ISSN 2073-1523

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 КазГАСУ

2011 г., № 2 (16)

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

МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

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

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:
ФГОУ 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

© Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета, 2011

ISSN 2073-1523

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

2011 г., № 2 (16)

ББК 38
И 33
УДК 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.;
Aydarova G.N., Dr. arch. sci., prof.;
Aydarov S.S., Dr. arch. sci., prof., corr.-m. RAACS;
Brehman A.I., Dr. tech. sci., prof.;
Zagidullina G.M., Dr. economics sci., prof.;
Kayumov R.A., Dr. phys-mat. sci., prof.;
Korolev E.V., Dr. tech. sci., prof.;
Kuznetsov I.L., Dr. tech. sci., prof.;
Kuprijanov V.N., Dr. tech. sci., prof., corr.-m. RAACS;
Lezhava I.G., Dr. arch. sci., academic of RAACS;
Mirsayapov I.T., Dr. tech. sci., prof., counselor of RAACS;
Pomerantsev A.L., Dr. phys-mat. sci., prof.;
Posochin V.N., Dr. tech. sci., prof.;
Rakhimov R.Z., Dr. tech. sci., prof., corr.-m. RAACS;
Rodionova O.Ye., Dr. phys-mat. sci., prof.;
Sokolov B.S., Dr. tech. sci., prof., corr.-m. RAACS;
Stroganov V.F., Dr. chem. sci., prof.;
Suchkov V.N., Cand. tech. sci., prof.;
Furer V.L., Dr. chem. sci., prof.

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD:

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

THE FOUNDER AND THE PUBLISHER:
FGEO 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 ПИ № ФС77-25136, dated July, 20th, 2006). It is included in the all-Russian catalogue of OAO «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

© News of the Kazan State University of Architecture and Engineering, 2011

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ	
Бодэ А.Б. Северорусские деревянные церкви с кубоватыми покрытиями. Архитектура, ареалы, происхождение	7
Давлетшина А.Х., Ланцов В.М., Куликов Д.А. Проект реконструкции квартала Старо-Татарской слободы и модель благоприятного инвестиционного климата	16
Каримуллин Т.А., Айдарова Г.Н. Безопасный город в экстремальном мире. Постановка проблемы. Модель	26
Маркова М.И. Перспективы сохранения народного зодчества РТ на примере создания этнографической деревни в Заказанье	38
Нияз Халит. Орнаментальные мотивы кочевого стиля и его традиции в средневековой татарской архитектуре	47
Ширеева Д.Г. Пространственные построения в древнерусской миниатюре	58
ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ	
Бурова Т.Ю. Основные уровни и стадии функционирования урбоэкосистемы г. Казани (на примере пространства исторического центра)	63
Тукманова З.Г. Рекреационная трансформация прибрежных городских территорий – процесс регенерации от стихийных антропогенно-урбанизированных ландшафтов к позитивно-культурным ландшафтам	69
СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ	
Агафонкин В.С., Моисеев М.В., Исаева Л.А., Дымолазов М.А. Усиление структурных конструкций с узловым решением «Меро-МАРХИ»	76
Галиуллин Р.Р., Изотов В.С., Нуриева Д.М. Численные исследования динамических характеристик зданий с железобетонным каркасом	81
Енюшин В.Н., Камалтдинова Э.М. Термографическое обследование каркасного дома	86
Манапов А.З., Зиннуров Т.А. О влиянии количества однотипных сооружений и расчетного времени эксплуатации на ожидаемые максимальные реализации скорости ветра	94
Манапов А.З., Галимшин Р.А. Поверочные расчеты элементов деревянных конструкций с использованием интервальных оценок	102
Удлер Е.М. Совершенствование методики расчета мягких резервуаров с жидкостью	110
Хайруллин Л.Р., Каюмов Р.А. Исследование прочности трехслойных панелей с технологическими стыками среднего слоя вблизи опоры	116
ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ	
Мирсаяпов И.Т., Королева И.В. Расчетная модель длительного нелинейного деформирования глинистых грунтов при сложном напряженном состоянии	121
Мирсаяпов И.Т., Хасанов Р.Р. Экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния гибких ограждений с распоркой в процессе поэтапной разработки грунта	129
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ	
Бодров М.В. Рациональные области использования вихревых воздухоохладителей в сельскохозяйственных зданиях	136
Валиуллин М.А., Давыдов А.П. Уравнение движения воздуха в кольцевом равномерно-всасывающем воздухопроводе переменного поперечного сечения	142
Давыдов А.П., Ланцов А.Е. Коэффициент расхода всасывающего отверстия при различных значениях чисел *Re*	147
Золотоносов А.Я., Золотоносов Я.Д. Аппараты типа «труба в трубе» в технологии нагрева трансформаторного масла	152
Мусаев А.М., Сафиуллин Р.Г. Пути бездымного сжигания сбросных газов с переводом части факельного тепла в электричество	157
Посохин В.Н., Кареева Ю.Р. Численное исследование плоской струи в тупиках разной длины при соосном расположении приточного и вытяжного отверстий	161
ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ	
Адельшин А.А., Адельшин А.Б. Пилотная установка очистки нефтепромысловых сточных вод на основе использования закрученных потоков	166
Зотов Ю.Н., Зотова И.Ю. О новых конструктивных решениях и методах расчета внутренних систем холодного и горячего водоснабжения жилых многоквартирных зданий	173
Катраева И.В. Современные анаэробные аппараты для очистки концентрированных сточных вод	179
СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ	
Габидуллин М.Г., Хузин А.Ф., Сулейманов Н.М., Тогулев П.Н. Влияние добавки наномодификатора на основе углеродных нанотрубок на прочность цементного камня	185
Изотов В.С., Ибрагимов Р.А. Влияние комплексной добавки на долговечность тяжелого бетона	190

Каюмов Р.А., **Страхов Д.Е.** Прогнозирование деформации во времени полимерных материалов с памятью формы при различной температуре	195
Королев Е.В. Проблемы и перспективы нанотехнологии в строительстве	200
Миндубаев А.А., Габидуллин М.Г. Высокомарочный клинкерный кирпич	209
Мухаметрахимов Р.Х., Изотов В.С. Влияние активных минеральных добавок на гидратацию вяжущего и физико-механические свойства фиброцементных плит	213
Рахимов Р.З., **Рахимова Н.Р., Фатыхов Г.А.** К комплексному использованию шлаков и бетонного лома в производстве шлакощелочных вяжущих	218
Старовойтова И.А., **Хозин В.Г.**, **Абдрахманова Л.А.**, **Кузнецова Л.М., Ягунд Э.М.** Исследование структуры модифицированных гибридных связующих методом ИК-спектроскопии	224
Старовойтова И.А., Хозин В.Г., Пилипенко Н.А., Халикова Р.А. Влияние модифицирующих добавок на свойства гибридных связующих на основе полиизоцианата и полисиликата натрия	229
Стефаненко И.В. Эффективные технологии в переработке производственных и бытовых отходов	235
Сулейманов А.М. Исследование фотостарения поливинилхлоридных материалов. Часть 1. Изменение физико-механических свойств	241
Сулейманов А.М., Ягунд Э.М. Исследование фотостарения поливинилхлоридных материалов. Часть 2. Структурные изменения	246
Шелихов Н.С. О расширении интервала пригодности карбонатного сырья для производства доломитового цемента	251
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ, МЕТРОПОЛИТЕНОВ, АЭРОДРОМОВ, МОСТОВ И ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ	
Хабибуллина И.Н., **Бешенов М.Е., Гелеверя Т.И.** Использование укрепленных грунтов для устройства противопучинистых слоев на автомобильных дорогах	257
ЭКОЛОГИЯ (в строительстве)	
Захватов Г.И. Регенерация растворов как метод создания замкнутых технологических циклов	262
Строганов В.Ф., Байгузин Ф.А., Филина М.П. Стратегия и задачи подготовки инженеров-экологов для строительной отрасли	266
ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ (в строительстве)	
Загидуллина Г.М., Клещева О.А. Развитие инновационной инфраструктуры инвестиционно-строительного комплекса	271
Зарипова А.В. Венчурное инвестирование как фактор инновационного развития страны	278
Ланцов В.М., Киреева Т.М., Афанасьева А.Н., Кириллова В.Э. Современные проблемы ЖКХ в России	284
Миронова М.Д. Анализ, сущность и принципы управления рисками как методологическая основа инновационного развития системы управления предприятием жилищно-коммунальной сферы	290
Сабиров И.С., Мурафа А.А., Каримова М.А. Оценка экономического местоположения в проектах девелопмента	295
Сиразетдинов Р.М. Методические основы оценки и управления имущественным комплексом предприятий	299
Харисова Г.М. Методические подходы к решению проблем в области оценки и организации управления предприятиями отраслей экономики	307
Шакирова А.Ш. Современные источники инвестирования малоэтажного строительства в Республике Татарстан	313
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ (в строительстве)	
Барышева О.Б. Применение локального термодинамического равновесия к некоторым неравновесным процессам в энергоустановках	319
Барышева О.Б., Галимзянова Л.Г. Моделирование процессов и разработка методов расчета калорифера, используемого в качестве теплоутилизатора	324
Пудовкин А.Н. Иерархическая система управления производством асфальтобетонной смеси	331
ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ (в строительном вузе)	
Ахмадиева Р.Ш. Концептуальные основы формирования личностной компетенции участника дорожного движения	335
Громаков Н.С. Анализ содержания теста и результатов компьютерного тестирования студентов-экологов по коллоидной химии	341
Сафин Р.С., Корчагин Е.А., Вильданов И.Э. Корпоративное образование как средство повышения качества подготовки кадров для строительной отрасли	346
Сучков В.Н., Сафин Р.С., Корчагин Е.А. Научно-методические аспекты взаимодействия образования и производства	351
Правила представления материалов для публикации в научном журнале «Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета»	359

CONTENTS

ARCHITECTURE THEORY AND HISTORY, HISTORICAL AND ARCHITECTURAL HERITAGE RESTORATION AND RECONSTRUCTION	
Bode A.B. North russian wooden churches with cube roofing. Architecture, areals, origin	7
Davletshina A.H., Lantsov V.M., Kulikov D.A. The Old Tatar settlement area reconstruction project and the model of the favorable investment climate	16
Karimullin T.A., Aidarova G.N. Safe city in extremal world. Problem statement. Model	26
Markova M.I. National architecture of RT preservation prospects on the example of creation of ethnographic village area of Kazan	38
Niyaz Khalit Ornamental motives of nomadic style and its tradition in medieval tatar architecture	47
Shireeva D.G. Spatial constructed in an old russian miniature	58
URBAN DEVELOPMENT, RURAL SETTLEMENTS PLANNING	
Burova T.Y. The basic levels and stages of functioning of urboecosystem of Kazan (on the example of space of the historical center)	63
Tukmanova Z.H. Recreational transformation of coastal urban areas – the process of regeneration of natural anthropogenically-urban landscapes positive and cultural landscape	69
BUILDING STRUCTURES, HOUSES	
Agafonkin V.S., Moiseev M.V., Isaeva L.A., Dymolazov M.A. Strengthening structural constructions with «Mero-MARCHI» nodal solution	76
Enyshin V.N., Kamaltdinova E.M. Thermographical inspection of frame house	86
Galiullin R.R., Izotov V.S., Nurieva D.M. Numerical researches of dynamic characteristics of buildings with the ferro-concrete skeleton	81
Khairullin L.R., Kayumov R.A. Investigation of the strength sandwich panels with technological interface near the middle layer support	116
Manapov A.Z., Galimshin R.A. Testing calculations of wooden designs elements with the use of interval estimations	102
Manapov A.Z., Zinnurov T.A. About influence of similar constructions quantity and an estimated operation time on expected maximal wind velocity realizations	94
Udler E.M. Numerical method of calculation of the flexible reservoir filled with the liquid	110
FOUNDATIONS, UNDERGROUND STRUCTURES	
Mirsayapov I.T., Khasanov R.R. Experimental studies of stress-strain state of flexible barriering design with bracing in the process of the phased excavation of the soil	129
Mirsayapov I.T., Koroleva I.V. Designed model of long nonlinear deformation of clay soil in a complex stress state	121
HEATING, VENTILATION, AIR CONDITIONING, GAS SUPPLY AND LIGHTING	
Bodrov M.V. Rational areas of vortical air coolers use in agricultural buildings	136
Davidov A.P., Lanchov A.E. Consumption coefficient of suction opening for various values of *Re*	147
Musaev A.M., Safiullin R.G. The ways of smokeless flaring of waste gases with transfer of torch heat into electricity	157
Posohin V.N., Kareeva Yu.R. Numerical investigation of plane jet in dead-ends of different length at axial aligned of inflow and oytflow holes	161
Valiullin M.A., Davidov A.P. The equation motion of air in the ring uniformly sucking in air duct of variable cross-section	142
Zolotonosov A.Ya., Zolotonosov Ya.D. Equipment type «pipe in pipe» in heating technology transformer oil	152
WATER SUPPLY, SEWERAGE, WATER CONSERVATION CONSTRUCTION	
Adelshin A.A., Adelshin A.B. Pilot cleaning plant of oil-field sewage on the basis of swirling flows	166
Katraeva I.V. Modern anaerobic plants for treating concentrated waste waters	179
Zotov Yu.N., Zotova I.Yu. About new structural solution and calculation methods of the internal systems of hot and cold water supply in residential apartment buildings	173
BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS	
Gabidullin M.G., Khuzin A.F., Suleymanov N.M., Togulev P.N. The influence of nanoadditive bases on carbon nanotubes to the strength of cement stone	185
Izotov V.S., Ibragimov R.A. Influence of the complex additive on durability of heavy concrete	190
Kayumov R.A., Strahov D.E. Prediction of deformation in the time of polymer materials at different temperatures	195
Korolev E.V. Challenges and prospects of the nanotechnology in civil engineering	200
Mindubaev A.A., Gabidullin M.G. High-quality clinker brick	209
Mukhametrakhimov R.Kh., Izotov V.S. Effect of active mineral additives on hydron of binder tatsiyu and physical-mechanical properties of fiber-cement plates	213
Rakhimov R.Z., Rakhimova N.R., Fatykhov G.A. To the complex use of slags and concrete waste in production of slag-alkaline bindings	218
Shelikhov N.S. About expansion of an interval of suitability carbonate of raw material for manufacture of dolomite cement	251
Starovoitova I.A., Khozin V.G., Abdrakhmanova L.A., Kuznetsova L.M., Yagund E.M. Research of structure modified hybrid binders by IR-spectroscopy	224

Starovoitova I.A., Khozin V.G., Pilipenko N.A., Khalikova R.A. The influence of modification additives on the properties of hybrid binders on the base of polyisocyanate and polysilicate of sodium	229
Stefanenko I.V. Effective technologies in recycling of manufacturing waste and domestic household waste	235
Suleymanov A.M. Research of photoaging of polyvinylchloride materials. Part 1. Change of physical-mechanical properties	241
Suleymanov A.M., Yagund E.M. Research of photoaging of polyvinylchloride materials part 2. Structural changes	246
ROADS, SUBWAYS, AIRPORTS, BRIDGES AND TUNNELS DESIGN AND CONSTRUCTION	
Khabibullina I.N., Beshenov M.E., Geleverya T.I. The use of strengthening soil for device protivopuchinistyh of layers on highways	257
ECOLOGY (in building)	
Stroganov V.F., Bayguzin F.A., Filina M.P. Strategy and problems of education of engineers-ecologists for building branch	266
Zahvatov G.I. The regeneration of solutions as a method for creation exclusive technologic cycles	262
ECONOMY MANAGEMENT AND ECONOMICS (in building)	
Kharisova G.M. Technical approaches to solving the problems of assessment and management of the enterprise sector of economy	307
Lantsov V.M., Kireeva T.M., Afansieva A.N., Kirillova V.E. Modern problems of housing and communal services in Russia	284
Mironova M.D. Analysis, essence and principles of risk management as the methodological basis of innovative developement of housing and public services enterprise management system	290
Sabirov I.S., Murafa A.A., Karimova M.A. Appraisal of the economic property location in the development projects	295
Shakirova A.Sh. Modern sources of investment of low building in Republic Tatarstan	313
Sirazetdinov R.M. Theoretical and methodological basis of assessment and management of the property complex	299
Zagidullina G.M., Klescheva O.A. The development of innovation infrastructure of investment-building complex	271
Zaripova A.V. Venture investment as the factor of innovative development of the country	278
MATHEMATICAL MODELLING, NUMERICAL METHODS AND COMPLEXES OF PROGRAMS (in building)	
Barysheva O.B. Application of local thermodynamics equilibrium to some non-equilibrium processes in energy power settings and heat engine	319
Barysheva O.B., Galimzyanova L.G. Modeling of processes and development of calculation's method of fan heater, in-use as exchanger	324
Pudovkin A.N. Hierarchical control systems in production of asphalt mixes	331
THEORY AND VOCATIONAL TRAINING TECHNIQUE (in engineering higher educational institution)	
Akhmadieva R.Sh. The conceptual basis for forming personal competence of road user	335
Gromakov N.S. E-testing content and result analysis for environmental students on dispersiodology	341
Safin R.S., Korchagin E.A., Vildanov I.E. Corporate education as means of increasing quality of training staff for construction industry	346
Suchkov V.N., Safin R.S., Korchagin E.A. Научно-методические аспекты взаимодействия образования и производства	351
Rules of representation of materials for the publication in scientific journal «Kazan State University of Architecture and Engineering news»	359

УДК 72.03
Бодэ А.Б. – кандидат архитектуры, доцент
E-mail: bode-niitag@yandex.ru
Московский государственный строительный университет

СЕВЕРОРУССКИЕ ДЕРЕВЯННЫЕ ЦЕРКВИ С КУБОВАТЫМИ ПОКРЫТИЯМИ. АРХИТЕКТУРА, АРЕАЛЫ, ПРОИСХОЖДЕНИЕ

АННОТАЦИЯ

В архитектуре деревянных храмов выявляются отголоски древних новгородских и московских традиций, проводится картографическое ареалирование архитектурных решений, развивавшихся на различных территориях Русского Севера. К отголоскам московских традиций относятся: покрытия бочкой, крещатые бочки и другие. Будучи привнесены на Север, эти формы нашли наибольшее укоренение по направлениям основных торговых путей – Онеги и Северной Двины, связывавших центр страны с северными окраинами. Бочка послужила основой для развития самых разнообразных решений. Одним из них были кубоватые покрытия церквей. Этот прием был распространен в бассейне реки Онеги. В статье проанализированы различные архитектурные решения кубоватых завершений, их эволюция, возможные варианты происхождения, рассмотрены взаимосвязи с архитектурой каменных церквей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: русское деревянное зодчество, местные традиции, кубоватые завершения церквей, эволюция.

Bode A.B. – candidate of architecture, associate professor
Moscow State University of Civil Engineering

NORTH RUSSIAN WOODEN CHURCHES WITH CUBE ROOFING. ARCHITECTURE, AREALS, ORIGIN

ABSTRACT

The reverberation of Moscow and Novgorod ancient traditions are found in the architecture of wooden temples, local architecture traditions, developed in various areas of the Russian North, are investigated in the work. The features of Moscow traditions include barrel shapes roofing, cross-squared barrels roofing and others, which are often found along the main trade routes of Onega and Northern Dvina Rivers, which link the center of the country with its suburbs in the North. A barrel shape was the basis for a further variety of solutions in architecture. One of them was cube roofing of churches. Area of distribution of this form was Onega region. This article contains the analysis of different architectural solutions of cube roofing, the information about evolution, variants of possible origin, interconnection of wooden elements with architecture of stone churches.

KEYWORDS: Russian wooden architecture, local traditions, cube roofing of churches, evolution.

Деревянное культовое зодчество Русского Севера отличается особым многообразием приемов и форм. Особенно это относится к верхним частям зданий. Местные традиции локализовались обычно в пределах единой водной системы. Одной из таких особенностей были так называемые кубоватые завершения церквей, получившие распространение в XVII-XVIII вв. в бассейне реки Онеги и в части Поморья, прилегающей к устью реки. В статье рассматриваются архитектурные решения кубоватых церквей, анализируются различия, высказываются предположения относительно происхождения формы куба.

Статья отражает результаты исследования, нацеленного на выявление отголосков древних новгородских и московских традиций в деревянном культовом зодчестве. Вопрос о возможности выявления в деревянном зодчестве Севера древних традиций, связанных с основными направлениями освоения и заселения региона, долгое время оставался вне сферы внимания исследователей. На некоторых тенденциях формообразования, связанных с восточными (новгородскими) и западными (московскими) влияниями, заострял внимание

В.П. Орфинский [1, с. 398]. Таким образом, отдельные направления изучения древних архитектурных традиций, связанных с основными потоками освоения региона, оказались намеченными, но в целом тема не изучена.

Исследование, предпринятое автором, базируется на предположении о том, что в архитектуре деревянных храмов Новгородской земли и Московского княжества существовали свои характерные особенности по аналогии с каменной архитектурой периода раздробленности, которая свидетельствует о существовании школ со своими ярко выраженными традициями. Эти особенности оставили свой след в развитии деревянного зодчества Русского Севера и, в силу консервативности народной культуры, продолжали в различных формах существовать и в XVII-XVIII вв. Методика изучения местных особенностей в деревянном культовом зодчестве Севера с целью выявления отголосков древних традиций строится на сопоставлении данных картографического ареалирования исследуемых признаков и сравнительно-типологического анализа. Критериями для определения архитектурных решений, которые могут быть отнесены к отголоскам древних новгородских и московских традиций, являются, во-первых, их ареалы распространения, во-вторых, аналогии с решениями, использовавшимися в каменном зодчестве. Одно подкрепляет другое. Выявленные признаки деревянных культовых построек рассматриваются в контексте общих формообразующих тенденций.

Кубоватым или кубастым обычно называют квадратное в плане покрытие, образуемое пересечением двух бочек и имеющее одинаковый для всех фасадов здания силуэт, напоминающий крупную луковичную главу. Этим же термином иногда называют не только квадратные в плане, но и близкие им по очертаниям восьмигранные покрытия. На самом деле, кубоватые завершения и аналогичные им по силуэту восьмигранные являются различными архитектурными формами. Первое и самое существенное различие между ними – это форма плана, второе – завершение главами. Пятиглавие типично для кубоватых покрытий, восьмигранные покрытия венчались одной главой. Причем восьмигранные луковицеобразные покрытия так и не получили определенного названия. Их называют «баня» (термин, взятый из украинского зодчества), «пучина», «купольный шатер» и т. д.

Наиболее четко определял кубоватые покрытия как четырехгранные формы М.В. Красовский [2, с. 282]. И.Э. Грабарь, А.В. Ополовников, Ю.С. Ушаков допускали несколько вольное отношение к определениям. Учитывая отмеченную разницу между близкими по очертаниям, но квадратными и восьмигранными в плане формами, но главное – их различные ареалы, и во избежание терминологической путаницы кубоватыми мы называем только четырёхгранные завершения.

Кубами покрывались храмы, имевшие разные решения основного сруба: четвериковые и с крещатым основанием, над которым возвышался четверик. Таким образом, кубоватые покрытия всегда располагались над четвериками. Иногда кубы использовались как покрытия приделов, но никогда – в качестве покрытий каких-либо иных частей здания. Название покрытия распространилось и на обозначение типа храмов – кубоватые церкви. Хотя это название условное, основанное только на характере покрытия.

Самой ранней известной кубоватой постройкой считается Пятницкая церковь 1666 г. в селе Шуерецкое. Она отличалась от других кубоватых церквей по масштабу, пропорциям, завершению. Ее куб был сильно вытянут вверх и завершался единственной главой. По ребрам куба были поставлены декоративные кокошники. Согласно историческим источникам, выявленным Е.Б. Заручевской, Пятницкая церковь вместе с рядом стоявшей Никольской в середине XVIII в. были перестроены. Возможно, Пятницкая церковь первоначально имела иное покрытие [3, с. 158].

Кроме того, следующая кубоватая церковь – Вознесенская 1669 г. в селе Кушерека представляет собой полностью сформировавшийся тип четверикового храма с кубоватым верхом, имеющий среди более поздних построек немало аналогов. Между архитектурным решением церквей в Шуерецком и Кушереке слишком большая разница при столь малом временном промежутке, чтобы видеть в них последовательные звенья эволюционной цепи. Венчающий Вознесенскую церковь куб по ширине чуть превышает четверик. Замечательно декоративное убранство верха – в основании центральной главы расположены четыре крупных и объёмных кокошника.

Сретенская церковь 1677 г. в селе Чекуево известна по единственной фотографии, сделанной В.В. Сусловым в 1886 г. [4, с. 117]. Церковь была утрачена еще в конце XIX в. По архитектурному решению основного объема и пропорциональному строю она очень близка к церкви в Кушереке.

Одним из немногих кубоватых храмов, сохранившихся до наших дней, является Никольская церковь 1678 г. в селе Бережная Дуброва (рис. 1). Древнейшую часть здания составляет массивный четверик и почти равный ему по ширине двухчастный алтарь, покрытый бочкой очень больших размеров. Завершение четверика представляет собой уникальный и наиболее сложный пример архитектурного решения. По рёбрам куба традиционно размещены боковые главы. В верхнюю половину куба врезана крещатая бочка, на коньках которой поставлены ещё четыре главы меньшего размера.

Кубоватая Климентовская церковь 1685 г. в селе Пияла входила в состав храмового комплекса [5, с. 7]. К основному четверику храма примыкали прямоугольный алтарь и трапезная, представлявшая собой самостоятельный сруб. Четверик церкви завершался кубом, отличавшимся очень большими размерами.

Преображенская церковь 1687 г. в селе Чекуево отличалась тем, что основу здания составлял крещатый сруб, несущий четверик с кубоватым верхом [5, с. 46]. Восточная алтарная часть основания была пятигранной. Каждая ветвь крещатого сруба была покрыта двумя поставленными одна на другую бочками, нижние из которых несли главы.

Климентовская церковь 1695 г. погоста Усть-Кожа по пропорциям напоминает Вознесенскую церковь в Кушереке и Сретенскую в Чекуево [5, с. 148, 149]. Стройный четверик с выразительным повалом также завершается крупным кубом с компактным пятиглавием, декорированным кокошниками.

Петропавловская церковь в селе Вирма определенной датировки не имеет. По мнению разных исследователей, она относится к концу XVII в. или к середине XVIII в. [6, с. 255]. Особенности архитектурного решения памятника также не позволяют конкретизировать датировку. Основой здания является невысокий четверик, что не характерно для кубоватых церквей XVII в. Такие пропорции получили распространение в следующем столетии. Кубоватое покрытие, по ширине приближенное к основанию, в сочетании с крупными главами, напротив, свойственно постройкам последней трети XVII в.

Неопределенную датировку имеет также Тихвинская церковь в селе Верховье в районе нижней Онеги. Есть сведения о ее постройке в 1675 г. и перестройке в 1783 г. После очередной перестройки храм был вновь освящен в 1865 г. По архитектуре Тихвинская церковь в Верховье более всего близка постройкам второй половины XVIII в., хотя отдельные детали характерны для XVII и XIX-го вв.

В XVIII в. архитектурные решения кубоватых церквей меняются. Пропорции построек становятся более приземистыми: понижаются четверики и сами кубоватые покрытия относительно четвериков становятся меньше. Кроме того, распространяются храмы с приделами, что делало композицию всего здания более распластанной. Упрощается декор.

Характерным примером кубоватого храма XVIII в. является церковь Архангела Михаила в селе Архангело, построенная в 1715 г. (рис. 2). К основному массивному четверику примыкают два прируба. Первоначально здание имело галерею, следы от которой прочитываются на стенах. Кубоватое покрытие уменьшено относительно основания и завершено пятью некрупными главами.

Церковь Алексия Человека Божьего 1721 г. в деревне Куртяево выделяется среди других кубоватых церквей своим одноглавым завершением. В остальном она представляет собой привычную композицию: основной четверик с пятистенным алтарем и трапезной. Куртяево находится не в Поонежье, но тяготеет к западному берегу Двинской губы.

Троицкая церковь 1724 г. в селе Пабережское, известная по снимку А.А. Каретникова и краткому описанию, отличается более сложным решением и величиной [7, с. 108]. Церковь была двухэтажная, четырёхпрестольная. К основному высокому четверику прирублены два одинаковых пятигранных алтаря. Алтарные прирубы были перекрыты крупной растянутой по поперечной оси здания бочкой. Возможно, северный придел был позднейшей пристройкой, но сведениями об этом мы не располагаем. Четверик завершался вытянутым вверх кубом с пятью главами.

Троицкая церковь 1727 г. в селе Подпорожье иллюстрирует дальнейшее усложнение объемной композиции поонежских кубоватых храмов. К основному четверику, завершенному кубом с пятиглавием, позднее с северо-восточной стороны был пристроен Богоявленский придел [5, с. 147; 4, с. 113, 119]. Пониженный по сравнению с основным четверик придела был также покрыт кубом, но имевшим только одну главу. В основании всех глав, включая придел, располагались декоративные кокошники, ориентированные по сторонам куба. Это последняя известная кубоватая церковь, где были использованы кокошники в основании глав.

