

Resume

This article describes the way of usage scientific approach, called by morphological box, which helps to manage project organization. Below described method helps to make a systematic review of all combinations of project operations, which are involved in project documentation drafting and ways of optimal execution of business processes. This morphological method can be used as at the reengineering stage, as at redesign work. This method consists of the following stages of the practice:

formulation of the problem to be solved;

identification and evaluation of all the parameters that might enter into the decision given problem;

construction of the morphological box or multidimensional matrix containing all decisions given problem;

analysis and evaluation of the decisions contained in the morphological box, in terms of the objectives to be achieved;

selecting and implementing the best solutions (subject to the availability of funds).

The usage of this method was tested on the basis of the design institute Ltd. «Project Institute «Ruspromproekt». Was analyzed the design process of hot and cold water supply of one of the planned housing units in the Moscow suburbs.

Keywords: project organization, project documentation, business process, morphological method, alternatives, morphological box, decomposition, work, parameter, case, table, cell, cube of planning, combination, hierarchy.

References

1. Vencel E.C. Introduction to Operations Research. – M.: HSE, 1964.
2. Rivkov V.V. Processing of non-numerical information. Knowledge Management. – M.: MIPT, 2007.
3. Kapustyan V.M. Combinatic synergetic innovative planning and forecasting. – M., MIPT, 2010.
4. Rakov D.L. Structural analysis and synthesis of new technical systems on the morphological approach. – M.: Librokom, 2011.



УДК 539.3

Каюмов Р.А. – доктор физико-математических наук, профессор

E-mail: kayumov@rambler.ru

Шакирзянов Ф.Р. – ассистент

E-mail: faritbox@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, Зеленая, д. 1

Шевченко С.Ю. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: syshevchenko@mail.ru

**Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)**

Адрес организации: 197376, Россия, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5

Оценка несущей способности системы конструкция-грунт*

Аннотация

Предлагается методика определения предельной нагрузки и осадки системы конструкция-грунт с учетом пластичности, ползучести, нелинейной упругости, дилатансии, изменения пористости и прочностных характеристик грунта с течением времени, а также в зависимости от процесса выемки грунта. В качестве критерия прочности грунта принимается критерий Друккера-Прагера. В данной работе рассматривается задача постепенной выемки грунта при рытье котлована рядом с соседними сооружениями. Задача решается методом конечных элементов с использованием восьмиузлового изопараметрического трехмерного конечного элемента. Было исследовано влияние глубины выемки под котлован, параметров вязкости, пористости и дилатансии на предельную нагрузку.

Ключевые слова: механика грунтов, ползучесть, пластичность, предельная нагрузка, дилатансия, метод конечных элементов.

Оценка осадки и предельной нагрузки системы конструкция-грунт, изменяющихся с течением времени из-за пластичности, ползучести, дегградации, изменения пористости и прочностных характеристик грунта (сцепления C и угла внутреннего трения μ), имеет важное значение, т.к. эти явления приводят к значительному изменению НДС и несущей способности системы.

В данной работе рассматривается один из вариантов решения этой проблемы применительно к задаче постепенной выемки грунта при рытье котлована рядом с соседними сооружениями. При этом рассматриваются грунты, у которых степень водонасыщенности $I_w < 0.7$, индекс текучести I_L считаются малыми, процесс консолидационный фильтрации не учитывается. В качестве конструкционной части рассматриваются бетонные или железобетонные конструкции, работающие совместно с окружающим их грунтом.

Вариационное уравнение принципа возможных перемещений имеет вид:

$$\iiint_V \sigma_{ij} \delta \varepsilon_{ij} dV = \iiint_V Q_i \delta u_i dV + \iint_S P_m \delta u_i dS, \quad (1)$$

где Q_i , P_m – объемные и поверхностные нагрузки.

Связь деформаций и перемещений считается линейной, используются соотношения Коши:

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2}(u_{i,j} + u_{j,i}). \quad (2)$$

В качестве критерия прочности грунта принимается критерий Друккера-Прагера [1], записываемый в форме:

$$F = \alpha J_1 + \sqrt{J_2} - K = 0, \quad J_1 = \sigma_x + \sigma_y + \sigma_z, \quad (3)$$
$$J_2 = \frac{1}{6}[(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2] + \tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2,$$

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (проект 2012-1.4-12-000-1004-006).

где α и K – выражаются через сцепление C и угол внутреннего трения μ [2].

Для оценки прочности бетона также используется тот же критерий Друккера-Прагера (3), в котором параметры α и K зависят от пределов прочности бетона на растяжение R_{bt} и сжатие R_b :

$$\alpha = \frac{R_b - R_{bt}}{\sqrt{3}(R_b + R_{bt})}, \quad K = \frac{2R_b R_{bt}}{\sqrt{3}(R_b + R_{bt})}.$$

Ползучесть грунта учитывается на основе теории упрочнения, в которой тензор скорости деформаций ползучести имеет вид:

$$\dot{\varepsilon}_{ij}^c = \frac{\mu \sigma_0^\alpha}{1 + A_1 \varepsilon_0^c} \delta_{ij} + \frac{\eta \sigma_i^\beta}{1 + A_2 \varepsilon_i^c} H^{ijkl} \sigma_{kl}, \quad (4)$$

где μ , η , α , β – реологические коэффициенты; A_1 , A_2 – параметры упрочнения; H_{ijkl} – тензор, связывающий компоненты тензора напряжений и девiator скорости деформаций ползучести.

Пластичность грунта описывается ассоциированным законом течения [3]:

$$\dot{\varepsilon}_{ij}^p = \dot{\lambda} \frac{\partial F}{\partial \sigma_{ij}}, \quad (5)$$

где $\dot{\lambda}$ – вектор, коллинеарный к нормали поверхности текучести.

Оценка предельной нагрузки и осадки системы проводятся по теории упруго-вязко-пластического деформирования, где полная деформация определяется выражением:

$$\varepsilon_{ij} = \varepsilon_{ij}^e + \varepsilon_{ij}^p + \varepsilon_{ij}^c, \quad (6)$$

где скорости пластических деформаций $\dot{\varepsilon}^p$, скорости деформаций ползучести $\dot{\varepsilon}^c$ определяются из соотношений (4), (5), а упругие деформации ε^e из нелинейных соотношений, записываемых в виде:

$$\varepsilon_{ij}^e = \left(\frac{1}{3K} - \frac{1}{2G} \right) \sigma_0 \sigma_{ij} + \frac{1}{2G} \sigma_{ij}, \quad \sigma_0 = (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)/3. \quad (7)$$

Здесь K – объемный модуль, G – модуль сдвига, которые зависят от уровня деформированного состояния. Эти зависимости в работе принимаются в виде дробно-линейного соотношения, предложенного Тимошенко С.П.:

$$\sigma_0 = 3K(\varepsilon_0)\varepsilon_0, \quad \tau_i = G(\gamma_i)\gamma_i, \quad (8)$$

где

$$K = \frac{E_0 \sigma_s}{3(1 - 2\nu)\sigma_s + E_0 \varepsilon_0}, \quad G = \frac{G_0 \tau_s}{\tau_s + G_0 \gamma_i},$$

σ_s – механические характеристики, E_0 – начальный модуль сжатия, G_0 – начальный модуль сдвига.

Так как уплотнение и разуплотнение грунта непосредственно связаны с изменением его пористости, то зависимость коэффициента пористости грунта от сжимающего напряжения принята в виде:

$$e = e_0 \left(1 + \frac{e_1 \varepsilon_0}{1 + e_2 \varepsilon_0} \right), \quad (9)$$

где e_0 , e_1 , e_2 – механические параметры, определяемые из компрессионной кривой.

При моделировании процессов деформирования грунта учитывается и дилатансия, т.е. изменение объема грунта от сдвига. В общем случае объемную деформацию грунта можно представить в виде суммы:

$$\varepsilon_0 = \varepsilon_0^0 + \varepsilon_0^d, \quad (10)$$

где ε_0^0 – объемная деформация, вызванная всесторонним давлением; ε_0^d – объемная дилатансионная часть деформации, вызванная сдвигом.

Тогда математическая модель дилатансии принимает вид:

$$\varepsilon_0^d = \frac{d_1 \gamma_i}{1 + d_2 \gamma_i}, \quad (11)$$

где d_1 , d_2 – механические характеристики, γ_i – интенсивность сдвига.

Также в работе учитывается изменение коэффициента удельного сцепления C и угла внутреннего трения φ в зависимости от пористости e . Рядом авторов показано, что снижение прочности грунтов в процессе их ползучести приводит к разрушениям при нагрузках, составляющих до 40 % их кратковременной прочности. В этой работе зависимости C и φ от e приняты в виде:

$$C = C_0 - \frac{C_1(e - e_0)}{1 + C_2(e - e_0)}, \quad \varphi = \varphi_0 - \frac{\varphi_1(e - e_0)}{1 + \varphi_2(e - e_0)}, \quad (12)$$

где $C_1, C_2, \varphi_1, \varphi_2$ – механические параметры, определяемые из эксперимента.

Задача отыскания НДС системы грунт-конструкция решается методом последовательных догрузений, в котором на всех шагах нагружения решается уравнение равновесия (1) в приращениях:

$$\iiint_V \{\Delta\sigma\}^T \{\delta\varepsilon\} dV = \iiint_V \{\Delta Q\}^T \{\delta u\} dV + \iint_S \{\Delta P\}^T \{\delta u\} dS. \quad (13)$$

Согласно (7), приращения напряжений $\{\Delta\sigma\}$ в уравнении (13) будут:

$$\{\Delta\sigma\} = [D]\{\Delta\varepsilon^e\}, \quad (14)$$

где $\{\Delta\varepsilon^e\}$ – вектор приращений упругих деформаций, $[D]$ – матрица упругих характеристик.

Приращения упругих деформаций определяются так:

$$\{\Delta\varepsilon^e\} = \{\Delta\varepsilon\} - \{\Delta\varepsilon^p\} - \{\Delta\varepsilon^c\} - \{\Delta\varepsilon^d\}, \quad (15)$$

где $\{\Delta\varepsilon^p\}$ определяется из соотношения (5), $\{\Delta\varepsilon^c\}$ из соотношения (4), а $\{\Delta\varepsilon^d\}$ из соотношения (11).

Тогда разрешающее уравнение расчета по упруго-вязко-пластической модели принимает вид:

$$\begin{aligned} \iiint_V \{\Delta\varepsilon\}^T [D_{ep}]\{\delta\varepsilon\} dV = \iiint_V \{\Delta Q\}^T \{\delta u\} dV + \\ + \iint_S \{\Delta P\}^T \{\delta u\} dS + \iiint_V \{\Delta\varepsilon^c\}^T [D]\{\delta u\} dV + \iiint_V \{\Delta\varepsilon^d\}^T [D]\{\delta u\} dV. \end{aligned} \quad (16)$$

в котором $[D_{ep}]$ – упруго-пластическая матрица:

$$[D_{ep}] = [D] - \frac{[D]\left\{\frac{\partial F}{\partial \sigma}\right\}\left\{\frac{\partial F}{\partial \sigma}\right\}^T [D]}{\left\{\frac{\partial F}{\partial \sigma}\right\}^T [D]\left\{\frac{\partial F}{\partial \sigma}\right\}}.$$

Из уравнения (16) определяются приращения перемещений $\{\Delta u\}$, а затем полные перемещения, деформации и напряжения:

$$\{u^{k+1}\} = \{u^k\} + \{\Delta u\}, \quad \{\varepsilon^{k+1}\} = \{\varepsilon^k\} + \{\Delta\varepsilon\}, \quad \{\sigma^{k+1}\} = \{\sigma^k\} + \{\Delta\sigma\},$$

где k – номер шага нагружения.

В качестве критерия достижения системой предельного состояния принимается условие резкого увеличения приращения перемещений:

$$\frac{\|\{\Delta u\}\|}{\|\{\Delta u^0\}\|} \gg 1, \quad (17)$$

а в качестве нормы в (17) используется выражение:

$$\|\{\Delta u\}\| = \left(\sum_i (\Delta u_i)^n \right)^{1/n},$$

где n – заданное число, Δu^0 – приращение перемещений на первом малом шаге нагружения при упругой деформации. Исследовались и другие варианты нормирования. Оказалось, что его влияние на предельную нагрузку мало при $n \geq 2$.

В качестве примера рассмотрена задача о выемке грунта из котлована, ограниченного подземными железобетонными стенками (рис. 1). Кроме собственного веса, действуют распределенные нагрузки q от находящихся рядом зданий.

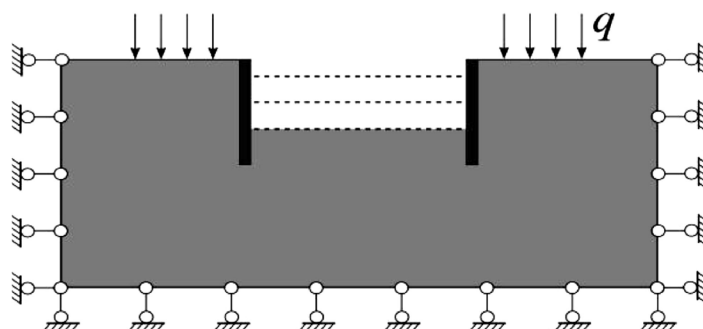


Рис. 1. Модельная задача

Расчет проводился в несколько этапов. Вначале прикладывалась нагрузка от веса грунта и стенок, а затем – внешняя нагрузка от находящихся рядом зданий. После относительной стабилизации решения моделировался процесс постепенной выемки грунта. На каждом отрезке времени определялся коэффициент предельной нагрузки.

Таблица 1

Физико-механические характеристики грунта и железобетона

Вид материала	E (МПа)	ν	ρ (кг/м ³)	C (КПа)	ϕ (град)	R_{bt} (МПа)	R_b (МПа)
Грунт	9.18	0.42	2380	80.46	21	-	-
Бетон	32500	0.2	2550	-	-	1.35	16.9

Для решения поставленных задач разработан комплекс программ на языке программирования C++, позволяющих проводить различные варианты расчета с использованием восьмиузлового изопараметрического трехмерного конечного элемента.

Было исследовано влияние глубины выемки под котлован на предельную нагрузку. Как и ожидалось, чем глубже котлован, тем меньше предельная нагрузка (рис. 2). В данном случае при изменении глубины на 5 метров предельная нагрузка уменьшилась примерно на 50 %. На рис. 3 представлен результат исследования влияния дилатансии на предельную нагрузку.

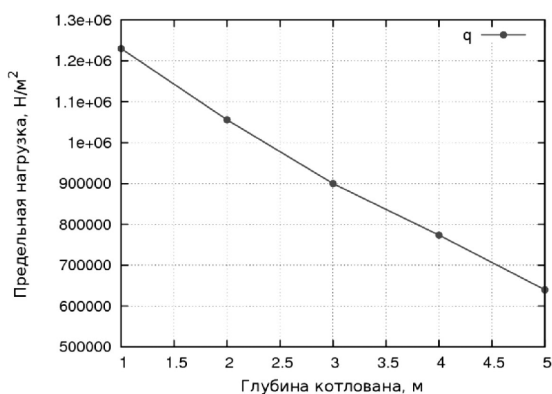


Рис. 2. Влияние глубины выемки под котлован на предельную нагрузку

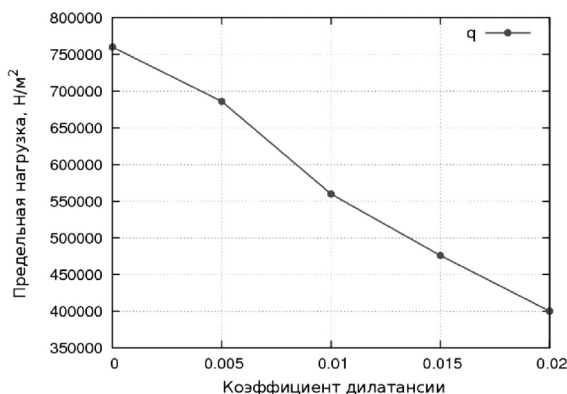


Рис. 3. Влияние дилатансии на предельную нагрузку

Влияние параметров вязкости на предельную нагрузку представлено на рис. 4.

Также было исследовано влияние скорости выемки грунта на предельную нагрузку (рис. 5). В данной модельной задаче оказалось, что скорость выемки грунта почти не влияет на величину предельной нагрузки, если процесс выемки длится более 10 суток.

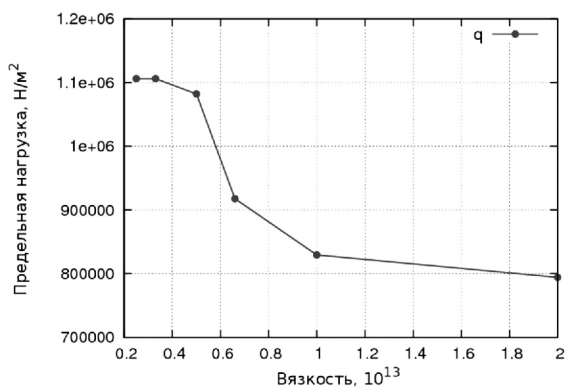


Рис. 4. Влияние параметров вязкости на предельную нагрузку

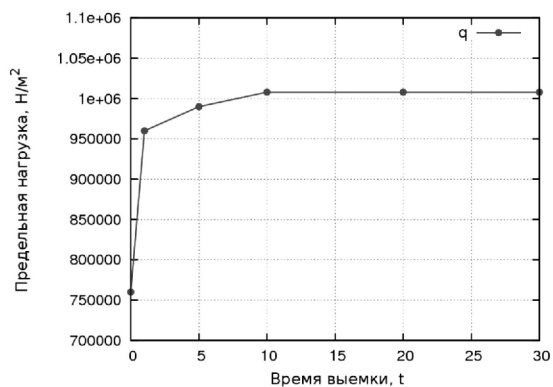


Рис. 5. Влияние скорости выемки грунта на предельную нагрузку

На рис. 6 представлено НДС, полученное по упруго-вязко-пластической модели деформирования, а на рис. 7 – соответствующая картина с учетом и других факторов (т.е. изменения пористости и прочностных характеристик, дилатансии, нелинейной упругости) одновременно. Изополями показаны значения функции напряженности.

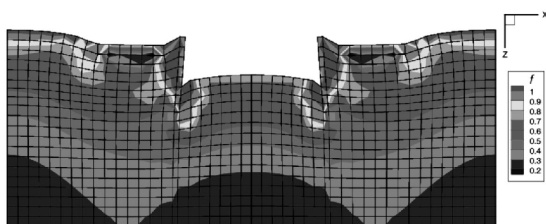


Рис. 6. НДС, полученное по упруго-вязко-пластической модели деформирования

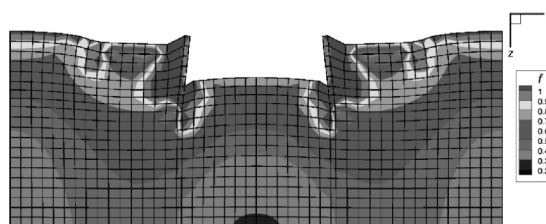


Рис. 7. НДС, полученное по упруго-вязко-пластической модели деформирования с учетом всех факторов

Таблица 2

Значения максимальных перемещений и напряжений, предельной нагрузки

Модели	Перемещение (м)	Напряжение (H/m^2)	Предельная нагрузка (H/m^2)
Упругая модель	0,4648	6,902e+05	-
Упруго-вязкая модель	0,4945	5,818e+05	-
Упруго-вязко-пластическая модель	0,5293	2,627e+05	6,933e+05

Анализ результатов расчета позволяет сделать следующие выводы:

1. Выемка грунта ведет к существенному уменьшению предельной нагрузки с течением времени (рис. 2).
2. К моменту потери несущей способности сооружения поля перемещений могут существенно перестраиваться (рис. 3, 4).
3. Преимущество модели заключается в том, что можно проследить за процессом изменения механических характеристик системы с течением времени, но приходится проводить пошаговое по времени решение задачи при разных значениях нагрузки.

Список литературы

1. Drucker D.C., Prager W. Soil mechanics and plastic analysis or limit design, Q. Appl. Math., 10, 1952. – P. 157-165.
2. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. – М.: Мир, 1975. – 271 с.
3. Качанов Л.М. Основы теории пластичности. – М.: Наука, 1969. – 420 с.

Kayumov R.A. – doctor of physical and mathematical sciences, professor

E-mail: kayumov@rambler.ru

Shakirzyanov F.R. – assistant

E-mail: faritbox@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya, 1

Shevchenko S.Y. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: syshevchenko@mail.ru

Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»

The organization address: 197376, Russia, St. Petersburg, Professor Popov st., 5

Evaluation of bearing capacity of the soil-structure

Resume

It is offered a method of determining the limit load and settlement of structure-soil system within plasticity, creep, nonlinear elasticity, dilatancy, changes porosity and strength characteristics of the soil over time, and depending on the process of excavation. Drucker-Prager criterion used as a criterion of soil strength.

In this paper we consider the problem of gradual excavation for foundation pit near neighboring buildings. The calculation was performed in several stages. Initially, the weight of the soil and the wall applied, and then the external load from nearby buildings applied. After the relative stabilization of the solution the gradually excavation process simulated. The problem is solved by finite element method using isoparametric three dimensional finite element with eight nodes. The influence of the depth of the recess under the pit, viscosity parameters, porosity and dilatancy at maximum load was researched.

Keywords: soil mechanics, creep, plasticity, limit load, finite element method.

References

1. Drucker D.C., Prager W. Soil mechanics and plastic analysis or limit design, Q. Appl. Math., 10, 1952. – P. 157-165.
2. Zienkiewicz O. The finite element method in engineering science. – М.: Mir, 1975. – 271 p.
3. Kachanov L.M. The basis of plasticity theory. – М.: Nauka, 1969. – 420 p.



УДК 378.147

Бикчентаева Р.Р. – кандидат педагогических наук, доцент

E-mail: ramzia@kgasu.ru

Халиуллин М.И. – кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Формирование компетенций у будущих педагогов профессионального обучения посредством практик

Аннотация

В условиях динамично развивающегося общества существенно возросли требования к уровню профессиональных компетенций специалистов. При обучении будущих педагогов профессионального обучения в сфере строительства прохождение различных видов практик и применение педагогических технологий активного обучения, например метода проектов, оказывают значительное влияние на формирование профессиональных компетенций. Приведен анализ компетенций, формирующихся у студентов после прохождения учебной, технологической и педагогических практик. Рассмотрены различные формы проектного метода обучения педагогов профессионального обучения: исследовательские, творческие и игровые проекты. Проведен анализ критериев оценки формирования компетенций у студентов.

Ключевые слова: профессиональные компетенции, педагог профессионального обучения, проектный метод обучения, учебная практика, технологическая практика, педагогическая практика, строительные технологии.

В научно-педагогической литературе существует несколько классификаций типов компетенций. В соответствии с новым государственным стандартом третьего поколения выделены две группы компетенций: общекультурные и профессиональные. Синякова М.Г. отмечает, что общекультурные компетенции в составе базовых компетенций выступают некой первообразной и фундаментальной составляющей для таких образований, как профессиональная готовность и компетентность, профессионализм, мастерство, индивидуальное творчество и др. Общекультурные компетенции, в отличие от профессиональных, носят более устойчивый характер. Так, если профессиональные компетенции могут быть недолговечными (в силу нарастающей смены технологий деятельности, устаревания прикладных знаний и пр.), то базовые общекультурные компетенции человек пронесет через всю жизнь, имея возможность каждый раз выстраивать на их основе свой новый профессиональный облик. Тем самым общекультурная компетенция может рассматриваться как основа для формирования профессиональной мобильности специалиста [1].

Вместе с тем, в условиях динамично развивающегося общества требования к уровню подготовки специалистов, их профессионализму, то есть к профессиональным компетенциям, существенно возросли. Применительно к педагогам профессионального обучения в сфере строительства, повышенные требования к профессиональным компетенциям обусловлены развитием новых технологий и экономических условий в строительном комплексе страны, подготовку специалистов для которого (каменщиков, арматурщиков, сварщиков и других) они осуществляют.

Квалификация персонала, занятого в строительной отрасли, оказывает значительное влияние на стоимость и качество строящихся объектов. Возрастающие требования к качеству строительно-отделочных работ увеличивают потребность строительного комплекса в специалистах, владеющих широкими знаниями о номенклатуре и свойствах современных строительных отделочных материалов, навыками использования передовых технологий их применения.

Подготовка педагогов профессионального обучения в Казанском государственном архитектурно-строительном университете (КГАСУ) согласно соответствующему Федеральному государственному стандарту образования предусматривает прохождение различных видов практик: учебной, технологической, двух педагогических.

В процессе прохождения учебной практики будущие педагоги профессионального обучения сами осваивают рабочие профессии, имея возможность получить определенный уровень квалификации (3 или 4 разряд рабочей специальности), при этом в процессе обучения студенты изучают строительные материалы для проведения работ, у них формируются практические навыки по технологиям применения строительных материалов в процессе выполнения кирпичной или каменной кладки, выполнению технологии возведения колонн, арок и т.п.

Кроме того, при прохождении практики будущие педагоги осваивают не только строительные технологии, но и имеют возможность знакомства в целом с системой начального профессионального образования, что достаточно важно как для ознакомления с условиями будущей педагогической деятельности, так и для их профессиональной адаптации.

Содержание и планируемые результаты практики отражаются в рабочей программе отдельно по учебной, технологической и педагогической практикам.

Разработка оценочных средств результатов прохождения практики осуществляется поэтапно:

1) анализ профессионального стандарта или квалификационных требований с целью определения ключевых трудовых операций и приемов, по которым можно проводить оценку;

2) определение соответствия между трудовыми операциями и приемами по стандарту и основными показателями оценки результата выполнения их студентами в процессе прохождения практики;

3) составление матрицы (в столбцах по вертикали располагаются трудовые операции, трудовые приемы, показатели оценки результата выполнения их студентами в процессе прохождения практики; профессиональные компетенции).

Оценка результатов учебной практики проходит по критериям и в соответствии с требованиями стандарта. Рассматривая критерии оценки учебной практики, необходимо практическую деятельность разделить на операции, которые затем поддаются оценке по критериям.

Более крупные части трудового процесса принято называть операциями, например кирпичная кладка, подготовка раствора, измерение. Это крупные части трудовой деятельности рабочего строительного профиля. Каждая операция выполняется с помощью нескольких приемов.

Прием – это часть операции, имеющая самостоятельную цель. В операции «однорядная кладка» «нанесение раствора на поверхность кирпича», «выравнивание кирпича по высоте кладки» являются приемами. Конечно, более четко сформированность компетенций можно увидеть, если разделить операцию на его составляющие действия.

Следующие более мелкие части трудового процесса – действие и движение. Действие – законченная совокупность движений (взять мастерок, взять раствор и т.д.). Принято считать, что каждое действие включает два-три движения. Однако, чтоб не загромождать оценивание компетенций, делая анализ, мы остановились на трудовых операциях и приемах.

Таким образом, анализируется стандарт на подготовку специалиста. Для оценки результата выполнения операций и приемов студентами в процессе прохождения практики разрабатываются показатели. Так, для выполнения операции «однорядная кладка», к примеру состоящего из приема «нанесение раствора на поверхность кирпича», в качестве критериев принимаются: умение держать мастерок, количество взятого мастерком раствора, время нанесения раствора, чистота рабочего места, экономия расхода раствора. Иначе говоря, в качестве критериев мы выбираем то, за что впоследствии ставим оценки. Оценивают студентов по четырехбалльной шкале: «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

За каждое несоответствие одному из приведенных критериев оценка снижается на балл, если два несоответствия критериям, то снижается на два балла по аналогии с предыдущим.

После прохождения учебной практики среди будущих педагогов профессионального обучения был проведен опрос. По его результатам выявлено, что 68 % респондентов впервые столкнулись со строительными технологиями, 32 % – совершенствовали свои навыки в процессе прохождения практики, так как до этого имели возможность освоить профессиональные навыки при работе на стройке, обучаясь в средней школе, профессиональных училищах или техникумах.

При прохождении технологической практики будущие педагоги профессионального обучения изучают технологическую цепочку строительства различных объектов. При этом закрепляются знания по таким дисциплинам, как: «Материаловедение. Технология конструкционных материалов», «Технология строительного производства», «Железобетонные и каменные конструкции», а также происходит формирование:

- общекультурных компетенций (способность проектировать и осуществлять: индивидуально-личностные компетенции профессионально-педагогической деятельности, позитивное общение, анализ информации для решения проблем, возникающих в профессиональной деятельности);

- профессиональных компетенций (готовность к применению различных технологий, прогнозирование результатов профессиональной деятельности, выполнение работ соответствующего квалификационного уровня).

На кафедре профессионального обучения и педагогики КГАСУ накоплен определенный опыт по изучению, формированию и совершенствованию компетенций у будущих педагогов по применению современных строительных материалов и технологий строительства.

В настоящее время многие крупные зарубежные и отечественные предприятия стройиндустрии осуществляют политику организации на базе профильных высших учебных заведений учебно-консультационных центров по технологиям строительства с применением материалов, изделий и конструкций, производимых этими предприятиями. Одним из лидеров в этой области является международная группа «Кнауф» – крупнейший мировой производитель широкой линейки отделочных и теплоизоляционных строительных материалов.

В 2007 году в результате соглашения о сотрудничестве, заключенного между КГАСУ и ООО «Кнауф Маркетинг Краснодар», на базе кафедры профессионального обучения и педагогики университета был организован Учебно-консультационный центр по технологиям «Кнауф». За прошедшее время в нем прошли обучение 1026 студентов по факультативной дисциплине «Современные технологии отделочных работ с применением материалов фирмы «КНАУФ»».

Обучение проводят преподаватели КГАСУ, прошедшие курсы повышения квалификации в подразделениях международной группы «Кнауф» по соответствующим программам. При проведении практических занятий студенты под руководством преподавателей, а также заведующего лабораторией и учебного мастера, являющихся высококвалифицированными практикующими специалистами в области строительно-отделочных работ, получают навыки самостоятельной работы по проектированию, расчету, монтажу комплектных систем с применением современных отделочных и теплоизоляционных строительных материалов. Учебно-консультационный центр оснащен учебными стендами, демонстрационной техникой, учебно-методической литературой, раздаточными материалами, комплектами специализированных инструментов и приспособлений, расходными материалами для проведения теоретических и практических занятий. Итоговая аттестация после прохождения дисциплины осуществляется в форме тестирования. По итогам обучения выдается корпоративный сертификат международной группы «Кнауф».

У студентов, успешно освоивших дисциплину «Современные технологии отделочных работ с применением материалов фирмы «Кнауф», формируются следующие компетенции:

- владение основными сведениями о номенклатуре и основных физико-технических свойствах современных строительных материалов, выпускаемых для комплектных систем отделки помещений;

– владение основными конструкционными решениями и современными технологиями выполнения отделочных работ (возведение каркасных и бескаркасных облицовок, каркасных перегородок, подвесных потолков и сборных конструкций полов) с применением гипсокартонных, гипсоволокнистых листов, пазогребных плит перегородок, сухих строительных смесей и других строительных материалов – элементов комплектной системы «Кнауф» для отделки помещений.

При подготовке будущих педагогов профессионального обучения компетенции формируются и при прохождении педагогических практик в учреждениях начального и среднего профессионального образования в качестве дублеров мастера производственного обучения и педагогов.

В процессе прохождения педагогических практик у студентов закрепляются теоретические знания, полученные ими при изучении таких дисциплин, как: «Методика профессионального обучения», «Педагогический менеджмент», «Технология преподавания общетехнических дисциплин» и других.

В оценке результатов прохождения педагогических практик принимают участие и организации, в качестве которых выступают образовательные учреждения начального и среднего профессионального образования. Оценка результатов освоения общих и профессиональных компетенций, которые демонстрируются студентами в ходе проведения уроков и внеурочных мероприятий, осуществляется с помощью оценочного материала. В процессе оценки компетенций учитывается как объем выполнения задания, так и его качество.

При разработке оценки компетенций возникают сложности, так как, несмотря на то, что объекты оценки (уроки и внеклассные мероприятия) одинаковы, они проводятся в учреждениях разного уровня (лицеи и колледжи) и поэтому провести их унификацию достаточно сложно.

Выделяются следующие компетенции: познавательная, отражающая обученность студентов; мотивационная, учитывающая мотивы обучения в ходе урока (внеклассного мероприятия); деятельностная, учитывающая работоспособность учащихся на уроке (внеклассном мероприятии).

Каждой компетенции соответствуют критерии. Познавательной компетенции соответствуют следующие критерии:

- объем информации, усвоенной на уроке (количество терминов, определений, законов);
- время выполнения заданий учащимися на протяжении всего урока;
- осмысливание учащимися учебной информации.

В качестве объема усвоенной информации принимается соотношение общего количества новых терминов, определений, усвоенных учащимися, к общему количеству информации на уроке. Правильно выполненные учащимися задания соотносятся с общим числом заданий на уроке. Осмысленность определяется отношением количества правильных заданий к общему количеству данных преподавателем заданий.

Мотивационная компетенция включает в себя критерии, позволяющие, в конечном счете, говорить о результатах проведенного урока в целом, поэтому его показателями являются:

- осознание потребности полученных знаний в профессиональной деятельности (каменщика, плотника и т.п.);
- интерес к изучаемому на уроке материалу;
- усидчивость в получении знаний и выполнении заданий на различных этапах урока.

Деятельностная компетенция также состоит из критериев:

- применение знаний самостоятельно при выполнении различных заданий на уроке (ответы на вопросы, работа с карточкой-заданием, проблемные вопросы и ситуации, решение творческих заданий и т.д.);
- способность переносить знания и умения на другие виды заданий на уроке, к примеру, из простого односложного ответа на вопрос – к решению проблемных вопросов и ситуаций, решению творческих заданий и т.д.;

– умение использовать теоретические знания в практической деятельности, в частности, при проведении лабораторных работ.

Каждому критерию по всем трем компетенциям присваивается трехуровневая шкала оценки: низкий (до 0,8), средний (от 0,81 до 0,9), высокий уровень (от 0,91 до 1).