Вершиной развития кубоватых храмов, отличающихся структурой, усложненной приделами, являются Владимирская церковь 1757 г. в селе Подпорожье (рис. 3) и близкая ей по архитектуре Преображенская церковь 1786 г. в селе Турчасово. Владимирская церковь трёхпрестольная, южный придел Никольский, северный – Пятницкий. Композиция здания развита на основе крещатого плана. Северная, западная и южная ветви основания прямоугольны и покрыты бочками. Восточная часть образована тремя смежными одинаковыми пятистенными алтарными прирубами, объединёнными большой трёхлопастной бочкой. Над средней частью основания возвышается четверик, завершающийся кубом с пятью главами. Центральное пятиглавие и приподнятые на небольших шатрах боковые главы образуют очень выразительную пирамидальную девятиглавую структуру завершения. Церковь в Турчасово по общей объёмно-пространственной структуре близка к Владимирской. Куб Преображенской церкви в верхней части имеет волнообразные очертания граней и по силуэту несколько напоминает трёхлопастную бочку.

Группа кубоватых церквей, близких друг другу по времени строительства и архитектурному решению, находится на верхней Онеге недалеко от Каргополя. Среди них Богоявленская церковь 1757 г. Ольгинского прихода (фотография находится в архиве Каргопольского историко-архитектурного и художественного музея), Покровская церковь 1758 г. Ольховского погоста [8, с. 166], Ильинская церковь 1777 г. в селе Устьволгское [8, с. 170]. Эти постройки отличаются массивными основными четвериками, невысокими растянутыми по ширине кубами с пятиглавым верхом. Кубоватые одноглавые завершения были использованы в качестве покрытий соподчиненных объемов в архитектурном решении Благовещенской церкви 1795 г. в селе Турчасово.

Единственная постройка с кубоватым верхом, расположенная далеко от Онеги и даже не в бассейне Белого моря, – это Ильинская церковь 1798 г. Ильинско-Водлозёрского погоста. По архитектурному решению Ильинская церковь существенно отличается от поонежских кубоватых церквей второй половины XVIII в. Высокий четверик завершается небольшим кубом с одной главой. Четыре стройные боковые главки размещены не на ребрах куба, как обычно, а на полицах. В облике храма доминирует монументальный четверик, кубоватому покрытию отводится достаточно скромная композиционная роль. Водлозеро расположено между Онежским озером и Онегой, но исторически Водлозеро тесно связано с Поонежьем. Водлозёрская волость в XVI-XVII вв. входила в состав Каргопольского уезда.

Традиция возведения кубоватых церквей не угасает и в XIX в. В 1801 г. было завершено строительство Никольской церкви в селе Надпорожье. Это было очень крупное сооружение, по структуре напоминающее церкви в Подпорожье и Турчасове, но с некоторым упрощением форм. Никольская церковь в деревне Унежма, построенная в 1824-1826 гг., отличалась небольшими размерами и имела одноглавое невысокое покрытие. С более ранними кубоватыми завершениями его роднят выпуклые боковые части, придающие постройке силуэт, характерный для храмов Поонежья. К середине XIX в. относятся две схожие друг с другом церкви – Вознесенская в селе Вазенцы и Никольская в деревне Сырья. Основание их еще более занижено, кубоватое покрытие с единственной главой на постаменте по очертаниям приближено к форме купола. Богоявленская церковь в селе Поле, построенная в 1852-1857 гг., обладает также приземистым основанием, но ее кубоватое покрытие по величине и пластичным очертаниям повторяет лучшие образцы XVII в. Правда, завершался куб дощатым постаментом с главкой. Преображенская церковь 1878 г. в поморской деревне Нименьга имеет массивное основание с кубоватым покрытием, в очертаниях которого просматривается традиционная пластика, но вследствие своей величины куб чрезмерно растянут по ширине.

Основные различия в устройстве кубоватых завершений заключаются, во-первых, в пропорциях относительно четверикового основания, во-вторых, в самой форме куба, в-третьих, в сочетании куба с главами. Первый признак определяет композиционную значимость завершения в общем архитектурном облике здания. Второй признак позволяет проследить видоизменения традиционной формы куба. Третий признак, как правило, отличает постройки, расположенные внутри основной части ареала распространения, от тех, что находятся на его окраинах.

Локальное распространение этой традиции отчетливо видится уже на примерах наиболее ранних известных кубоватых церквей в последней трети XVII в. Расположенные в районе нижней Онеги храмы отличаются наиболее выразительными архитектурными решениями. Для них характерны высокие четверики, где высота превосходит длину стороны более, чем в полтора раза. Кубоватые завершения по ширине равны четверику или даже превышают его.

Очертания куба пластичные, напоминающие луковичные главы с подтянутой нижней частью. Завершаются кубы компактно стоящими пятью достаточно крупными главами. Все эти признаки определяют типичный для того времени облик кубоватого храма.

Ареал распространения кубоватых церквей в последней трети XVII в., кроме нижнего течения Онеги, где они были преобладающим типом храма, охватывает юго-западный (Поморский) берег Онежской губы. Уже в этот период заметны различия между архитектурными решениями церквей в основной части ареала и на его окраинах. Так, церковь в Бережной Дуброве находится ближе к верховьям Онеги и обладает наиболее сложной структурой верха. Церковь в Шуерецком, отстоявшая далеко на запад, напротив, имеет упрощенное решение. Местоположение и архитектура бережнодубровской церкви допускает, что кубоватые покрытия могли прийти на Онегу с юга, из центра страны. Архитектурное решение церкви в Шуерецком, по-видимому, является репликой величественных кубоватых церквей нижней Онеги.

В XVIII в. ареал распространения кубоватых церквей расширяется. Он охватывает все Поонежье вплоть до верховьев и даже немного выходит за пределы бассейна Онеги. В первой половине столетия архитектурно-художественные качества кубоватых церквей, по сравнению с XVII в., заметно снижаются. Постройки этого периода не обладают былой стройностью и изяществом. Особенно это заметно на примере кубоватых церквей верхней Онеги. Кубы формально повторяются в архитектурных решениях многих поонежских церквей, но их композиционной роли и декоративной обработке не придается столько значения, как в предшествующем столетии.

Вместе с тем, церкви с кубоватыми покрытиями, строившиеся в низовьях Онеги, обладают по-прежнему самыми выразительными решениями. Здесь постройки отличаются и наибольшим масштабом. Их кубоватые завершения, хотя по ширине уступают четвериковому основанию, сохраняют характерные для XVII в. очертания.

Решения кубоватых церквей, расположенных за пределами Поонежья, в XVIII в. отличаются от тех, что возводились по берегам Онеги. Например, церковь в Куртяево выделяется одноглавым завершением, не характерным для Поонежья. Церковь на Водлозере, как мы рассматривали выше, представляет собой вообще весьма необычный пример использования формы куба.

Не исключено, что и восьмигранные луковицеобразные завершения, характерные для среднего течения Двины и Поважья, являются переработкой формы куба применительно к распространенным там восьмигранным церковным срубам. Одним из ранних примеров устройства подобных завершений является Никольская церковь в селе Зачачье, перевезённая из Емецкого острога в 1687 г. Считается, что луковицеобразное завершение церковь получила после поражения молнией в 1748 г. [5, с. 154]. Однако по неопубликованному заключению Е.Б. Заручевской, основанному на архивных источниках, в середине XVIII в. верх церкви не перестраивался, следовательно, его форма существовала с 1687 г. Более того, Е.Б. Заручевская располагает сведениями о том, что после переноса храма из Емецка он завершался пятью главами, которые в начале XVIII в. были удалены из-за протечек. Действительно, если главы, стоявшие на ребрах куба были защищены от стока атмосферных осадков за счет скатов, то на восьмигранном покрытии основания боковых глав оказывались подверженными непосредственному воздействию влаги. Все более поздние церкви с луковицеобразными завершениями имели только одну главу (Введенская церковь 1717 г. в селе Пингишское, Иоанна Златоуста 1733 г. в Березницком, Знаменская церковь 1762 г. в селе Кицкое, Власьевская 1795 г. в селе Тулгас и другие). Ареал их распространения включает часть бассейна Северной Двины, прилегающую к Поонежью. Кроме того, Зачачье находится близ устья реки Емцы, издревле связывавшей Поонежье и Северодвинское поречье. В XVI-XVII вв. почти весь район течения Емцы входил в территорию Каргопольского уезда. Вполне вероятно, что появление новой формы завершения в архитектуре северодвинских и поважских церквей произошло под влиянием поонежских традиций.

В XIX в., когда традиционные для деревянного зодчества приемы и формы уступают место решениям, пришедшим из профессиональной архитектуры, в храмовом строительстве нижней Онеги, как и раньше, сильны местные предпочтения. Конечно, кубоватые покрытия здесь трансформируются, меняются их пропорции, но устойчивое сохранение основных типологических характеристик этой древней формы налицо.

Это подтверждается и местными особенностями в архитектурных решениях колоколен. В XIX в. на ряде колоколен в районе нижней Онеги первоначальные шатровые покрытия были заменены куполами со шпилями. Так было с колокольней в Унежме в конце XIX в.,

зафиксированной на фотографиях до и после перестройки. Завершение колокольни в Подпорожье XVIII в. также было перестроено в середине XIX в. Некоторые поздние колокольни, например в Вазенцах, Ворзогорах, Кушереке, возводились с купольными покрытиями сразу. На большинстве колоколен в районе нижней Онеги основание купола немного заужено, так что самая широкая часть находилась выше (колокольни в деревнях Макарьинской, Малошуйке, в селах Верховье, Турчасово и другие). Эти формы по очертаниям похожи на покрытия поздних кубоватых церквей. Кроме того, верхняя часть куполов колоколен в Верховье и Вазенцах немного вытянута, что делает их еще более похожими на кубы. Причина широкого распространения куполов с видоизменёнными очертаниями в районе нижней Онеги, очевидно, заключается в их сходстве с кубоватыми покрытиями и бочками.

Таким образом, на протяжении всего известного периода строительства кубоватых церквей нижняя Онега остается центром распространения традиции. В этом районе сформировались и отличались особой устойчивостью приемы, типичные для устройства кубоватых покрытий. По мере удаления от нижней Онеги решения кубоватых церквей меняются, отступая от онежских образцов, причем везде по-разному.

Если распространение кубоватых церквей видится вполне отчетливо, то происхождение их несколько неопределенно. Как неоднократно отмечалось, появление кубоватых покрытий связано с заменой шатра на иные типы завершений в силу требований высшего духовенства. Действительно, форма куба позволяла сочетать сомкнутое покрытие с каноничным пятиглавием. Однако, массовое возведение церквей с шатровыми завершениями на Севере вплоть до конца XVIII в. не позволяет однозначно связывать появление кубоватых покрытий с церковными реформами, на что справедливо указывали многие исследователи деревянного зодчества.

На раннем этапе изучения народного зодчества имело место предположение, высказанное И.Э. Грабарем, об украинском происхождении куба [9, с. 402]. Влияния украинской архитектуры, безусловно, были. Расчлененные на ярусы объёмы и криволинейные формы завершений, свойственные зодчеству Украины, схожи с решениями, развивавшимися в русской архитектуре второй половины XVII в. Формы украинских церквей могли быть легко использованы в архитектурных решениях русских построек. Однако предположение об украинском влиянии на образование формы куба выглядит неправдоподобно. Сводчатые, по очертаниям близкие к кубоватым, завершения в деревянном зодчестве Украины, действительно, имели самое широкое распространение. Но это были преимущественно восьмигранные формы – так называемые «бани». Четырёхгранные покрытия в большинстве своём были прямоскатные в виде приземистых шатров, а если криволинейные – то небольшие по величине, сочетавшиеся с ярусной структурой основания.

И.Э. Грабарь видел в форме куба комбинацию бочки и шатра. М.В. Красовский полагал, что «форма куба настолько проста и так близка к луковичным главам и бочкам наших церквей, что легко могла зародиться на русской почве сама собой, без каких-либо посторонних влияний» [2, с. 273]. А.В. Ополовников появление куба связывал с общим поворотом русской эстетики XVII в. в сторону большей живописности и придерживался мнения М.В. Красовского о происхождении данной формы. В.П. Орфинский отмечал, что криволинейные формы покрытий естественным образом моделируются на основе более простых прямоскатных: «прямые рёбра невысоких четырёхгранных шатров изгибаются по килевидной кривой, и рождается новая форма покрытия – «куб». Изгибаясь по такой же кривой, двухскатные крыши превращаются в бочки…» [10, с. 52-53].

Кубоватые завершения ранее последней трети XVII в. не встречаются ни на каменных, ни на деревянных храмах. Единственным известным примером использования кубоватых покрытий в гражданской архитектуре является деревянный царский дворец в Коломенском, в комплекс которого входила завершавшаяся кубом столовая палата, построенная в 1681 г. Саввой Дементьевым, крепостным боярина И.П. Шереметьева [5, с. 208]. В архитектуре коломенского дворца присутствовали определенные новации, связанные с европейскими влияниями, а именно: декоративная обработка фасадов, убранство интерьеров, стремление к упорядоченности и регулярности объемно-планировочной структуры [11, с. 28-29]. Вместе с тем, в компоновке разновеликих объёмов-клетей, разнообразии их завершений, устройстве крылец и переходов, очевидно, присутствуют приёмы, свойственные традиционному деревянному зодчеству.

Обращает на себя внимание упоминание о том, что столовая палата коломенского дверца возведена на месте старой повалуши. Так называли башни, обычно доминировавшие в комплексе хором. Повалуша хором Строгановых в Сольвычегодске XVI в., известных по

старинному рисунку, завершалась бочкой [5, с. 207]. Возможно, столь выразительное и композиционно значимое покрытие относительно невысокой столовой палаты 1681 г. появилось в результате повторения формы завершения предшествующей постройки.

Многие исследователи деревянного зодчества проводили параллель между кубоватыми церквями и хоромами [6, с. 254]. В развитии хоромной и культовой архитектуры, несомненно, присутствовали одни и те же тенденции, выражавшиеся в пластическом и декоративном усложнении завершений, что в целом соответствовало общей направленности в русском зодчестве второй половины XVII в. Церковные постройки в то время обильно насыщаются декоративными деталями, в том числе заимствованными и из гражданской архитектуры. И все же, кубоватые завершения, также как и бочки, представляли достаточно непривычную для церковного здания форму, и видимо, поэтому не получили широкого распространения, а стали одними из местных северорусских традиций.

Вопрос происхождения кубоватых церквей, по-видимому, надо рассматривать в контексте развития архитектурных традиций Поонежья. Характерной особенностью поонежских и поморских крещатых шатровых храмов в период до последней трети XVII в. было покрытие выступающих частей основания системой поставленных одна на другую бочек, сочетающееся с обработкой декоративными кокошниками (Никольская церковь Александро-Ошевенского монастыря середины XVI в. по иконописным изображениям XVII в. [12, с. 333-346], Вознесенская церковь 1654 г. в селе Пияла, Климентовская церковь 1501 г. или XVII в. в селе Уна [5, с. 93]). Устройство отдельных диагонально ориентированных кокошников в Поонежье и на побережье Онежской губы Белого моря нашло применение в архитектурном решении шатровых церквей с основанием в виде восьмерика на четверике (Никольская церковь 1618 г. в селе Пурнема, церковь Иоанна Златоуста 1665 г. в селе Саунино и другие). Видимо, в этот период в Поонежье уже существовали колокольни на высоком четверике, которые, как мы видим на примерах более поздних построек, также имели обработку кокошниками (в Александо-Ошевенском монастыре по изображениям XVII в., в деревнях Макарьинской начала XVIII в., Унежме 1792 г. и другие).

Так, в различных типах построек, благодаря единым приёмам архитектурно-декоративной обработки просматриваются общие стилистические черты. Основной отличительной особенностью деревянного культового зодчества Поонежья до последней трети XVII в. было широкое применение бочек и кокошников в качестве покрытий соподчинённых объёмов и деталей. Именно это и должно было послужить причиной появления здесь формы куба как церковного завершения. В дальнейшем (конец XVII-XVIII вв.) в деревянном зодчестве региона крупные архитектурные объёмы, наряду с кубами, покрываются бочками и трехлопастным бочками, тогда как детали и отдельные элементы, выполненные в виде бочек, напротив, исчезают. Преемственность развития поонежских архитектурных традиций в XVII-XVIII вв. видится в том, что использование мотива бочки в архитектурных деталях подготовило появление форм, образованных на основе бочки, и применение их в качестве завершений крупных архитектурных объёмов.

Важным подтверждением генетической связи куба и бочки служит упоминаемая Е.Б. Заручевской порядная запись на реконструкцию Пятницкой церкви в Шуерецком середины XVIII в., где куб назван «бочкой на четыре ската» [3, с. 158].

Одной из самых широко используемых форм в деревянном зодчестве были бочки, служившие основой для формирования самых разнообразных композиций [13, с. 49]. Производной от простой бочки является крещатая бочка. Она образуется путем пересечения двух бочек под прямым углом. Применение крещатых бочек в деревянном церковном строительстве достаточно широко и разнообразно, хотя в чистом виде крещатые бочки как церковные завершения встречаются редко. Обычно они включаются в более сложные ярусные структуры завершений.

Характер распространения бочек и крещатых бочек свидетельствует, что эта форма относится к московской (общерусской) традиции. Ареал их распространения включает главным образом бассейны рек Онеги и Северной Двины – основных торговых дорог Русского Севера, связывавших центр страны с Беломорьем. Различия в рассматриваемых архитектурных решениях, оценка их композиционной значимости в общей структуре храмов указывает на то, что бочки и крещатые бочки были привнесены на Север из центра страны.

Кроме того, не вызывает сомнения происхождение бочек от позакомарных покрытий. Бочка, по сути, повторяет форму цилиндрического свода с заостренным вверх ребром для предохранения от промокания [2, с. 93, 201]. Бочки северорусских деревянных храмов логично

сопоставляются с формами закомар с килевидными завершениями, составлявшими одну из характерных особенностей раннемосковского каменного зодчества.

Итак, кубоватые покрытия, как мы видим, одновременно использовались и в хоромном строительстве центральной России и в культовом зодчестве Онеги. Достоверно неизвестно, применялась ли форма куба в качестве церковного завершения в деревянном зодчестве среднерусских земель, но отсутствие подобных решений в других регионах страны (в отличие от клинчатых с полицами покрытий и бочек) склоняет к мысли, что нет. Особая устойчивость использования кубоватых покрытий в культовом зодчестве нижней Онеги в XVII-XIX вв. и различные изменения в архитектурных решениях кубоватых церквей на окраинах ареала указывают на то, что это местная традиция. Родственная связь куба и бочки и принадлежность последней к особенностям московской архитектуры позволяет рассматривать кубоватые покрытия как отголосок московских традиций.

Распространение кубоватых церквей именно на нижней Онеге логично объясняется большей удаленностью этого района от центра страны, по сравнению с районом верхней Онеги, для которого характерно использование бочек. На отдаленных территориях могли появляться соответственно и более вольные отступления от столичных образцов, известные формы могли использоваться по-новому, как это стало с кубоватыми покрытиями применительно к церковным завершениям.

Рис. 1. Никольская церковь 1678 г. в д. Бережная Дуброва. Рис. автора

Рис. 2. Церковь Михаила Архангела 1715 г. в с. Архангело. Рис. автора

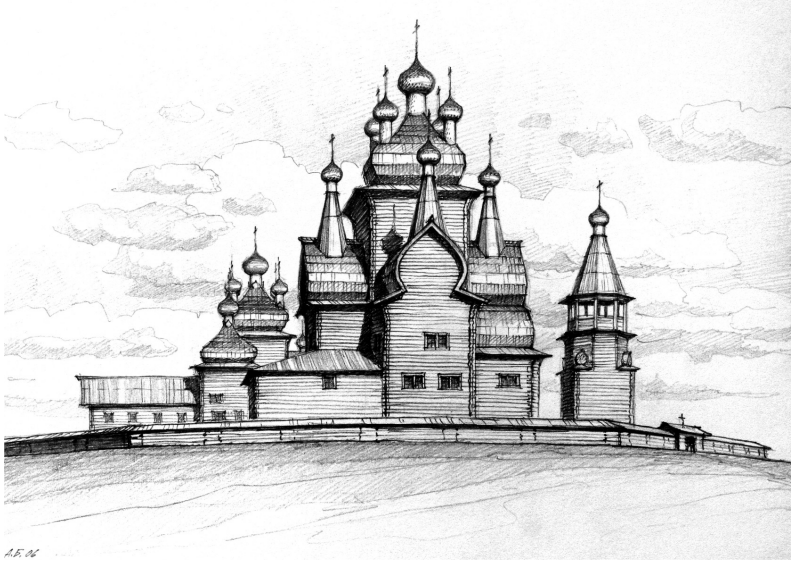


Рис. 3. Храмовый комплекс в с. Подпорожье. Впереди – Владимирская церковь 1757 г., на дальнем плане – Троицкая церковь 1727 г. Реконструкция автора

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Орфинский В.П. Храмостроительные школы в народном деревянном зодчестве Русского Севера // Локальные традиции в народной культуре русского Севера (Материалы IV Международной научной конференции «Рябининские чтения-2003»). – Петрозаводск: КНЦ РАН, 2003. – С. 396-400.
2. Красовский М.В. Энциклопедия русской архитектуры. Деревянное зодчество. – СПб.: «Сатисъ», 2002. – 384 с.
3. Заручевская Е.Б. Василий Корсаков и его храмы // Деревянное зодчество. Новые исследования и открытия. М. – СПб.: Издательский дом «Коло», 2010. – С. 147-163.
4. Ушаков Ю.С. Ансамбль в народном зодчестве Русского Севера. – Л.: Стройиздат, Ленинградское отделение, 1982. – 168 с.
5. Забелло С., Иванов В., Максимов П. Русское деревянное зодчество. – М.: Издательство Академии архитектуры СССР, 1942. – 216 с.
6. Ополовников А.В. Русское деревянное зодчество. Памятники шатрового типа. Памятники клетского типа и малые архитектурные формы. Памятники ярусного, кубоватого и многоглавого типа. – М.: Искусство, 1986. – 312 с.
7. Известия Императорской археологической комиссии. Выпуск 41. – СПб.: Типография Главного управления уделов, 1911. – 240 с.
8. Известия Императорской археологической комиссии. Выпуск 52. – Пг.: Типография Главного управления уделов, 1914. – 216 с.
9. Грабарь И.Э. История русского искусства. Т. 1. Деревянное зодчество. – М.: Кнебель, 1910. – 512 с.
10. Орфинский И.П. Путь длиною в шесть столетий. – Петрозаводск: Издательство ПГУ, 1972. – 120 с.
11. Бусева-Давыдова И.Л. К интерпретации идейного замысла Коломенского дворца // Архитектура мира. Выпуск 2. – М.: Стройиздат, 1993. – С. 28-32.
12. Мильчик М.И. Северный деревянный монастырь на иконах XVII-XIX вв. // Памятники культуры. Новые открытия. Ежегодник 1978. – Л.: Наука, 1979. – С. 333-346.
13. Орфинский В.П., Гришина И.Е. Типология деревянного культового зодчества Русского Севера. – Петрозаводск: Издательство ПГУ, 2004. – 280 с.

REFERENCES

1. Orfinskiy V.P. Temples construction schools in folk wooden architecture of the Russian North // Local traditions in folk culture of the Russian North (Materials of IV International scientific conference «Ryabininskie chtenia – 2003»). – Petrozavodsk: KNC RAN, 2003. – P. 396-400.
2. Krasovsky M.V. Encyclopedia of Russian architecture. Wooden architecture. – SPb.: «Satis», 2002. – 384 p.
3. Zaruchevskaya E.B. Vasilii Korsakov and his temples // Wooden architecture. New researches and discoveries. M. – SPb.: Izdatelskii dom «Kolo», 2010. – P. 147-163.
4. Ushakov Y.S. Ensemble in folk architecture of the Russian North. – L.: Stroiizdat, Leningradskoe otdelenie, 1982. – 168 p.
5. Zabello S., Ivanov V., Maksimov P. Russian wooden architecture. – M.: Izdatelstvo Akademii arhitecturui USSR, 1942. – 216 p.
6. Opolovnicov A.V. Russian wooden architecture. Monuments of hipped roof type. Monuments of «klets» type and small architectural form. Monuments of level, cube and many headed type. – M.: Iskusstvo, 1986. – 312 p.
7. News of Imperial archaeological commission. Issue 41. – SPb.: Tipografia Glavnogo upravleniya udelov, 1911. – 240 p.
8. News of Imperial archaeological commission. Issue 52. – Pg.: Tipografia Glavnogo upravleniya udelov, 1914. – 216 p.
9. Grabar I.E. History of Russian art. Wooden architecture. – M.: Knebel, 1910. – 512 p.
10. Orfinskiy V.P. Way along six centuries. – Petrozavodsk: Izdatelstvo PGU, 1972. – 120 p.
11. Buseva-Davidova I.L. The interpretation of idea concept of Kolomenskoe palace // Architecture of the world. Issue 2. – M.: Stroiizdat, 1993. – P. 28-32.
12. Milchik M.I. Northern wooden monastery on the icons of XVII-XIX century // Monuments of culture. New discoveries, 1978. – L.: Nauka, 1979. – P. 333-346.
13. Orfinskiy V.P. Grishina I.E. Typology of wooden cult architecture of the Russian North. – Petrozavodsk: Izdatelstvo PGU, 2004. – 280 p.

УДК 711.4.-168 (470.41)
Давлетшина А.Х. – магистр
E-mail: ukl5@mail.ru
Ланцов В.М. – профессор
E-mail: lantsov_76@mail.ru
Куликов Д.А. – старший преподаватель
E-mail: dmitry.kulikov@bk.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ПРОЕКТ РЕКОНСТРУКЦИИ КВАРТАЛА СТАРО-ТАТАРСКОЙ СЛОБОДЫ И МОДЕЛЬ БЛАГОПРИЯТНОГО ИНВЕСТИЦИОННОГО КЛИМАТА

АННОТАЦИЯ

Наличие охраняемой законом частной собственности на разные участки территории и строительные объекты, в том числе на памятники архитектурного наследия, находящиеся на территории Старо-Татарской слободы города Казани, создает комплекс правовых, менеджерских, экономических и иных проблем для ее реконструкции. Для решения такого комплекса проблем и осуществления проекта реконструкции слободы предлагается инновационный подход. Сущность подхода заключается в разработке и в предложении комплекса нормативно-правовых мер и действий органов местного самоуправления, который призван обеспечить создание на территории слободы благоприятного инвестиционного климата для осуществления планируемой реконструкции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: проект реконструкции, закон, программа, благоприятный инвестиционный климат, собственность, недвижимость, модель, функциональное зонирование территории, Старо-Татарская слобода, улица Тукая.

Davletshina A.H. – magistrate
Lantsov V.M. – professor
Kulikov D.A. – senior lecturer
Kazan State University of Architecture and Engineering

THE OLD TATAR SETTLEMENT AREA RECONSTRUCTION PROJECT AND THE MODEL OF THE FAVORABLE INVESTMENT CLIMATE

ABSTRACT

Various kinds of territories and construction facilities as well as architectural heritage monuments undergo the law of private ownership in Tatarstan. Due to the fact that there exists a set of legal problems as well as of management, economic ones, it is not easy to arrange reconstruction of the privately owned architectural heritage monuments on the territory of the Old Tatar Settlement of Kazan city. An innovative approach is proposed to solve those problems and to fulfill the project of reconstruction of the above mentioned Settlement. The core of the approach is in working out of a set of direct regulations and procedures on the part of the public authorities in order to condition favorable investment climate on the territory of Settlement in order to realize the reconstruction planned.

KEYWORDS: the project of reconstruction, the law, a program, a favorable investment climate, the property, a real estate, a model, functional zoning of territory, the Old Tatar settlement, Tukay street.

Введение

Базовые условия. Старо-Татарская слобода находится в центральной части города Казани на берегу озера Нижний Кабан (рис. 1). Территория уже более четырехсот лет формирует национальный облик главного города республики [1-2, 3-5]. На рисунке 1 изображена текущая застройка слободы с выделением памятников культурного наследия и особо ценных зданий, которые предлагается сохранить в процессе реконструкции. Все остальные объекты, отраженные в ситуационном плане, и соответствующие квартальные территории слободы являются объектом реконструкции и сноса с последующей перепланировкой территории.

Цель проекта реконструкции – повышение эффективности использования территории слободы в качестве селитебной зоны с развитой социально-культурной инфраструктурой при сохранении и эффективном использовании памятников архитектурного наследия и других ценных зданий.