При использовании критериев и показателей осуществляется более объективная оценка формирования компетенций у студентов, появляется возможность выявления слабых мест еще в процессе обучения и своевременного внесения корректив в учебно-воспитательный процесс преподавателем.

Таким образом, за прохождение педагогической практики студенту КГАСУ выставляется оценка, исходя из сформированности компетенций учащихся начального и среднего профессионального образования, по месту прохождения практики, так как в оценивании сформированности его компетенций участвуют будущие работодатели и педагоги выпускающей кафедры. После прохождения педагогической практики будущие педагоги выполняют отчет и защищают его, демонстрируя свои профессиональные компетенции: коммуникативные, гностические, профессиональные.

Качественная подготовка специалистов на кафедре профессионального обучения и педагогики обеспечивается не только при прохождении практик, но и на занятиях по дисциплинам учебного курса, в процессе изучения которых происходит формирование общекультурных и профессиональных компетенций. Для формирования компетенций на теоретических занятиях осуществляется проектный метод обучения, при этом реализуется три вида проектов: исследовательские, творческие и игровые.

1) Исследовательские проекты с четко продуманной структурой, которая практически совпадает со структурой реального научного исследования (актуальность темы, проблема, предмет и объект исследования; цель, гипотеза и вытекающие из них задачи исследования; обсуждение результатов, выводы и рекомендации).

2) Творческие проекты, не имеющие детально проработанной структуры, например, творческие задания по проектированию уроков на практических занятиях и в качестве домашнего задания на дисциплинах «Методика профессионального обучения» и «Педагогический менеджмент», подготовка стенной газеты, сценария внеклассного мероприятия, подготовка постеров к олимпиадам.

3) Игровые проекты, которые требуют большой подготовительной работы. При реализации таких проектов студенты выбирают себе роли и результат проектов известен лишь по завершении всего проекта. Такие проекты применяются при прохождении дисциплин «Методика профессионального обучения» и «Педагогический менеджмент», а также других дисциплин специализации.

Критериями успеха работы над проектами являются: достижение конечного результата; создание активной команды участников проекта, способной продолжить работу в будущем; возможность использования результата проекта другими коллективами; получение удовольствия от своей деятельности.

Проблема оценки формирования компетенций является важным аспектом в системе профессионального образования и с разных позиций рассматривается в научно-педагогической литературе [1-4].

Наиболее ярко результативность качества подготовки будущих специалистов проявляется при их трудоустройстве на работу по профилю специальности. Педагог профессионального обучения может трудоустроиваться как в системе образования, так и в различных строительных организациях в качестве прорабов, мастеров или инженеров.

Нами был проведен опрос среди работодателей, представляющих систему образования.

На вопрос: «Насколько велика потребность в молодых специалистах в учреждениях начального и среднего профессионального образования в Республике Татарстан?» ответы работодателей по годам распределились следующим образом:

- в преподавателях – 84 %, в мастерах производственного обучения – 27 % (в 2010 году);
- в преподавателях – 84 % и мастерах производственного обучения – 16 % (в 2011 году).

Уменьшение потребности в мастерах производственного обучения объясняется переходом на новые стандарты образования.

Из трех выпусков педагогов профессионального обучения в КГАСУ (первый выпуск прошел в 2010 году) 38 % выпускников работают в системе профессионального образования.

По результатам опроса выявлено, что для работодателей важны личностный потенциал молодого специалиста, его знания в области специализации, его готовность работать в текущей ситуации за предлагаемый размер денежного вознаграждения, кроме того, выпускник должен обладать определенным опытом работы.

На вопрос: «Какими важными личностными качествами и компетенциями должен быть наделен специалист?» работодатели отметили – ответственность на первом месте, на втором – работоспособность, на третьем – трудолюбие, на четвертом – активность, на пятом – желание развиваться, на шестом – лояльность. В качестве нежелательных качеств на первом месте работодатели выделили лень, на втором – агрессивность, на третьем – пассивность, на четвертом – конфликтность, на шестом – вредные привычки.

Таким образом, прохождение различных видов практик и применение в учебном процессе педагогических технологий активного обучения, например, метода проектов, оказывает значительное влияние на формирование профессиональных компетенций.

Список литературы

1. Синякова М.Г. Основные подходы к определению сущности общекультурной компетентности бакалавра менеджмента // Международный журнал экспериментального образования, 2010, № 9. – С. 24-25.
2. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. – М.: Педагогика, 1989. – 192 с.
3. Евдокимов В.В. Проблемы профессионально-педагогической подготовки мастеров профессионального обучения в средних профессионально-педагогических учебных заведениях // Вестник УМО по ППО, 2003, выпуск 3 (34). – С. 100-103.
4. Замятин А. М. Система оценки компетенций студентов ВПО. Обзор достижений и нерешенных задач // Молодой ученый, 2012, № 5. – С. 418-420.
5. Зимняя И.А. Ключевые компетентности – новая парадигма результата образования // Высшее образование сегодня, 2003, № 5. – С. 34-42.

Bikchentaeva R.R. – candidate of pedagogical sciences, associate professor

E-mail: ramzia@kgasu.ru

Khaliullin M.I. – candidate of technical sciences, associate professor

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Formation of the competences of future teachers through training practices

Resume

Increase of requirements to professional competences of teachers of the vocational training which is carrying out training of specialists in the sphere of construction, is caused by development of new technologies and economic conditions in a construction complex. It is shown that considerable influence on formation of professional competences of students – future teachers of vocational training in the sphere of construction renders passing of different types of practices and application in educational process of pedagogical technologies of active training. The analysis of the competencies that form at students after passing educational, technological and pedagogical practices is carried out. Various forms of a design method of training of teachers of vocational training are considered: research, creative and game projects. As an example the list of the professional competences which are forming at students after passing of training in Educational advice center technology «Knauf» at Kazan State University of Architecture and Engineering is considered. The analysis of the competences which are forming at students, passing the practice is carried out. Various forms of a design method of training of teachers of vocational training are considered, criteria of success of work on projects are revealed. Employments of graduates of

university in «Vocational training» are analyzed. On the basis of results of poll among the employers representing an education system, the analysis of criteria of an assessment of formation of competences at students in the course of training is carried out.

Keywords: professional competence, teacher of vocational training, project-based learning, educational practice, technological practice, pedagogical practice, building technology.

References

1. Sinyakova M.G. The main approaches to definition of general cultural competence Bachelor of Management // *International Journal of Experimental Education*, 2010, № 9. – P. 24-25.
2. Bespalko V.P. Composed pedagogical technology. – M.: Pedagogics, 1989. – 192 p.
3. Evdokimov V.V. Problems of vocational and educational training of masters training in secondary vocational and teacher training institutions // *Herald IMO PPO*, 2003, output 3 (34). – P. 100-103.
4. Zamyatin A.M. The evaluation system of competencies of students of higher education. Overview of achievements and challenges // *Young scientist*, 2012, № 5. – P. 418-420.
5. Zimnjaja I.A. Key competences – new pragmas result of education // *High education today*, 2003, № 5. – P. 34-42.

УДК 681.324.1

Мубаракшина Ф.Д. – кандидат архитектуры, доцент

E-mail: faina.arch@rambler.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

**Проектный семинар – перспективная форма внеучебной деятельности
в подготовке специалиста архитектурно-строительного вуза****Аннотация**

Новые принципы подготовки специалистов высшего образования на современном уровне социально-экономических условий развития общества требуют от выпускников высшей школы профессиональной компетентности, социальной коммуникативности, наличия организаторских умений и качеств.

Одним из популярных видов внеучебной деятельности студентов, получивших широкое распространение в последние годы, в том числе и в КГАСУ, является так называемый Workshop – международный межвузовский проектный семинар для студентов, аспирантов и преподавателей.

Рассматривается опыт организации межвузовских международных проектных семинаров 2006-2011 годов, проведенных в Казани, Стокгольме, Стамбуле, Лондоне.

Ключевые слова: внеучебная деятельность, межвузовский международный проектный семинар, работа в команде.

Новые принципы подготовки специалистов высшего образования на современном уровне социально-экономических условий развития общества требуют от выпускников высшей школы не только безусловной профессиональной компетентности, но также и социальной коммуникативности, наличия организаторских умений, активной жизненной и профессиональной позиции.

Сегодня преобладающим в образовательном процессе независимо от направления подготовки является получение требуемого объема теоретических, абстрактных знаний. Традиционное обучение, главным образом, основано на передаче знаний от учителя ученику и сводится к максимальному усвоению информации, грешит недостатком получения учащимся практических навыков, отличается отсутствием социального контекста профессиональной деятельности, не развивает творческой активности. Поскольку в таком образовании практически нет познавательной мотивации, соответственно, нет и творческого мышления, способного решать проблемы.

Студент в современном учебном процессе занимает пассивную роль обучаемого, что не способствует формированию в его сознании инициативной позиции специалиста, как это требуется на практике, когда ежедневно приходится принимать решения и нести за них ответственность. Если получаемые студентом знания не носят личностный характер, то и получение образования приобретает формальный оттенок и сводится к получению диплома и обезличенных абстрактных знаний. Получается, что не все стороны личности учащегося задействованы в процессе его становления.

В условиях же практической проектной деятельности на первый план выходят практические умения, при этом пробелы в теоретических знаниях можно наверстать, а вот отсутствие опыта в выстраивании отношений, низкую творческую активность, отсутствие активной профессиональной и социальной позиции преодолеть сложнее. Недостаточная подготовленность в этих вопросах приводит к трудностям социальной адаптации выпускников в профессиональной деятельности.

С каждым днем заметнее становится отставание образования от динамики в развитии профессии, поэтому современный специалист должен быть не только хорошо обученным, то есть иметь необходимую сумму знаний, а еще и мотивированным к обучению и познанию, самостоятельным и творчески активным.

Подготовка специалиста на современном уровне, учитывающая возросшие требования государства к успешному и конкурентоспособному на рынке труда специалисту, предусматривает интеграцию учебной, производственной и внеучебной деятельности студентов. Учебная деятельность – это лекции, практические занятия, семинары, занятия в лаборатории. Производственная деятельность – разнообразные практики. Все остальное – это внеучебная деятельность, которая объединяет в себе огромное разнообразие видов деятельности: научную, проектную, художественную, спортивную, досугово-развлекательную, общественную, в которых формируются и реализуются когнитивные, прагматические и коммуникативные навыки.

Одним из популярных видов внеучебной деятельности студентов, будущих архитекторов и инженеров-архитекторов, получившим широкое распространение в течение последних нескольких лет, в том числе и в Казанском государственном архитектурно-строительном университете, является так называемый Workshop – международный межвузовский проектный семинар.

Начиная с 2006 года, международные проектные семинары на базе Инженерно-архитектурного факультета КГАСУ были успешно проведены:

- в 2006 году – совместно с преподавателями и аспирантами из университетов Флоренции, Пизы и Казани в г. Казани (рис. 1);
- в 2008 году с участием представителей университетов Стокгольма, Москвы и Казани в г. Казани;
- в 2009 году с участием представителей университетов Стокгольма, Москвы, Стамбула и Казани в г. Стокгольме (рис. 2);
- в 2009 году с участием представителей университетов Стокгольма, Москвы, Стамбула и Казани в г. Стамбуле;
- в 2011 году с участием представителей Университета Восточного Лондона и КГАСУ в Лондоне.



Рис. 1. Международный российско-итальянский проектный семинар (Казань, 2006 г.):

а – работа жюри; б – творческий процесс;

в, г – проекты, разработанные международными проектными командами

В ноябре 2012 года состоялся очередной проектный семинар и учебная обмерная практика в Университете Флоренции с участием студентов университетов Павии, Лондона, Казани, Москвы и Флоренции.

Большим недостатком сегодняшней системы обучения является отсутствие в ней задач по формированию у студентов навыков коллективного взаимодействия, которые сегодня входят в обязательный минимум требований работодателя к молодому специалисту и обуславливаются коллективным типом организации большинства видов деятельности. Если учебная деятельность в основном носит индивидуальный характер, то внеучебная, как правило, коллективна, и поэтому они взаимно дополняют друг друга.

Проектный семинар, как правило, ставит перед объединенной международной командой студентов творческую задачу, которая требует анализа исходных данных и ситуации, мозгового штурма, собственно проектного процесса, оформления и презентации результатов совместного труда. Проектный семинар объединяет студентов, стимулирует их творческую активность, развивает самостоятельность, способствует раскрытию потенциальных возможностей каждого. Получаемый результат всегда личностный, воспринимается как собственное достижение и является мотивацией к последующей деятельности. Участие в совместных проектных семинарах развивает у студентов стремление не только к личному, но и к групповому успеху, генерирует модель полного цикла мышления, необходимого квалифицированному специалисту, – от постановки проблемы, которая служит мотивацией к познавательной активности, до нахождения различных способов ее разрешения, выявления и выбора наиболее эффективного варианта решения проблемы.



а)



б)



в)



г)

Рис. 2. Международный российско-шведский проектный семинар (Стокгольм, 2009 г.):
а – обсуждение задания; б – творческий процесс; в, г – презентация проектов международных команд

Проектный семинар как один из видов внеучебной деятельности реализуется в социальном контексте, часто в малознакомом коллективе, заставляя человека встраиваться в этот социальный контекст и находить общий язык с новыми людьми для решения достаточно сложных задач. Именно в таком процессе у молодых людей развиваются способности к межличностному, внутригрупповому и командному взаимодействию. В этой работе у будущих специалистов происходит не только овладение техникой общения, но и воспитывается культура поведения и речи, формируется ответственность за принятые решения перед коллективом, воспитывается добросовестность и аккуратность, проявляется отношение к работе, умение ее разделять и замещать, контролировать качество исполнения.

В профессионально ориентированном проектировании происходит разностороннее познание и раскрытие будущей деятельности, поэтапно формируются дополнительные практические комплексные умения и навыки, совершается переход от суммарной информации, полученной в учебном процессе, к целостному результату – знанию и компетентности на выходе [3].

Педагогическая практика показывает, что многие необходимые в дальнейшем и очень востребованные навыки за годы обучения в вузе можно получить, только активно занимаясь внеучебной работой. Проектные семинары, в частности, способны воспитывать и управленческие навыки, и умение работать с коллективом, вести переговоры, действовать в нестандартных ситуациях. Участвуя в проектных семинарах, через выполнение разнообразных видов деятельности студент осваивает различные социальные роли, что дает ему некий новый интегративный результат образования и способствует адаптации в последующей взрослой жизни.

Проектные семинары, в дополнение ко всему прочему, за счет преимущества попробовать себя в различных ипостасях и направлениях коллективной проектной деятельности предоставляют будущему выпускнику возможность подтвердить правильность выбора профессии.

Конечно, чтобы удовлетворить каждого заинтересованного студента на любом этапе развития, внеучебная деятельность не может ограничиться одними проектными семинарами. Очевидно, что чем разнообразнее по формам и содержанию будет опыт, полученный за время обучения, тем успешнее будет включение выпускника в профессиональную самореализацию, в процесс построения карьеры, так как свойство творческой активности станет свойством личности, позволяющим быстро найти сферу приложений творческого и профессионального потенциала.

Список литературы

1. Жоголева О.Р. Влияние внеучебной воспитательной деятельности вуза на процесс социализации студенческой молодежи // Автореферат канд. дисс. на соиск. степени канд. социологических наук. – Тюмень, 2007. – 25 с.
2. Степанчук А.В. Участие студентов специальности «Проектирование зданий» в научно-исследовательской работе. Сборник статей «Методика организации образовательного процесса на специальности 270114 – «Проектирование зданий». Материалы IV Всероссийской научно-методической конференции. – Казань: КГАСУ, 2008. – С. 57-62.
3. Денисова А.Б. Роль внеучебной деятельности в подготовке современного специалиста. // Известия КГАСУ, 2012, № 3 (21). – С. 225-229.
4. Gulielmi E., Mattioli L., Taddei A. Il recupero architettonico dell'isola di Sviyazhsk. – Florence: Edizioni Polistampa, 2007. – 48 p.

Mubarakshina F.D. – candidate of architecture, associate professor

E-mail: faina.arch@rambler.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The Workshop is the perspective form of extracurricular activity of the higher school architectural and engineer specialist preparation

Resume

There are certain requirements to the professional qualities of a significant person, in particular, require organizational skills and management, because the new system of economic relations has penetrated into all spheres of life and changed them.

The success of post-graduate work is not only professional but also social mobility, ability to perform specific professional and social roles, rapid adaptation to both the production and the corporate culture of the organization. The main deficiency of the traditional education system in the initial absence of its objectives to build and develop the skills of collective interaction, the need for which stems from the collective nature of most activities.

Extra-curricular activities support a mechanism balancing the education system. It solves several problems, impossible to reach by traditional methods: the skills of collective thinking and action, decision-making skills of adaptation, interaction and communication in changing groups, the ability to plan and organize the execution of the task, raising social qualities and values, including responsibility, integrity and decency. Increasing the motivation, skills and reflective components of the activity of the educational process, extracurricular activities improves the quality of training in general.

In this way, we can speak about Workshop, which is really one of the perspective forms of extra-curricular activity of the higher school architectural and engineer specialist preparation.

The successful six-year experience of Workshop organizing work in KSUAE shows the opportunities of this type of educational process.

Keywords: extracurricular activities, international Workshop, teamwork.

References

1. Zhogoleva I.N. Effect of extra-curricular educational activities for high school students the process of socialization // the master's thesis author's abstract on competition of degree of a Cand. of social sciences. – Tyumen, 2007. – 25 p.
2. Denisova A.B. The role of extracurricular activities in the preparation of a modern specialist. // *Izvestiya KGASU*, 2012, № 3 (21). – P. 225-229.
3. Stepanchuk A.V. The participation of «Building Design» specialty students in science and research. Collection of articles «Methods of educational process on specialty 270114 – «Building Design». Materials of the IV Scientific and Technical Conference. – Kazan: KSUAE, 2008. – P. 57-62.
4. Gulielmi E., Mattioli L., Taddei A. The architectural restoration of the island of Sviyazhsk. – Florence: Edizioni Polistampa, 2007. – 48 p.

УДК 721.022

Мубаракшина Ф.Д. – кандидат архитектуры, доцент

E-mail: faina.arch@rambler.ru

Ткаченко О.Ю. – студент**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

**Методика разработки антуража на основе
выявления геометрической формы кроны дерева
для студентов творческих специальностей
архитектурно-строительных вузов**

Аннотация

В различных проектных ситуациях архитектору средствами архитектурной графики требуется показать природу и предметную среду, в которой размещается архитектурный объект.

Для студента важно иметь навыки изображения стилизованных моделей растительного мира, как элементов среды, окружающей здание. Освоить и развить их можно посредством освоения определенных техник. В статье приведена методика архитектурной стилизации изображения дерева на основе выявления геометрической формы его кроны.

Также в статье даны примеры моделирования, иллюстрирующие основные методические принципы.

Ключевые слова: архитектурная графика, антураж, геометрическая форма, стилизация, методика.

В современной архитектурной практике при разработке антуража могут одновременно успешно работать разные методики творческой стилизации. Одной из предлагаемых методик является стилизация природных объектов, основанная на выделении геометрической формы кроны как одной из основных параметрических характеристик стилизуемого объекта.

С достаточно условным соотношением к породам и сортам растений все многообразие характерных для них форм кроны можно отнести к таким основным простейшим геометрическим фигурам, как квадрат, прямоугольник, круг, трапеция, треугольник, овал и т.п. (рис.). Такой способ стилизации с использованием дифференцированного по формальному геометрическому признаку подхода назовем **геометрической стилизацией**. Использование геометрической стилизации позволяет достаточно легко получить множество примеров стилизованного антуража при условии приложения творческих усилий в процессе последовательного выполнения ряда шагов, приведенных далее, выполняемых в табличной форме.

Шаг первый – поиск, подготовка и изучение для работы фотографических моделей – прообразов растений деревьев и кустов.

Шаг второй – уточнение и классификация. На этом этапе выполняется реалистичное изображение стилизуемых моделей тушью на кальке по фотографии (далее все шаги также выполняются тушью на кальке по фотографии). Реалистичный рисунок куста, дерева, группы деревьев включает в себя все детали и подробности строения изображаемых растений: выявляет общие габариты изображаемых растений; показывает форму, толщину, плотность и цвет ствола; отображает цвет и фактуру древесной коры; передает форму и плотность кроны; передает количество, форму и особенности расположения веток, если есть листья – листьев. Далее на этом этапе выполняется распределение моделей по геометрии формы кроны для дальнейшей стилизации.

Шаг третий – художественная трансформация – предполагает выполнение стилизованного изображения деревьев и кустов. Это первое приближение к стилизации: на этом этапе реалистичные изображения объектов стилизации, куста и дерева, превращаются в «слегка» стилизованные. Для этого изображения обобщаются: от кроны кустов и ствола деревьев убирается как можно больше веток, которые неоднократно в

том или ином виде повторяются, убираются все второстепенные детали изображения и оставляются только те части, которые нужны для определения объектов, но не для описания. Одновременно упрощаются форма ствола, веток, кроны и листьев.

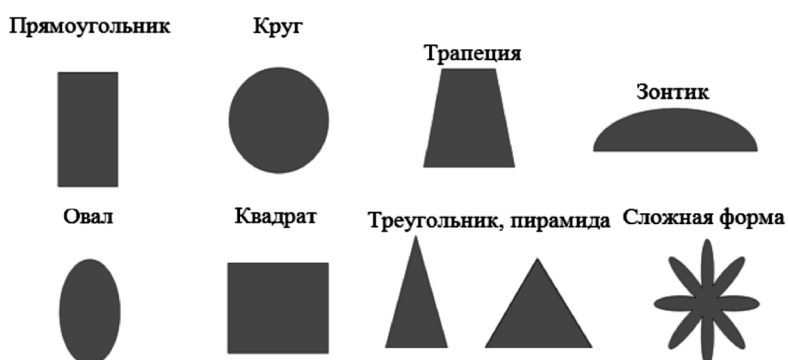


Рис. Геометрическая форма кроны дерева

В процессе стилизации, предполагающей разнообразные трансформации и видоизменение формы ствола, веток и листьев, недопустимо искажение формы кроны растений. Для получения изображений контура кроны, формы ствола, ветвей и листвы следует использовать разнообразные линии: прямые – ровные, ломаные, зигзагообразные, а также линии криволинейных очертаний – плавные, спиралевидные, радиальные и др. Штрих, как частный случай линии, целесообразно использовать как простой равномерный горизонтальный и вертикальный, так и сложный по форме в различных сочетаниях, частоте и т.п. Использование сочетаний разных типов линий в одной модели позволяет сразу легко получить большое количество примеров «легкой» стилизации: от простых вариантов, близких к реальному изображению, до более сложных вариантов, существенно отличающихся от прообразов, значительно более выразительных и декоративных.


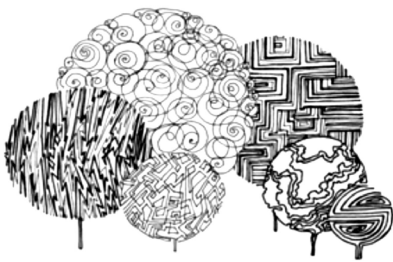
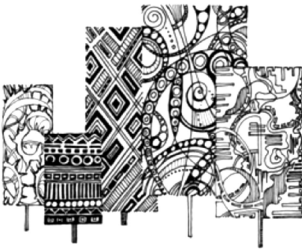

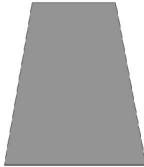




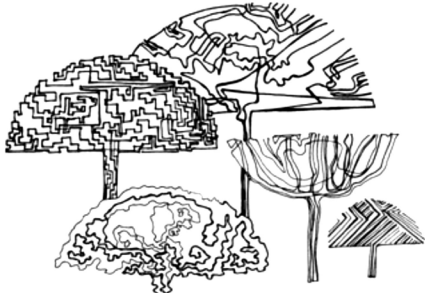


Шаг четвертый – художественное преувеличение – состоит в осознанной замене реальных деталей изображаемых объектов абстрактными элементами и в многовариантном декорировании стилизованного изображения растений.

Таблица


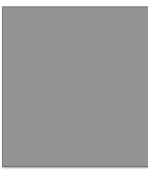


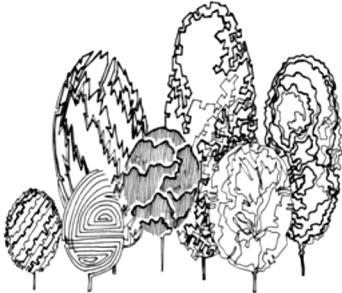
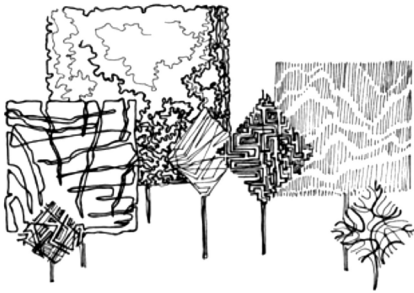

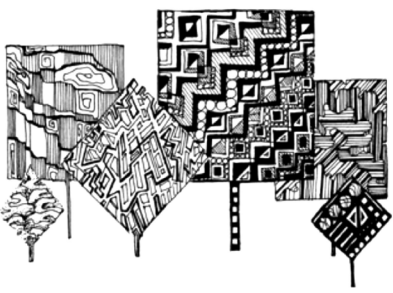
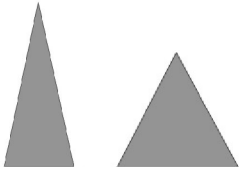
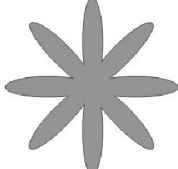


Изображение антуража с геометрической формой кроны

Геометрическая форма кроны дерева	Прямоугольник	Круг
Реалистичное изображение дерева (фотография)		

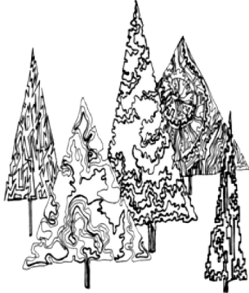



Продолжение таблицы

<p>Стилизованное изображение дерева с использованием разных типов линий</p>		
<p>Стилизованное изображение дерева с использованием разных приемов декорирования</p>		
<p>Геометрическая форма кроны дерева</p>	<p>Трапеция</p> 	<p>Зонтик</p> 
<p>Реалистичное изображение дерева (фотография)</p>		
<p>Стилизованное изображение дерева с использованием разных типов линий</p>		
<p>Стилизованное изображение дерева с использованием разных приемов декорирования</p>		

Продолжение таблицы

Геометрическая форма кроны дерева	Овал	Квадрат
		
Реалистичное изображение дерева (фотография)		
Стилизованное изображение дерева с использованием разных типов линий		
Стилизованное изображение дерева с использованием разных приемов декорирования		
Геометрическая форма кроны дерева	Треугольник, пирамида	Сложная форма
		
Реалистичное изображение дерева (фотография)		

Продолжение таблицы

Стилизованное изображение дерева с использованием разных типов линий		
Стилизованное изображение дерева с использованием разных приемов декорирования		

Узнаваемые части кустов и деревьев – ствол, корни, ветви, кора, крона, листья – изображаются преувеличенно массивными или уменьшенными, преувеличенно декоративными, а чаще заменяются абстрактными элементами, чтобы создать нереалистичное изображение, в котором не обязательно должно прочитываться то, что было изображено первоначально. Может быть преувеличено или наоборот обобщено количество деталей (веток, листьев), уменьшены или укрупнены другие характерные элементы изображаемых объектов. Стилизованное изображение на этом этапе предполагает весьма заметное превращение реальных природных моделей в стилизованные или абстрактные модели такой степени яркости, выразительности и запоминаемости, которых никогда не достичь в реалистичных изображениях.

Для изображения кустов и деревьев на этом этапе могут быть так же, как и при изображении листа, использованы все графические инструменты одновременно: точка, линия, штрих, пятно, заливка, ранее упомянутые авторские или декоративные орнаментальные мотивы, разнообразные комбинации приемов приветствуются. Все это позволит получить большое количество вариантов стилизованных изображений, обладающих высокой степенью абстрактности.

В таблице приведены примеры антуража, разработанного в соответствии с методикой геометрической стилизации.

Освоение методики геометрической стилизации научит студентов изображению новых моделей антуража, тем самым позволит успешнее решать задачи оформления архитектурных объектов в курсовом проектировании.

Список литературы

1. Зайцев К.Г. Графика и архитектурное творчество. – М.: Стройиздат, 1979. – 340 с.
2. Кудряшев К.В., Байзетцер Л. Проблемы изобразительного языка архитектора. – М.: Стройиздат, 1985. – 240 с.
3. Кудряшев К.В. Архитектурная графика. Учебник для высшей школы. – М.: Стройиздат, 1990. – 312 с.
4. Литке М.Н., Чудинова Т.С. Композиционные элементы архитектурного чертежа. Методическое пособие. – Казань: КГАСУ, 2008. – 42 с.
5. Мубаракшина Ф.Д. Антураж в курсовом проектировании. Учебное пособие. – Казань: КГАСУ, 2009. – 72 с.

6. Мубаракшина Ф.Д. Методика освоения архитектурной графики на основе изучения памятников архитектуры. // Известия КГАСУ, 2011, № 1 (15). – С. 39-45.
7. Мубаракшина Ф.Д., Сафина Г.И. Методические основы архитектурной стилизации в изображении элементов антуража при подготовке студентов творческих специальностей архитектурно-строительных вузов. // Известия КГАСУ, 2012, № 1 (19). – С. 195-202.

Mubarakshina F.D. – candidate of architecture, associate professor

E-mail: faina.arch@rambler.ru

Tkachenko O.U. – student

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

**The methodology of development of the surroundings
based on the identifying of the geometric shape of the tree crown
for students of architectural and engineering universities**

Resume

There are different methods of creative styling to develop surroundings. One of these techniques is the stylization of natural objects based on the allocation of the geometric shape of the crown as one of the main parameters that characterizes the stylized object. All the variety of characteristic forms of the trees can be attributed to simple geometric shapes: square, rectangle, circle, trapezoid, triangle, oval and others (img.). Styling method, which uses the formal geometric features is called geometric stylization and gives many examples of entourage.

The series of styling steps are described below.

Step one – search, preparation and study for photographic models – the prototype plant trees and shrubs. Step Two – specification and classification. Here a realistic image turns into stylized patterns in ink on tracing paper in the photo. Further classification is performed on the geometry of the trees crown shape for further styling. Step Three – artistic transformation – includes a stylized image of trees and shrubs. This is a first approach to styling: at this stage realistic images of objects styling become «slightly» stylized. The use of combinations of different types of lines in a single model provides a large number of examples of «light» styling. Step Four – artistic exaggeration – is in conscious replacement of the parts of real objects by abstract elements and in a multiple-decoration of the stylized plants. Stylized image at this stage involves a significant transformation of the real nature models into the abstract model. At this stage to picture the shrubs and trees all the graphic tools such as point, line, bar, spot, fill, copyrights, or decorative ornamental motifs can be used at the same time. All this methods will provide many different variants of the stylized images with a high degree of abstraction. Table shows the examples of the entourage that were developed in accordance with the method of geometric stylization.

Keywords: architectural graphics, entourage, methodology, geometric stylization.

References

1. Zaitcev K.G. Graphics and architectural creativity. – M.: Stroyizdat, 1979. – 340 p.
2. Kudryashev K.V., Bayzetsler L. Problems of visual language of the architect. – M.: Stroyizdat, 1985. – 240 p.
3. Kudryashev K.V. Architectural Graphics. Textbook for high school. – M.: Stroyizdat, 1990. – 312 p.
4. Litke M.N., Chudinova T.S. Compositional elements of architectural drawing. Manual. – Kazan: KSUAE, 2008. – 42 p.
5. Mubarakshina F.D. Entourage in yearly essay. Tutorial. – Kazan: KSUAE, 2009. – 72 p.
6. Mubarakshina F.D. Earned architectural graphics based on the study of monuments. Tutorial. // Isvestiya KGASU, 2011, № 1 (15). – P. 39-45.
7. Mubarakshina F.D., Safina G.I. Methodological foundations of architectural styling in the image elements entourage in preparing creative specialties students of architectural and engineering universities. // Isvestiya KGASU, 2012, № 1 (19). – P. 195-202.

УДК 377

Сафин Р.С. – доктор педагогических наук, профессор

E-mail: safin@kgasu.ru

Корчагин Е.А. – доктор педагогических наук, профессор**Загидуллина Г.М.** – доктор экономических наук, профессор**Вильданов И.Э.** – кандидат педагогических наук**Шарафутдинов Д.К.** – кандидат педагогических наук, доцент**Абитов Р.Н.** – кандидат педагогических наук**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Интеграционный процесс формирования и развития строительного образовательного кластера*

Аннотация

В статье обсуждаются различные трактовки понятия «образовательный кластер». Раскрываются структура и содержание модели образовательного кластера, созданного по территориальному признаку из учреждений НПО, СПО, ВПО и предприятий. Раскрыты этапы реализации модели образовательного кластера, основные цели создания кластера, его особенности и возможности. Определены основания для создания строительного образовательного кластера, а также факторы, как поддерживающие, так и сдерживающие его развитие.

Ключевые слова: образовательный кластер, модель образовательного кластера, строительный образовательный кластер, интеграционный процесс, цели создания кластера, содержание профессиональной подготовки, обучающиеся, факторы.

Одной из проблем высшей школы в настоящее время является несоответствие качества подготовки специалистов с высшим образованием требованиям производства. Для решения этой проблемы необходимо взаимодействие образования и производства, которое, в свою очередь, требует новых форм организации профессиональной подготовки в вузе. Сегодня наблюдаются тенденции укрупнения российских вузов, отраслевое объединение учреждений профессионального образования, реализация в вузах образовательных программ начального и среднего профессионального образования. Наряду с проводимыми организационно-структурными переменами требуются и содержательные преобразования в системе подготовки специалистов, а также поиск новых форм и методик обучения. Интеграционные процессы, один из которых – формирование и развитие образовательных кластеров, – должны осуществляться на основе дифференциации и индивидуализации профессионального образования [5].

Теоретическую базу для создания и развития образовательных кластеров составляют: кластерный подход в профессиональном образовании; теории деятельности и педагогического проектирования; концепция непрерывного образования; исследования, раскрывающие проблемы социального партнерства и управления качеством образования в профессиональной школе.