Рис. 1. Ситуационный план. Памятники культурного наследия

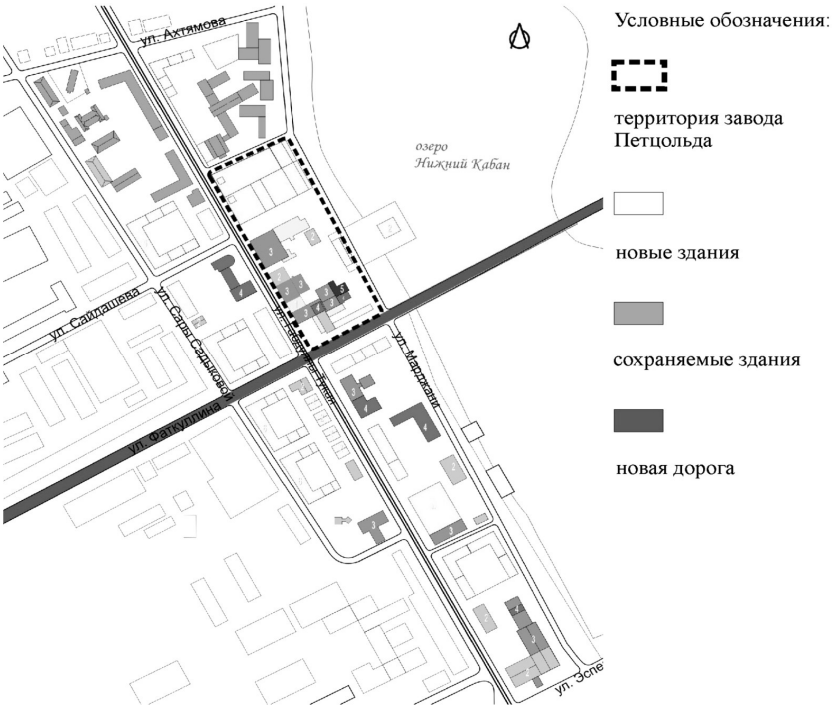


Рис. 2. План реконструкции

Предлагаемый вариант проекта реконструкции отражен на рис. 2. На рисунке показан проект нового зонирования территории и проект новой ее застройки. В нем отражены следующие концептуальные архитектурно-градостроительные решения:

1. Увеличение плотности жилищной застройки с увеличением числа постоянно проживающих граждан на территории слободы с 820 до 4000 человек;
2. Строительство новой транспортной магистрали, пересекающей территорию слободы и связывающей ее с территорией и транспортными магистралями, находящимися на противоположном берегу озера Нижний Кабан (с обоснованием необходимости ее строительства);
3. Расширение и увеличение пропускной возможности транспортной магистрали – улицы Марджани, проходящей вдоль берега озера Нижний Кабан;
4. Сохранение (и реконструкция) памятников архитектурного наследия на территории слободы и формирование соответствующей туристической культурной зоны;

5. Обособление территории бывшего пивоваренного завода, находящейся в частной собственности, в отдельный объект реконструкции с целью обособления благоприятного инвестиционного климата на этой территории с учетом прав ее собственника;
6. Развитие благоустройства и социального назначения берега озера Нижний Кабан, прилегающего к территории слободы.

Проблемы проектирования и реализации проекта. Реализация градостроительного проекта реконструкции Старо-Татарской слободы оказывается ограниченной правовыми, юридическими, организационно-управленческими и экономическими условиями.

Наличие первой основной проблемы обусловлено необходимостью признания и обеспечения равной защиты частной, государственной, муниципальной и иных форм собственности на все виды недвижимости на территории слободы, как это установлено в статье 8 Конституции Российской Федерации [5]. Проблема заключается в том, чтобы обеспечить соответствие градостроительного проекта реконструкции указанной законодательной норме и создать условия для добровольного участия всех собственников всех видов недвижимости, находящихся в слободе, в едином градостроительном проекте.

Вторая основная проблема заключается в том, чтобы предусмотреть осуществление инвестиционных проектов по реконструкции слободы преимущественно за счет средств, прав и свобод существующих и будущих собственников недвижимости, а также иных привлеченных ими инвесторов. Такой подход «бумерангом» возвращается к разработчикам проекта реконструкции и требует учета будущих прав собственников построенных или реконструированных объектов путем функционального зонирования территории слободы в привязке к праву собственности на недвижимость.

Третья основная проблема заключается в том, чтобы одновременно с архитектурно-градостроительной компонентой проекта разработать и предложить органам местного самоуправления г. Казани такую модель организационно-правового и управленческого обеспечения проекта реконструкции, которая позволит осуществить единое управление проектом реконструкции и достичь целей реконструкции, законно укрепив позиции муниципальной власти на территории слободы.

Вариант комплексного решения этой группы проблем условно назван «моделью благоприятного инвестиционного климата» для осуществления реконструкции Старо-Татарской слободы г. Казани.

Модель благоприятного инвестиционного климата.

Под моделью благоприятного инвестиционного климата в работе понимается вариант программной муниципальной политики по созданию на конкретной территории законных условий и правил, регламентирующих и регулирующих хозяйственную и иную деятельность всех субъектов, обладающих правом собственности на все виды недвижимости на выделенной территории.

При разработке такой муниципальной политики использован анализ опыта руководства США [6] по разработке в стране политики «благоприятного инновационного климата», а также опыт руководства Республики Татарстан по созданию в республике благоприятного инвестиционного климата для строительства жилищного фонда, скрытого под девизом модели «социальная ипотека». Без анализа татарстанской политики укажем основные нормативные акты, находящиеся в основе этой политики: Указ Президента РТ [7] и закон Республики Татарстан от 2004 года [8].

В целом муниципальную градостроительную политику, названную «моделью благоприятного инвестиционного климата», создаваемого для реализации архитектурной стратегии градостроительного проекта, предлагается условно назвать «Муниципальной социальной программой развития строительства и реконструкции Старо-Татарской слободы города Казани».

В рамках такой комплексной программной политики предлагается использовать следующие виды частных муниципальных политик:

1. политику инвестиционного налогового кредита;
2. политику мотивационного обеспечения политики инвестиционного налогового кредита;
3. социально ориентированную контрактную политику в рамках «частно-муниципального партнерства»;
4. политику инновационного налогового кредита;
5. политику поддержки кооперативного жилищного строительства без использования ипотеки;
6. политику поддержки малого инновационного предпринимательства на территории зоны;

7. политику развития единого комплекса форм общей и частной собственности в выделенной зоне и ее частную разновидность – политику функционального зонирования территории при разработке градостроительного проекта.

Все предлагаемые политики имеют свое назначение, директивное и контрактное содержание, выражение и взаимосвязаны друг с другом, образуя целостную модель. В данной работе рассматривается (предлагается и детализируется) смысл и назначение первой и седьмой частных политик.

1. Основы политики инвестиционного налогового кредита.

Юридические основы этой политики основаны на праве «органов местного самоуправления» самостоятельно решать вопросы «местного значения», устанавливать ставки налога на недвижимое имущество в рамках, установленных федеральным законом, а также предоставлять субъектам, находящимся на территории «муниципального образования», кредит за счет муниципальных средств.

В рамках таких прав и юридических норм «органы местного самоуправления» (ОМСУ) вправе на разные территории «муниципального образования» устанавливать:

- максимально разрешенные законом налоговые ставки на земельные участки и иные объекты недвижимости (для юридических и физических лиц);
- максимальную приближенность «инвентаризационных цен» (базы налогообложения) на объекты недвижимости к рыночным ценам в данном «муниципальном образовании».

В то же время, на заявительной и договорной основе в соответствии с муниципальным законом ОМСУ вправе:

- максимально снижать налоговые ставки в пределах, установленных федеральным законом;
- варьировать условия и правила определения «инвентаризационной цены» объекта недвижимости;
- предоставлять на договорных условиях отсрочку от уплаты налога на недвижимость, поступающего в бюджет «муниципального образования».

Эффективное использование последнего из указанных видов прав ОМСУ характеризует основы политики «инвестиционного налогового кредита».

Формальная основа этой политики заключается в следующем:

1. Всем юридическим лицам – собственникам земельных участков и строительной недвижимости – предоставляется на основе договора отсрочка от уплаты налога на недвижимость при условии, что предоставленный таким образом «налоговый кредит» используется для осуществления инвестиционного проекта в рамках плана реконструкции и строительства Старо-Татарской слободы;
2. При соблюдении условий договора об инвестиционном налоговом кредите, которые специальным образом дифференцированы, по завершении договора:

- кредит считается использованным надлежащим образом и полностью безвозвратным;
- возвращается без уплаты процентов часть «налогового кредита».

3. При нарушении условий договора, в том числе при нецелевом использовании предоставленного «налогового кредита», заемщик обязан досрочно вернуть кредит вместе с начисленными процентами за пользование кредитными ресурсами.

Полный комплекс мер и действий, который окажется необходимым и достаточным для организации и управления процессом и результатом реконструкции и нового строительства на территории слободы, оказывается сложным, требующим экспериментальной проверки и экспериментальной коррекции. Поэтому далее он не детализируется, образуя «авторское ноу-хау».

При разработке конкретных условий, правил и норм инвестиционного налогового кредита предлагается использовать следующие принципы:

1) ежегодные поступления налоговых средств и сборов после реализации инвестиционных проектов и использования инвестиционного налогового кредита в бюджеты всех уровней (в сумме) и в муниципальный бюджет (в частности) должны существенно превышать сумму предоставленного муниципального налогового кредита;
2) число рабочих мест, а также объем, ассортимент и качество рыночных товаров (продукции, работ, услуг), производимых (оказываемых) на территории слободы, должно в результате реализации программной политики стать объектом муниципального планирования в рыночных условиях согласно договорным обязательствам;

3) осуществление в рамках муниципальной программы жилищного строительства на территории слободы должно исключать риски утраты прав граждан на жилище, обеспечивать высшую доступность для граждан жилищного строительства без использования законодательства об ипотеке и приносить более гарантированную прибыль застройщикам – строительным предпринимателям;
4) создание и охрану единства общей коммунальной, в том числе муниципальной, собственности и частной собственности на территории слободы (впервые в России).

Необходимость реализации последнего принципа, а также соблюдения норм статьи 8 (ч. 2) Конституции Российской Федерации приводит к необходимости внесения корректив в разработку градостроительного проекта, которые выше условно названы «политикой функционального зонирования территории» при разработке градостроительного проекта.

1. Причины, сущность и характер «функционального зонирования территории» при разработке градостроительного проекта.

Для простоты рассмотрения к представлениям о необходимости и сущности «функционального зонирования территории» подойдем поэтапно («по шагам»), переходя от простых представлений к более сложным, используя идеологию, развитую в работе [9].

Шаг-1. Модель простейшего жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ).

Прежде, чем ввести модель простейшего ЖКХ, необходимо определиться с сущностью понятий «хозяйство», «хозяин» и «собственность». Хозяйство – неоднородная система, состоящая из человека (хозяина), недвижимого имущества и связи между ними, называемой властью хозяина над недвижимым имуществом (авторское представление о «хозяйстве»). Иные трактовки термина «хозяйство» даны в работах [10, 11, 13]. Полагается, что в законах России даны неудачные определения. Хозяйство не является процессом (деятельностью), к тому же оторванным от результата. Кроме этого, у деятельности, в отличие от тела, нет «формы». Объединение граждан не является хозяйством, например – домовладением. В хозяйстве может осуществляться какая-то производственная деятельность по какому-то конкретному способу. Но хозяйство не является ни деятельностью, ни ее способом и т.д. Поэтому в научной работе авторы вынуждены отказаться от приведенных интерпретаций.

Хозяин – субъект, осуществляющий власть над своим недвижимым имуществом.

Имущество – вещь, присвоенная субъектом (находящаяся во власти хозяина).

Хозяйствование – деятельность по удовлетворению хозяином своих потребностей за счет власти над своим имуществом.

Власть хозяина над имуществом может быть полной или ограниченной, бессрочной или срочной, исключительной (монопольной) или совместной с кем-либо. На этой основе возникли представления о «собственности». Собственность – полная, бессрочная и монопольная власть человека (собственника) над вещью (авторская трактовка [9]). Иные трактовки термина «собственность» даны в работах [14, 15].

Авторская позиция соответствует юридическим традициям Древнего Рима, Франции, Российской Империи (ст. 420 Свода Законов Российской Империи) и другим прогрессивным законодательным нормам. Имущество является не собственностью. Оно является объектом собственности (объектом власти собственника). У вещей нет такого свойства, и они не властвуют. Если собственность отождествить с имуществом, то возникает опасная для граждан проблема. Например, имуществу нет необходимости удовлетворять потребности в пище, в жилище, в одежде и т.п. Отождествление собственности с имуществом позволяет аннулировать назначение собственности и превратить ее в инструмент обременения и истребления граждан. По этим причинам авторы вынуждены отказаться в научной работе от иных трактовок.

Теперь построим модель простейшего ЖКХ, которое образуют на договорной основе участники общей собственности на общее имущество, разделяя его на два компонента (рис. 3).

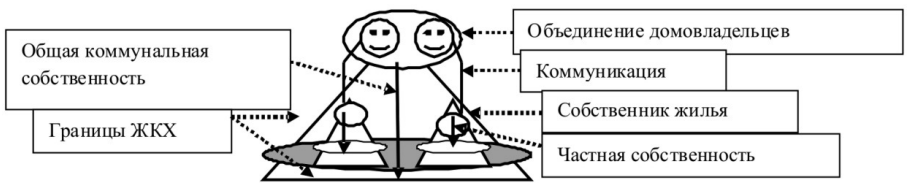


Рис. 3. Модель ЖКХ на базе двухквартирного дома

На рисунке изображено одно большое хозяйство (ЖКХ), в вершине которого символически изображен коллективный собственник такого хозяйства («жилищная коммуна»). Внутри большого общего хозяйства согласно договору между участниками созданы два малых частных (жилищных) хозяйства. В роли собственников жилья выступают те же самые физические лица, которые являются домовладельцами – участниками общей собственности на общее имущество в двухквартирном доме. Физических лица – два, а число функционеров равно 4. Два из них образуют «коммуну» (объединение участников общей собственности на общее имущество), а другие 2 функционера индивидуально осуществляют частную собственность в обособленных жилищных хозяйствах. Путать разных собственников, осуществляющих власть над разным имуществом, нельзя. Именно такая путаница порождает множество понятийных и других ошибок.

Поскольку в роли и «участника общей собственности», и собственника обособленного помещения выступает одно и то же физическое лицо, изображения этих двух субъектов (функционеров) на рис. 3 связаны между собой. Линия такой связи названа «коммуникацией». Приходя на собрание «коммуны», физический субъект решает вопросы осуществления общей собственности, а приходя в свое жилье – вопросы частной собственности внутри жилья Коммуникация (в социальных системах) – путь перехода одного и того же человека из одного функционального состояния в другое состояние, связывающий между собой наименования одного и того же физического лица при осуществлении им разных видов деятельности и взаимодействий с другими лицами (авторская трактовка [9]). Иные представления на эту же тему отражены в работе [16]. Возвращаясь к модели, изображенной на рис. 3, обратим внимание на ее следующие специфические черты:

- единое по назначению и физически неразрывное имущество условно разделено на две части: одну общую часть (общее имущество) и две обособленные части, со всех сторон окруженные общим имуществом;
- собственность на внутренние части цельного имущества названа «частной собственностью» (собственностью на часть единого и цельного имущества), а собственность на все общее имущество названа «общей коммунальной собственностью»;
- та часть общего коммунального имущества, которая со всех сторон окружает частное имущество, образует понятие «объекты естественной монополии» (ОЕМ) и без доступа к ним никто из частных собственников реализовать свою собственность не может;
- если коллективная собственность на ОЕМ и частная собственность принадлежит одним и тем же физическим лицам, то объединение этих лиц («жилищная коммуна») за счет собственности на ОЕМ коллективно властвуют над каждым собственником жилья, осуществляя «естественную монополию».

Вывод: простейшее жилищно-коммунальное хозяйство представляет собой общее жилище, в котором его совладельцы осуществляют частную собственность на обособленные помещения в общем доме.

Позиция авторов соответствует статье 40 Конституции России, а нормы ЖК РФ [14] не соответствуют этой статье (табл. 1.).

Таблица 1

Конституция РФ	Жилищный кодекс РФ	Примечание
«1. Каждый имеет право на жилище.. 3. Малоимущим, нуждающимся в жилище, оно предоставляется бесплатно…» (ст. 40)	«1. Объектами жилищных прав являются жилые помещения. 2. Жилым помещением признается изолированное помещение….» (ст. 15).	Термин «жилище» в ЖК РФ заменен на термин «жилое помещение», хотя эти понятия неэквивалентны. Малоимущие могут выселяться на улицу без предоставления жилья

Шаг-2. Модель зонирования территории простейшего ЖКХ.

Любой жилой дом должен быть неразрывно связан с земельным участком, образуя единый имущественный комплекс, называемый домовладением. Нельзя отрывать собственность на дом и на жилье в нем от собственности на домовладение, т.е. от собственности на земельный участок вместе с элементами его благоустройства, озеленения и инженерными коммуникациями, по которым в дом и в квартиры подаются разные энергетические ресурсы. Следует отметить, что авторская позиция отличается от позиции российского законодателя, определенной в ЖК РФ (табл. 2.).

Таблица 2

Авторская позиция	**Правило в ЖК РФ** [14]	**Примечание**
«Жилищный фонд – совокупность всех жилых домов вместе с земельными участками, на которых они находятся»	«Жилищный фонд – совокупность всех жилых помещений, находящихся на территории Российской Федерации» (ст. 19)	Жилые помещения не имеют непосредственной связи с территорией России

Руководствуясь своей позицией, авторы вынуждены связать проектирование жилых домов и собственности на них с зонированием территории и с правом собственности владельцев домов на земельный участок. В случае многоквартирного дома такой подход приводит к необходимости деления всех видов недвижимого имущества на объекты разной собственности (рис. 4.).

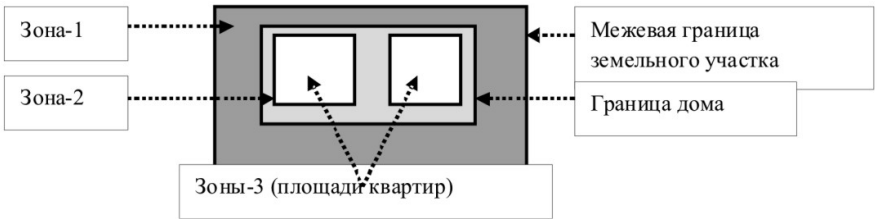


Рис. 4. «Зональная модель» разделения всех видов недвижимого имущества в простейшем ЖКХ на объекты разной собственности

На рисунке использованы следующие обозначения: зона-1 – территория земельного участка, на котором находится многоквартирный дом (территория домовладения); зона-2 (изображение поперечного сечения жилого дома) – все виды общего имущества в многоквартирном доме, включая места общего пользования; зоны-3 – площади квартир, находящиеся в частной собственности лиц, входящих в данное объединение домовладельцев.

Авторы исходят из того, что частная собственность на помещения используется владельцами этих помещений для осуществления свободы личной жизни и для осуществления свободы частной собственности в своих помещениях.

Частная собственность разделяет собственников помещений.

Общая коммунальная собственность на общее имущество в доме и общая собственность на общий земельный участок объединяет лиц, являющихся совладельцами ЖКХ, в целях совместной охраны своего домовладения и жилища, а также в целях совместной эксплуатации и ремонта общего имущества. Необходимость осуществления общей собственности – основа самоорганизации домовладельцев и их самовластия в своем общем хозяйстве.

Очевидно, что при изъятии у домовладельцев прав общей собственности на общий дом и на общий земельный участок, при сохранении за ними лишь права собственности на жилье, возникнет ситуация, при которой власть над всеми собственниками жилья будет осуществлять субъект, который присвоит себе власть над общим имуществом в доме и в домовладении. Взимая с собственников жилья «плату за коммунальное имущество», такой властитель сможет выселять граждан из их жилья (на улицу) за неуплату таких поборов. Поэтому для исключения такой возможности и в целях защиты конституционных прав граждан России на жилище авторы выработали свою позицию.

Шаг-3. Переход к зонированию территории квартальной застройки в селитебной зоне.

На рис. 5 изображена модель зонирования территории застройки, на которой расположены три многоквартирных дома.

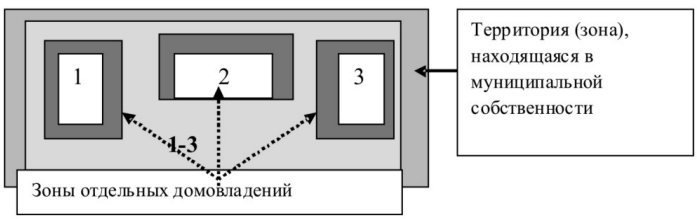


Рис. 5. Пример зонирования территории квартальной застройки домами, находящимися в собственности разных объединений домовладельцев

На рисунке схематично изображены три разных домовладения (1, 2, 3), которые объединились вместе и установили общую собственность на территорию, обозначенную «1-3». В сравнении с моделью, изображенной на рис. 5, на данном рисунке отражено образование двух «новых», более высоких уровней объединения общей собственности на общую землю:

- уровень объединения прав собственности на общий участок земли трех разных домовладельческих хозяйств («1-3»);
- уровень объединения прав собственности всех членов муниципальной общины (муниципального народа) на общую землю в поселении (объект муниципальной собственности).

Шаг-4. Общий принцип градостроительства: функциональное зонирование территории в привязке ко всем видам и формам общей и частной собственности на землю, входящую в состав «муниципального образования».

Обобщая, следующим образом охарактеризуем новизну данного подхода. При разработке градостроительного проекта необходимо всю территорию, охваченную проектированием, разбивать на функциональные зоны (участки территории) с учетом распределения прав частной и общей собственности «на территорию застройки без остатка». Нельзя допускать при проектировании существования «ничейной» или «бесхозной» территории. Проектируя участки территории, которые должны находиться в общей собственности разных субъектов, необходимо иметь в виду, что высшей по иерархии (старшинству) общей собственностью должна быть муниципальная собственность.

Зональное проектирование необходимо осуществлять таким образом, чтобы любое недвижимое имущество на территории поселения, находящееся в частной и (или) коллективной собственности, должно быть со всех сторон окружено объектами муниципальной собственности, что обеспечит действенность муниципальной власти и эффективность ее градостроительного регулирования на территории «муниципального образования».

2. Характер использования принципа функционального зонирования территории в привязке к праву собственности (в данном проекте).

Поскольку детальное рассмотрение использования указанного принципа оказывается громоздким, в данном проекте предусмотрены два примера использования данного принципа:

1) при зонировании территории пивоваренного завода (дипломный проект Заварцевой О.А. «Реконструкция пивоваренного завода под многофункциональный комплекс», научный руководитель – Куликов Д.А., 2011 год);
2) при зонировании территории, выделенной на рис. 2 (материал данного проекта «Градостроительная реконструкция квартала Старо-Татарской слободы»).

На рис. 6 приведен проект реконструкции выделенного квартала. Три новых объекта – многоквартирные жилые дома, один объект – «административное здание». За каждым строительным объектом согласно проекту планируется закрепление (в собственность) своего участка земли, образующего территорию соответствующего домовладения. В случае многоквартирных домов субъектом, выступающим в роли застройщика, должен быть по авторскому замыслу жилищно-строительный кооператив (юридическое лицо) – собственник домовладения (домовладелец). Выбор такой организационно-правовой формы обоснован в работе [9]. Только в этом случае связь прав собственности на жилье, на жилище и на земельный участок оказывается неразрывной и соответствующей праву граждан на жилище и землю под ним. Это обстоятельство должно учитываться при создании благоприятного инвестиционного климата и при выдаче разрешения на строительство органами муниципальной власти. На рис. 6 выделены участки территории, которые согласно авторскому замыслу должны находиться в общей собственности разных домовладельцев. При реализации благоприятного инвестиционного климата оформление прав собственности на отдельные будущие домовладения должно быть обременено обязанностью отдельных субъектов формировать условия и правила осуществления общей собственности на общую территорию. Таким способом полностью исключается наличие какой-либо «бесхозности» территории квартала и снятие с муниципального собственника бремени содержания «чужой территории». Со всех сторон участки всех домовладений и их объединений окружены территорией, находящейся в муниципальной собственности, что обеспечивает иерархию такой собственности на рассматриваемой территории застройки. Более детальное рассмотрение условий и правил формирования института собственности на выделенном участке с институтом собственности и

с организационно-правовыми формами всех домовладельцев и их объединений выходит за рамки данной части проекта и составляет ноу-хау авторов.

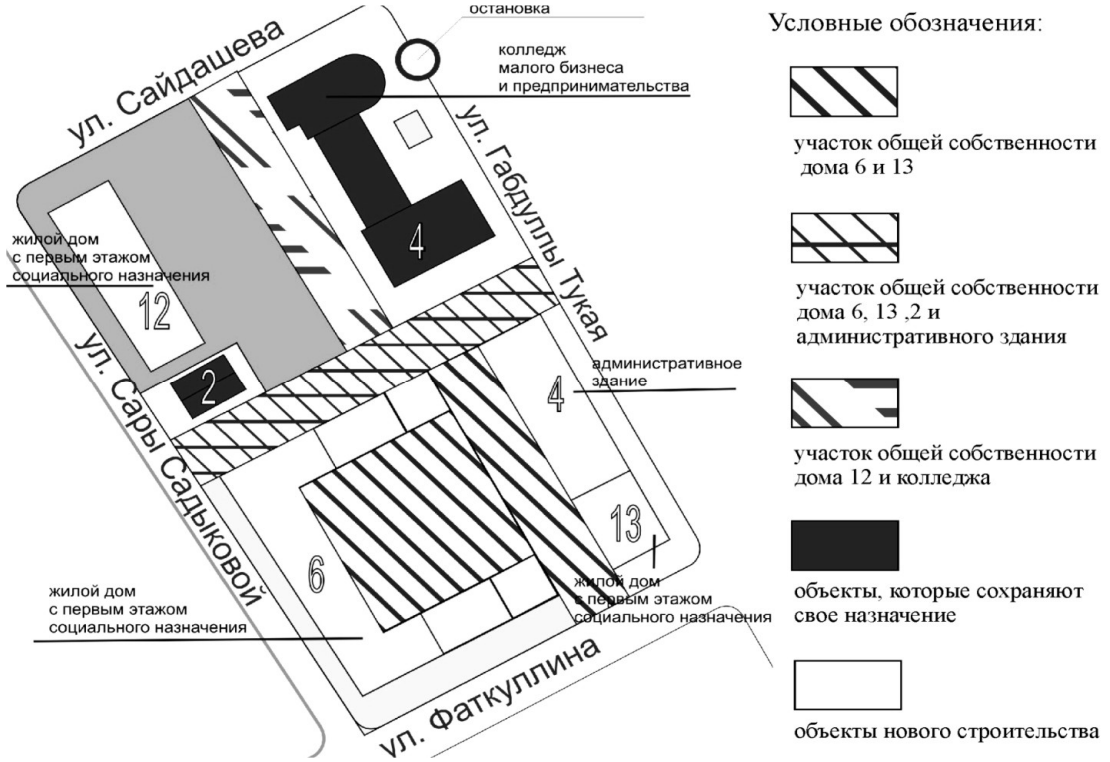


Рис. 6. Проект реконструкции выделенного квартала

Заключение

Впервые предложено связать градостроительный проект реконструкции территории исторической части города с проектом создания муниципальными органами власти благоприятного инвестиционного климата. В основе подхода используется метод функционального зонирования территории при разработке градостроительного проекта, создаваемого на территории; создание и охрана единства общей коммунальной, в том числе муниципальной, собственности на территории слободы (впервые в России). В рамках института общей собственности на строения и недвижимость предлагается использовать иерархию, которая должна позволить создать и укрепить институт общей власти на общей территории, а также создать и использовать для нужного единства институт власти на объекты недвижимости, являющиеся «объектами естественной монополии», в духе идеологии, развиваемой в работах [11-12].

Полагается, что предлагаемый подход и его организационно-управленческие, правовые и социальные выгоды позволят лучше привязать градостроительный проект к решению проблем эффективности и рентабельности инвестиционного проекта по реконструкции рассматриваемой территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бушканец Е.Г. Город Казань. Краткий путеводитель для путешествующих по Волге. (Гос. музей ТАССР). – Казань, 1954. – 24 с.
2. Журнал «Дизайн и Новая Архитектура «ДИНА», 2007, № 24.
3. Шпилевский С.М. Указатель исторических достопримечательностей г. Казани. / Сост. Шпилевский С.М. – Казань, 1873. – 68 с.
4. Конституция Российской Федерации. Государственный флаг РФ. Государственный герб РФ. Государственный гимн РФ. – М.: АСТ: Астрель, 2009. – 63 с.
5. Ланцов В.М. Очерки о зарубежном опыте государственного управления экономикой. – Казань: ЗАО «Новое знание», 1998. – 152 с.

6. Указ Президента Республики Татарстан № УП-26 от 22 января 2004 года «О резервировании земельных участков на территории Республики Татарстан».
7. Социальная ипотека Республики Татарстан регулируется: Законом РТ от 27.12.2004 № 69-ЗРТ (ред. от 20.05.2008) «О Государственной поддержке развития жилищного строительства в Республике Татарстан» (принят ГС РТ 09.12.2004).
8. Ланцов В.М., Шаймарданова А.Н., Киреева Т.М., Устинов А.Э. Жилищно-коммунальное хозяйство: основы теории и критический анализ российского опыта. – Казань: ЗАО «Новое знание», 2009. – 504 с.
9. Федеральный закон «О личном подсобном хозяйстве». – М.: Издательство «Омена-Л», 2007. – 8 с.
10. Федеральный закон: Выпуск 89(164). О крестьянском (фермерском) хозяйстве. – М.: ИНФРА-М, 2003. – 13 с.
11. Ожегов С.И. Словарь русского языка. – М.: «Сов. Энциклопедия», 1973. – 846 с.
12. Кодексы и Законы Российской Федерации. – СПб.: ИГ «Весь», 2007. – 992 с.
13. Борисов Е.Ф. Экономическая теория. Курс лекций для студентов высших учебных заведений. – М.: Общество «Знание» России. Центральный институт непрерывного образования, 1996. – 478 с.
14. Мескон М.Х, Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента: Пер. с англ. – М.: Дело ЛТД. – 1995. – 704 с.

REFERENCES

1. Bushkanets E.G. The city of Kazan. Short guidebook for traveling across Volga. (State Museum TASSR). – Kazan, 1954, – 24 p.
2. The journal «Design and Modern Architecture», 2007, № 24.
3. Shpilevsky S.M. Guide of historical sights of Kazan. – Kazan, 1873. – 68 p.
4. Constitution of the Russian Federation. National flag of the Russian Federation. The State Emblem of the Russian Federation. A national anthem of the Russian Federation. – M.: AST: Astrel, 2009. – 63 p.
5. Lantsov V.M. Articles about foreign experience of the government management of economy. – Kazan: Closely-Held Stock Company «Novoe znanie». 1998 – 152 p.
6. Decree of the President of the Republic of Tatarstan № UP-26 from January, 22nd, 2004, «About reservation of the ground areas in territory Republic of Tatarstan».
7. The social mortgage of Republic Tatarstan is regulated by Law PT from 12/27/2004 N 69-ZRT (5/20/2008) «About the State support of development of housing construction in Tatarstan Republic» (SS RT is accepted 12/09/2004).
8. Lantsov V.M, Shajmardanova A.N., Kireeva T.M., Ustinov A.E. Housing and communal services: bases of the theory and the critical analysis of Russian experience. – Kazan: LLP «Novoe Znanie», 2009. – 504 p.
9. The federal law «About a personal part-time farm». – M.: publishing house «Omena-L», 2007. – 8 p.
10. The federal law: release 89 (164). «About a country (farmer) economy». – M.: INFRA-M, 2003. – 13 p.
11. Ozhegov S.I. Russian dictionary. – M.: «Sovetskaja encyclopedia», 1973. – 846 p.
12. Codes and Laws of the Russian Federation. – Spb.: IG «Ves», 2007. – 992 p.
13. Borisov E.F. The economic theory. A course of lectures for students of higher educational institutions. – M.: Obschestvo «Znanie» of Russia. The central institute of continuous education, 1996. – 478 p.
14. Meskon M.H, Albert M., Hedouri F. Bases of management: translate from English. – M: Delo LTD. – 1995. – 704 p.

УДК 72: 628.87
Каримуллин Т.А. – аспирант
E-mail timurkarim@gmail.com
Айдарова Г.Н. – доктор архитектуры, профессор
E-mail aidagalnik@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

БЕЗОПАСНЫЙ ГОРОД В ЭКСТРЕМАЛЬНОМ МИРЕ. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ. МОДЕЛЬ

АННОТАЦИЯ

Статья посвящается проблеме безопасности среды жизнедеятельности. Сравниваются модели защитных функций средневекового города, города XX века и современного города. Выявлены и классифицированы экстремальные факторы, среди которых природные катаклизмы, межнациональные и военные конфликты, терроризм. Ставится проблема разработки новых подходов и новой модели безопасного города на основе новейших технологий, адекватных современному информационному обществу.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: безопасная среда жизнедеятельности, экстремальный город, безопасный город, безопасная архитектура, факторы экстремальности, модель безопасного города, фрактальный город, киберархитектура, киберпространство.

Karimullin T.A. – postgraduate student
Aidarova G.N. – doctor of architecture, professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

SAFE CITY IN EXTREMAL WORLD. PROBLEM STATEMENT. MODEL

ABSTRACT

This article is dedicated to a problem of personal and social environmental safety. In the arcticle the defensive functions of the medieval city, city of the XX centuary and the contemporary city are defined and compared. Several extreme factors, among which are natural cataclizms, global and local military conflics and terrorism, have been revealed and classified.The problem of developing new methods and the new model of the safe city have been stated, based on new technologies corresponding with a contemporary information-oriented society.

KEYWORDS: personal and social safety environment, extreme city, the safe city, the safe architecture, factors of the extremality, model of the safe city, fractal city, cyberarchitecture, cyberspace.

> *«Земля отныне перестала быть укрытием и представляет пространство гибельное, ненадежное, аморфное и бесконечное, подобное глади океана. Когда вся поверхность земли становится враждебной, необходима «архитектура выживания…».*
>
> (П. Вирилио)

XX век стал веком научно-технического прогресса, прорыва во всех областях знания. Подверглись пересмотру многие мировоззренческие позиции. Прогресс в производственной и социальной сферах привел к небывалому наращиванию потребностей и одновременно стал причиной острых проблем современности. К ним мировое сообщество пришло через ряд катаклизмов, таких как: мировые войны, природные бедствия, социально-национальные конфликты, вспыхивавшие в разных точках планеты [1, 4, 5, 11].

В последние годы проблемы безопасности городов приобретают все большую актуальность, особенно в исследованиях, посвященных их экологическому состоянию, а также повышению надежности конструктивных решений крупных городских объектов, их оснащению техническими средствами наблюдения и контроля. В меньшей степени

затрагиваются вопросы стратегий безопасности современного города на основе комплексного подхода к разработке концепции безопасности среды жизнедеятельности, а также опережающих теоретических архитектурно-градостроительных моделей. Специальных исследований по этой проблеме авторами не выявлено.

В Казанском государственном архитектурно-строительном университете на протяжении ряда лет (2004-2011) ведутся инновационные исследования, связанные с проблемой безопасности современного города. Научные приоритеты КГАСУ в этой области исследования закреплены международными наградами и грантами. В данной статье изложены некоторые предварительные результаты исследования. Выявлены и классифицированы факторы экстремальности, рассмотрен исторический и современный опыт защиты городов, ставится проблема безопасности современного города, предложена теоретическая модель безопасного города. Работа выполнена при поддержке гранта ЦНИИПградо РААСН [8].

Современные города вступили в новый век с огромным количеством факторов экстремальности, которые существенно влияют на среду жизнедеятельности. Город является хранителем человеческих ценностей, интеллектуальных ресурсов цивилизации. Вместе с тем с крупными городами традиционно связывают причину всего негатива и зла, порожденного индустриализацией. Современный город рассматривается как фокус всех видов загрязнения окружающей среды, хотя у его обитателей создается иллюзия продуманности, руководства процессами жизнедеятельности, торжества рациональности [2]. Современный мегаполис является средоточием всех видов опасностей, защиту от которых едва ли можно считать удовлетворительной и соответствующей современной экологической и геополитической обстановке. В процессе исследования выявлены факторы экстремальности:

а) природные (стихийные) бедствия – цунами, ураганы, смерчи, торнадо, ливни, наводнения, потопы, сход лавин, селевых потоков, землетрясения, извержения вулканов, пожары, столкновение с космическими телами, суровые климатические условия и др.

б) цивилизационные, связанные с деятельностью человека – информация, дезинформация, военные конфликты, международные и локальные, терроризм, высокие скорости жизни, детерриторизация (изменение восприятия пространства), поликонфессиональность, межнациональная напряженность, расслоение обществ (кастовость), поляризация общества (бедность / богатство), преступность (социальные конфликты), социальная незащищенность, неразгаданные тайны, глобализация, бурное технологическое развитие (научно-технический прогресс), новые социальные течения (неофашизм, национализм, расизм), неизлечимые вирусы и болезни, массовая пропаганда насилия в медиа-средствах, кризис идентичности (пассивность граждан), разрушение исторических городов, генные мутации (генная инженерия), проблемы диких и домашних животных, бездуховность (снижение моральных и нравственных принципов), проявление экстремальности в архитектуре и искусстве (деконструктивизм, граффити), экстремальные виды спорта (уличные), загрязнение окружающей среды, экологические проблемы, проблема исчерпаемости невозобновляемых природных ресурсов, варварское отношение к среде обитания, религиозный фанатизм, сектантство, коммунальная катастрофа, психологическая напряженность, перенаселенность, энергетические проблемы, транспортный коллапс и другие [7-10].

Факторов экстрима значительно больше. Степень их изученности не соответствует степени их опасности. Некоторые преследуют человека на протяжении тысячелетий, другие – только проявляются и набирают обороты. Взаимодействуя, наслаиваясь и конфликтуя в пространстве, они образуют гетеротопии – негативные трансформации привычных связей, снижение экологических, функциональных и архитектурно-композиционных качеств городских пространств.

Города «умирают» на время и насовсем (Чернобыль – техногенная катастрофа, Владивосток – коммунальный коллапс, Нью-Йорк – энергетический коллапс, Москва – энергетический коллапс, Токио, Йокогама – землетрясение, цунами и др.). Периодически в различных экстремальных ситуациях гибнет население, равное по численности крупному городу.

«Война масс» велась со времен великих нашествий античности вплоть до появления огнестрельного оружия. «Война энергии» началась с открытия пороха и закончилась изобретением атомного оружия и разработкой сверхмощного лазера. И, наконец, информационная война обобщит все, что было накоплено столетиями и преобразует в предельную скорость «мировой информации» [16]. Сегодня мы не только стоим перед такой

угрозой, подобным образом уже ведутся войны. Например, война в Ираке – операция «Буря в пустыне» считается первой военной операцией, когда все действия и обстрелы велись из командного пункта в США. Последние военно-политические события в Африке также можно отнести к подобным технологиям.

Одним из самых тревожных факторов, который проявляется в последнее время, является терроризм. Терроризм – явление историческое (дворцовые перевороты, политические интриги и заговоры и др.). Города являются лучшей сценической площадкой для террора. Жертвы и разрушения являются главным кульминационным моментом в этих спектаклях, а в условиях современного общества, которое трудно чем-либо удивить, терроризм оставляет все более кровавый ужасающий след, его жертвами становятся все большее количество людей – жителей городов.

Вот некоторые главные особенности явления терроризма: установка на тотальную жертвенность, страх, шок, внезапность, виртуализация (мнимая защищенность), ориентация на средства массовой информации, отсутствие пространственных границ, отсутствие моральных границ и этики современной войны (опасности), пагубное воздействие на города и их население, а также на окружающую среду [21].

Терроризм стал в последнее время явлением неконтролируемым, приобретшим обличие главного зла. С учетом страшной разрушительной силы современного оружия, в обстановке, когда это оружие может попасть в террористические организации, рождает угрозу существования мира и жизни на земле. Пространственные разрывы больше не существуют, они просто не в состоянии защитить. Мир становится беззащитным и ненадежным. Как может и должна отреагировать на эти изменения архитектура? Как город может отреагировать на все новые угрозы, какую защиту может предложить его жителям?

Анализ различных данных в области защиты городов показал, что на сегодняшний день проблема влияния терроризма и военных конфликтов на городское пространство слабо изучена, архитекторы не готовы дать адекватных решений по защите населения архитектурно-градостроительными средствами. Исходя из этого, реального прорыва в области защитной архитектуры можно ждать только в будущем.

Безопасная архитектурная среда (БАС) – это такая среда, в которой человек может жить без опасения за свою жизнедеятельность; ощущая угрозы окружающего мира, он должен быть уверен, что в случае необходимости будет защищен. Основной принцип существования такой среды – защита населения искусственными мерами, в том числе средствами архитектуры, позволяющими избежать уничтожения. При этом и сама архитектура не должна представлять опасности для жизни человека.

1. Исторический опыт защиты городов

Изначально города возникали как средства защиты населения и культурных ценностей. С изменением исторических условий менялся и город, преобразовываясь во времени и пространстве, его главной функцией была функция защиты, которая была адекватна своему времени, уровню развития фортификаций и защитных технологий. Стрелы и арбалеты, бомбы и мины, пушки и газовая атака, блокада и концентрационные лагеря, межконтинентальные ракеты и атомные заряды, вирусы и водород – человечество изобрело бесчисленное количество средств, направленных на самоуничтожение.

Средневековый город-крепость воплотил в себе основные способы защиты, которые выразились в следующих элементах: ров, ворота, стена, смотровая башня – донжон – последний оборонительный пункт, подземные галереи. В средневековой архитектуре появляются догмы фортификации, надолго определившие способы защиты поселений. Искусство обороняться становится целой инженерной наукой и специальной областью знания. Появляются специалисты-инженеры, которые разрабатывают модели городов-крепостей. В историю фортификации как один из самых выдающихся вошел известный средневековый немецкий живописец Альбрехт Дюрер. Предложения Дюрера были слишком грандиозны, требовали огромных расходов, а потому никогда не были осуществлены в полном объеме, но идеи, положенные в основание этих предложений, были настолько здравы, что даже и 100 и более лет спустя ими пользовались многие инженеры [3].

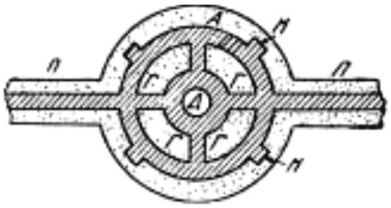


Рис. 1. Круглое укрепление А. Дюрера (Д – двор, К – большое казематированное кольцо радиусом в 60 м, А – аквелопа (окружающее кольцо), П – прямолинейные постройки, Г – поперечные галереи, К – канониры (по Дюпюи Э.)

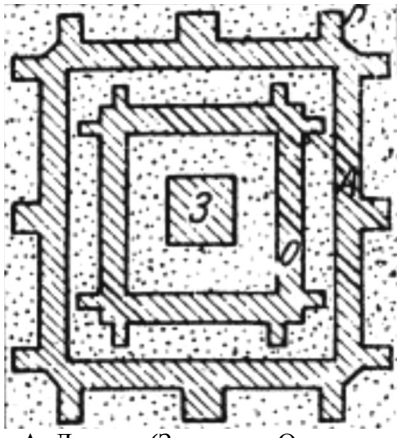


Рис. 2. Квадратное укрепление А. Дюрера (З – замок, О – ограда, А – аквелопа, К – канониры) (по Дюпюи Э.)

Крепости подразделялись на сухопутные и морские (приморские). Древние крепости в плане представляли собой многоугольник, по сторонам которого возводились стены с башнями (с XVI-XVII веков с бастионами), земляными валами и рвами. С появлением массовых армий (конец XVIII-начало XIX века) впереди крепостной стены создавались одна-две линии фортов. В конце XIX века при строительстве крепостей начали применять бетон и броневые конструкции. Накануне Первой мировой войны крепости было принято делить на большие и малые. В 1914 году на территории Европы насчитывалось более 150 различных крепостей. После Первой мировой войны крепости были заменены укрепленными районами (линиями) [3].

В XX веке город уже не может традиционными средствами обеспечить защиту населения. В ракетно-ядерной войне объектами для ударов противника могут быть не только группировки войск, но и глубокий тыл, административно-политические центры, города и промышленные предприятия. Но крепости продолжают существовать, приобретая значение военного укрепленного пункта на пути неприятеля к городам. Над городами же находится невидимый щит противовоздушной обороны. Бункеры – сооружения двадцатого века, которые в своем стремительном развитии принесли принципиально новые технологии [12, 26].

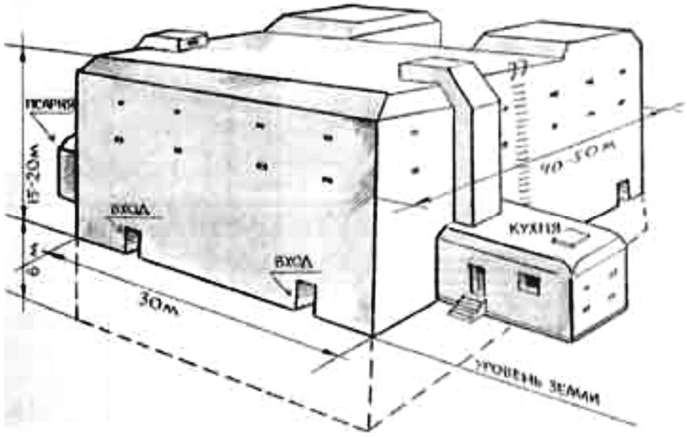


Рис. 3. Бункер А. Гитлера (по Н. Черкашину)

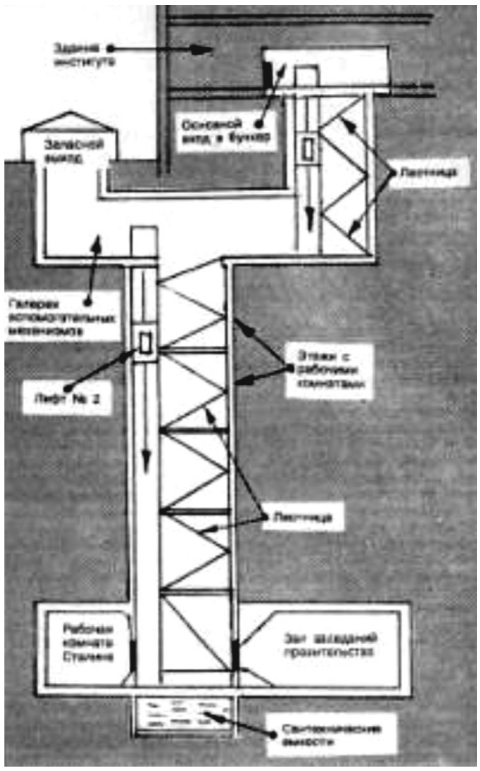


Рис. 4. Схема бункера Сталина (по Н. Черкашину)

Атлантический вал – цепь железобетонных бункеров на западном побережье Европы, протянувшаяся от северных границ Дании до Испании, линия обороны германских войск, которая строилась во время Второй мировой войны, в 1942-1944 годах, для отражения ожидавшегося нападения англо-американского десанта. Это была очередная в истории попытка создания неприступных укреплений, оборудованных по последнему слову техники. Но, как и каждая попытка такого рода, она закончилась неудачей. Однако сам план превращения в крепость целого континента – полное безумие! – еще и сегодня поражает воображение.

Среди задач, решаемых фортификацией, стоит и защита населения страны в условиях войны с применением всех современных средств поражения. Еще в годы Второй мировой войны мероприятия гражданской обороны, проводившиеся практически во всех воюющих странах, спасли жизнь многим тысячам людей. Эффективно действовала система гражданской обороны в годы Великой Отечественной войны. Так было во время героической обороны Ленинграда, Москвы, Одессы, Севастополя и других советских городов, население которых в условиях вражеских бомбардировок продолжало свою деятельность во имя победы. Этому способствовала развитая сеть защитных сооружений для населения, созданная заблаговременно в населенных пунктах. В Москве широко использовались в качестве убежищ сооружения метрополитена.

Защитные сооружения разделяются на убежища и противорадиационные укрытия. Убежища должны обеспечивать защиту от всех поражающих факторов ядерного оружия, отравляющих веществ, бактериальных аэрозолей. Они могут быть отдельно стоящими или встроенными в промышленные или гражданские здания. Убежища строятся, как правило, заблаговременно в городах и поселках и зачастую используются в мирное время для нужд народного хозяйства, а в военное время – для защиты людей. Противорадиационные укрытия предназначены для защиты главным образом от радиоактивных веществ, выпадающих по следу движения радиоактивного облака ядерного взрыва. Такие укрытия возводятся как в мирное время, так и с началом войны. Под укрытия могут использоваться и народнохозяйственные постройки (подвалы зданий, погреба и т.п.). Противорадиационные укрытия могут строиться как в пригородной зоне, так и в сельской местности, так как зоны выпадения радиоактивных осадков могут быть очень большими. Конструкции убежищ и укрытий для населения во многом схожи с конструкциями войсковых фортификационных сооружений [12].

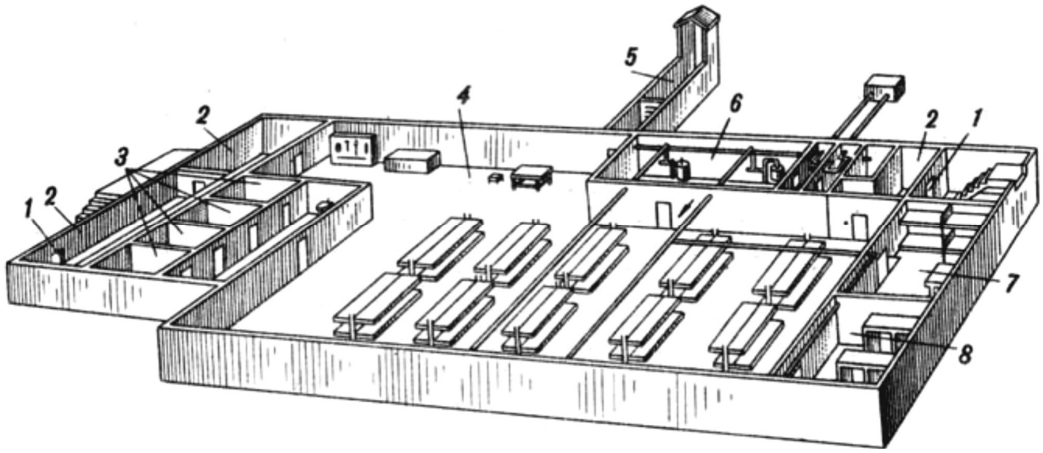


Рис. 5. Типовой план убежища для защиты населения:
1 – защитно-герметическая дверь, 2 – шлюзовая камера, 3 – санузел, 4 – основное помещение для размещения людей; 5 – галерея и оголовок аварийного выхода; 6 – фильтровентиляционная камера; 7 – медицинская комната, 8 – кладовая для продуктов (по Кострову А.М.)

Другим средством защиты является маскировка. Этот метод применялся во всех войнах и позволял сохранять людей и памятники архитектуры. Во время Второй мировой войны многие памятники архитектуры были сохранены именно благодаря тому, что в момент бомбежек здания покрывали специальными полотнами, которые скрывали их.

Проблема экстремальности городов существовала всегда. Отдельным факторам экстремальности (внешняя угроза) на каждом историческом этапе соответствовали свои архитектурно-градостроительные способы защиты. Защитные технологии современной среды жизнедеятельности не отвечают требованиям надежности, уступают реальным угрозам.

2. Новейший опыт

В качестве убежищ могут использоваться и подземные сооружения различного назначения. Строительство защитных сооружений по планам гражданской обороны проводится во многих странах. В качестве примера можно привести Швейцарию, которая среди европейских стран занимает одно из первых мест по масштабам строительства. По данным ее федеральной службы гражданской обороны, уже построено стационарных убежищ на 4 млн. человек, кроме того, еще 1,8 млн. человек могут разместиться во вспомогательных убежищах. Это составит 90 % численности всего населения страны. Для обеспечения этих планов швейцарское правительство выделяет ежегодно 200-300 млн. долларов. Типы убежищ включают как общественные, так и семейные.

Обширные планы по строительству защитных сооружений для населения осуществляются и в государствах агрессивного блока НАТО, о чем свидетельствует систематическое увеличение ассигнований на эти мероприятия [20].

Важным направлением работ, выполняемых в интересах гражданской обороны в ряде стран, является строительство сооружений двойного назначения. Такие сооружения, как транспортные тоннели, подземные уличные переходы, гаражи, кинотеатры в подвальных этажах зданий в городах, в мирное время используются по прямому назначению, а в случае войны они служат убежищами для населения.

Зарубежная печать указывает на ряд проектов сооружений такого рода. Например, японские обозреватели обращают внимание общественности на большую заинтересованность военных в строящемся тоннеле протяженностью 54 км под Сангарским проливом между островами Хонсю и Хоккайдо. Поперечное сечение тоннеля (ширина 11 м, высота 9 м) предоставляет большие возможности его использования в военных целях. Ввод сооружения в строй предполагался в 1987 г. Аналогичные вопросы, по-видимому, со временем встанут и в отношении тоннелей под проливом Ла-Манш и под проливом Босфор.

Учитывая усиление агрессивности и дальнейшее обострение международной напряженности, можно ожидать расширения масштабов строительства в странах сооружений для защиты населения и решения других задач гражданской обороны. Действительно, пресса систематически дает информацию о возведении защитных сооружений и их комплексов в разных странах мира. Американская газета «Вашингтон пост» сообщает, что Пентагон проводит широкомасштабные работы по подготовке к ведению ядерной войны, создает сложную систему защитных сооружений, бомбоубежищ, комплекс спутниковой связи и коммуникаций, которые должны обеспечить США «выживание» в ядерном конфликте. В эту систему входит и создание особого командного пункта ГВЕН для управления стратегическими ударными силами страны. На эти цели, как указывает газета, администрацией США ассигновано 40 млрд. долларов.

Западногерманский журнал «Шпигель» сообщал о регулярно проводимых в ФРГ военных учениях с участием правительства в специально оборудованном подземном противоатомном бункере, размещенном близ западногерманского городка Дернау в долине реки Ар. Оттуда правительство намерено руководить страной в условиях ядерной войны. Это лишь отдельные примеры проводимого в различных странах, и, прежде всего, в странах НАТО, широкого фортификационного строительства.

Широко применяются «развертываемые системы». Они состоят из складывающихся каркасов-рам, раздвижных модулей и надувных структур. Их преимущество состоит в том, что они компактны, легки и могут сворачиваться или развертываться в зависимости от изменения программы.

Некоторые архитекторы создают проекты, принимая во внимание особенности виртуальной реальности – для кого-то это становится философской базой творчества. Одним из самых известных архитекторов этого направления является японец Тойо Ито, построивший известное здание медиатеки в Сендаи. Вообще медиатека как хранилище информации является очень важной архитектурной типологией в современном городе, ведь информация стала сегодня самой большой ценностью общества. Существует целый ряд зданий, которые являются хранилищами материальных, духовных и прочих ценностей.

Информационные технологии, программное проектирование и компьютер во всех своих многочисленных проявлениях могут стать в самое ближайшее время одним из самых существенных инструментов в антитеррористическом проектировании [25]. Используя компьютер, можно получать архитектуру, постоянно подстраивающуюся под изменения окружающей среды, что является отличной маскировкой. Сегодня существует огромное количество ландшафтоподобных зданий [4].

Возможно, в будущем это качество современной архитектуры разовьется и станет неотъемлемой частью объектов, которые особенно нуждаются в защите. Это могут быть хранилища, содержащие ценные данные, и имущество, которое должно находиться в секрете.

В области космических технологий накоплен опыт создания архитектурной среды жизнедеятельности, в которой защитные функции являются важнейшими. Космические корабли и орбитальные станции обладают способностями, которые явно могут стать определяющими в защите городов в будущем. Они являются прототипами мобильных автономных управляемых и жилых образований. Могут быть индивидуальные отсеки, рассчитанные на пребывание небольшого количества людей – одной семьи. Станция на Марсе или на Луне способна вместить большее количество людей. Орбитальная же станция вообще может стать со временем свободно парящим городом, при необходимости перемещающимся в любую точку пространства [13, 14, 23, 24].

Космическая архитектура сегодня стала общепризнанной отраслью архитектурной науки и практики. Ее уроки сливаются с основным потоком архитектурных идей и веяний, влияя на методы проектирования, строительства и образ мыслей. Само понятие «архитектура», применяемое к космическим кораблям, станциям и базам, приобретает иное содержание. Инженерно-техническое конструирование, дизайн, следующие из строго научной рекомендательной базы, входят составной частью в процесс разработки функционально-пространственных решений. Здесь, на междисциплинарном стыке передового знания, зарождается и качественно иной принцип архитектурного творчества. В этой многосложной системе взаимоподчиненных дисциплин архитектура вначале – область, полностью от них зависимая. В дальнейшем же, превращаясь в своеобразный систематизатор, она приобретает свое доминирующее значение, решая главную задачу – обеспечение максимально продуктивной жизнедеятельности космонавтов в условиях иной гравитации.

3. Принципы пространственной защиты

Отталкиваясь от современных угроз, можно выстроить основные архитектурно-градостроительные позиции в концепции защиты. Для этого необходима смена существующей парадигмы современного города, основанная на концепции Афинской хартии (CIAM, IV, 1933 г.), в которой не рассматривались вопросы устойчивого развития, безопасности среды жизнедеятельности. «Труд», «жилье», «транспорт», «отдых», «архитектурные памятники» - вот основные элементы в модели современного города, предложенной Ле Корбюзье. Этот свод требований был принят многими городами Европы и оставался в качестве ведущей концепции на протяжении XX века. Новая концепция современного города – мегаполиса должна включать требования безопасности среды жизнедеятельности, устойчивого развития архитектурной среды.