Сегодня наблюдается передача учреждений начального и среднего профессионального образования в регионы. По замыслу авторов преобразований, региональная система образования должна представлять собой модель, наполнение которой должно происходить через социальное партнерство, в том числе и с вузами. Оно будет эффективным в условиях образовательного кластера, если все уровни образования внутри одной отрасли будут находиться в преемственном соподчинении на основе сквозных образовательных программ, образовательные программы будут создаваться с учетом требований профессиональных стандартов, разработанных представителями отрасли, коллективы учреждений и предприятий будут взаимодействовать на основе принципа корпоративности [2, 9, 10].

* Работа выполнена в рамках гранта ФЦП (проект № 2012-1.2.1-12-000-3005-011).

Кластер (англ. cluster – скопление) – объединение нескольких однородных элементов, которое может рассматриваться как самостоятельная единица, обладающая определенными свойствами [2]. Кластер символизирует стремление построить «общий двор» подготовки специалистов, способный сделать российскую экономику конкурентоспособной. Образовательный кластер призван соединить усилия взаимосвязанных по отраслевому признаку учреждений профессионального образования с предприятиями отрасли в единое пространство. Идея образовательного кластера получила практическое воплощение благодаря вмешательству государства в отношении между образованием и производством для решения проблем финансирования образовательных учреждений, усиления практико-ориентированной направленности профессионального обучения через приближение его к производству для восполнения трудовых ресурсов страны.

Кластер – это группа соседствующих взаимосвязанных компаний и связанных с ними организаций, действующих в определенной сфере и характеризующихся общностью деятельности и взаимодополняющих друг друга [4]. За последние несколько лет понятие «кластер» получило свое определение, общая суть которого сводится к следующему: кластер представляет собой отраслевую и географическую концентрацию предприятий, тесно связанных отраслей, взаимно способствующих росту конкурентоспособности друг друга [5]. С другой стороны, понятие «кластер» сегодня имеет значение группы географически соседствующих взаимосвязанных компаний и связанных с ними организаций, действующих в определенных сферах, характеризующихся общностью деятельности и взаимодополняющих друг друга. Такой подход позволяет выделять различные виды кластеров, в том числе образовательные. В то же время в литературе встречаются различные трактовки понятия «образовательный кластер». Образовательный кластер – совокупность взаимосвязанных учреждений профессионального образования, объединенных по отраслевому признаку партнерскими отношениями с предприятиями отрасли [12]. Образовательный кластер – система обучения, взаимообучения и инструментов самообучения в инновационной цепочке наука-технологии-бизнес, основанная преимущественно на горизонтальных связях внутри цепочки [7]. Образовательный кластер – множество социальных институтов, связанных по вертикали отношениями по поводу производства «родового человека» и по горизонтали – отношениями обмена технологиями производства указанного продукта [5]. Образовательный кластер – совокупность взаимосвязанных учреждений профессионального образования, объединенных по отраслевому признаку и партнерскими отношениями с предприятиями отрасли.

Моделями реализации образовательного кластера могут быть:

1. Собственно образовательный кластер, созданный по территориальному признаку из учреждений НПО, СПО, ВПО и предприятий.

2. Университетский комплекс (включающий в себя учебные и научно-исследовательские институты, колледжи, подразделения дополнительного образования, подразделения послевузовского образования, подразделения общего образования).

Этапы реализации модели образовательного кластера [3]:

1. Организация мониторинга суждений работодателей о наличии у выпускников школ, училищ, техникумов, вузов необходимых профессиональных и личностных качеств. Мониторинг позволяет определять потребности и ожидания как внешних, так и внутренних потребителей образовательных услуг, сопоставлять ожидания и оценивать качество профессиональной подготовки; своевременно корректировать и определять перспективные векторы развития социального партнерства, позволяющие улучшить качество подготовки специалистов отрасли и удовлетворять потребности заказчиков на рынке труда.

2. Организация образовательной деятельности в соответствии с требованиями международной Системы Менеджмента Качества, которые позволяют мобильно и эффективно разрабатывать и осуществлять систематические корректирующие действия по улучшению складывающейся системы социального партнерства на основе: постоянного доступа к информации о рынке труда; своевременного уточнения структуры востребованности кадров на рынке труда; учета требований работодателей по содержанию профессиональной подготовки специалистов для своевременной его

коррекции; эффективной организации практики студентов на предприятиях отрасли; оценки качества подготовки специалистов независимыми экспертами и др.

3. Организация производственной (профессиональной) практики на основе интеграции теоретических знаний и инновационных технологий отраслей экономики в условиях производства, которая способствует повышению уровня мотивации к выбранной профессии, коррекции и обновлению содержания видов практик и учебных программ, увеличению процента трудоустройства выпускников на предприятиях отрасли и их карьерному росту.

4. Организация работы постоянно действующих научно-методических семинаров субъектов образовательного кластера, направленных на согласование требований предприятий-заказчиков с профессиональными знаниями и навыками выпускников училищ, техникумов и вузов.

5. Развитие сектора дополнительного профессионального образования, включающее подготовку специалистов по рабочим специальностям с присвоением квалификационных разрядов, по дополнительным специальностям профессионального образования, организация курсов повышения квалификации и профессиональной подготовки, стажировок преподавателей на предприятиях.

6. Проведение совместных мероприятий и конференций, деловых встреч, экскурсий, оказывающих влияние на развитие атмосферы взаимного сотрудничества [10].

В образовательном кластере все субъекты участия регулируют многоуровневую систему подготовки специалистов необходимой квалификации. Работодатель определяет, чему учить, учебные заведения – как учить, а профессиональное образование рассматривается как процесс, в основе которого лежит его интеграция с производством. При этом и время, затрачиваемое на подготовку востребованного специалиста, и период его профадаптации сокращаются [11].

Для работодателя – заказчика образовательных услуг – образовательный кластер является фабрикой комплексного практико-ориентированного знания, позволяющего определить зоны приоритетных инвестиционных вложений.

В образовательном кластере из всех учреждений образования приоритет отдается вузам. В структуру образовательного кластера вводятся также начальное профессиональное образование и среднее профессиональное образование. Таким образом, в кластере обучающийся имеет возможность получить какую-либо квалификацию после каждого этапа образовательного процесса [12]. Обучающиеся в профессиональном колледже получают возможность получить высшее образование по сокращенной программе за счет сопряженных планов вуза и колледжа. Так, по сопряженным планам КГАСУ со строительными колледжами в 2012 году выпущено 25 специалистов, сегодня обучаются: на 1 курсе – 71 студент, на 2 курсе – 44 студента, на 3 курсе – 75 студентов, на 4 курсе – 44 студента.

Образовательный кластер имеет потенциал для решения проблем непрерывного образования. Разработанные учебные планы и программы, в рамках создания системы непрерывной профессиональной подготовки кадров, позволят оптимизировать формирование и развитие профессионально-образовательного потенциала человека в течение всей трудовой деятельности. При этом существенно расширяются возможности выстраивания студентом «индивидуальной образовательной траектории». Интеграция образовательных институтов в единую систему позволит согласовать стандарты, связывающие выходы одних образовательных институтов (более низшего порядка, например, училищ) с другими (более высшего порядка, например, колледжами и университетами) [6]. В образовательном кластере все субъекты-участники регулируют многоуровневую систему подготовки специалистов необходимой квалификации. При этом, как уже указывалось, и время, затрачиваемое на подготовку востребованного специалиста, и период профессиональной адаптации на производстве по окончании учебного заведения сокращаются [11]. Интеграция в образовательном кластере понимается не только как формальное объединение различных структур образования, науки и производства, но и как нахождение новой формы сопряжения их потенциалов с целью достижения эффекта в решении поставленных целей [1]. В условиях образовательного кластера происходит активизация и использование творческого потенциала молодежи в научной и

инновационной деятельности, что способствует изменению качеств инновационной экономики как системы: гибкости, динамичности, вариативности, адаптивности, стабильности, прогностичности, преемственности, целостности [13].

На наш взгляд, образовательный кластер – это система взаимосвязанных по вертикали (с целью формирования компетентного специалиста) и горизонтали учреждений профессионального образования и предприятий, объединенных по отраслевому признаку.

Обозначим основные цели создания образовательного кластера: оптимизация выбора обучающимися будущей профессиональной деятельности на первых этапах получения образования; обеспечение и развитие системы непрерывного профессионального образования; повышение компетентности выпускаемых специалистов; как следствие, повышение конкурентоспособности предприятий отрасли; личностно-ориентированный учебный процесс; обеспечение адекватности количества и компетентности выпускаемых специалистов потребностям предприятий промышленности; повышение компетентности работников всех категорий отрасли; развитие отрасли; эффективность использования инноваций в образовании, науке и технологиях; сокращение сроков профессионального образования при переходе с одного профессионального уровня на другой.

Целями также являются построение целостной системы многоуровневой подготовки специалистов для предприятий на основе интеграции образовательных учреждений и предприятий-работодателей, обеспечивающей качество подготовки, оптимизацию сроков подготовки, закрепление выпускников на предприятиях, стимулирование проблемно-ориентированных, фундаментальных и прикладных научных исследований, создание гибкой системы повышения квалификации специалистов [10].

Образовательный кластер определяет самостоятельность в выборе профессионально-образовательных программ, введение сквозных учебных планов, охватывающих основные направления и специальности подготовки кадров для региона. Диверсификация образования позволяет учитывать потребности регионального рынка труда, создавать условия для подготовки творческого многофункционального и высокопрофессионального специалиста. Выявление предпочтений в профессиональной сфере и правильная профориентация способны помочь в решении проблемы насыщения рынка труда профессионалами, получающими образование и работающими в одной и той же профессиональной сфере, представляется правильным делать это для абитуриентов и первокурсников [8].

Анализ теоретической базы, моделей и целей образовательного кластера были положены в основу создания научно-образовательного кластера в сфере строительства и жилищно-коммунального хозяйства РТ. Ядром кластера выступает Казанский государственный архитектурно-строительный университет (КГАСУ). В состав кластера, кроме КГАСУ, вошли 6 образовательных учреждений: ФГОУ СПО «Казанский строительный колледж», ГАОУ СПО «Набережночелнинский строительный колледж», ГАОУ СПО «Набережночелнинский экономико-строительный колледж имени Е.Н. Батенчука», ГАОУ СПО «Бугульминский строительно-технический колледж», ГБОУ НПО «Дорожно-строительный профессиональный лицей № 54», ГБОУ НПО «Профессиональный лицей № 33 имени Б.Г. Макшанцева».

Строительному образовательному кластеру присущи следующие особенности:

- наличие у входящих в кластер организаций общей цели (у производства – наличие высокопрофессиональных кадров, у учебных заведений – подготовка востребованных специалистов);
- возможность получения и передачи информации, обмена опытом;
- совместное использование материально-технической базы, кадрового потенциала, совместное проведение исследований;
- совместное принятие решений, касающихся кадровой политики (стажировка, повышение квалификации и переподготовка), разработки и внедрения новых строительных материалов, изделий и конструкций, инновационных технологий;
- совместная организация коммерческих структур в вузе по разработке и пилотному производству инновационных строительных материалов и изделий;

- присутствие факторов взаимной ответственности за принимаемые решения, доверие.

Стратегия развития образовательного кластера определяется социально-экономическими и педагогическими факторами. Создание инновационной, конкурентоспособной системы профессионального образования является экономической стратегией кластера, обеспечивающей успешное развитие строительной отрасли. Социальная стратегия развития кластера – это обеспечение гарантий по трудоустройству выпускников в соответствии с полученной специальностью. Педагогический фактор в стратегии заключается в совместном проектировании образовательной деятельности, содержания образования, компетенций и квалификаций выпускников, в организации производственных практик, стажировки преподавателей, повышении квалификации и переподготовки специалистов отрасли.

Формирование строительного образовательного кластера базировалось на:

- 1) изучении потребности в кадрах, их квалификации на предприятиях строительной отрасли;
- 2) диалоге и сотрудничестве с министерством строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства РТ, со строительным бизнесом, производством и профессиональным образованием;
- 3) разработке механизмов эффективного взаимодействия между ядром и компонентами образовательного кластера.
- 4) создании условий для развития кластера.

Руководители профессиональных учебных заведений хорошо понимают преимущества кластера: более эффективно используются внутренние ресурсы, кадры, научно-информационный потенциал, финансы, инфраструктура; выше качество подготовки, выпускники более востребованы на рынке труда, лучше соответствуют требованиям производства; более эффективно используются образовательные технологии, технические средства обучения, учебные мастерские и другое оборудование; сокращаются сроки подготовки за счет интеграции содержания обучения, реализации принципа преемственности в целях, содержании, методах, формах, средствах обучения. Кластер реально обеспечивает непрерывность профессионального обучения: от рабочего до инженера и ученого высшей квалификации – кандидата и доктора наук.

Нами выделены факторы, поддерживающие развитие строительного образовательного кластера:

- наличие высококвалифицированных научных кадров в строительном университете, инновационного потенциала. Развитость инновационного потенциала университета позволяет разрабатывать новые строительные материалы и адаптировать передовые строительные-монтажные технологии в строительной отрасли республики;
- опыт взаимодействия учреждений профессионального образования со строительным комплексом республики. Это студенческие строительные отряды, организация и проведение практик, участие представителей строительной отрасли в работе ГАК вузов и т.д.;
- доступность профессионального образования всех уровней, возможность организации непрерывного образования;
- рост общественной востребованности строительного профессионального образования (наблюдается устойчивая тенденция увеличения числа абитуриентов, желающих поступать в строительный университет и имеющих высокие баллы по ЕГЭ);
- массовый характер профессионального образования.

Однако имеется ряд факторов, сдерживающих развитие образовательного кластера:

- несоответствие качества и квалификации рабочих, специалистов, подготовленных в системе профессионального образования, требованиям строительных предприятий и организаций;
- невозможность получения рабочей профессии студентами строительного вуза;
- неадекватность образовательных исследовательских программ вузов, колледжей, техникумов, профессиональных училищ потребностям строительного комплекса республики;
- слабые связи между учреждениями начального, среднего и высшего профессионального образования, НИИ и бизнесом;

- низкое качество бизнес-климата, низкий уровень доверия между строительными компаниями, холдингами и фирмами и их пессимистическая оценка инициатив республиканских органов по формированию образовательного кластера;

- положительный социально-экономический эффект от развития строительного образовательного кластера отсрочен во времени, а большинство фирм имеют краткосрочные цели и не имеют долгосрочных стратегий развития бизнеса с большим временным горизонтом.

Создание кластеров существенно изменило подход к разработке гибкого содержания профессиональной подготовки, учебных планов и программ в университете, во многом определяемых бизнес-сообществом. Например, предметы профессионального цикла содержат теоретический и практический учебный материал, необходимый для освоения конкретного направления и профиля профессиональной деятельности, и содержание предметов этого цикла формируется во многом в соответствии с потребностями предприятий-заказчиков и рынка труда в регионе. А это означает вариативный характер содержания предметов специального цикла: в зависимости от заказа предприятий на подготовку специалистов формируется то или иное содержание их профессиональной подготовки, что закреплено в вариативной части ФГОС профессионального образования. Заказы постоянно меняются, предприятиям требуются специалисты по различным специальностям и специализациям, поэтому постоянно меняются цели, содержание обучения, учебные планы и программы. Варьирование содержания обучения, многовариантность и профильность содержания подготовки предусмотрены Федеральным государственным образовательным стандартом за счет вариативной части учебных блоков.

Наиболее гибкая и эффективная часть учебного плана – содержание дисциплин специализации и практик. Эта часть обеспечивает оперативное перестраивание содержания обучения в соответствии с региональными особенностями, с учетом специфики взаимоотношений образовательных учреждений с предприятиями-заказчиками. Та часть содержания обучения, которая устанавливается учебным заведением по выбору студентов, позволяет учесть личные запросы и интересы студентов.

Изменен механизм введения новаций в содержание обучения. Многие изменения в учебных планах и программах идут в режиме «саморегуляции». Все движение корректировки содержания обучения дисциплин специализации идет по вектору «от конкретного производства-заказчика кадров к учебному заведению». Преподаватели учебных заведений имеют право самостоятельно решать большинство задач, связанных с систематической корректировкой учебных программ, созданием текстов лекций, учебных и наглядных пособий.