Для этого необходимо принятие новой реальности, нового видения мира; целостное изучение проблемы безопасности; объединение специалистов разных областей знания, разработка принципов архитектурного проектирования и принципов функционирования безопасной окружающей среды с использованием новейших и перспективных компьютерных технологий; активизация разработок в области защитной архитектуры на основе предупреждения опасности и оперативного обеспечения защиты с применением высоких технологий (космических, нанотехнологий) в архитектурных материалах, конструкциях, способах возведения и оборудования зданий, проектирования новых видов транспорта, инженерных сетей.

4. Переход на новую парадигму проектирования безопасной среды жизнедеятельности

Синергетика представляет собой самую современную теорию эволюции сверхсложных систем [25]. К ним относятся не только природные объекты, но и города как центры интеллектуальной деятельности. С этой целью предлагается создать несколько ступеней защиты городского пространства с разной степенью защищенности каждой из них. Основной принцип – принцип упреждающих действий, умение просчитать ситуацию. Так как прогнозирование требует точных, оперативных данных, то наилучший способ, позволяющий обеспечить высокую организацию предупреждения опасности, – это строгая регламентация и контроль всех процессов, происходящих в городе.

Для того, чтобы процесс контроля был как можно более объективным и эффективным, потребуется использование высоких технологий. Это относится ко всем видам защиты – будь то теракты, экологические, техногенные катастрофы или природные стихийные бедствия и климатические катастрофы. Города в этом случае становятся подобны компьютерам, архитектура которых становится киберархитектурой, а городское пространство киберпространством. Управление ими осуществляется на основе точных и оперативных данных – информационных потоках, собранных и обработанных центральным компьютером. В центральный компьютер данные поступают с компьютеров периферийного назначения. Все компьютерные центры подключены к главному и зависят от него, что позволит осуществлять контроль всего происходящего в городе. Все сферы городской жизни будут охвачены сетью объективного контроля – общественные места, такие как: площади, вокзалы и аэропорты, учебные заведения, крупные магазины, транспорт и др. Требование защиты населения и культурных ценностей потребует пересмотра сложившихся представлений о планировочной и функциональной структуре города.

Для того, чтобы обеспечить сохранность жизни города во всем многообразии, необходим главный элемент – центр защиты, в котором найдется место для невозобновляемых ценностей, созданных природой и человеком. Это образ хранилища, храма, космического корабля. Это некий «Ковчег», который является главной ценностью города и его обитателей. Он содержит духовное и информационное достояние общества. «Ковчег» – это универсальное хранилище. Здесь собраны информация (медиатека, библиотека, музеи), достижения науки, генетический банк, биологический, религиозные и другие духовные ценности. С этими требованиями связаны свойства и характеристики ковчега: неприступность и неуязвимость, неуловимость и недоступность. Место расположения его засекречено, он замаскирован, эфемерен. Его системы имеют возможность распознать опасность методами сканирования пространства и предпринять адекватные меры. Ковчег находится в состоянии готовности, имеет мобильный блок, который способен покинуть место, переместиться в случае необходимости в безопасную точку земного, или космического пространства, сохранив свое содержимое, эвакуируя все, что называется генофондом культуры. Это самая надежная часть городского укрепления. Ковчег имеет

систему подцентров меньшего значения и размера. Подцентры разбросаны по всему городу и образуют своеобразную решетку, защитный каркас города.

Второй основной элемент защиты среды жизнедеятельности – это подземный аналог города. Структуру подземного города составляет система укреплений и убежищ, раскинутая под всей наземной частью, где в случае необходимости может спастись основная масса населения. Здесь располагается деловая часть города с местами общественного пребывания, жилье и сфера обслуживания и развлечений. Образ этой части города – «бункер». Бункер – подземное убежище, его структуру определяют специфические архитектурно-градостроительные элементы. Система связана с поверхностью коммуникациями, способными молниеносно эвакуировать людей на необходимую глубину.

В наземной части города остаются такие традиционные средства защиты, как стена (материальная, виртуальная, ров, ПВО, а также новейшие – сканер-контроль, дигитальная маскировочная сетка и др.). Архитектурная типология включает трансформеры, мобильные объекты и структуры, ландшафтоподобные сооружения. Элементы связи, городские коммуникации, обеспечивающие взаимодействие разных частей пространства – русла, тоннели, по которым можно быстро мигрировать с места происшествия в безопасную зону.

Город имеет сходство с компьютером**.** Пространственно он содержит функционально-стратегические деления. Основные элементы – мобильные центры-ковчеги и система убежищ – бункеров; все части связаны системой коммуникаций, как наземных, так и подземных – вертикальных и горизонтальных. Безопасность города обеспечивается системой предупреждений, построенной по принципу фрактальности и, следовательно, оперативности реагирования. Разработанные в ходе исследования принципы вкупе со стратегией предупреждения и контроля являются основой архитектурно-градостроительной концепции и модели безопасной среды жизнедеятельности. Архитектурно-композиционные и стилистические свойства городской среды будут неразрывно связаны с новой эстетикой высоких нано и нанобиотехнологий.

В заключение можно сказать, что с учетом реалий завтрашнего дня необходим пересмотр исторически сложившихся принципов фортификации. Требуются новые подходы к изучению проблемы защиты городов. Современные и перспективные военные и космические технологии, нанотехнологии окажут существенное влияние на структуру и типологию городских пространств, а также на типологию жилых и общественных зданий. Для обеспечения безопасности городов необходимо принятие программ, законов и норм, регламентирующих проектную деятельность и строительную индустрию.

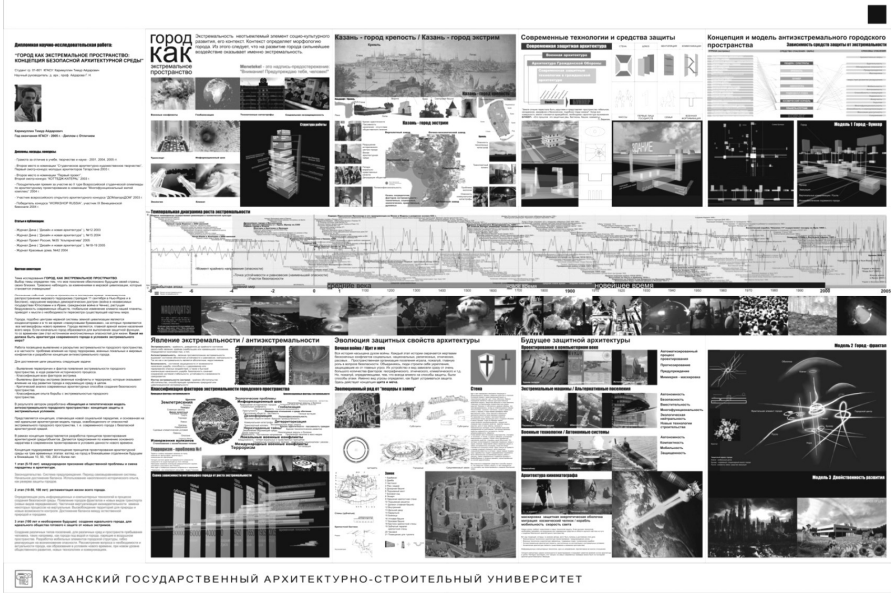


Рис. 6. Город как экстремальное пространство. Дипломная НИР.
Дипломант Т.А. Каримуллин, н. рук. Г.Н. Айдарова. Диплом 1 степени МООСАО;
Диплом и премия имени Я. Чернихова; Диплом МАСА;
Первое Место и Главный приз на Всемирном Конкурсе Лучших Дипломных Проектов Мира – Archiprix в номинации «Архитектура», в проекте «2 in 1» – Шанхай, 2007
(совместно с дипломной НИР Д.А. Куликова)

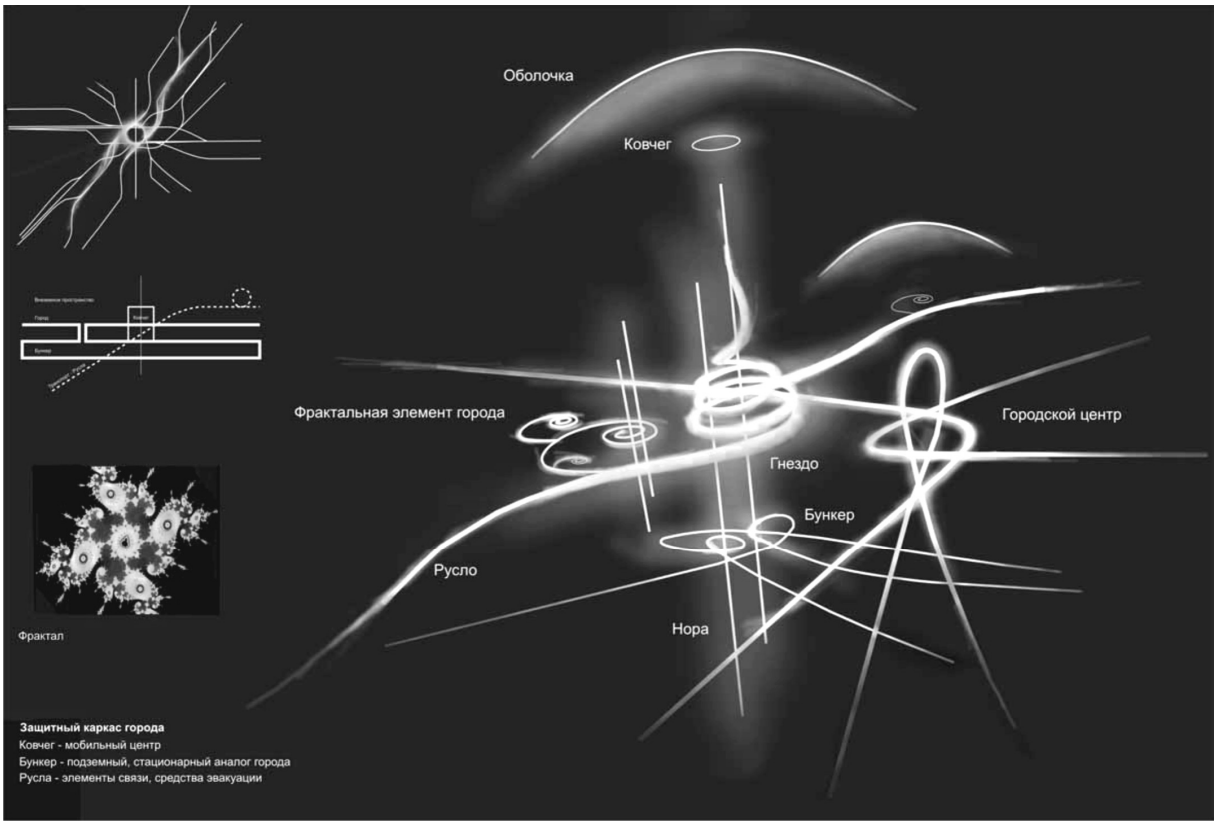


Рис. 7. Безопасный фрактальный город. Теоретическая модель. Т.А. Каримуллин.
Фрагмент дипломной НИР, КГАСУ – 2005

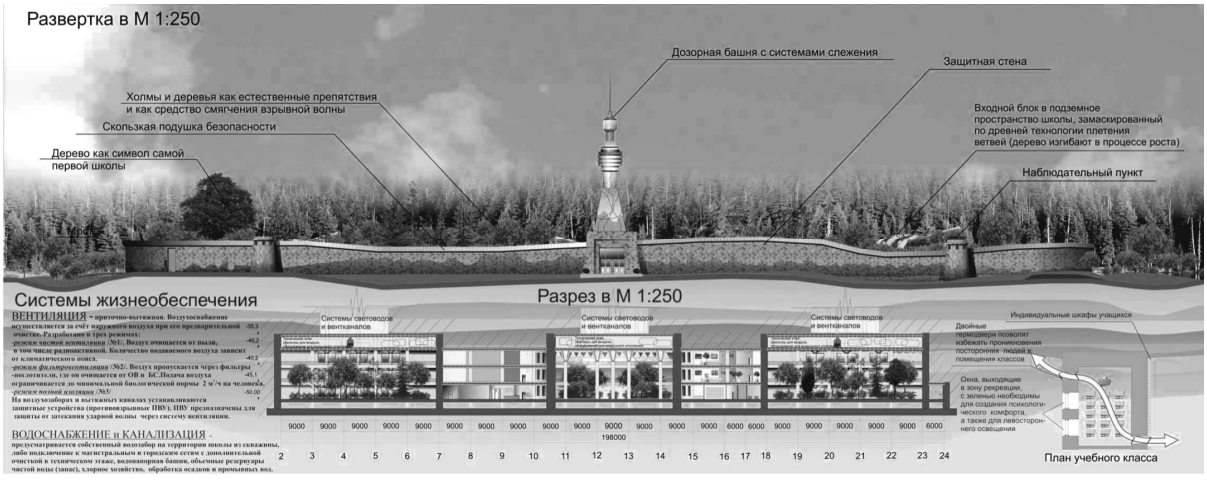


Рис. 8. Концепция безопасной подземной школы. Фрагмент дипломной НИР.
Дипломант: А.С. Назарова; н. рук. Г.Н. Айдарова, Т.А. Каримуллин. – КГАСУ, 2006.
Диплом 1 степени МООСАО, диплом Мэра Казани
на XV Международном смотре – конкурсе лучших дипломных проектов России. – Казань: КГАСУ, 2006.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айдарова Г.Н. О некоторых нерешенных проблемах академической и вузовской науки//Непрерывное архитектурно-строительное образование как фактор обеспечения качества среды жизнедеятельности. – Москва-Воронеж, 2005. – С. 452-456.
2. Вирилио П. Информационная бомба. Стратегия обмана. Перевод с фр. И. Окуневой. – М.: «Гнозис», «Прагматика культуры», 2002. – 192 с.
3. Дюпюи Р. Эрнест; Дюпюи Тревор Н. Всемирная история войн. Том II. – М.: «Полигон», 1997.
4. Дженкс Ч. Новая парадигма в архитектуре. Проект International.
5. Иконников А.В. Архитектура XX века. Утопии и реальность. Том второй. – М.: Прогресс-Традиция, 2002.
6. Казусь И. Идея космической архитектуры русский авангард начала XX века. Проект Россия № 15 «Космос».
7. Каримуллин Т.А. Город как экстремальное пространство. Дипломная научно-исследовательская работа. (Н. рук. проф. Айдарова Г.Н.) // Каталог и материалы XIV международного смотра-конкурса лучших дипломных проектов России по архитектуре и дизайну. – Томск, 2005. – 60 с.
8. Каримуллин Т.А., Айдарова Г.Н. Город как экстремальное пространство: концепция безопасной архитектурной среды. Заключительный отчет по гранту. ЦНИИ-Градо РААСН (договор № Г-6/2005). – Казань-Москва, 2006. – 56 с.
9. Каримуллин Т.А. Концепция безопасной архитектуры: обзор опыта XX века //Вектор архитектурного образования - рациональный прагматизм или концептуальные фантазии. – Казань, 2006. – С. 130-137.
10. Каримуллин Т.А., Куликов Д.А. «2 in 1 – Безопасная и ресурсосберегающая архитектура». Всемирный Конкурс Лучших Дипломных Проектов. Шанхай-2007. // www.archiprix.org.
11. Кафтанов А. От науки к фантастике. Интервью с Игорем Козловым. Проект Россия № 15 «Космос».
12. Костров А.М. Гражданская оборона. – М.: Просвещение, 1991.
13. Лесков С. Телепортация – не сказка, а суровая правда // Наука и жизнь, 2002, № 11.
14. Микулина Е. Космические миры – между раем и адом // Проект Россия № 15 «Космос».
15. Назарова А.С. Проект-концепция безопасной подземной школы. Дипломный проект. (рук. Г.Н. Айдарова, Т.А. Каримуллин) // Каталог лучших дипломных проектов. Материалы XV международного смотра-конкурса по архитектуре и дизайну. – Казань, 2006. – С. 28-29.
16. Пригожин И. Р. Кость еще не брошена. Послание будущим поколениям // Наука и жизнь, 2002, № 11.
17. Рагон М. Города будущего. – М.: Мир, 1969.
18. Ревзин Г. Конец прошлого// Проект Классика I(VI)-MMIII «Память».
19. Ревзин Г. Britains Discover Vegetarian Architecture// «Kommersant», № 147, 17.08.2001.
20. Рудченко О. Убежище Мон Сен-Мишель // Проект Классика XII-MMIV – 31.10.2004.
21. Рыклин М. Apocalypse now. Философия после 11 сентября // «Отечественные записки» 2002, № 3.
22. Савкин К. Пространство космических переживаний// Проект Россия № 15 «Космос»:
23. Ситар С. За космизм // Проект Россия № 15 «Космос».
24. Страшнов В. Космическая архитектура и ее важнейшие уроки // «Строительный сезон» 14.10.2004, ИноСМИ.Ru.
25. Хант Дж. Архитектура в кибернетическую эпоху//Architektural Design, 11.12.1998.
26. Черкашин Н. Тайные убежища «отцов нации» // http//www/sovsekretno.ru/article/724.
27. Чернышов Ю. Третье рождение синергетики// Наука и жизнь, 2002, № 11.

REFERENCES

1. Aidarova G.N. On some unresolved issues in the academic and university research / Continuing architectural-engeneering education, as a factor in ensuring the environmental quality of life. Moscow-Voronezh, 2005. – P. 452-456.
2. Virilio P. Strategy of Deception, translation from French by Okunieva I. – Moscow: «Gnozis», «Pragmatica cultury», 2002. – 192 p.
3. Dupuis E., Dupuis T. The World history of the wars. Vol. II. – Moscow: «Poligon», 1997.
4. Charles Jencks The New Paradigm in Architecture. Project International 5.
5. Ikonnikov A.V. Architecture of XX centuary. Utopias and reality. Vol. II. – Moscow: Progress-Tradizcia, 2002.
6. Kazus I., Idea of space architecture, Russian avan-garde of early XX century. Project Russia № 15 «Cosmos».
7. Karimullin T.A. The city as the extreme space. Thesis research work. Tutor professor Aidarova G.N. Catalogue and materials of the XIV international show and competition of the best diploma designs of Russia in architecture and design. – Tomsk, 2005. – 60 p.
8. Karimullin T.A., Aidarova G. N. City, as extreme space: concept of save architectural environment. Final report on grant. Central Research Institute of Urban Development of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences (contract № G-6/2005). – Kazan-Moscow, 2006. – 56 p.
9. Karimullin T.A. Concept of save architecture: the review of the XX century experience// Vector of architectural education-rational pragmatism or conceptual imagination. – Kazan, 2006. – P. 130-137.
10. Karimullin T.A., Kulikov D.A. «2 in 1 – Safety and resource-saving architecture». World`s best graduation projects. Shanghai, 2007. // www.archiprix.org.
11. Kaftanov A. «From science to fiction. Interview with Igor Kozlov». Project Russia № 15, «Cosmos».
12. Kostrov A.M. Civil defence. – Moscow: «Prosveshenie», 1991.
13. Leskov S. Teleportation – not a fairy tale, and the stark reality // Science and life, 2002, № 11.
14. Mikulina E. Cosmic worlds-between heaven and hell // Project Russia № 15, «Cosmos».
15. Nazarova A.S. «Project-concept of safe underground school». Graduation project (tutor Aidarova G.N., Karimullin T.A.) // Catalog of the best graduation projects. Review of the XV international architectural and design competition. – Kazan, 2006. – P. 28-29.
16. Prigozhin I.R. The dice is not thrown yet. Message for the future generations // Science and life, 2002, № 11.
17. Ragon M. Les Cites De L'Avenir, Moscow, «Mir», 1969.
18. Revzin G. The end of the last // Project Classica I(VI)-MMIII «Memory».
19. Revzin G. Britains Discover Vegetarian Architecture // «Kommersant», № 147, 17.08.2001.
20. Rudchenco O. Mont Saint-Michel refuge // Project Classica XII-MMIV. – 31.10.2004.
21. Ryklin M. Apocalypse now. Philosophy after September 11 // «Notes of the Fatherland», 2002, № 3.
22. Savkin K. Space of the space experiences // Project Russia № 15 «Cosmos».
23. Sitar S. For Cosmism // Project Russia № 15 «Cosmos».
24. Strashnov V. Space architecture and its the most important lessons // «Stroitelniy sezon», 14.10.2004, InoSmi.Ru .
25. Hant G. Architecture in the cybernetic era // Architektural Design, 11.12.1998.
26. Cherkashin N. Secret hideout of the «Fathers of the nation»// http//www/sovsekretno.ru/article/724.
27. Chernyshov U. The Third birth of the synergetics // Science and life, 2002, № 11.

УДК 711.168
Маркова М.И. – аспирант
E-mail: mariamus@yandex.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ПЕРСПЕКТИВЫ СОХРАНЕНИЯ НАРОДНОГО ЗОДЧЕСТВА РТ НА ПРИМЕРЕ СОЗДАНИЯ ЭТНОГРАФИЧЕСКОЙ ДЕРЕВНИ В ЗАКАЗАНЬЕ

АННОТАЦИЯ

Тема, рассматриваемая в данной статье, посвящена проблеме сохранения архитектурно-культурного наследия Татарстана. Рассматриваются районы РТ, расположенные вблизи Казани, именуемые Заказаньем (тат. Казан арты), как наиболее привлекательные для создания и развития маршрутов сельского туризма. Предлагаются способы сохранения архитектурно-культурного наследия в виде создания этнографической деревни татарского народа под открытым небом. Рассматриваются несколько вариантов организации подобных объектов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: культурный ландшафт, сельский туризм, этнографическая деревня, татарская усадьба.

Markova M.I. – post-graduate student
Kazan State University of Architecture and Engineering

NATIONAL ARCHITECTURE OF RT PRESERVATION PROSPECTS ON THE EXAMPLE OF CREATION OF ETHNOGRAPHIC VILLAGE AREA OF KAZAN

ABSTRACT

The theme considered in given article is devoted to a preservation problem of architectural-cultural heritage of Tatarstan. Areas of republic of Tatarstan located near Kazan called Zakazanja considered as the most attractive to creation and development of routes of rural tourism. Ways of preservation of architectural-cultural heritage in the form of creation of a ethnographic village of the Tatar people in the open air are offered. Several variants of the organization of similar objects are considered.

KEYWORDS: cultural landscape, rural tourism, ethnographic village, the Tatar manor.

Актуальность проблемы. Одной из составляющих историко-культурного наследия Среднего Поволжья являются старинные села и деревни. Их вклад в систему отношений с ландшафтами на протяжении XVIII-XX вв. и в формирование современного ландшафта, безусловно, значителен, но до сих пор всесторонне не исследован. В настоящее время деревянная архитектура Татарстана, как и в более широком смысле традиционная культура татарского народа, преимущественно крестьянская, находится на грани полного исчезновения. Поэтому возникает острая необходимость сохранить память о том, что уже исчезло. Иными словами, если не удается сберечь само культурное наследие, то нужно попытаться сохранить хотя бы память о нём. Чрезвычайно остро стоит проблема сохранения памятников деревянного зодчества. Прогрессирующе идет утрата национальных корней, которые в определенной степени являются духовным стержнем нации. «В современную жизнь внедряются такие идеи, как единая общечеловеческая культура, и это приводит к утрате национальных корней. Элементы национальной культуры уходят из повседневной жизни человека в музейно-фольклорную форму.

Также в значительной степени изменению историко-культурной среды способствуют пожары и целенаправленные разрушения: уничтожение построек для освобождения места под новое строительство – заводов, новых городов и т.д.» [1].

Цель данной работы определяется в освещении проблемы сохранения своеобразия исторических поселений Заказанья и предложении эффективного и перспективного использования данных территорий.

Исходя из вышеизложенного, задачи данной работы заключаются в выявлении туристско-рекреационного потенциала Заказанья РТ с указанием предложений по

эффективному использованию и сохранению этих территорий в виде организации этнографической деревни татарского народа Татарстана.

Проблемы сохранения ценных природных и историко-культурных территориальных комплексов остаются актуальными на протяжении многих лет. С начала 1990-х годов в мире особое внимание уделяется культурным ландшафтам как особому типу наследия. Так, в Конвенции об охране всемирного и культурного наследия акцентируется внимание на том, что территория, обладающая, наряду с исключительными природными особенностями, памятниками архитектуры, истории и культуры, достойна включения в Список всемирного наследия как наиболее ценный для познавательных и образовательных целей объект.

Особенностью внешнего облика малых сел и деревень Татарстана, их силуэта и панорам является доминирующая роль многовековых деревьев и лесов, придающих им очарование и узнаваемые черты. Надо сказать, что при выборе места под строительство особое значение отводилось ландшафту местности. Архитектурные формы исторических сел и деревень являются неотъемлемой частью сельской местности. Соразмерные с элементами естественного ландшафта, ставшие привычными для многих поколений, они, в свою очередь, определяют индивидуальные и национальные черты конкретной местности. Наличие мечетей в структуре татарских деревень является важным фактором в системе сельского расселения, ставшим планировочной и объемно-пространственной доминантой композиции всего села. Однако в период урбанизации в сельском ландшафте начинают доминировать крупные горизонтальные и вертикальные объемы сельскохозяйственных зданий и сооружений. Эти изменения колоссально деформировали привычную органическую связь ландшафта и архитектуры и исказили привычный традиционный облик исторических татарских поселений. Типовые проекты застройки сел ни в коей мере не учитывали особенностей визуальных связей с культурным ландшафтом местности панорам и живописных видов поселений. «Таким образом, архитектура малых сел – это органичная архитектура, выражающаяся в слиянии природы и архитектурных форм. Поэтому все малые села должны рассматриваться как уникальные архитектурно-ландшафтные памятники национальной культуры, а проблема их сохранения должна заключаться в сохранении их основных черт» [2]. Архитектура сельского дома, безусловно, также изменилась в соответствии с современными потребностями человека.

Татарские усадьбы в свое время сформировали удивительный пласт культуры, который получил яркое отражение в национальном наследии. Например, байские дома в Заказанье: дома Г. Даутова (рис. 1) и Вали бая (рис. 2) в селе Большая Атня, а также дом Валиуллы Бакирова в селе Большие Менгеры Атнинского района РТ. Халитов Н.Х. описывает их так: «В основе композиции байских сельских домов лежит классицистический тип жилого дома с мезонином, трансформированный под влиянием местных традиций. Как считают некоторые исследователи, дома такого типа встречались только в Заказанье. Планировка заказанских домов отличалась от планировки казанских и опиралась на местные традиции крестьянского жилища, где излюбленным типом планировки был шестистенник с холодными сенями в центре» [3].

Рис. 1. Дом Г. Даутова в селе Большая Атня, Атнинский р-н РТ

Рис. 2. Дом Вали бая в селе Большая Атня, Атнинский р-н РТ

Безусловно, каждое поселение уникально и неповторимо. Описанные выше памятники архитектуры являются лишь небольшой иллюстрацией к раскрытию идеи богатого культурного наследия Заказанья. Изучением архитектурно-художественного наследия данных территорий занимались такие известные ученые, как Халитов Н.Х. [3], Валеев Ф.Х. [4, 5, 6], Айдаров С.С. [7], Худяков М.Г. [8], Валеева-Сулейманова Г.Ф., Айдарова Г.Н. [9], Надырова Х.Г. [10], Нугманова Г.С. [11], Аитов Р.Р., Бикчентаев А.Г., Червонная С.М., Дульский П.М. [12], Краснобаев И.В. и др. В данной работе не будем останавливаться на этом подробно.

В связи с этим важным сегодня является сохранение традиционных форм природопользования в исторически сложившихся границах, а также уклада и быта коренного населения как объектов культурного наследия народов Татарстана.

На базе некоторых сохранившихся объектов были созданы музеи-усадьбы. Однако подавляющее большинство старинных усадеб уже утрачено, либо находится в аварийном состоянии из-за невнимания к этим архитектурным и ландшафтным памятникам. Поэтому необходимо интенсивное развитие сети музеев-заповедников с использованием значительного разнообразия типов и категорий охраняемых историко-культурных территорий.

К сожалению, сложилось так, что подавляющее большинство памятников истории и культуры Татарстана прежних столетий нуждается в реставрации и действенной охране со стороны властей и общественности. Следует сказать, что в последние годы в этом направлении произошел ощутимый прогресс. Проблемы сохранения историко-культурного наследия в республике стали рассматриваться как один из важных факторов национальной политики и экономического прогресса. Конституцией Республики Татарстан определено, что историко-культурные ценности народов республики являются общенародным достоянием, их охрана – долг граждан, порча и уничтожение памятников истории и культуры преследуются по закону. В связи с этим 2 октября 1996 года был принят чрезвычайно важный закон РТ «Об охране и использовании культурных и исторических ценностей». Благодаря этому была заложена прочная законодательная и нормативная правовая основа охраны использования историко-культурного наследия.

Наблюдения за состоянием наследия в регионах РТ показывают, что немузеефицированные и незащищенные статусом музеев-заповедников объекты историко-культурного наследия в большей степени подвержены разрушению в результате неблагоприятных природных воздействий, антропогенных факторов и неорганизованного их посещения. Важно понять, что хаотичное развитие туризма наносит вред материальным памятникам культуры. Так, например, в деревне Чиршы Высокогорского района РТ сохранилась уникальная деревянная ветряная мельница, которая не занесена в реестр

памятников РТ (рис. 3). Этот уникальный образец народного инженерного зодчества сейчас находится в аварийном состоянии и требует неотложных мер по восстановлению и консервации. Автором данной статьи в рамках дипломного проекта под руководством Персовой С.Г. были выполнены: фотофиксация и натурные зарисовки; подробные обмеры сооружения и мельничного механизма; а также разработан проект реставрации мельницы.

Рис. 3. Деревянная ветряная мельница в д. Чиршы, Высокогорский р-н РТ

Таких объектов, которые нуждаются в действенной охране, консервации и реставрации, в регионах Татарстана достаточно много. Важно также не только сохранить, но и создать условия для существования памятников старины. Поэтому музеефикация – основной и наиболее эффективный путь сохранения. На сегодняшний день выявлены и поставлены на охрану государством многие памятники архитектуры и объекты археологии РТ. Однако большое количество существующих объектов сегодня не включены в реестр памятников. По данным на 2010 год, на территории РТ насчитывается 5026 объектов культурного наследия, состоящих на государственной охране. Из них:

– в Арском районе 22 памятника археологии, 13 памятников истории, 44 памятника архитектуры – всего 77 объектов;

– в Атнинском районе 11 памятников археологии, 12 памятников архитектуры – всего 27 объектов;

– в Балтасинском районе 11 памятников археологии, 5 памятников истории, 8 памятников архитектуры – всего 27 объектов;

– в Высокогорском районе 49 памятников археологии, 35 памятников архитектуры – всего 84 объекта [13].

Республика Татарстан, несомненно, обладает богатым историко-культурным потенциалом и историей культурного развития. На ее территории сейчас успешно функционируют 4 музея-заповедника: Болгарский и Билярский археологические музеи-заповедники, Елабужский историко-архитектурный и художественный музей-заповедник и музей-заповедник «Казанский кремль». Стоит отметить, что в последние годы ведется активная работа по благоустройству музея Г. Тукая в деревне Новый Кырлай. Также на территории Булгар в августе 2010 г. принят к реализации проект музея хлеба, соавтором которого в составе творческой группы является автор данной статьи. Структура комплекса музея построена по нескольким направлениям: познавательное, развлекательное и образовательное. Музей хлеба – один из видов экспонирования объектов под открытым небом.

Однако, несмотря на это разнообразие, в Татарстане фактически нет таких этнографических музеев-заповедников, которые ставили бы своей целью сохранение и представление традиционной культуры малочисленных народов или этнографических групп непосредственно в местах их проживания. Совершенно отсутствует музеефикация таких объектов, как исторические пути и дороги, хотя к этому имеются предпосылки (например, Сибирский тракт).

В связи с этим большую популярность приобретают музеи этнографии и народного зодчества, а также этнографические деревни. Родоначальником данного вида музейного дела является шведский старейший музей этнографии под открытым небом «Скансен» в Стокгольме, образованный в 1891 году. Опыт создания таких музеев хорошо представлен во многих городах и регионах России:

– Иске-Казанский государственный историко-культурный и природный музей-заповедник (РТ);
– Ибресинский этнографический музей под открытым небом (Республика Чувашия);
– Архитектурно-этнографический музей-заповедник «Лудорвай» (Республика Удмуртия);
– Российский этнографический музей (Санкт-Петербург);
– Историко-этнографический музей-заповедник «Ялкала» (Ленинградская область);
– Музей народного деревянного зодчества Витославлицы (Нижегородская область);
– Раздорский этнографический музей-заповедник (Ростовская область);
– Историко-этнографический музей-заповедник «Шушенское» (Краснодарский край);
– Ненецкий краеведческий музей (Ненецкий автономный округ);

а также в ближнем и дальнем зарубежье:

– Эстонский государственный парк-музей под открытым небом Рокка-аль-Маре;
– Латвийский этнографический музей под открытым небом;
– Этнографический музей под открытым небом «Пирогово» (Украина, г. Киев);
– Музей украинской архитектуры «Мамаева слобода» (Украина, г. Киев) (рис. 4);
– Музей народной архитектуры и быта Украины (рис. 5);
– Музей старинных народных промыслов и технологий «Дудутки» (Белоруссия, Минская область);
– Музей под открытым небом Скансен (Стокгольм, Швеция);
– Архитектурно-этнографический комплекс «Этыр» (г. Габрово, Болгария);
– Музей деревни Орава в Словакии;
– Этнографическая деревня Станишики (Босния и Герцеговина);
– Швейцарская историческая деревня Балленберг и др.

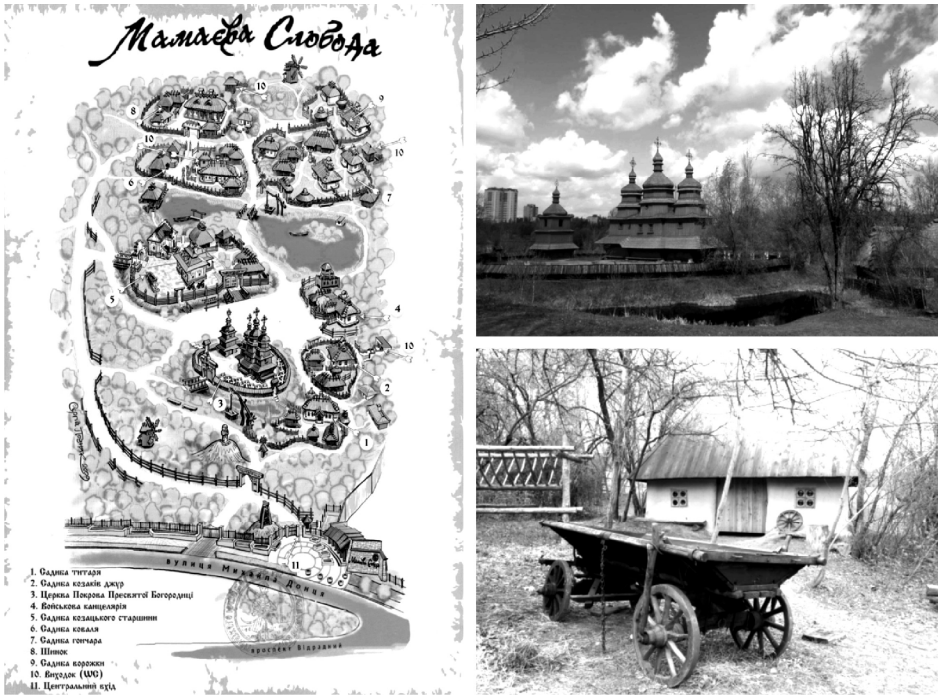


Рис. 4. Музейный комплекс Мамаева слобода, Украина

Рис. 5. Музей народной архитектуры и быта Украины

Надо сказать, что под термином музей под открытым небом архитектурно-этнографического профиля мы понимаем «музейный комплекс под открытым небом, ретроспективно фрагментарно реконструирующий в хронологическом отрезке историческую среду музеефицируемой территории» [1].

Исходя из целей, поставленных в рамках доклада, среди многообразия музейных форм следует выделить:

–«Музеи-резерваты, формируемые на основе реконструируемой исторической среды на историческом месте;

–Музеи транслоцированного типа (трансляторы), фрагментарно реконструирующие историческую среду на новом месте с использованием: памятников-оригиналов истории и архитектуры;

–Музеи – реконструкции (этнопарки) – музейные комплексы, моделирующие историческую среду полностью за счет новоделов на историческом месте или: на ином месте, не связанном с моделируемой исторической средой» [1].

Итак, музеи не могут существовать без активного привлечения туристов. Поэтому очень важно место расположения музея на туристических маршрутах данной тематики. Вот уже несколько лет актуально звучат идеи создания туристических маршрутов с этнографической направленностью. Надо сказать, что на основании постановления Кабинета министров № 995 от 31 декабря 2008 года в рамках Программы развития туризма был разработан туристический маршрут по всему Татарстану. Он включает в себя исторические поселения, которые в наибольшей степени сохранили самобытность, а также памятники архитектурного и историко-культурного наследия по всей Республике Татарстан. Однако узел Заказанья на данной схеме остался развитым не до конца. Автором доклада в рамках дипломного проекта был разработан туристический маршрут по районам Заказанья. Рассматриваемая территория Заказанья обладает большим потенциалом для развития туристического бизнеса.

Феномен сельской архитектуры Заказанья заключается в том, что казанские татары, как вынужденные переселенцы, привнесли в сельскую архитектуру элементы городской усадьбы, городского уклада жизни. Уникальные образцы татарских усадеб сохранились в деревнях района Заказанья РТ. Располагается Заказанье в северной части современного Татарстана. Ныне эти территории представляют Высокогорский, Балтасинский, Атнинский и Арский административные районы РТ. Близость к Казани и развитая инфраструктура послужили толчком к успешному развитию и процветанию поселений Заказанья. Здесь пролегают железная дорога и знаменитый Сибирский тракт, связывающие районы между собой и с Казанью, что, несомненно, является важным преимуществом при разработке современных туристических маршрутов с целью привлечения туристов. Наличие уникальных объектов позволяет расширить тематику познавательных маршрутов и привлечь, таким образом, различные контингенты посетителей. Но, в первую очередь, это позволит сохранить наследие для будущих поколений, а также достичь повышения экономического благополучия региона.

Итак, подводя итоги, следует отметить, что:

– Архитектура исторических сел – это органичная архитектура, выражающаяся в слиянии природы и архитектурных форм. Потому деревни и малые села должны рассматриваться как уникальные архитектурно-ландшафтные памятники национальной культуры, а проблема их сохранения должна заключаться в сохранении их основных черт. Важно понять, что сельская архитектура неразрывно связана с окружающим ландшафтом и немыслима без него;

– Территория Заказанья богата историко-культурными памятниками и имеет большой потенциал для развития туристско-рекреационной деятельности;

– Сохранение памятников архитектуры народного зодчества в рамках создания современной этнографической деревни края заключается не только в фиксации материальных ценностей, но и в воспроизведении архитектурно-эстетического воздействия объектов на эмоциональное восприятие человека.

– На сегодняшний день, по мнению автора, существуют два объективных пути проектирования этнографической деревни. Первый путь – создание этнографической деревни на привлекательной для развития туризма территории рассматриваемого региона. В качестве экспонатов использовать собранные со всего региона сохранившиеся объекты народного зодчества, исходя из степени сохранности объектов. Второй путь – выявить уникальные исторические поселения, расположенные на рассматриваемой территории, и принять меры по сохранению и воссозданию утраченных памятников архитектуры народного зодчества в данном поселении, с целью музеефикации села в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тихонов В.В. Особенности музеефикации архитектурно-этнографических комплексов Предбайкалья: Дис. канд. культурологических наук: 24.00.03. – Кемерово, 2004. – 197 с.
2. Ауров В.В. Архитектура Российского села. Региональный аспект. – М.: Изд-во Архитектура-С, 2005.
3. Халитов Н.Х. Памятники архитектуры Казани XVII-начала XIX в. – М.: Изд-во Стройиздат, 1991. – 191 с.
4. Валеев Ф.Х. Древнее искусство Татарии. – Казань: Изд-во Татарское книжное издательство, 1987. – 204 с.
5. Валеев Ф.Х. Орнамент казанских татар. – Казань, 1969. – 204 с.
6. Валеев Ф.Х. Архитектурно-декоративное искусство казанских татар. Сельское жилище. – Йошкар-Ола, 1975. – 95 с.
7. Айдаров С.С., Халиков А.Х., Юсупов Н.З. Память поколений. Научно-популярные очерки о памятниках истории культуры Татарии. – Казань, 1980. – 104 с.
8. Худяков М.Г. Деревянное зодчество казанских татар. – Казань, 1929. – 6 с.
9. Айдарова Г.Н. Архитектурная культура Среднего Поволжья: морфология и традиции // электронный журнал ИИАНТ 1997 (16). URL: http://www.kcn.ru/tat_ru/politics/pan/index.php (дата обращения 24.01.2011).

10. Надырова Х.Г. Особенности архитектурно-пространственной организации селений поволжских татар конца XVII-начала XX веков (на примере селений северо-западной зоны Татарии) // автореф. дис. канд. архитектуры. – М.: МАРХИ, 1990.
11. Нугманова Г.Г. Татарская городская усадьба Казани середины XIX-начала XX века // автореф. дис. канд. ист. наук. – М.: ГИИ, 2000.
12. Дульский П.М. Классицизм в казанском зодчестве // Известия Общества Истории, Археологии и Этнографии. Т. 30, в. 4. – Казань, 1920. – 20 с.
13. Нестеренко И.М. Изучение, охрана, реставрация и использование недвижимых памятников истории и культуры в республике Татарстан. // Информационный сборник. Вып. 2-3. Памятники истории и культуры. Историко-культурные территории. Исторические города. – Казань: Изд-во Карпол, 2001. – 335 с.
14. Веденин Ю.А., Кулешова М.Е. Культурный ландшафт как объект культурного и природного наследия // Известия АН. Серия географическая, 2001, № 1. – С. 7-14.
15. Воробьев Н.И. Жилища и поселения казанских татар Арского кантона ТССР // Вестник научного общества татароведения. В. 4. – Казань, 1926. – С. 10-49.
16. Воробьев Н.И., Бусыгин Е.П. Художественные промыслы Татарии в прошлом и настоящем. – Казань, 1957.
17. Гайнутдинов И.Г. Национальные черты жилища казанских татар середины XIX в. // Архитектурное наследство, 1975, № 23.
18. Гайнутдинов И.Г. Народные традиции в планировке селений казанских татар середины XIX в. // Архитектурное наследство, 1975, № 31.
19. Гайнутдинов И.Г. Сельская усадьба казанских татар середины XIX в. // Архитектурное наследство, 1975, № 31.
20. Егерев В.В. Самобытное расселение народностей Казанского края. // Вестник Научного Общества татароведения, 1928, № 8. – С. 55-100.
21. Зенько М.А. Тезисы доклада на заседании Комиссии по культурной географии 14.12.2005 // Информационный портал РГО URL: http://www.rgo.ru/rgo/ (дата обращения 10.12.2010).
22. Колбовский Е.Ю. Ландшафтное планирование. – М.: Изд-во Академия, 2008. – 336 с.
23. Колбовский Е.Ю. Ландшафт в зеркале культурологи // статья Туристическая библиотека. URL: http://www.biz.kr.ua/info/articles/ekoturism.html. (дата обращения 20.01.2011).
24. Кусков А.С. География и туризм: Сборник научных трудов. – Пермь: ПГУ, 2006. – С. 115-134.
25. Кусков А.С, Арсеньева Е.И. Устойчивое развитие туризма: направления, тенденции, технологии // Сборник материалов международной научно-практической конференции. – Улан-Удэ: Изд-во БИП, 2005. – С. 15-25.
26. Кусков А.С., Голубева В.Л., Одинцова Т.Н. Рекреационная География. – М.: Изд-во Флинта, 2005. – 496 с.
27. Свод памятников истории и культуры Республики Татарстан. – Т. I. – Административные районы: Научное издание / Под ред. Р.А. Айнутдинова. – Казань: Изд-во Мастер-лайн, 1999. – 460 с.

REFERENCES

1. Tikhonov W.V. Singularity of culture preserve architecturally-ethnographic complexes of Predbajkalja: cand. dis. Culturological sciences: 24.00.03 – Kemerovo, 2004. – 197 p.
2. Aurov V.V. Architecture of the russian village. Regional aspect. – M.: Architecture-C, 2005.
3. Khalitov N.K. Monument of architecture of Kazan XVII – the beginnings of XIX century – M.: Stroyizdat, 1991. – 191 p.
4. Valeev F.H. Ancient art of Tataria – Kazan: Publishers Tatar book publishing house, 1987 – 204 p.
5. Valeev F.H. Ornament of the Kazan Tatars. – Kazan, 1969. – 204 p.
6. Valeev F.H. Architectural-art of the Kazan Tatars. Rural dwelling. – Ioshkar-Ola, 1975. – 95 p.
7. Ajdarov S.S., Halikov A.H., Jusupov N.Z. Memory of generations Popular scientific sketches about monuments of cultural history of Tataria. – Kazan, 1980. – 104 p.
8. Khudyakov M.G. Wooden architecture of the Kazan Tatars. – Kazan, 1929. – 6 p.

9. Ajdarova G.N. Architectural culture of the Average Volga region: morphology and traditions // electronic magazine IIANT 1997 (16). URL: http:// www.kcn.ru/tat_ru/politics/pan/index.php (date of the reference of 1/24/2011).
10. Nadyrova H.G. Feature of the architecturally-spatial organization of settlements of Volga region Tatars of the end XVII-has begun the XX-th centuries (on an example of settlements of a northwest zone of Tataria) // The master's thesis author's abstract on competition of degree of a Cand. Arch. Sci. – M: MARKHI, 1990.
11. Nugmanova G. S. The Tatar city manor of Kazan of the middle XIX-the XX-th century beginnings // The master's thesis author's abstract on competition of degree of a Cand. Hist. Sci. – M: ГИИ, 2000.
12. Dulsky P.M. Classicism in Kazan architecture // News of the Society of History, Archeology and Ethnography. – Kazan, 1920. – T. 30, b. 4. – 20 p.
13. Nesterenko I.M. Studying, protection, restoration and use of immovable monuments of history and culture in the Republic of Tatarstan. The information collection. Out. 2-3. History and culture monuments. Historical and cultural territories. Historical cities – Kazan: Publishers Karpol, 2001. – 335 p.
14. Vedenin J.A., Kuleshov M.E. Cultural landscape as the object of a cultural and natural heritage // News of AS. Geographical seria. 2001, № 1. – P. 7-14.
15. Vorobjev N.I. Dwelling's sparrows and settlement of the Kazan Tatars of Arsky canton TSSR// Bulletin of tatar manor scientific organization. – Kazan, 1926. Century 4. – P. 10-49.
16. Vorobjev N.I., Busygin E.P. Art crafts of Tataria in the Past and Present. – Kazan, 1957.
17. Gainutdinov I.G. National line of dwelling of the Kazan Tatars of middle XIX century // Architectural inheritance. – Kazan, 1975, № 23.
18. Gainutdinov I.G. National tradition in a lay-out of settlements of the Kazan Tatars of middle XIX century // The Architectural inheritance. – Kazan, 1975, № 31.
19. Gainutdinov I.G. Rural manor of the Kazan Tatars of middle XIX century // Architectural inheritance. – Kazan, 1975, № 31.
20. Egerev W.W. Century of Century Original moving of nationalities of the Kazan edge // Bulletin of tatar manor Scientific organization. – Kazan, 1928, № 8. – P. 55-100.
21. Zenko M.A. Report theses at session of the Commission on cultural geography of 12/14/2005//Information portal РГО URL: http:// www.rgo.ru/rgo/ (date of the reference of 12/10/2010).
22. Kolbovsky E.J. Landscape planning. – M: Publishers Academia, 2008. – 336 p.
23. Kolbovsky E.J. Landscape in a mirror of culturology // Article Tourist library. URL: http:// www.biz.kr.ua/info/articles/ekoturism.html. (Date of the reference of 1/20/2011).
24. Kuskov A.S. Geography and tourism: Collection of proceedings – Perm: PSU, 2006. – P. 115-134.
25. Kuskov A.C, Arsenyeva E.I. Sustainable development of tourism: directions, tendencies, technologies // The collection of materials of the international scientifically-practical conference – Ulan-Ude: Publishers PIP. 2005. – P. 15-25.
26. Kuskov A.S., Golubeva V. L, Odintsova T.N. Recreational Geography – M.: Publishers Flinta, 2005. – 496 p.
27. The of monuments of history and culture of Republic Tatarstan. I. – Administrative areas: the Scientific edition / Under the editorship of R.A. Ajnutdinova – Kazan: Publishers Master Line, 1999. – 460 p.

УДК 726.03
Нияз Халит – доктор архитектуры, профессор
E-mail: niaz_halit@rambler.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ОРНАМЕНТАЛЬНЫЕ МОТИВЫ КОЧЕВОГО СТИЛЯ И ЕГО ТРАДИЦИИ В СРЕДНЕВЕКОВОЙ ТАТАРСКОЙ АРХИТЕКТУРЕ

АННОТАЦИЯ
Исследование открывает малоизвестную в российской науке тему взаимосвязи кочевой и оседлой тюркской архитектур, в том числе татарской.
КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: кочевой стиль, мусульманская миниатюра, юрты, шатры, кибитки, палатки, навесы, сельджукский стиль, османский стиль, татары, Поволжье.

Niyaz Khalit – doctor of architecture, professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

THE STUDY REVEALS THE SUBJECT ABOUT INTERCONNECTION OF NOMADIC AND THE SETTLED TURKIC ARCHITECTURE, INCLUDING TARTARS THAT HAS NOT STUDIED YET BY RUSSIAN SCIENCE

ANNOTATION
The study reveals a subject not yet studied by Russian Science, about interconnection of Nomadic and the settled Turkic architectures, including Tartars.
KEYWORDS: nomadic style, muslim pictures, jurtes, tents, kibitki, seljuk style, ottoman style, tatars, Volga area.

Тысячелетняя традиция кочевого стиля, сложившая психологию восприятия оформленного пространства у тюркских народов, не могла внезапно смениться на иную при простой смене способа хозяйствования. Тем более там, где бывшие кочевники стали во главе общества и создали устойчивые городские цивилизации на базе развитых строительных культур. Таковы были хазары, болгары, венгры, турки-сельджуки, арабы, монголы и др. Изучая их архитектуру, постоянно натыкаешься на своеобразную эстетику в оформлении внутреннего и внешнего пространства зданий, плохо поддающуюся пониманию с позиций классической западноевропейской стилистики, но легко объяснимую как продукт кочевой традиции стиля.

Спецификой кочевого стиля, в сравнении с оседлым, является опора на трансформирующиеся и разборные конструкции и мягкие сворачивающиеся и складывающиеся облицовочные материалы. Первые, вероятно, послужили впоследствии прототипом каменных и кирпичных нервюрных каркасных конструкций, вторые – прообразом сплошных ковровых узоров и композиций в кирпичной и изразцовой облицовке или росписи поверхностей по дереву или штукатурке.

В этой связи довольно любопытно сопоставить характер тюркских (в т.ч. татарских) тканевых и ковровых орнаментов с настенной орнаментацией сельджукского, а затем и османского стилей как единой декоративной канвы национальной архитектурной традиции. Практически полное совпадение многих орнаментальных мотивов тканых и браных ковров и дорожек с кирпичными узорами на стенах сельджукских сооружений говорит о некоей концепции кочевого стиля, сформировавшей стереотипы внешнего оформления зданий с переносом привычных традиционных приемов декорировки в иной материал, вплоть до буквального цитирования тканевых, ворсовых и войлочных узоров. Думаю поэтому, что многообразные орнаментальные мотивы этого жанра татарского декоративно-прикладного искусства можно рассматривать как один из традиционных видов архитектурного орнамента, употреблявшегося в рамках сельджукского стиля. В каждом регионе, вероятно, находились собственные нюансные трактовки его, однако общность тюркского контекста в большинстве случаев не вызывает сомнений, что хорошо видно при сопоставлении сельджукских кирпичных узоров Средней Азии, Кавказа, Ирана, Ирака, Турции, Афганистана и Поволжья. Эти же мотивы мы видим и на более поздних татарских ковровых дорожках 18-20 вв., что говорит о древности их происхождения и принадлежности к средневековому кочевому тюркскому стилю.

Таким образом, есть достаточно оснований ввести орнаментальные мотивы этого типа в арсенал традиционных декоративных средств татарской архитектуры, употреблявшихся как в древности, так и в более позднее время – вплоть, как мы увидим, до 20 века.

Геометрические узоры татарских безворсовых тканых ковров, половиков и вышивок, судя по наличию аналогичных орнаментальных кирпичных облицовок сельджукских минаретов и других сооружений 10-13 вв. в Иране, Ираке, Средней Азии и на Кавказе, можно отнести к древнему пласту архитектурных орнаментов кочевого стиля, сохранившемуся в нашем искусстве. С большой долей вероятности можно предполагать подобную же орнаментальную кирпичную кладку и в архитектуре Волжской Булгарии и Золотой Орды, развивавшихся в рамках этого же стилевого направления.

Геометрический орнамент этого типа имеет вид регулярной полихромной структуры, набранной из повторяющихся элементов различной степени сложности: начиная от полос зигзагов и квадратов разной ширины до усложненных композиций из более простых фигур. Как уже говорилось, большинство таких орнаментов совершенно аналогичны сельджукским 10-14 вв. как в ковроткачестве, так и в узорной облицовке стен кирпичом. В рисунке и композиции других явно видны монгольские корни. В-третьих, можно видеть сходство с русскими и финно-угорскими мотивами вышивок.

Бросается в глаза принципиальное совпадение колористической гаммы и общего стиля полосатых и зигзаговых мотивов в татарском ковроткачестве и стен в казанском и заказанском деревянном зодчестве. Загадкой происхождения столь удивительной системы раскраски в татарской архитектуре занимались многие исследователи, в том числе и автор настоящей статьи [2], но окончательного ответа никто так и не смог найти. Лишь сопоставление, казалось бы, несопоставимых явлений, объединяемых в рамках кочевого стиля тюрков, кажется, проясняет ситуацию. Ковры, являвшиеся элементом оформления стены в течение тысячелетий, сложили стереотип, выплеснувшийся затем на стены стационарных сооружений в виде раскраски и облицовки (как узорной кирпичной, так и цветной керамической).

Особую группу геометрических орнаментов составляют гирехи, прочно связавшиеся в нашем сознании с культурой Ислама и, вероятно, вошедшие в культуру кочевой Степи вместе с ним. Их кристаллическая математически выверенная структура более соответствовала в мобильных сооружениях жестким гладким поверхностям (к примеру, дверным полотнищам), где, судя по средневековым миниатюрам, они в основном и применялись. Выполнялись они в технике мозаики, резьбы или росписи. Впрочем, реальных находок подобных изделий в области Казани пока нет.

Растительные орнаменты. В их номенклатуру входили мотивы, стилистика которых определялась материалом подосновы. Исходя из конструкции мобильного жилища и его элементов, таковых могло набраться 5 видов:

1. Тканевые: материал обтяжки внутренних и внешних стен, перегородок, занавесей.
2. Ковровые (тканые и ворсовые): оформление интерьера.
3. Войлочные (мозаика и аппликация): оформление фасадов.
4. Дерево (резьба, мозаика, роспись): оформление дверей, несущих конструкций, мебели.
5. Металл (ковка, гравировка, чеканка): оформление дверей, несущих конструкций, мебели.

Таким образом, в рамки архитектурного декора вводится такой специфический пласт художественной культуры, как мотивы декоративно-прикладного искусства, обычно привлекаемые лишь в качестве сопоставительного материала, но отнюдь не как элемент архитектурной культуры. Специфика кочевого стиля состояла именно в том, что многие предметы быта одновременно служили элементами архитектуры, а не просто дополняли архитектурное пространство, как это принято в быту оседлых народов. Соответственно, приемы декоративного оформления, в том числе и характер орнамента, могли полностью совпадать. Что, в сущности, и произошло с вторжением сельджуков, а затем мамлюков и османов в художественное пространство Ислама. Кроме специфически тюркских типов сооружений (дюрбе), они перенесли декоративные принципы и мотивы кочевого стиля на стены каменных и кирпичных сооружений (узорная кладка, ковровая резьба, орнаментальная керамическая облицовка), открыв новую эпоху в архитектуре мусульман всего мира.

К сожалению, на сегодняшний день сведений о собственно булгарском и золотоордынском искусстве ткани и ковра явно не хватает, чтобы в полной мере судить об орнаментах кочевой архитектуры. Разумеется, наличие известной доли импорта, по транзитным каналам той эпохи (Китай – Средняя Азия – Золотая Орда – Иран – Малая Азия – Египет), позволяет как-то восполнить этот недостаток знаний. По крайней мере, что касается богатых шатров и юрт, можно с уверенностью предполагать использование в их оформлении привозных тканей и ковров оттуда. Отголоски орнаментов именно этих культур легко найти в резьбе надгробий, изразцовых композициях и татарском декоративном искусстве вплоть до сегодняшнего времени. Однако сопоставление тканевых и ковровых узоров Ирана, сельджукской и оттоманской Турции с

искусством казанских татар показывает существенные различия как по принципам композиции, колористической гамме, так и по тематике узоров. Рассматривая общность многих мотивов в декоративно-прикладном искусстве татар, персов и турок как отражение стиля эпохи, следует признать искусство Золотой Орды вполне самостоятельным и узнаваемым, имеющим свой стиль, традиции и концептуальные закономерности.