Гибкое содержание профессиональной подготовки позволяет отказаться от цикличного (периодического) пересмотра учебно-программной документации и перейти к открытому способу его формирования. За счет дифференциации учебного процесса и взаимосвязи его компонентов такая открытость даст возможность создавать гибкие организационные формы обучения и получать новое качество содержания обучения. Например, качество строительных работ определяется, в том числе, уровнем профессиональной подготовки, знанием специалистами современных технологий, их умением пользоваться приспособлениями, инструментами и оборудованием для реализации внедряемых технологий. Надлежащее качество и производительность работ не могут быть достигнуты без знакомства рабочих с основными физико-техническими свойствами новых строительных материалов, без знания комплектных систем и профессионального их использования. Так, сегодня в строительстве широко применяются отделочные материалы сухого строительства фирмы «КНАУФ». Однако их неправильное использование уже привело к аварийным ситуациям в эксплуатируемых сооружениях. Одной из причин этих аварий стала недостаточность квалификации специалистов. И, естественно, для расширения рынка сбыта строительных отделочных материалов фирмы «КНАУФ» необходимо увеличение числа высококвалифицированных специалистов. Поэтому в сферу интересов фирмы «КНАУФ» входит обучение специалистов правильному применению производимой продукции. С этой целью на базе КГАСУ создан современный учебно-консультационный центр. В этом центре по модульным программам проводится обучение современным технологиям отделочных

работ с применением материалов «КНАУФ» всех участников кластера. На теоретических занятиях в рамках дисциплин по выбору студента в течение 34 часов слушатели знакомятся с номенклатурой основных материалов, комплектующих изделий производства фирмы «КНАУФ», выпускаемых для комплектных систем отделки помещений, основы современных технологий отделочных работ с их применением. На практических занятиях в ходе учебных практик слушатели осваивают правила работы с гипсокартонными листами и элементами каркаса, технологию монтажа потолочных конструкций и перегородок. По результатам тестирования выдается удостоверение, дающее право на выполнение отделочных работ по технологии фирмы «КНАУФ».

Кроме этого, следует отметить, что государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению «Строительство» предусмотрено получение студентами рабочей специальности в процессе обучения в вузе. Организовать эффективное обучение рабочим специальностям в нынешних условиях затруднительно из-за финансовых проблем. В условиях кластера эта проблема решается положительно. В настоящее время в рамках кластеров в училищах и колледже прошли обучение более 200 студентов университета и получили рабочие специальности: каменщика, штукатура-маляра, электрогазосварщика, автослесаря и плотника. Это способствует повышению качества практической подготовки будущих инженеров-строителей.

Университет проводит профориентационную работу в училищах с целью формирования понимания этапности движения обучающихся в кластере. В ходе совместных мероприятий, встреч студентов и преподавателей университета с инженерно-педагогическими коллективами и учащимися училищ раскрываются перспективы профессионального роста, овладения мастерством в составе кластера.

Наряду с этим, в рамках профессионально-ориентационной работы, университет организует проведение ставших уже традиционными дней открытых дверей для учащихся училищ, техникумов и выпускных классов общеобразовательных школ. Во время дней открытых дверей учащимся предоставляется возможность на учебных рабочих местах «прикоснуться» к профессиям (специальностям), по которым ведется подготовка в университете.

Развитию кластера способствует целевой прием в университет. Ежегодно до 10-15 % первокурсников зачисляется по целевому приему по направлениям министерств РТ, глав администраций районов республики.

При целевой подготовке специалистов для конкретного предприятия одновременно удовлетворяются две потребности: предприятия-заказчика и студента как личности в интеллектуальном и профессиональном развитии.

Как показывает опыт, целевая подготовка реализуется в основном за счет следующих мер:

- адаптации варьируемой части учебного плана и программ дисциплин применительно к особенностям предприятия;
- выполнением курсовых и дипломных проектов по реальной тематике предприятия;
- проведением всех видов учебных практик на предприятии.

Важной отличительной чертой строительного образовательного кластера является его инновационная ориентированность.

Сущность инновационных процессов в строительной отрасли определяется инновационной составляющей проектных разработок, инновационностью управления, технологий, конструкций и материалов, подготовленностью специалистов к инновационной деятельности, т.е. обладающих инновационным мышлением.

Наличие инновационных проектов, технологий, конструкций, специалистов позволяет существенно повысить экономическую эффективность строительства, уровень надежности конструкций. Тем самым обеспечивается высокий уровень конкурентоспособности строительной продукции на рынке.

Успешному функционированию строительного кластера, несомненно, способствует и открытая в университете новая специальность – «Профессиональное обучение (строительство, монтажные и ремонтно-строительные технологии)». Выпускники этой специальности – педагоги

профессионального обучения – могут работать преподавателями общепрофессиональных и специальных дисциплин на любом уровне профессионального образования. Это, в свою очередь, будет способствовать развитию взаимосвязей между участниками кластера.

В заключение отметим, что создание строительного кластера позволяет:

- повысить конкурентоспособность всех участников кластера за счет внедрения новых технологий;
- снизить затраты и повысить качество образовательных услуг;
- осуществить переход на качественно новый уровень внедрения инновационных образовательных и наукоемких технологий;
- осуществлять подготовку специалистов, обладающих профессиональными компетенциями и способными привносить инновации в деятельность коммерческих и государственных строительных организаций федерального, регионального и муниципального уровней;
- внедрить двухуровневую систему подготовки бакалавров и магистров в области наукоемких строительных технологий;
- подготовить высококвалифицированных и конкурентоспособных специалистов с требуемыми работодателями уровнями информационно-коммуникационной компетенции;
- оптимизировать затраты на подготовку специалистов с компетенциями, отвечающими современным требованиям строительной отрасли;
- защищать интересы участников кластера в различных органах власти.

Список литературы

1. Асадуллин Р.М. Интеграция как новая форма сопряжения образования, науки и практики в регионе // Аккредитация в образовании, 2009, № 32. – С. 16-18.
2. Винокурова М.В. Кластерный подход к повышению конкурентоспособности региона. Автореф. дис. канд. экон. наук. – Иркутск, 2007. – 21 с.
3. Гаврилова О.Е. Формирование профессиональных компетенций студентов – будущих специалистов швейного производства в условиях образовательного кластера. / Диссер. на соиск. уч. степ. канд. пед. наук. – Казань: КНИТУ, 2011. – 258 с.
4. Громыко Ю.В. Что такое кластеры и как их создавать? // Альманах «Восток», 2007, Вып.1. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.situation.ru /app/j_artrp_1178.htm](http://www.situation.ru/app/j_artrp_1178.htm) (дата обращения 22.01.2009).
5. Лапыгин Д.Ю. Методическое обеспечение процесса разработки плана стратегического развития региона // Менеджмент в России и за рубежом, 2005, № 6. [Электронный ресурс]. URL: <http://dis.ru/library/manag/archive/2005/6/3971.html> (дата обращения 22.01.2009).
6. Лапыгин Д.Ю., Корецкий Г.А. Контуры регионального образовательного кластера // Электронный журнал «Экономика региона», 2007, № 18. [Электронный ресурс]. URL: <http://journal.vlsu.ru> (дата обращения 22.01.2009).
7. Нанотехнологический словарь РОСНАНО / Материалы Интернет-сайта РОСНАНО. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.rusnano.com/ Term.aspx/Show/15134](http://www.rusnano.com/Term.aspx/Show/15134) (дата обращения 02.01.2010).
8. Профорентация как компромисс между тем, что востребовано, и тем, к чему лежит душа. // Материалы Интернет-сайта. [Электронный ресурс]. URL: http://www.strf.ru/innovation.aspx?CatalogId=223&d_no=11065 (дата обращения 04.01.2010).
9. Сафонцева Н.Ю. Проектирование педагогических объектов в условиях непрерывного профессионального образования на основе кластерного метода. / Автореф. дис. д-ра пед. наук. – Ростов н/Д, 2007. – 39 с.
10. Смирнов А.В. Образовательные кластеры и инновационное обучение в вузе: Монография. – Казань: РИЦ «Школа», 2010. – 102 с.
11. Сучков В., Сафин Р., Корчагин Е., Айтуганов И. Взаимодействие профессионального образования и производства как фактор модернизации

подготовки компетентных специалистов // Высшее образование в России, 2008, № 12. – С. 19-22.

12. Формирование системы профессионального образования – образовательный кластер Республики Татарстан // Материалы Интернет-сайта министерства образования и науки РТ. [Электронный ресурс]. URL: www.tatedu.ru (дата обращения 22.01.2009).
13. Шленова М.Ю. Управление использованием творческого потенциала молодежи в научно-инновационной сфере. / Автореф. дисс. канд. экон. наук: 08.00.05. – М., 2009. – 24 с.

Safin R.S. – doctor of pedagogical sciences, professor

E-mail: safin@kgasu.ru

Korchagin E.A. – doctor of pedagogical sciences, professor

Zagidullina G.M. – doctor of economical sciences, professor

Vildanov I.E. – candidate of pedagogical sciences

Sharafutdinov D.K. – candidate of pedagogical sciences, associate professor

Abitov R.N. – candidate of pedagogical sciences

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The integration process of formation and development of the civil engineering educational cluster

Resume

In the article different interpretations of an «educational cluster» notion are discussed. The structure and content of the educational cluster model created from educational institutions ВРЕ, МРЕ, НРЕ and businesses upon territorial basis is reflected. Stages of an implementation of the educational cluster, its features and possibilities are reflected in this article. The bases of the creation of the educational cluster are defined. Also both sustaining and restrictive factors are defined. The formation and development are regarded as integration process. The possibility of higher education under the reduced program graduates of professional colleges.

The significance of a creation of educational clusters in substantial changes of approaches to development of flexible curriculum in universities is defined. Are the features of the construction of the educational cluster. The mechanism of the introduction of innovations in the content of education in the «self-regulation». Flexible maintenance training eliminates the cyclical (periodic) review training program documentation and go to the open method of their formation. Shows the benefits of building an educational cluster.

Keywords: educational cluster, model of educational cluster, civil engineering educational cluster, integration process, goals of cluster creation, curriculum.

References

1. Asadullin R.M. Integration as a new form of interaction between education, science and practice in the region // Akkreditacija v obrazovanii. 2009, № 32. – P. 16-18.
2. Vinokurova M.V. Cluster approach to the improvement of region competitive performance. – Irkutsk, 2007. – 21 p.
3. Gavrilova O.Y. Formation of professional competence of students – future specialists of clothing manufacture in the context of educational cluster. Dissert. na soisk. uch. step. kand. ped. nauk. – Kazan': KNITU, 2011. – 258 p.
4. Gromyko Ju.V. What are clusters and how to create them? // Al'manah «Vostok», 2007. Вып. 1. [Elektronnyj resurs]. URL: http://www.situation.ru/app/j_arp_1178.htm (data obrabweniija 22.01.2009).
5. Lapygin D.Y. Methodological provision of the process of working out a strategic region

- development plan // Menedzhment v Rossii i za rubezhom, 2005, № 6 [Jelektronnyj resurs] <http://dis.ru/library/manag/archive/2005/6/3971.html>ю (data obrawenija 22.01.2009).
6. Lapygin D.Y., Koretskij G.A. Regional education cluster outlines. // Jelektronnyj zhurnal «Jekonomika regiona», 2007, № 18. [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://journal.vlsu.ru>. (data obrawenija 22.01.2009).
 7. Nano-technological dictionary by RUSNANO // Materialy Internet-sajta ROSNANO. [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://www.rusnano.com/Term.aspx/Show/15134> (data obrawenija 02.01.2010).
 8. Professional orientation as a compromise between what is required and what is liked. // Materialy Internet-sajta. [Jelektronnyj resurs]. URL: http://www.strf.ru/innovation.aspx?CatalogId=223&d_no=11065 (data obrawenija 04.01.2010).
 9. Safonceva N.Y. Pedagogical objects projection in the context of continuing professional education based on the cluster method: avtoref. dis. d-ra ped. nauk. – Rostov n/D, 2007. – 39 p.
 10. Smirnov A.V. Educational clusters and innovative training in higher educational institutions: Monografija. – Kazan': RIC «Shkola», 2010. – 102 p.
 11. Suchkov V., Safin R., Korchagin Y., Ajtuganov I. Interaction of professional education and manufacture as a factor of modernization of competitive specialists training // Vysshee obrazovanie v Rossii, 2008, № 12. – P. 19-22.
 12. Formation of professional education system – the educational cluster of the Republic of Tatarstan / Materialy Internet-sajta ministerstva obrazovanija i nauki RT. [Jelektronnyj resurs]. URL: www.tatedu.ru (data obrawenija 22.01.2009).
 13. Shlenova M.Ju. Management of using youth creativity in scientific innovative sphere: Avtoref. diss. kand. jekon. nauk: 08.00.05. – M., 2009. – 24 p.

УДК 378

Строганов В.Ф. – доктор химических наук, профессор**Гумеров Т.Ю.** – кандидат химических наук, доцент

E-mail: tt-timofei@mail.ru

Вильданов И.Э. – кандидат педагогических наук**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

**Системный подход в подготовке инженеров-экологов
при изучении дисциплины «Управление охраной окружающей среды»****Аннотация**

Осуществление работ в области управления охраной окружающей среды представляет собой одно из широких направлений профессиональной деятельности при подготовке инженеров-экологов, специализирующихся в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов. Дисциплина «Управление охраной окружающей среды» является необходимой профессиональной ориентацией инженеров-экологов в области разработки и практического использования современных инструментов экологического регулирования.

Ключевые слова: педагогика, экологические дисциплины, подготовка специалистов инженеров-экологов.

Предметом изучения является государственная система управления охраной окружающей среды – часть общей системы управления хозяйственной деятельностью, включающая организационную структуру, планирование деятельности, распределение ответственности, практическую работу, а также процедуры, процессы и ресурсы для разработки, внедрения, оценки достигнутых результатов реализации и совершенствования экологической политики, целей и задач.

Вопрос о подготовке инженеров-экологов специализируется на обеспечении техносферной безопасности, в частности, инженерной защите окружающей среды. Новыми государственными образовательными стандартами предусмотрена подготовка по безопасности для всех без исключения выпускников высшей школы. Обеспечение безопасности и сохранение природной среды как обязательное условие комфортного существования человека являются необходимыми и важнейшими компонентами дальнейшего существования человечества и его развития. Катастрофические техногенные аварии, природные катаклизмы в мире и ухудшение состояния окружающей среды, в частности в России, убедительно подтверждают это.

Множество дисциплин, преподаваемых в высших учебных заведениях, сформировано на стыке наук и затрагивает одновременно несколько сфер знаний. При преподавании таких дисциплин целесообразно применить системный подход, который позволяет упорядочить восприятие изучаемого материала. Системный подход, базирующийся на исследовании объектов как систем, способствует выработке стратегии развития специальности [1], в том числе и при изучении сложных дисциплин (по специальности «Инженерная защита окружающей среды»).

Цель данной работы – рассмотреть возможность использования системного подхода к преподаванию дисциплин «Управление охраной окружающей среды», имея в виду, что эти возможности могут быть использованы для обучения по направлению техносферной безопасности.

Охрана окружающей среды представляет собой область науки и техники, интересы которой представлены тремя направлениями:

I. Охрана окружающей среды оперирует понятиями экологической системы, структуры, ее основных компонентов и свойств экологических систем, закономерности их функционирования, а также экологией человека, проблемами экоразвития, экологического нормирования; глобального и регионального экологического

формирования. Кроме того, существует прямое регулирование между принципами экологического подхода в оценке процессов и явлений, происходящих в окружающей среде. Это направление экологии относится к естественнонаучной дисциплине ЕН.Ф.05.

II. Охрана окружающей среды взаимодействует с изучением организации производственных процессов, стратегией и политикой развития производства, комплексного использования сырьевых и энергетических ресурсов, а также методов переработки и использования отходов производства и потребления; методов ликвидации и захоронения опасных промышленных отходов; основ технологических процессов, схем и оборудования; характерных экологических проблем. Это направление экологии относится к Общепрофессиональной дисциплине ОПД.Ф.08.

III. Охрана окружающей среды связана с системами административных методов управления, экологической экспертизой, законом «Об экологической экспертизе», Регламентом экологической экспертизы, а также оценкой воздействия на окружающую среду, нормативно-правовой базой, системой экологического лицензирования, сертификации, международных стандартов ИСО 9000 и ИСО 14000. Это направление экологии относится к специальной дисциплине СД.05.

Таким образом, при изучении дисциплины «Управление охраной окружающей среды» изложенные направления экологических аспектов должны быть раскрыты с точки зрения естественнонаучных, общепрофессиональных и специальных дисциплин.

Своеобразием дисциплины «Управление охраной окружающей среды» является то, что она включает в себя элементы нескольких смежных наук. В конкретном представлении данная дисциплина формирует систему «X–Y–Z», состоящую из совокупности сфер наук, в которой пересекается тематика подсистем: экология (X), экономика природопользования и природоохранная деятельность (Y) и безопасность жизнедеятельности (Z). Показан укрупненный набор обязательной тематики с выделением основных компонентов. Описаны различные системы изложения учебного материала. Взаимодействие подсистем системы «X–Y–Z» схематически представлено на рис. 1.



Рис. 1. Общие области сфер Экологии, Экономики природопользования и природоохранной деятельности и экологической экспертизы и сертификации

В схеме общей совокупности сфер наук (рис. 1) выделяются три «лепестка» A, B и C общих тем, которые должны рассматриваться при изучении дисциплины «Управление охраной окружающей среды» в обязательном порядке и образуют костяк учебной программы. Такой подход позволяет исключить дублирование тем, находящихся в ведении подсистем.

Изложение тематики отдельных наук, не входящих в общую тематику, казалось бы, не является обязательным, поскольку это осуществляется при изучении специальных базовых дисциплин. Однако при изложении теории дисциплины преподавателю приходится обращаться к базовым дисциплинам. В связи с этим, схема системы, представленная на рис. 1, будет выглядеть иначе (рис. 2). Область знаний дисциплины «Управление охраной окружающей среды» условно очерчена штриховой линией.

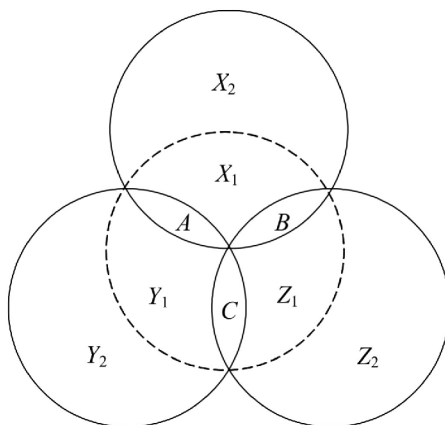


Рис. 2. Общая структура подсистем дисциплины «Управление охраной окружающей среды»

Как видно из рис. 2, в подсистемах X , Y и Z имеются подобласти знаний X_2 , Y_2 и Z_2 , не востребованные для занятий по дисциплине «Управление охраной окружающей среды», и подобласти знаний X_1 , Y_1 и Z_1 , без которых невозможно изложение дисциплины. Специальные дисциплины в этом случае должны восприниматься как смежные по отношению к дисциплине «Управление охраной окружающей среды». При этом будет наблюдаться некоторое перекрытие содержания раскрываемых на занятиях вопросов изучаемой дисциплины и специальных дисциплин, но это может быть оправдано с точки зрения повышения качества образования, а также с точки зрения акцентирования внимания студентов и слушателей на наличие междисциплинарных связей.

В таком понимании структуры подсистем дисциплины преподаватель вынужден работать, находясь в жестких рамках учебной программы, которая предусматривает изложение материала вне пределов материалов специальных дисциплин. Преподаватель должен владеть запасом знаний в областях экологии, экономики природопользования, безопасности жизнедеятельности и, кроме этого, при проведении занятий должен в подробном изложении раскрывать специальные и специфичные особенности дисциплины «Управление охраной окружающей среды».

На рис. 3 схематически показан укрупненный набор обязательной тематики A , B и C дисциплины «Управление охраной окружающей среды».

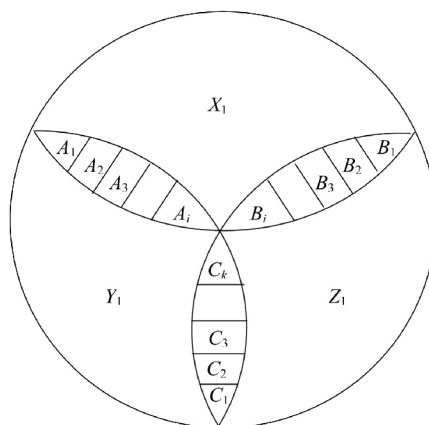


Рис. 3. Набор обязательной тематики дисциплины «Управление охраной окружающей среды»

На рис. 3 обозначены компоненты тематики:

$A_1, A_2, A_3, \dots, A_i$ – темы, касающиеся вопросов экологии, которые объединяют сферы экономики природопользования и природоохранной деятельности с экологией.

$B_1, B_2, B_3, \dots, B_j$ – темы, касающиеся вопросов безопасности в экологии, которые объединяют сферы экологии и безопасности жизнедеятельности;

$C_1, C_2, C_3, \dots, C_k$ темы, являющиеся общими для экологии и безопасности жизнедеятельности, которые объединяют сферы экологии и безопасности жизнедеятельности.

Индексы i, j и k показывают число компонентов тематики.

В качестве примеров можно выборочно указать следующие компоненты тематики:

A_1 – «Основы государственной политики в сфере экономики предприятия и природоохранной деятельности»;

A_2 – «Рыночные методы управления природопользованием»;

A_3 – «Экологические издержки»;

A_4 – «Формы и методы экономического регулирования природопользования и природоохранной деятельности»;

B_1 – «Экологическое нормирование»;

B_2 – «Безопасность и оценка воздействия на окружающую среду»;

B_3 – «Безопасность человека и проблемы экоразвития»;

C_1 – «Правовые и нормативно-технические основы управления безопасностью жизнедеятельности»;

C_2 – «Системы контроля требований безопасности и экологичности»;

C_3 – «Международное сотрудничество в области безопасности жизнедеятельности».

К основным задачам изучения дисциплины следует отнести приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков, необходимых для организации и непосредственного участия в работах по управлению охраной окружающей среды. В результате изучения дисциплины студентами приобретаются знания основ международного и российского законодательства, регулирующего экологическую деятельность в России, регионе, области, а также основных требований стандарта ISO 14001 (ГОСТ Р ИСО 14001-98) к системам экологического менеджмента.

Выводы. Рассмотрены возможности использования системного подхода к преподаванию дисциплины «Управление охраной окружающей среды». Особенностью данной дисциплины является то, что она включает в себя элементы нескольких смежных наук. В конкретном представлении дисциплина формирует систему « $L-E-S$ », состоящую из триады сфер наук, в которой пересекается тематика подсистем. При этом показан укрупненный набор обязательной тематики с выделением ее компонентов, а также описаны различные системы изложения учебного материала.

Таким образом, системный подход к преподаванию дисциплин позволяет:

- эффективно использовать время, выделенное на изучение дисциплины;

- исключить дублирование тематики;

- повысить эффективность восприятия материала дисциплины и, в целом, качество образования.

Список литературы

1. Строганов В.Ф., Завьялова Н.Б., Шарафутдинова А.В., Скибинская А.А. Научно-методические основы развития специальности «Инженерная защита окружающей среды» для подготовки инженеров-экологов в области строительства // Известия КазГАСУ, 2007, № 1 (7). – С. 105-108.
2. Гумеров Т.Ю., Строганов В.Ф. Управление охраной окружающей среды. Учебное пособие. – Казань: КГАСУ, 2010. – 225 с.
3. Нуруллин Р.Г. Системный подход к преподаванию дисциплины «Вопросы экологии и безопасности в светотехнике» // Вестник Казанского государственного энергетического университета, 2010, Т. 5, № 2. – С. 156-161.

Stroganov V.F. – doctor of science, professor

Gymerov T.U. – candidate of chemical sciences, associate professor

E-mail: tt-timofei@mail.ru

Vildanov I.E. – candidate of pedagogy sciences, associate professor

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russian, Kazan, Zelenaya st., 1

The systems approach to training engineers ecologists studying the discipline «Environmental management»

Resume

The main objectives of the discipline should include student acquisition of theoretical knowledge and practical skills necessary to organize and direct involvement in management of the environment. As a result of the discipline –students acquire basic knowledge of the Russian and international legislation on environmental activities in Russia and the region, province, as well as the basic requirements of ISO 14001 (ISO 14001-98) for environmental management systems.

Implementation of activities in the field of environmental management is one of the areas of professional environmental engineer, specializing in the field of environmental protection and rational use of natural resources. «Environmental management» – the necessary professional guidance environmental engineers in the development and practical application of modern tools of environmental regulation. System and network approach to the teaching of disciplines allows you to: efficient use of the time available to study the discipline; to avoid duplicating topics; improve the perception of the material discipline and, in general, the quality of education.

Keywords: teaching, Environmental Sciences, training engineers and ecologists.

References

1. Stroganov V.F., Zavyalova N.B., Sharafutdinova A.V., Skibinskaya A.A. Scientific and methodological basis of the specialty «Environmental Engineering» to prepare an environmental engineer in the construction industry // Izvestiya KSUAE. – Kazan: KSUAE, 2007, № 1 (7). – P. 105-108.
2. Gumerov T.Y., Stroganov V.F. Environmental management. Textbook. – Kazan: KGASU, 2010. – 225 p.
3. Nurullin R.G. A systematic approach to teaching the subject «Environmental and safety in lighting» // Bulletin of the Kazan State Power Engineering University, 2010, T. 5, № 2. – P. 156-161.

УДК 721

Удлер Е.М. – кандидат технических наук, профессор

E-mail: udler@kgasu.ru

Пекерман Э.Е. – ассистент

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Проблемы обучения дисциплине САПР в архитектурно-строительном вузе

Аннотация

В статье приводятся новейшие достижения мировой практики в области автоматизации архитектурно-строительного проектирования. Анализируются основные этапы развития, положения и понятия современных информационных подходов к проектированию. Даются краткие характеристики наиболее известных программных разработок и продуктов фирм с мировым именем, реализующих современные методологии автоматизированного проектирования (САПР) и информационного моделирования зданий (BIM). Рассматриваются проблемы выбора программных продуктов для обучения студентов.

Ключевые слова: информационные технологии, архитектурно-строительное проектирование, организация проектного дела, САПР, BIM-технология, обучение в вузе.

Эра применения компьютеров в проектировании началась в 60-ых годах прошлого столетия. Первым большим достижением было создание в США графического устройства SketchPad в Lincoln Laboratory. В 1965 году совместными усилиями автогиганта General Motors, фирмы ИТЕК и крупнейшего производителя компьютеров корпорации DEC была создана 1-ая Электронная Чертежная Машина. В 1975 году по заказу крупнейших производителей автомобилей (GM, Ford, Chrysler) и самолетов (Lockheed) был разработан мощный пакет автоматизированного проектирования UNIGRAPHICS.

В строительном проектировании серьезный сдвиг наметился в конце 70-ых годов, когда профессор технологического института штата Джорджия в США Чак Истман (Charles M. Estman) предложил систему описания здания – Building Description System. Начало широкой автоматизации проектирования в строительной отрасли положили разработки появившейся в 1982 году фирмы AutoDesk. Основой этого процесса стал пакет двумерной векторной графики Автокад (AutoCAD). Затем появился ряд программ трехмерного, твердотельного и параметрического моделирования, хотя в строительной области использовались и разработки для машиностроителей. Примерами могут служить: система MicroStation от Bentley Systems, Digital Project на основе мощной системы CATIA, разработанной Dessault Systems.

В конце 80-ых годов появились разработки, кардинально изменившие подход к автоматизированному проектированию зданий. В его основе – переход от графического (чертежного) проектирования к компоновке зданий из трехмерных параметрических объектов. Архитектор Фил Бернштейн (Phil Bernstein) – стратег автоматизации проектирования зданий и вице-президент фирмы AutoDesk – назвал этот подход информационным моделированием зданий – Building Information Modeling (BIM). Основными положениями BIM-технологии являются:

- Объектно-компоновочное проектирование, при котором процесс проектирования – это не черчение, а компоновка (сборка) зданий из готовых трехмерных моделей частей зданий (параметрических объектов с набором свойств и связей);
- Автоматическое получение любых видов и разрезов (из трехмерной модели здания);
- Автоматическое формирование таблиц, спецификаций, описаний и смет, оперативно отслеживающее все изменения в процессе проектирования;
- Распределенная база данных, позволяющая параллельную, согласованную работу над проектом коллектива проектировщиков;
- Информационное сопровождение всего жизненного цикла здания: ТЭО, проектирование, строительство, эксплуатация.

Одной из первых программных разработок в этом ключе явился пакет ArchiCAD Virtual Building, созданный в 1987 году фирмой GraphiSoft. По BIM-технологии осуществлено проектирование и строительство терминала 3 в Лондонском аэропорту Хитроу. Организатор этого процесса англичанин Роберт Эйш (Robert Aish) – создатель программы Rucaps [1]. Большой вклад в развитие BIM-технологии внесли разработки архитектора Фрэнка Гери (Frank Gehry) – основателя Gehry Tehnology. Примерами объектов, осуществленных фирмой по этой технологии, являются концертный зал им. Уолта Диснея в Лос-Анжелесе и небоскреб в Гонконге [2].



Рис. 1. BIM – сопровождает весь жизненный цикл объекта

Нужно подчеркнуть, что BIM – это не программа, а технология в строительной отрасли. Она включает архитектурно-строительное проектирование как часть деятельности, связанной с информационным сопровождением процесса разработки, создания (строительства) и эксплуатации объектов строительства (рис. 1). Электронный проект – это лишь часть информационной модели здания.

В процессе проектирования объектов строительства участвуют много разных специалистов: архитекторы, конструкторы, проектировщики систем жизнеобеспечения, сметчики и т.д. Одной из сложных задач этого процесса является согласование их работы. Эту функцию у нас в стране традиционно выполняет ГИП – главный инженер проекта. Тем не менее, неизбежные многократные изменения в проектной документации – источник множества нестыковок (коллизий). Одним из важных положений BIM-технологии является автоматическое отслеживание всех изменений в проекте. Информационной основой организации совместной работы многих специалистов с одним проектом является сетевая распределенная модель объекта (рис. 2). Основная сложность создания единой информационной модели заключается в том, что проектировщики разных специальностей используют различные специализированные программные продукты. Эти программы имеют разные форматы данных, что усложняет их интерфейс (взаимодействие, обмен информацией), так как требуют разработки специальных программ – трансляторов (переводчиков). В связи с этим в США пошли по пути разработки единого стандарта обмена информацией – IFC. Смысл в том, чтобы заменить громадное количество трансляторов между многими форматами, трансляторами всех к одному, стандартному (рис. 3). Это значительно упрощает задачу.



Рис. 2. Проект – это набор согласованных моделей. Проектная модель распределена между исполнителями

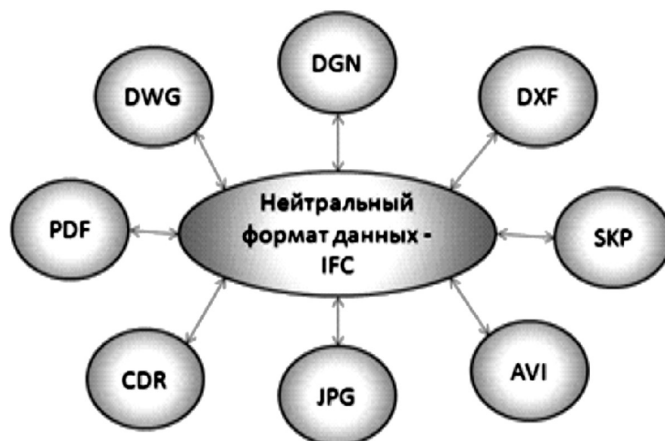


Рис. 3. Единый стандарт обмена данными – IFC

Развитие информационных технологий проектирования в строительстве можно представить в виде многоэтапного процесса. На первом этапе компьютер использовался как электронный кульман. Программное обеспечение представляло собой графические редакторы типа AutoCAD. На втором этапе появились программы, позволявшие создавать трехмерное изображение объектов строительства – так называемая виртуальная реальность. Третий этап ознаменовался появлением программных продуктов трехмерного, параметрического, твердотельного моделирования строительных элементов и частей зданий. Современный этап в мировой практике – это встраивание в структуру BIM-технологии.

Более 20 лет прошло с тех пор, как отечественным проектировщикам стала доступна современная компьютерная техника. С появлением относительно недорогого Автокада на отечественном рынке программных продуктов возможности компьютеров в проектировании оценили сразу и почти все. Это был первый этап на пути внедрения информационных технологий в проектирование. Уровень этого этапа очень невысок, так как сама организация и технология проектирования не изменилась. Просто компьютер стал использоваться в качестве электронного кульмана – на смену ручной пришла машинная графика. К сожалению, этот этап у нас значительно затянулся. Эффект от такого использования компьютеров минимален.

Причин значительного отставания от мирового уровня несколько. Одной из главных является слабая информированность проектного сообщества в современных информационных технологиях. Большое значение имеет и значительная стоимость их внедрения. Это не только стоимость технического и программного обеспечения, но и затраты на перестройку организационной структуры проектной организации и обучение персонала. Конечно, такие затраты могут себе позволить только большие успешные проектные компании. Основная же масса проектировщиков работает сегодня в небольших проектных конторах. Однако и здесь пора переходить к следующим этапам автоматизации проектирования: к технологии трехмерной компоновки зданий из твердотельных параметрических объектов; к уменьшению доли чертежной работы; к сетевой организации совместной разработки проектировщиками единой распределенной проектной модели объекта.

Для этого необходимо привлекать специалистов в области информационных технологий и САПР. Их задача на основе анализа деятельности конкретной компании, разработать экономически обоснованную для нее структуру, помочь в подборе технического и программного обеспечения, проводить обучение персонала.

В настоящее время на рынке программных продуктов, реализующих современные информационные технологии в архитектурно-строительном проектировании, можно выделить несколько компаний – производителей ПО. Это Autodesk, GraphiSoft, Nemetsck, Ghery Technology и Bentley Systems. Примерами их программных продуктов могут служить: AutoCAD, AutoRevit, ArchiCAD, AllPlan, Digital Project, Bentley Building, Tekla Structure. Это программное обеспечение в той или иной степени соответствует BIM-технологии.

Понятно, что высшая школа должна готовить специалистов, владеющих самыми передовыми технологиями в отрасли. В обсуждаемой здесь теме таковой, очевидно, является BIM-технология. Однако программные продукты от Gherg Technology, Bentley Systems и Nemetschek слишком дорогие для нас, а AutoCAD нельзя пока отнести к BIM-технологии.

Остается небольшой выбор: Allplan, Revit и ArchiCAD. Но и тут встает вопрос о востребованности таких специалистов, так как отрасль в большей части находится на втором этапе внедрения САПР. В условиях, когда более половины организаций проектируют, а точнее вычерчивают в Автокаде, используя его в качестве электронного кульмана, кому нужен выпускник, владеющий Allplan или Revit. Он должен будет переучиваться, чтобы не остаться без работы.