Зооморфные орнаменты и мотивы обычны для средневекового исламского искусства и встречаются повсеместно, в том числе в Булгарии и Золотой Орде. Их сюжеты в какой-то степени носили универсальный характер (грифоны, барсы, двуглавые и другие птицы), но в большинстве случаев отражали местную мифологию еще доисламского времени. Для золотоордынского государства характерно, кроме прочего, присутствие алтайско-дальневосточного пласта с его драконами и другими подобными чудовищами. Судя по ряду средневековых изображений, юрты и палатки золотоордынских феодалов, по крайней мере до принятия ими Ислама, довольно щедро оформлялись изображениями драконов, птиц и другой живности. Изобиловало ими и декоративно-прикладное искусство Волжской Булгарии и Золотой Орды.

Характерными именно для сельджукского стиля являются резные детали стены, вероятно, имитирующие накладные украшения мобильного стиля.

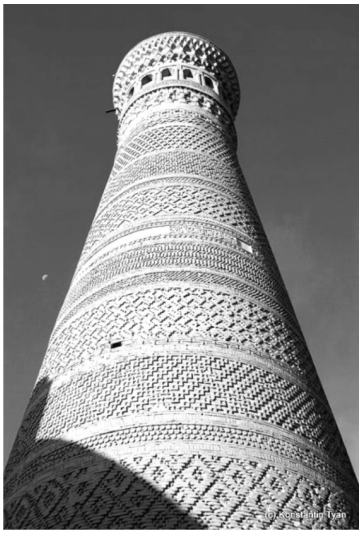
Это, прежде всего, круглые, а иногда и более сложной формы щиты, наложенные сверху на гладь стены или прямо на резной орнамент без видимой стилистической связи с ним.

Другим подобным декоративным элементом были каменные шары или полушары, выступающие из поверхности стены. Порой гладкие, а в большинстве случаев богато орнаментированные и даже ажурно вырезанные, они также стали своеобразным брендом сельджукского стиля. Эту декоративную деталь мы видим на центральном шатре храма Василия Блаженного в Москве, что подтверждает присутствие такого мотива и в казанской средневековой архитектуре.

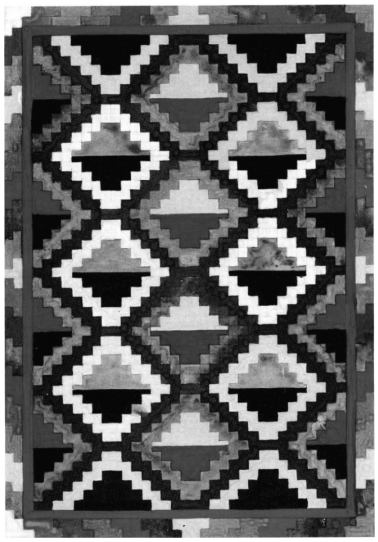
Розетки – не менее распространенный и очень многообразный мотив в искусстве Поволжья, а также множества других культур. Все их просто невозможно перечислить. Тем не менее, в искусстве булгар и татар есть несколько наиболее распространенных типов розеток, в целом совпадающих с типологией розеток сельджукского стиля. Они мало изменялись и стойко сохранялись в течение последнего тысячелетия в татарском искусстве резьбы, чеканки, литья, гравировки и мозаики. В основу их рисунка в огромном большинстве положены мотивы солнца, звезд, колеса и цветов, т.е. типичные для кочевой культуры сюжеты.

Плетенки (в т.ч. веревки и узлы) – один из мотивов кочевого стиля, ставший одним из знаковых элементов сельджукского стиля. В поволжском искусстве этот мотив встречается повсеместно и далеко не только в резьбе каменных надгробий. Более того, он стал одним из характерных для татарской архитектурной резьбы в народном зодчестве Нового времени, в том числе и в Казани.

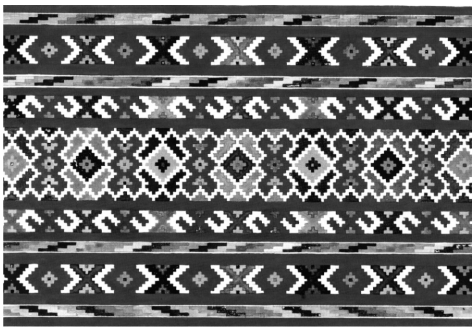
Рис. 1. Каракалпакская юрта (современное фото)



а)



б)



в)

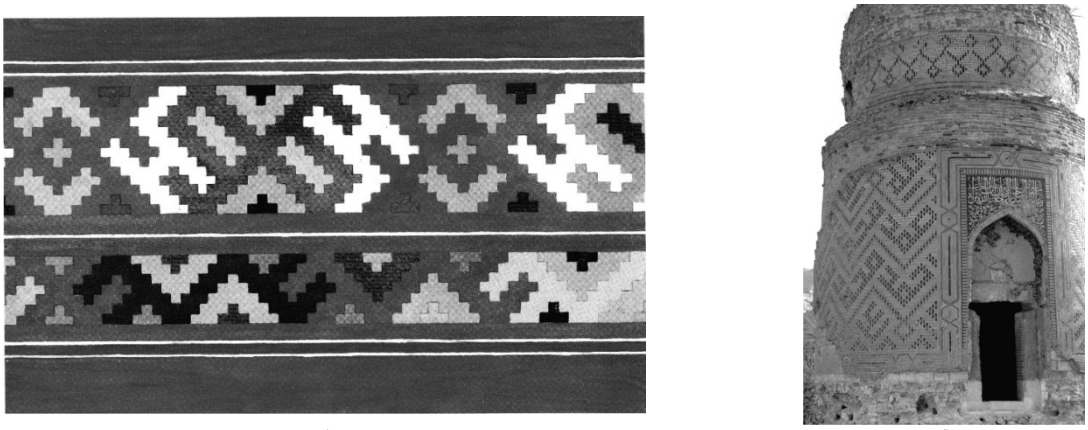
г)

Рис. 2. Отражение традиций кочевого стиля в сельджукской архитектуре (лицевая кирпичная кладка):
а) Минарет Колон, г. Бухара (государство Саманидов, 11 в.); б) Татарский тканый палас, 19 в.;
в) Татарский тканый палас, 19 в.; г) Мечеть Магоки Аттори в Бухаре, 12 в.
(фрагменты облицовки фасадов)

а)

б)

Рис. 3. Геометрические орнаменты в кочевом стиле (оформление стены):
а) Верещагин В.В. Киргизские юрты на берегу реки Чу;
б) Интерьер киргизской юрты (современное фото)



а) б)

Рис. 4. Отражение традиций кочевого стиля в сельджукской архитектуре (лицевая кирпичная кладка): а) Татарский тканый палас, 19 в.; б) Тюрбе Хасанкейф Зейнал бека. Государство сельджуков, 14 в.

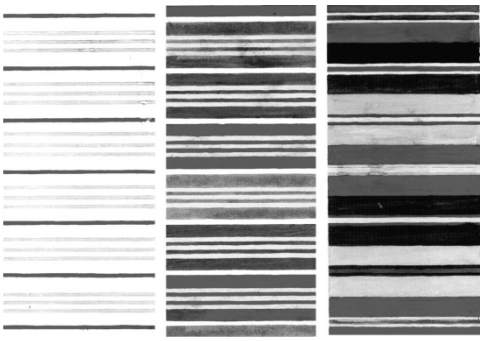


Рис. 5. Простейшие линейные орнаменты в изделиях татарских мастеров 19 века

Рис. 6. Виды линейных орнаментальных росписей фасадов татарских домов конца 19-начала 20 вв. (рисунок автора)

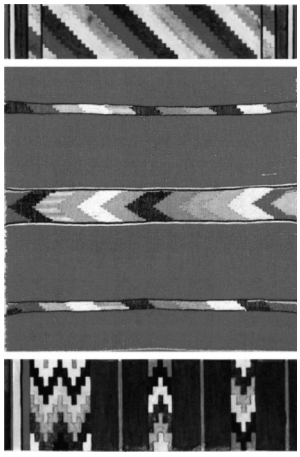
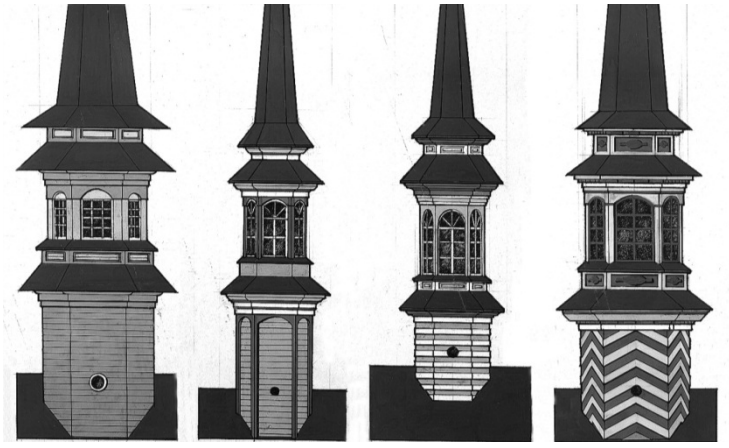


Рис. 7. Простейшие линейные и зигзаговые орнаменты в тканых изделиях татарских мастеров 19 века



а) б) в)

Рис. 8. Способы традиционной раскраски деревянных минаретов в 19-начале 20 вв. (рисунок автора): а) произвольная; б) иллюзорно-тектоническая; в) суперграфическая

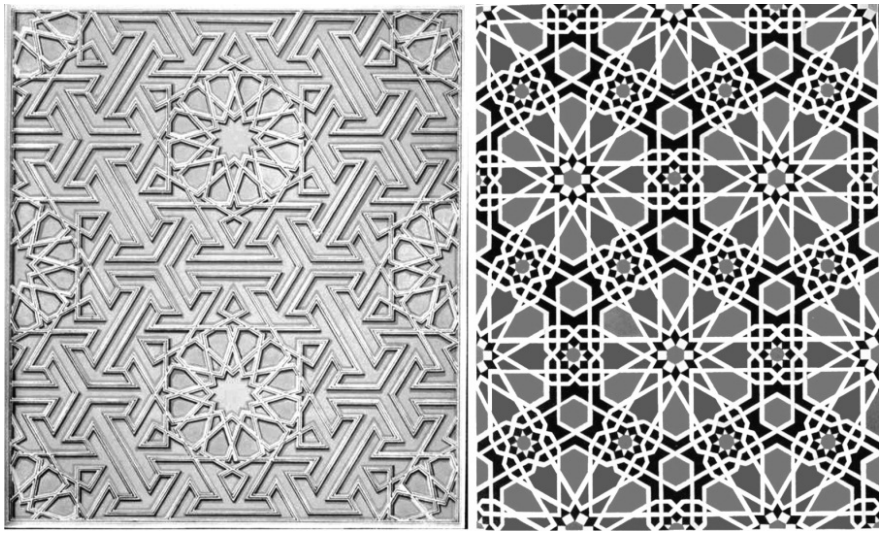
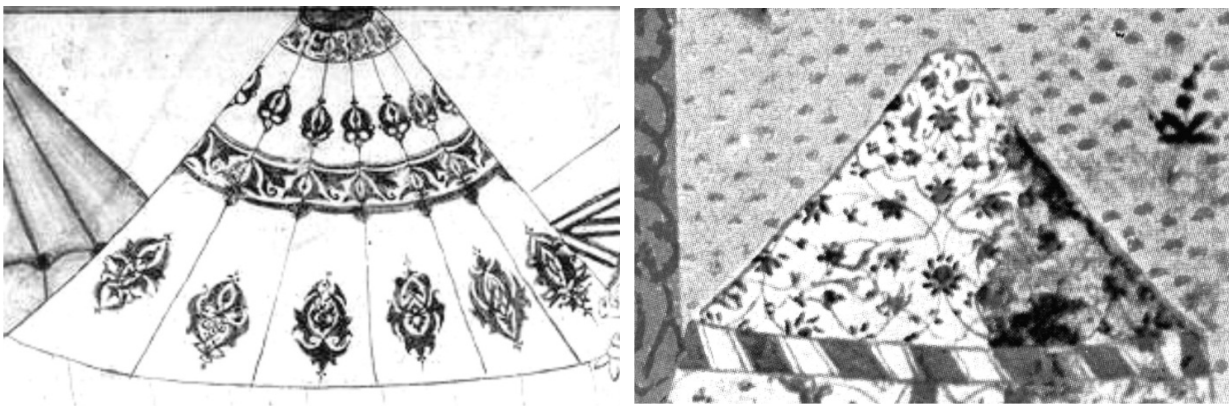


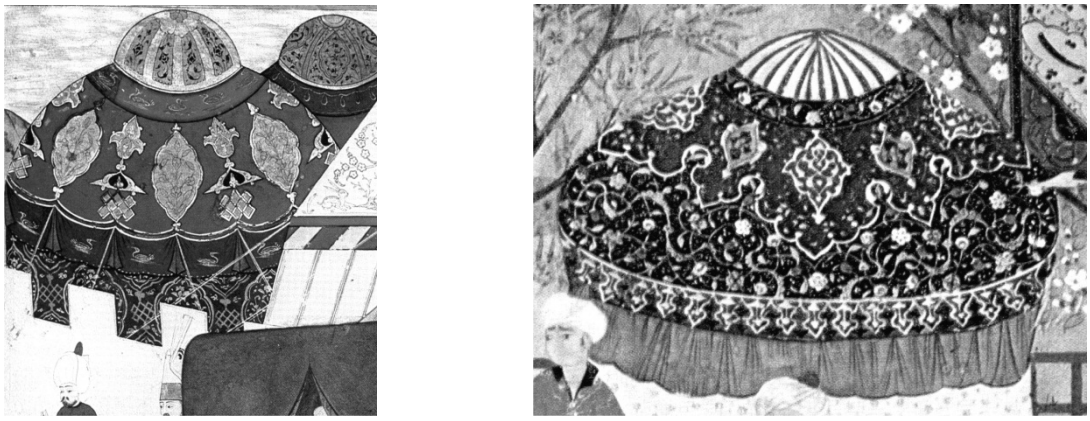
Рис. 9. Гирехи



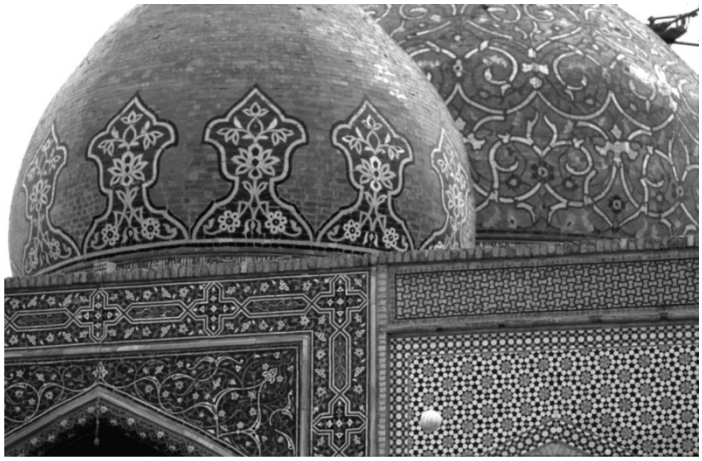
а)

б)

Рис. 10. Аналогии оформления поверхности шатров в мобильной и сельджукской стационарной архитектуре: а) Кочевые шатры в средневековых мусульманских миниатюрах;
б) Усыпальницы в Иране. Государство сельджуков, 14 в.



а)



б)

Рис. 11. Аналогии оформления поверхности куполов в мобильной и сельджукской стационарной архитектуре: а) Кочевые юрты в средневековых мусульманских миниатюрах; б) Усыпальница Имамзаде Дарби Ислам в Исфахане. Государство сельджуков (территория современного Ирана), 14 в.

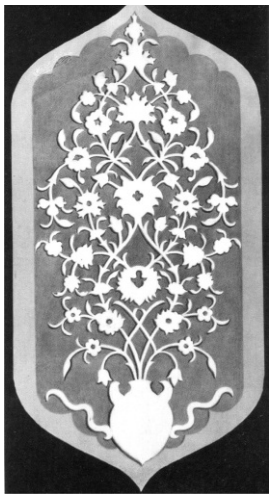
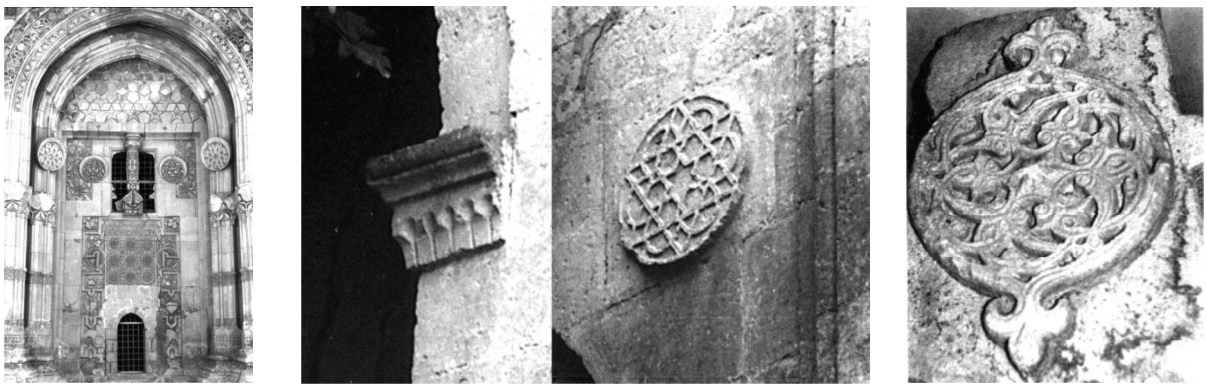


Рис. 12. Орнамент на татарском надгробии первая пол. 16 в. Дер. Пановка Сабинского р-на РТ (Рис. Ф.Х. Валеева)

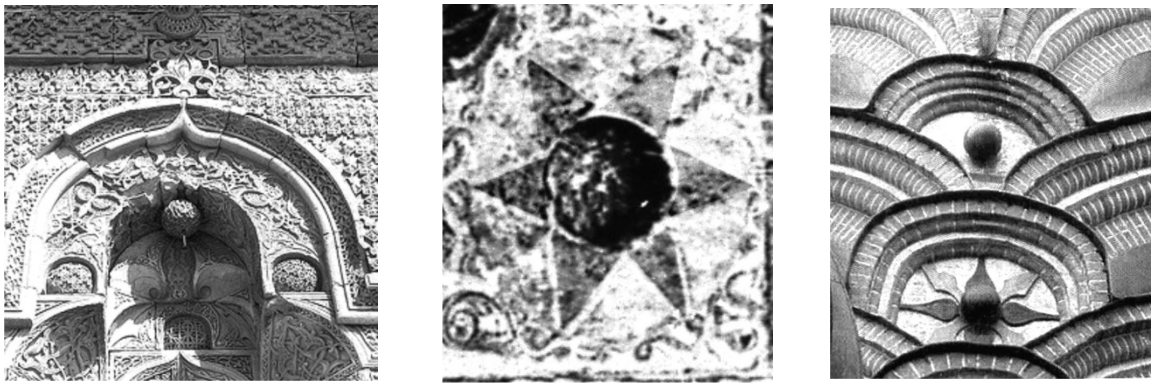
Рис. 13. Оформление монгольской золотоордынской юрты (фрагмент средневековой мусульманской миниатюры)

Рис. 14. Зооморфные мотивы в булгарских и золотоордынских орнаментах Поволжья. Рис. Ф.Х. Валеева



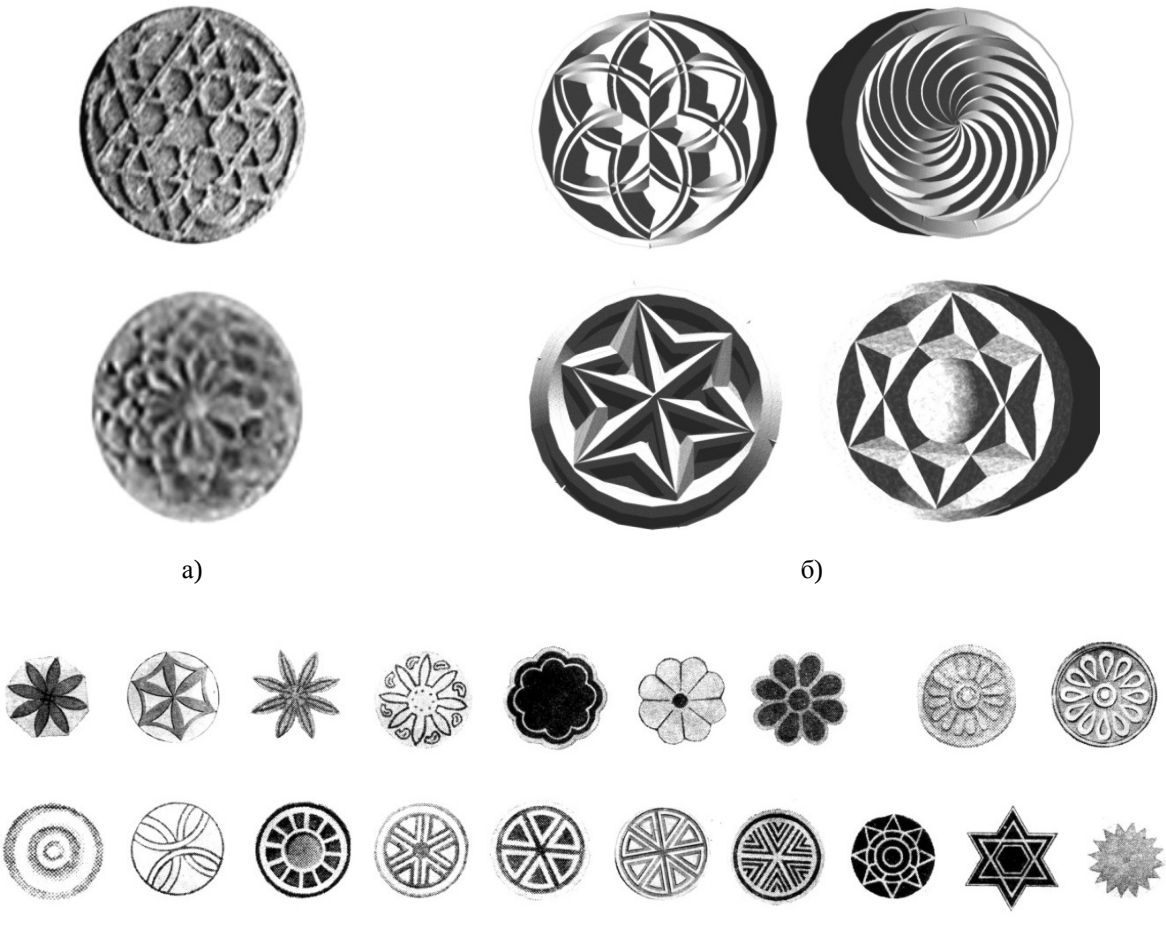
а) б) в)

Рис. 15. Декоративные детали в сельджукском стиле. Щиты и медальоны в оформлении стены:
а) Улу джами в Дивриги (государство сельджуков, Турция, 1229 г.); б) Эски тюрбе в Бахчисарае
(Золотая Орда, Крым, 14 в.); в) Декоративная деталь из Старого Крыма (Золотая Орда, Крым, 14 в.)



а) б) в)

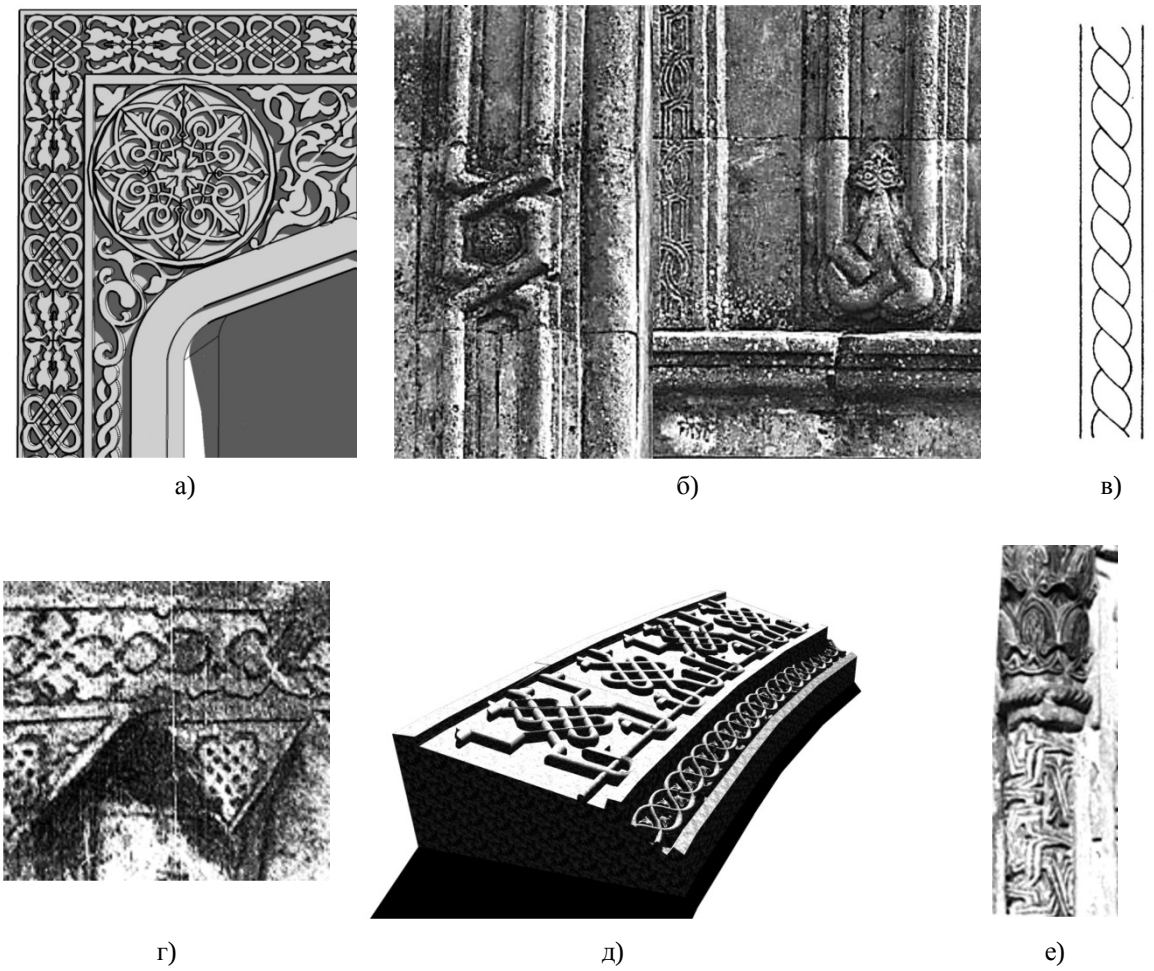
Рис. 16. Декоративные детали в сельджукском стиле. Шары и полушары в оформлении стены: а) Улу джами в Дивриги (Сельджукское государство, 1229 г.); б) Узбек джами в г. Старый Крым. Деталь портала (Золотая Орда, 14 в.); в) Храм Василия Блаженного в Москве, деталь венчающего шатра (Московское Великое княжество, 1556-1558 гг.)



а) б)

в)

Рис. 17. Орнаментальные мотивы в средневековой татарской архитектуре сельджукского стиля. Розетки: а) Мотив цветка, Золотая Орда, Волжская Булгария (по Ф.Х. Валееву); б) Мотив колеса, солнца и звезды, Золотая Орда, Волжская Булгария (по Ф.Х. Валееву); в) Розетки с сельджукских надгробий и зданий, Золотая Орда, Крым, Турция (рис. Н. Халита)



а) б) в)

г) д) е)

Рис. 18. Орнаментальные мотивы в средневековой татарской архитектуре сельджукского стиля. Плетенки: а) Кече манара в Булгаре, Золотая Орда, Булгария, 14 в. (рис. Н. Халита); б) Тюрбе Джанике ханым в Бахчисарае, Золотая Орда, Крым, 14 в.; в) Декоративная деталь из Сарая Берке, Золотая Орда, 14 в.; г) Кече манара в Булгаре, Золотая Орда, Булгария, 14 в. (рис. Ф.Х. Валеева); д) Кабир в Булгаре, Золотая Орда, Булгария, 14 в. (рис. Н. Халита); е) Тюрбе Хаджи-Гирей хана в Старом Крыму, Золотая Орда, Крым, 14 в.

Сопоставление предметов декоративно-прикладного искусства и архитектурных деталей говорит о существовании в 14-15 вв. своеобразно трактованного орнамента, сохраняющего общность стиля с иными родственными культурами в Средней и Малой Азии, на Кавказе и в Египте, но могущего быть определенным как своеобразное татарское декоративное искусство, татарский стиль орнамента.