Очевидно, что необходимо «перевооружение» в отрасли. Надо переходить повсеместно на современные технологии проектирования и строительства. Тормозом в этом процессе является не только экономика, точнее, наша бедность, но и общая политика в отрасли. Пока она в стороне от этого жизненно важного процесса, считая, возможно, что это дело СРО проектировщиков и строителей. Так и будем отставать и уже не на четверть века. В США, например, ставится вопрос о представлении бюджетных заказов на проектирование и строительство только тем, кто работает по BIM-технологии.

А отечественной высшей школе пока приходится обучать будущих инженеров Автокаду, а архитекторов – Архикаду. Но переход на современные технологии в проектировании неизбежен, и пора заняться подготовкой специалистов, владеющих ими. Вот только какое программное обеспечение взять за основу, надо еще подумать.

Список литературы

1. Попов В.Г. BIM – информационная модель здания. Пора или не пора. URL: www.isicad.ru (дата обращения: 05.10.2011).
2. Талапов В.В. Основы BIM. Введение в информационное моделирование зданий. – Новосибирск: ДМК Пресс, 2011. – 392 с.
3. Канивец А. BIM или не BIM? URL: www.stroyka.ru (дата обращения: 01.11.2011).

Udler E.M. – candidate of technical sciences, professor

E-mail: udler@kgasu.ru

Pekerman E.E. – assistant

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaja str., 1

Problems of CAD training in architectural and construction university

Resume

The article analyzes the world of information technology in the architectural and structural design. Describes the essence of the latest BIM-technology in the construction industry, the main provisions of which are three-dimensional graphical object-component modeling, full information support life cycle of the building structure, the creation of a distributed design model, the use of neutral data exchange standards. Rightly points out the serious lag our design practices from world class. We reveal why. The question about the need to move to more modern design technology. Based on analysis of the most famous software development today, global provider of CAD, it is concluded on the most suitable for us in terms of price and quality of the company Autodesk Revit and ArchiCAD from GraphiSoft. Despite the fact that, in practice, the level of automation engineering companies is not high, it is proposed in the walls of the university to train specialists who can work not only at the level of the electronic drawing boards and three-dimensional visualizations, but also in the introduction of the most advanced information technology in the construction industry. Including BIM-technology.

Keywords: information technology, architectural and structural design, organization design work, CAD, BIM-technology, training in high school.

References

1. Popov V.G. BIM – Building Information Modeling. Or not it is time to go. URL: www.isicad.ru (references date: 05.10.2011).
2. Talapov V.V. Fundamentals of BIM. Introduction to Building Information Modeling. – Novosibirsk: DMK Press, 2011. – 392 p.
3. Kanivets A. BIM or not BIM? URL: www.stroyka.ru (references date: 01.11.2011).

**ПРАВИЛА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СТАТЕЙ
ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В НАУЧНОМ ЖУРНАЛЕ
«ИЗВЕСТИЯ КАЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА»**

Статья должна быть набрана в программе Microsoft Word (версия не ранее MS Word 97). Файл, названный именем автора статьи, представить с расширением RTF.

Параметры страницы:

- размер страницы – 297x210 мм (формат А4);
- поля: сверху – 20 мм, снизу – 20 мм, слева – 30 мм, справа – 30 мм;
- ориентация страницы – книжная.

Параметры форматирования текста:

- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта – 11 пт;
- абзацный отступ – 10 мм (не задавать пробелами);
- выравнивание – по ширине;
- заголовки полужирным шрифтом, с выравниванием по центру;
- междустрочный интервал – одинарный.

При наборе статьи исключить автоматический перенос слов. Запрещено уплотнение интервалов шрифта.

Объем публикации – не менее 5 полных страниц и не более 10 страниц, включая таблицы и иллюстрации. Иллюстративный материал не должен перегружать статью (не более 4 рис.). Таблицы и иллюстрации скомпоновать с учетом вышеуказанных полей.

Таблицы создать средствами Microsoft Word и присвоить им имена: Таблица 1, Таблица 2 и т.д. Название таблицы с порядковым номером (или номер таблицы без названия) располагается над таблицей. Текст таблицы должен быть набран шрифтом размером 10-12 пт с одинарным межстрочным интервалом.

Иллюстрации представить в виде файлов основных графических форматов (tif, jpg, bmp, gif) с именами Рис. 1, Рис. 2 и т.д. Все объекты должны быть черно-белыми (градации серого), четкого качества. Рекомендуемое разрешение – 300 dpi. Названия иллюстраций и подписи к ним набираются шрифтом размером 10 пт с одинарным межстрочным интервалом. Не допускается выполнение рисунков в редакторе Microsoft Word. Минимальный размер иллюстраций – 80x80 мм, максимальный – 170x240 мм.

Для набора формул и вставки символов использовать встроенный в Microsoft Word редактор формул Microsoft Equation или Math Type. Формулы в статье, подтверждающие физическую суть исследования (процесса), представляются без развернутых математических преобразований. Формулы komponуются с учетом вышеуказанных полей (при необходимости использовать перенос формулы на следующую строку), помещаются по центру строки, в конце которой в круглых скобках ставится порядковый номер формулы. Ссылку на номер формулы в тексте также следует брать в круглые скобки. Следует применять физические величины, соответствующие стандарту СТ СЭВ 1052-78 (СН 528-80).

Иллюстрации, формулы, таблицы и ссылки на цитированные источники, встречающиеся в статье, должны быть пронумерованы в соответствии с порядком цитирования в тексте. При этом ссылка на литературные источники берётся в квадратные скобки.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК 691.33

Иванов И.И. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: ivanov@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

разделительный интервал

Современные строительные материалы

разделительный интервал

Аннотация

Текст аннотации (50-100 слов)

Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, карбамидные пенопласты, модификация

разделительный интервал

Текст статьи

разделительный интервал

Список литературы

разделительный интервал

Ivanov I.I. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: ivanov@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

разделительный интервал

Modern building material

разделительный интервал

Resume

Текст резюме (150-200 слов)

Keywords: thermal insulating materials, of carbamide foams, updating
разделительный интервал

References*

* Перечень ссылок, переведённый на английский язык (названия изданий не переводить – писать в латинской транскрипции).

Перечень библиографических ссылок обязателен!

Библиографические ссылки представить в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.

Примеры:

1. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 500 с.
2. Драновский А.Н. Динамические параметры прочности песков // Сб. научных трудов «Материалы 49-й Республиканской научной конференции». – Казань: КГАСА, 1998. – С. 186-191.
3. Завадский В.Ф., Путро Н.Б., Максимова Ю.С. Поризованная строительная керамика // Строительные материалы, 2004, № 2. – С. 21-22.
4. Корчагина В.И. Исследование в области модификации ПВХ и биполимерных систем на его основе // Автореферат канд. дисс. на соиск. степени канд. хим. наук. – Казань, 1974. – 22 с.
5. Химическая технология керамики: Учеб. пособие для вузов / Под ред. проф. И.Я. Гузмана. – М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2003. – 496 с.
6. Приемопередающее устройство: пат. 2187888 Рос. Федерация. № 2000131736/09; заявл. 18.12.00; опубл. 20.08.02. Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с.
7. ГОСТ 9128-97. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. – М., 2000. – 15 с.
8. Отчёт по НИР. Инв. № 02200703350. Соколов Б.С. и др. Разработка новых и совершенствование существующих методов расчёта железобетонных и каменных элементов, конструкций зданий и сооружений.
9. Инвестиции останутся сырьевыми // PROGNOSIS.RU: ежедн. интернет-изд. 2006. 25 янв. URL: <http://www.prognosis.ru/print.html?id=6464> (дата обращения: 19.03.2007).

Примеры перевода перечня ссылок на английский язык:

1. Bazhenov Yu.M. Technology of concrete. – M: Publishers ASV, 2002. – 500 p.
2. Dranovsky A.N. Dynamic parameters of durability of sand // The collection of proceedings «Materials of 49th Republican scientific conference». – Kazan: KSABA, 1998. – P. 186-191.
3. Zavadsky V.F., Putro N.B., Maksimova Yu.S. Porous building ceramics // Stroitelnye materialy, 2004, № 2. – P. 21-22.
4. Korchagina V.I. Research in the field of updating of PVC and bipolymerous systems on its basis // The master's thesis author's abstract on competition of degree of a Cand. Chem. Sci. – Kazan, 1974. – 22 p.
5. Chemical technology of ceramics: Studies. The grant for high schools / Under the editorship of prof. I.J. Guzman. – M: LTD RIF « Stroymaterialy», 2003. – 496 p.
6. The send-recv device: the patent 2187888 Russian Federation. № 2000131736/09; It is declared 18.12.00; it is published 20.08.02. The bulletin № 23 (II part). – 3 p.
7. GOST 9128-97. Mixes asphalt-concrete road, air field and asphalt-concrete. – M., 2000. – 15 p.
8. The report on research work. Inv. № 02200703350. Sokolov B.S. and others. Working out new and perfection of existing methods of calculation of ferro-concrete and stone elements, designs of buildings and constructions.
9. Investments remain raw // PROGNOSIS.RU: the daily Internet-edition 2006. 25 jan. URL: <http://www.prognosis.ru/print.html?id=6464> (reference date: 19.03.2007).

В список литературы вносятся только опубликованные работы.

Название статьи должно отражать основную идею выполненного исследования, быть по возможности кратким. Аннотация (1 абзац от 500 до 1000 знаков с пробелами) должна ясно излагать содержание статьи и быть пригодной для самостоятельного опубликования.

В разделе «**Введение**» рекомендуется указать нерешенные ранее вопросы, сформулировать и обосновать цель работы и, если необходимо, рассмотреть ее связь с важными научными и практическими направлениями. Могут присутствовать ссылки на публикации последних лет в данной области, включая зарубежных авторов.

Основная часть статьи должна подробно освещать содержание исследований, проведенных автором (авторами). Полученные результаты должны быть освещены с точки зрения их научной новизны и сопоставлены с соответствующими известными данными. Основная часть статьи может делиться на подразделы (с разъяснительными заголовками) и содержать анализ последних публикаций, посвященных решению вопросов, относящихся к данным подразделам.

В разделе «Заключение» должны быть в сжатом виде сформулированы основные полученные результаты с указанием их новизны, преимуществ и возможностей применения.

Язык публикации: русский или английский.

Тезисы к публикации не принимаются!

Если статья была или будет направлена в другое издание, необходимо сообщить об этом редакции. Ранее опубликованные статьи к рассмотрению не принимаются.

От авторов в редакцию журнала предоставляются следующие материалы:

- Два экземпляра статьи в четко распечатанном виде, скрепленные степлером, подписанные автором (ами);
- Электронный носитель (CD-диск. Электронная версия статьи должна соответствовать варианту на бумажном носителе);
- Две рецензии (соответствующего уровня) от двух независимых организаций;
- Экспертное заключение о возможности опубликования, оформленное в организации, откуда исходит рукопись;
- Анкета автора (ов) в предлагаемой форме (заполнить на русском и английском языке).

Материалы к публикации вложить в полиэтиленовый файл.

Датой поступления статьи считается день представления последнего из вышеуказанных материалов.

Представленные авторами научные статьи направляются на независимое закрытое рецензирование специалистам по профилю исследования, членам редакционной коллегии. Основными критериями целесообразности публикации являются новизна полученных результатов, их практическая значимость, информативность. В случае, когда по рекомендации рецензента статья возвращается на доработку, датой поступления считается день получения редакцией ее доработанного варианта. К доработанной статье в обязательном порядке прикладываются ответы на все замечания рецензента. Статьи, получившие отрицательные заключения рецензентов и не соответствующие указанным требованиям, решением редакционной коллегии журнала не публикуются и не возвращаются (почтовой пересылкой). Редакционная коллегия оставляет за собой право на редактирование статей с сохранением авторского варианта научного содержания.

После уведомления редакцией принятия рукописи и согласования сроков её публикации с ответственным исполнителем журнала авторы представляют копию платежной квитанции или справку, подтверждающую обучение автора (ов) в аспирантуре на момент подачи статьи.

Расчет стоимости не зависит от объема текста статьи на странице.

Журнал «Известия КГАСУ» выходит 4 раза в год, тиражом 500 экз. Журнал является подписным изданием и включен в общероссийский каталог ОАО Агентства «РОСПЕЧАТЬ», индексе издания – 36939.

АВТОРЫ, ЯВЛЯЮЩИЕСЯ ЧЛЕНАМИ РЕДКОЛЛЕГИИ И (ИЛИ) ПОДПИСЧИКАМИ ЖУРНАЛА, ИМЕЮТ ПРЕИМУЩЕСТВЕННОЕ ПРАВО НА ОПУБЛИКОВАНИЕ СВОИХ СТАТЕЙ.

СТАТЬИ АСПИРАНТОВ ПУБЛИКУЮТСЯ БЕСПЛАТНО.

Научная статья в полном объеме будет также размещена на официальном сайте «Известия КГАСУ» – электронном научном издании (ЭНИ) <http://izvestija.kgasu.ru/> (Свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС 77-31046 от 25.01.2008).

Все материалы направлять по адресу: 420043, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1, ОПИР, комн. 79. Телефон (843) 510-46-39, 236-26-88 (тел./факс). E-mail: patent@kgasu.ru. Ответственный исполнитель журнала – Хабибулин Марат Максutowич.

Банковские реквизиты:

КГАСУ
420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1
ИНН 1655018025 КПП 165501001
Сч. 40501810292052000002
в ГРКЦ НБ РТ Банка России г. Казань
БИК 049205001
Л/с 20116Х06860

Указать назначение платежа: Код дохода: 0000000000000000130 реализация изд. деят-ти.

АНКЕТА АВТОРА(ОВ)

(заполняется в электронном виде отдельным файлом, названным «Анкета», с расширением RTF)

Фамилия, имя, отчество (полностью), учёная степень, звание, должность. Полное наименование организации, город (указывается, если не следует из названия организации) (для каждого автора) Адрес организации	
Название статьи	
Аннотация (от 50 до 100 слов)	
Ключевые слова (от 5 до 10 слов или словосочетаний)	
Научная тематика статьи	<p>Впишите одну из представленных:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия; – Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности; – Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов; – Строительные конструкции, здания и сооружения; – Основания и фундаменты, подземные сооружения; – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение; – Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов; – Строительные материалы и изделия; – Гидротехническое строительство; – Технология и организация строительства; – Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей; – Гидравлика и инженерная гидрология; – Строительная механика; – Экология (в строительстве); – Экономика и управление народным хозяйством (в строительстве); – Системный анализ, управление и обработка информации (в строительстве); – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (в строительстве); – Теория и методика профессионального образования (в строительном вузе); – Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование.
Паспортные данные (номер, кем выдан, дата выдачи, адрес регистрации), ИНН	
Адрес для переписки	
E-mail	
Контактные телефоны	

AUTHOR'S QUESTIONNAIRE

(it is filled in electronic type by separate file named «Questionnaire» with expansion RTF)

Full Last name First name, Middle name	
Scientific degree,	
Scientific rank,	
Current position.	
Full name of the organization,	
City (it is noticed if it is not clear from the name of organization)	
(for each author)	
The organization address	
Title of the article	
Resume (The volume from 150 to 200 words)	
Keywords (from 5 to 10 words or phrases)	
Scientific topic of the article	<p>Include one of the presented:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Theory and history of architecture, restoration and reconstruction of historical-architectural heritage; – Architecture of buildings and constructions. Creative conceptions of architectural activity; – Town-planning, planning of rural settlements; – Building constructions, buildings and structures; – Ground works and foundations, underground constructions; – Heating, ventilation, air conditioning, gas supply and illumination; – Water-supply, water drain, building systems of water resources protection; – Building materials and making; – Hydraulic engineering construction; – Technology and organization of building; – Design and construction of roads, metropolitan railways, airdromes, bridges and transport tunnels; – Hydraulics and engineering hydrology; – Building mechanics; – Ecology (in building); – Economy and management of a national economy (in building); – System analysis, management and information processing (in building); – Mathematical modelling, numerical methods and complexes of programs (in building); – Theory and vocational training technique (in engineering higher educational institution); – Hoisting, building, road machines and equipment.
Mailing address	
Telephone numbers for communication	

Известия КГАСУ
2012 г., № 4 (22)

Гл. редактор: Низамов Р.К.
Учредитель и издатель:
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»

Редактор: Канзафарова С.М.
Макет: Хабибулин М.М., Никитина А.Р.

Адрес редакции: 420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1
Тел. для справок: (843) 510-46-39

Журнал зарегистрирован: Регистр. ПИ № ФС77-25136
Электронное периодическое издание: <http://izvestija.kgasu.ru> Регистр. Эл № ФС 77-31046

Федеральная служба
по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций
и охране культурного наследия.

Индекс издания – 36939
Общероссийский каталог ОАО Агентства «РОСПЕЧАТЬ»

Подп. к печати 20.12.2012

Заказ 576

Усл.-печ. л. 68,1

Тираж 500 экз.

I завод-100

Формат 60x84/8

Бумага тип. № 1

Уч.-изд. л. 68,6

Отпечатано Издательство КГАСУ, г. Казань, ул. Зеленая, 1