Своеобразная культура кочевого стиля, присутствие которой неоднократно отмечалось археологами и этнографами [3], была неотъемлемой частью общей архитектурной культуры татарского народа и его предков на протяжении тысячелетий. Отголоски форм кочевого стиля можно наблюдать как явно, так и ассоциативно в декоративных мотивах и в оседлой архитектуре, причем не только в средневековой, но даже и вплоть до настоящего времени. Сам образ кочевого прошлого настолько крепко впечатался в сознание тюркских народов, что его мотивы постоянно сопровождают эволюцию стиля, проявляясь как на концептуальном уровне, так и в формах подсознательных ассоциаций. Более того, именно они зачастую выступают в качестве приоритетных компонентов национального стиля, подчеркивая своеобразие культурной традиции при сохранении основных позиций стиля эпохи. Именно так сложились основы сельджукского, а затем и османского стилей, золотоордынские и постзолотоордынские татарские стили средневековья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Валеев Ф.Х. Татарский народный орнамент. – Казань, 2002.
2. Халитов Н.Х. Характерные черты и особенности архитектуры казанских татар XVIII века. / Взаимодействие интернационального и национального в изобразительном искусстве Татарстана. – Казань: ИЯЛИ им. Г. Ибрагимова КФАН СССР, 1981.
3. Халитов Н.Х. К вопросу о происхождении полихромии в татарском народном зодчестве / Архитектура Среднего Поволжья. Межвузовский сборник. – Казань: КХТИ, 1981.
4. Халитов Н.Х. Поиски «национального стиля» в архитектуре татар Казани в конце XIX-начале XX вв. / Искусство Татарстана: пути становления. – Казань, 1985.
5. Халитов Н.Х. Памятники архитектуры Казани XVIII-начала XIX вв. – М.: Стройиздат, 1989.
6. Халитов Н.Х. Архитектура мечетей Казани. – Казань: Татарское книжное издательство, 1991.

REFERENCES

1. Valeev F.Kh. Tatar a national ornament. – Kazan, 2002.
2. Khalitov N.Kh. Characteristic lines and features of architecture of Kazan Tatars of XVIII-th century / Interaction of international and national Tatarstan in the fine arts. – Kazan: Institute of Linguistics, History and Literature of G. Ibragimova Kazan branch of academy of sciences the USSR, 1981.
3. Khalitov N.Kh. To a question on an polychrome origin in the Tatar national architecture / Architecture of the Average Volga region. The interuniversity collection. – Kazan: KSTU, 1981.
4. Khalitov N.Kh. Searches of «national style» in architecture of Tatars of Kazan in the end the XIX-beginning of XX centuries / Art of Tatarstan: formation ways. – Kazan, 1985.
5. Khalitov N.Kh. Monuments of architecture of Kazan XVIII-has beguning of XIX centuries. – M: Stroyizdat, 1989.
6. Khalitov N.Kh. Architecture of mosques of Kazan. – Kazan: the Tatar book publishing house, 1991.

УДК 726.03
Ширеева Д.Г. – старший преподаватель
E-mail: dilyara-shcireeva@yandex.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ПОСТРОЕНИЯ В ДРЕВНЕРУССКОЙ МИНИАТЮРЕ

АННОТАЦИЯ

В работе исследованы пространственные построения в древнерусской миниатюре. Методами изображения начертательной геометрии сделана попытка понять приемы изображения, которым пользовались создатели миниатюр. Проведенные исследования дают возможность продвинуться еще на один шаг в понимании графического языка, которым пользовались создатели древнерусской миниатюры, что позволит восстановить формы утраченных средневековых построек XVI-XVII веков.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: древнерусская миниатюра, иконографический материал, перспектива, методы начертательной геометрии, реставрация.

Shcireeva D.G. – senior lecturer
Kazan State University of Architecture and Engineering

SPATIAL CONSTRUCTED IN AN OLD RUSSIAN MINIATURE

ABSTRACT

We studied the spatial construction in Old miniature. Methods of descriptive geometry images attempt to understand the techniques of image that was used by the creators of miniatures. Our studies provide an opportunity to move another step in the understanding of the graphic language used by the creators of ancient miniatures, which will restore the form of lost medieval buildings XVI-XVII centuries.

KEYWORDS: Old Russian Miniatures, iconographic material, the perspective and methods of descriptive geometry, restoration.

В комплекс источников полной научной архитектурной реставрации входят письменные источники: старые описи, писцовые книги, старые фотографии, чертежи, рисунки, гравюры, аксонометрические планы, архитектурные фоны икон и миниатюр. Сложным вопросом является установление достоверности изобразительного материала. Всегда заманчиво при восстановлении первоначального вида памятника обладать графическими документами, раскрывающими замысел автора. Поэтому необходимо критически проанализировать привлекаемые источники в плане их достоверности и их бывшей градостроительной ценности, ибо важным для истории архитектуры моментом является не только реставрация того или иного памятника и установление его локальных композиционно-стилистических свойств, но и его градостроительной ценности. Последнее входит в задачу не столько реставратора, сколько историка архитектуры.

Рассматривая миниатюры, трудно найти в них изображения архитектурных сооружений, которые соответствовали бы нашим современным представлениям. Попытаемся внимательно рассмотреть изображения архитектурных сооружений на фонах икон и знакомыми нам методами изображения начертательной геометрии попытаемся понять приемы изображения, которым пользовались создатели миниатюр, которые рисовали эти сооружения «с натуры».

Изучение иконографических источников давно привлекает внимание исследователей. Общего мнения о точности и достоверности изображения на архитектурных фонах икон или миниатюр формы реальных зданий в науке не существует. А.С. Щенков в книге «Современный облик памятников прошлого» отмечает, что на первом этапе исследования этой проблемы ученые пытались выяснить степень реальности изображенной архитектуры [1]. Имеет ли она что-нибудь общее с древнерусской архитектурой или представляет чистый вымысел изографа, нагромождение фантастических, никогда не существовавших форм? Те ученые, которые не учитывали отличие изобразительных приемов древнерусской живописи от свойственного новому времени перспективного изображения и применения к ним критериев, по которым

оценивалось современное им искусство, пришли к выводу, что архитектура фона икон и миниатюр носит целиком фантастический характер. Со временем раскрытие принципов построения формы в древнерусской живописи, понимание символичности художественного языка иконописцев (которые на первом плане помещали наиболее важную по значению часть здания) убедили ученых в том, что на архитектурных фонах изображены реально существовавшие архитектурные формы, но в условной манере. Когда иконописцам были знакомы формы сооружения или их иконография, они передавали индивидуальный облик здания, так как конкретизация облика способствовала повествовательности изображения. Главным образом это относится к материалу 16-17 вв., поскольку именно в 16 веке усилилось повествовательное начало в живописи, что привело к большей конкретности изображения. Однако в них не следует искать детальной точности в передаче формы. Архитектура на иконах служит не точным изображением, а обозначением конкретных сооружений. Сходство рисунков с реальными прототипами имело целью узнавание изображения зрителем и касалось только тех форм, которые имели функцию смыслового различения. Сравнение нескольких изображений храмов, дошедших до наших дней, с их реальной архитектурой подтверждает, что иконописцы передавали только наиболее характерные детали. Стремление к детализации форм, переход от «обозначения» здания к «изображению» начинается в русской иконописи в связи с проникновением в нее западных рационалистических тенденций.

Исследователь русского искусства Н.И. Султанов в конце 19 века пытался расшифровать древний язык художника, его условности и приемы-письма [2]. Взглянув на миниатюры глазами художника 15 века, он пришел к выводу, что на миниатюрах изображена реальная архитектура 15 века. Распутать эти миниатюры можно, только принимая в расчет особенности письма, так, например, древний художник не замечает, что вертикальные линии в перспективе имеют сокращение, поэтому рисунки напоминают изометрическое изображение. На первый план ставится не та часть здания, которая ближе к картинной плоскости, а та, которая важнее по своему значению. Или же за неимением места изменяет очертание формы и делает ее сплюснутой. А иногда, наоборот, для заполнения места повторяет ее дважды, т.е. допускает вольности и наивности, которые никогда не позволил бы себе современный художник, чтобы показать, что делается внутри здания, он срезает часть здания, соединяя таким образом фасад с разрезом (рис. 1).

Миниатюры Лицевого свода по своим принципам отличны от книжных иллюстраций нового времени. Они не столько изображают определенный момент, сколько рассказывают русскую историю изобразительными средствами. Это изобразительный рассказ, параллельный словесному. Каждая миниатюра представляет собой сразу несколько изображений. Миниатюрист как бы стремится преодолеть статичность изображения. Развернуть его во времени, показать как можно больше отдельных элементов того или иного события и охватить несколько разновременных моментов в пределах одной миниатюры. Например, миниатюра, изображающая прием литовских послов (рис. 2). Миниатюра трехсюжетна. В верхней части изображен Иван Грозный, принимающий литовских послов по случаю подписания перемирия между Россией и Литвой на семь лет (1542-1549). Наверху слева – окруженный боярами, сидящий на троне царь, напротив него – литовские послы. Наверху справа – Иван Грозный, беседующий с послом. В нижней части миниатюры мы видим на лошадях послов, покидающих город.

История изучения иконографического материала Казани насчитывает несколько десятилетий. К наиболее древним сохранившимся изображениям Казани относятся миниатюры лицевых рукописей. Н.Ф. Калинин выявил миниатюры лицевого списка к «Казанской истории» с изображением Казани [3]. М.Г. Худяковым [4] выявлены миниатюры Шумиловского тома Летописного свода с изображением Казани и выявлены формы средневековой татарской архитектуры, исследована архитектура, изображенная на картине 16 века «Апофеоз взятия Казани».

Композиции миниатюр Свода лишены строгой уравновешенности. Появляются композиции, лишенные объединяющего центра. Художник подчиняется требованиям повествовательности. Наряду с общей условностью движения начинает развиваться выразительность жестикуляций, соответствующих переживаниям и действиям изображенных фигур. Громадное количество миниатюр, выполненных для Свода, несомненно, повлекло возникновение шаблона в композиции, рисунке и цвете. Иногда в изображениях зданий встречаются шатровые, бочкообразные покрытия и, наряду с ними, ступенчатые фасады здания западного типа. Часто наблюдается даже пространственное решение некоторых композиций.

Размещение в пределах миниатюр действий, происходящих в разных местах, усиливает их повествовательный характер, придает динамичность иллюстрациям, помогает пониманию их.

Средневековый художник использовал методы изображения окружающего пространства, которыми пользуются и современные художники – это и метод ортогональных проекций, и метод аксонометрических проекций, и метод обратной и линейной перспективы. В основе обратной перспективы – предположение о множественности точек зрения на предмет, вызванный динамической позицией зрителя, посредством которой и совершается характерная для средневекового искусства трансформация зрительных впечатлений. Подобное «суммирование» разных аспектов изображаемого предмета возникает как следствие «разгибания», «развертывания» объемной формы и переложения её в плоскость картины. Смысловая символика решительно видоизменяет видимый облик предметов. Происходит процесс схематизации и канонизации форм, добытых некогда на основе наблюдения натуры. Изображение сводится к условному знаковому выражению. Здесь следует искать мотивировки многих «странностей» средневекового христианского искусства. Икона, как известно, была книгой для неграмотных [5]. Вполне закономерно в иконном изображении усиливается роль понятийного начала. В отличие от Древнего Египта, в византийско-русской иконе подставка, трон, дом представительствуют двумя аспектами. Изображения колодцев и ваз также даются двухаспектно: низ – ортогонально, а верх – развернуто – в виде полукруга. Полукруг говорит о круге. Например, миниатюра, на которой показаны художники за «поновлением» икон для иконостаса Благовещенского собора в Московском Кремле, попорченных во время пожара 1547 года (рис. 3). Слева виден подмастерье, помогающий иконописцам. На столе перед мастерами – посуда с различными красками. В верхней части миниатюры изображен наблюдающий за работой Иван Грозный. В верхней левой части изображен Благовещенский собор, который представляет собой несомненно пятиглавую церковь. Изображение, несомненно, этого же собора, мы видим на миниатюре, изображающей свадебный пир (рис. 4). В верхней части запечатлена сцена венчания казанского царя Симеона и Марьи Кутузовой в кремлевском Благовещенском соборе в присутствии Ивана Грозного. Ниже изображен свадебный пир в Кремле. За столом, уставленным явствами и дорогой посудой, сидят в венцах и традиционных свадебных платьях жених и невеста. Изображение посуды выполнено методом обратной перспективы. Изображение этого же собора мы видим на миниатюре, изображающей закладку в 1505 году восьмиугольной в плане церкви Иоанна Лествичника (перестроена, ныне колокольня Ивана Великого). Изображение этого фундамента выполнено в ортогональных проекциях (рис. 5).

Изображение Архангельского собора мы безошибочно определяем на миниатюре по изображению характерных для этого храма закомар (рис. 6). В миниатюре слева показана закладка церкви в 1333 году, пол которой состоял из квадратных плит (их фрагменты найдены при археологических раскопках). Справа изображен уже построенный храм, который освещает киевский митрополит Феогност.

Истоки обратной перспективы, согласно Б. Раушенбаху, – в перспективе перцептивной [6]. Действительно, наше зрительное восприятие постоянно корректируется механизмом константности величины и формы, вносящим свои поправки в осознаваемые нами образы. Отмеченное явление, как полагает исследователь, и обусловливает развитие в живописи форм аксонометрии и обратной перспективы, которые связываются им исключительно перцепцией, непосредственным восприятием, бесхитростным рисованием того, что видит художник на близких расстояниях.

Что представляет собой феномен обратной перспективы с геометрической точки зрения? Прямой перспективой называется способ изображения предметов, при котором по мере удаления от зрителя их линейные размеры уменьшаются, обратной перспективой – противоположный способ изображения, при котором линейные размеры по мере удаления их от наблюдателя увеличиваются.

С точки зрения чисто геометрической следует считать прямую, т.е. линейную перспективу, единственно логической при условии изотропности пространства, обладающего свойствами евклидовой геометрии. Можно ли геометрически точно построить обратную перспективу и какими геометрическими свойствами она обладает? Существует ли взаимно однозначное соответствие точек пространства с их изображением в обратной перспективе? Несмотря на явную противоречивость обратной перспективы, по сравнению с прямой перспективой, она также обладает изотропностью и взаимно однозначным соответствием точек пространства с их изображением.

Согласно исследованиям Ю.П. Нагорного, прямая и обратная перспектива находятся в отношении инверсии [7]. Лучи зрения считаются теми же самыми, что и в прямой перспективе,

то есть исходящими из одного центра, только направление их противоположное, они направлены не изнутри наружу, а снаружи вовнутрь.

На рисунке показано построение перспективы прямоугольной призмы с двумя точками схода параллельных прямых. Линия горизонта выбрана так, что мы смотрим на предмет снизу. На втором рисунке мы изменили видимость элементов, расположенных внутри контура, на противоположную. Теперь зритель находится сзади предмета и наблюдает его снизу. Дальняя грань оказалась передней, выступающий вперед объем оказался уходящим от нас. Параллельные линии не сходятся, а расходятся по мере удаления. Следовательно, обратная перспектива – это зеркальное отражение прямой перспективы с изменением видимости линий контура (рис. 7).

Проведенные исследования дают нам возможность продвинуться еще на один шаг в понимании графического языка, которым пользовались создатели древнерусской миниатюры, что позволит восстановить формы утраченных средневековых построек XVI-XVII веков.

Рис. 1. Миниатюры из рукописной книги. XVII в. В бане. Обучение грамоте. Трапеза

Рис. 2. Миниатюра из Лицевого летописного свода XVI века. Прием литовских послов

Рис. 3. Миниатюра из Лицевого летописного свода XVI века. Иконописцы

Рис. 4. Миниатюра из Лицевого летописного свода XVI века. Свадебный пир

Рис. 5. Миниатюра из Лицевого летописного свода XVI века. Шумиловский том, лист 647

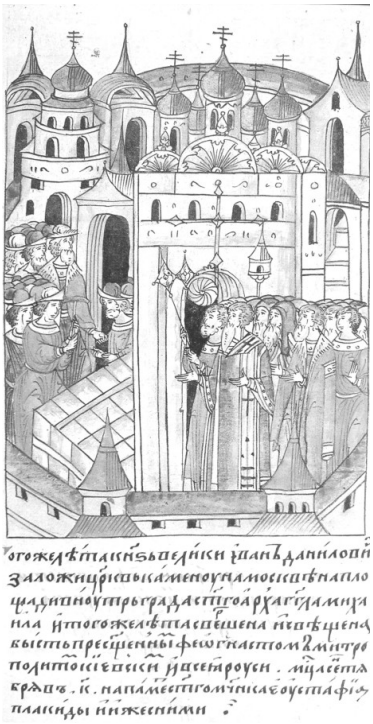


Рис. 6. Миниатюра из Лицевого летописного свода XVI века. Остермановский том 1, лист 342

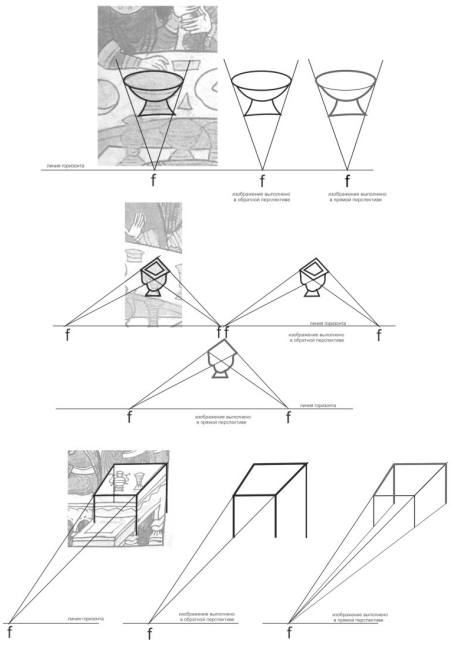


Рис. 7. Построение обратной перспективы с двумя точками схода параллельных прямых

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щенков Т.Н., Вятчанина Т.Н., Меркулова И.Ю. Современный облик памятников прошлого: Историко-художественные проблемы реставрации памятников архитектуры. – М.: Стройиздат, 1983. – 188 с.
2. Султанов Н.И. Образцы древнерусского зодчества в миниатюрных изображениях. Исследование по рукописи XVI в.: Житие Николая Чудотворца. – СПб.: Тип А. Траншеля 1882. – 41 с.
3. Калинин Н.Ф. – Казань.: Исторический очерк. – Казань, 1955. – 414 с.
4. Худяков М.Г. Татарская Казань в рисунках 16 столетия. // Вестник Научного общества татароведения 9-10. – Казань: Изд. Дома Татарской Культуры, 1930.
5. Мочалов Л.В. Пространство мира и пространство картины. Очерки о языке живописи. – М.: Советский художник, 1983. – 375 с.
6. Раушенбах Б.В. Пространственные построения в живописи. – М.: Наука, 1980. – 87 с.
7. Нагорнов Ю.П. Композиция перспективных изображений. – Томск, 1987.

REFERENCES

1. Chenkov T.N., Vyatchanina T.N., Merkulova I.J. The modern look of monuments of the Past: Historical and artistic problems of monuments of restoration. – M.: Stroiizdat, 1983. – 188 p.
2. Sultanov N.I. Samples of ancient Russian architecture in miniature images. Study on the manuscript of XVI century.: Life of St. Nicholas. – SPb.: Tip A. Transhelya 1882. – 41 p.
3. Kalinin N.F. Kazan. Historical essay. Kazan, 1955. – 414 p.
4. Khudyakov M.G. Kazan Tatar in Figures of 16 century. // Bulletin of the tatar manor Scientific Society 9-10. – Kazan: Vol. House of Tatar culture, 1930.
5. Mochalov L.V. The space of peace and space of the picture. Essays on the language of painting. – Moscow: Soviet Artist, 1983. – 375 p.
6. Rauschenbach B.V. Spatial construction in the paintings. – M.: Nauka, 1980. – 87 p.
7. Nagornov J.P. Composition looking images. – Tomsk, 1987.

УДК 711.424:712(470.41)
Бурова Т.Ю. – кандидат архитектуры, старший преподаватель
E-mai: tadrik@yandex.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ОСНОВНЫЕ УРОВНИ И СТАДИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УРБОЭКОСИСТЕМЫ г. КАЗАНИ (НА ПРИМЕРЕ ПРОСТРАНСТВА ИСТОРИЧЕСКОГО ЦЕНТРА)

АННОТАЦИЯ

В процессе функционирования урбоэкосистемы возникают противоречия между антропогенной деятельностью человека и естественными процессами. Следствием деятельности человека является нарушение естественного баланса в антропогенной экосистеме. Это отрицательно влияет на общее состояние условий физического и эстетического комфорта. Для возможности восстановления условий комфорта важен процесс взаимодействия между элементами природной и антропогенной составляющей урбоэкосистемы, рассматриваемый на примере исторического центра г. Казани. Установлено, что процесс взаимодействия данных элементов включает четыре основных уровня: развитие, кризис, деградация, стабилизация.

В статье изложены основные характеристики данных уровней и представлены стадии, составляющие уровни взаимодействия.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: урбоэкосистема, критическое состояние, система озеленения.

Burova T.Y. – candidate of architecture, senior lecturer
Kazan State University of Architecture and Engineering

THE BASIC LEVELS AND STAGES OF FUNCTIONING OF URBOECOSYSTEM OF KAZAN (ON THE EXAMPLE OF SPACE OF THE HISTORICAL CENTER)

ABSTRACT

In the course of functioning urboecosystem, there are contradictions between anthropogenous activity of the person and natural processes. A consequence of activity of the person is infringement of natural balance in an anthropogenous ecosystem. It negatively influences the general condition of conditions of physical and esthetic comfort. For possibility of restoration of conditions of comfort interaction process between elements of a natural and anthropogenous component urboecosystem, considered on an example of the historical center of Kazan is important. It is established that process of interaction of the given elements includes four basic levels: development, crisis, degradation, stabilization.

In article the basic characteristics of given levels are stated and the stages making levels of interaction are presented.

KEYWORDS: urboecosystem, critical condition, gardening system.

Пространство г. Казани – это сложная структура, представляющая единство материальной среды, природы и социума. По мнению М.Н. Строгановой [1], в процессе урбанизации формируется урбоэкосистема – природно-городская экосистема, состоящая из фрагментов природных экосистем, окруженных функциональным городским пространством. Исследования, проводимые Н.В. Масловым [2], О.Н. Яницким [3], Ю.П. Переведенцевым [4], позволяют характеризовать город как антропогенную экосистему. Нами определено, что Казань следует классифицировать как урбоэкосистему; ее сущность заключена во взаимосвязи и взаимообусловленности составляющих ее природных и антропогенных компонентов, находящихся на ограниченной территории.

Выявлено, что характерными чертами для городской экосистемы являются структурность и полифункциональность. Структурность выражена в виде деления городской экосистемы на каркас, ткань и плазму. Свойство полифункциональности обеспечивает многообразие городской среды г. Казани; способность воспринимать и трансформировать негативное

воздействие антропогенных факторов; возможность реконструкции городской среды с целью улучшения ее качественных (санитарно-гигиенических, эстетических) характеристик.

Структурные элементы урбоэкосистемы, такие как исторический центр, способны воспринимать как природное, так и антропогенное воздействие и восстанавливать некий внутренний баланс. Показателем такого баланса, согласно выводам Н.В. Маслова [2], является надежность функционирования экосистемы. Для обеспечения надежности функционирования необходимо наличие состояния экологического равновесия. Н.В. Маслов характеризует экологическое равновесие «как состояние природно-антропогенной среды, при котором обеспечивается ее длительная устойчивость». Сохранение экологического равновесия в его первозданном виде – «естественном развитии» – невозможно. Экологическое равновесие – это, прежде всего, динамический баланс средообразующих компонентов, создающий условия для процесса поддержания структурных элементов урбоэкосистемы в состоянии потенциального самовосстановления.

В результате деятельности человека происходит нарушение естественных взаимосвязей между элементами урбоэкосистемы г. Казани. Возникает проблема сохранения экологического равновесия, которое является важнейшим показателем комфорта городской среды. Проблема сохранения экологического равновесия является очень важной как для полноценного функционирования исторического центра, так и для его дальнейшего развития. Только при наличии экологического равновесия можно говорить о целостности, устойчивости и возможности потенциального развития урбоэкосистемы г. Казани и ее элементов.

На сегодняшний момент в процессе функционирования элементов урбоэкосистемы г. Казани на территории исторического центра возникают противоречия между антропогенной деятельностью человека и естественными процессами самовосстановления почвы, водно-воздушного баланса, растительности. Деятельность человека вызывает разного рода нарушения в функционировании природных комплексов, тем самым изменяет их структуру. В городской среде г. Казани и ее окружении нет ландшафтов, которые не испытали бы прямого или косвенного воздействия человеческого общества. Это отрицательно влияет на способность самовосстановления воздуха, почв, воды и т.д., а также на общее состояние условий физического и эстетического комфорта исторического центра г. Казани. Так, например, по ул. Московская, Лево-Булачная, Право-Булачная, Профсоюзная, Пушкина, Астрономическая, Кави Наджими, Т. Гиззата и Чернышевского практически полностью ликвидировано линейное средозащитное озеленение и газоны. Это связано, с одной стороны, с новым строительством, что влечет за собой уничтожение «старых» деревьев и отсутствие новых посадок. С другой стороны, увеличивающаяся интенсивность эксплуатации территории, отсутствие специальных парковочных мест ведут к спонтанному устройству стоянок на бывших газонах и свободных дворовых пространствах. Отсутствие специальных планировочных приемов для условий исторического центра приводит к деградации и уничтожению растительности и невозможности ее самовосстановления.

Для реабилитации пространства исторического центра г. Казани важен процесс взаимодействия между элементами урбоэкосистемы. Нами определено, что процесс взаимодействия данных элементов включает четыре основных уровня. С учетом положений научных исследований Н.В. Маслова [2], О.Н. Яницкого [3], мы сформулировали характеристики данных уровней:

I уровень – пространственно-функциональное изменение, характеризуемое «взрывным характером роста территории»;

II уровень – кризис всей системы или отдельных функционально-территориальных образований;

III уровень – деградация всей системы или отдельных функционально-территориальных образований;

IV уровень – стабилизация, выход на режим «устойчивого развития».

Уровневая структура, характеризующая процесс функционирования и взаимодействия геосистем, выявлена в исследованиях О.Г. Куликовой [5]; в исследованиях Ю.Г. Пузаченко [6] и Л.И. Павловой [7] показаны уровни взаимодействия систем вообще. В.А. Лавров [8] определяет циклы и фазы развития исторического центра города, подчеркивая возможность уровневого структурирования в процессе урбанизации. Для исторического центра подобная система уровней взаимодействия представлена впервые.

При исследовании исторического центра г. Казани выявлено, что начальный этап I уровня взаимодействия выражен в виде простого количественного роста территории функционального назначения. Характерно, что в процессе последующего развития он включает территориальный захват оставшейся свободной площади и изменения в функциональном назначении территории. В качестве показателей данного уровня нами стратифицируются площадь территории, площадь застройки, площадь озеленения, функциональное назначение застройки и открытых пространств.

Впервые определены и показаны три характерных стадии I уровня:

- *Увеличение территории специального функционального назначения.* Количественным показателем данной стадии является площадь территории соответствующего функционального назначения. Для исторического центра г. Казани характерно увеличение площади и этажности застройки административно-делового характера по ул. Лево-Булачная, Право-Булачная, Московская, Дзержинского. Кроме этого, происходит увеличение территории торгового назначения, появляются как крупные торговые комплексы («Кольцо», ГУМ, «Муравейник», «Модная семья»), так и небольшие. Малые торговые точки занимают, как правило, первые этажи административных зданий по ул. Островского, Астрономическая, Нариманова, Московская и т.д.

- *Изменение функционального состава застройки и пространств.* Количественным показателем данной стадии является процентное соотношение площади озелененных и застроенных пространств. На примере исторического центра г. Казани следует отметить недостаток дворовых и озелененных пространств, в связи с вымещением функции жилья на данной территории. Показатель озеленения для исторического центра г. Казани 7-11 % от общей площади; показатель площади застройки 65-82 %. Наряду с этим происходит формирование монофункциональной зоны на большой территории без дополнительного зонирования (например, зона офисов на ул. Лево-Булачная). Это приводит к изменению масштаба территории, трансформации системы транспортно-пешеходных коммуникаций, неравномерности эксплуатации территории. Следует отметить также, что существующие скверы около КРК «Пирамида», «Черное озеро», на ул. Пушкина, сад «Эрмитаж» не выполняют основной своей функции, связанной с отдыхом горожан. Они незначительны по площади, малопривлекательны, растительность не ухожена, места для отдыха не оборудованы.

- *Изменение интенсивности эксплуатации.* Количественным показателем данной стадии является интенсивность и плотность транспортных и пешеходных потоков, а также число посетителей и работников. Это определено монофункциональностью части территории исторического центра г. Казани. Так, например, преобладание административно-деловой сферы на ул. Лево-Булачная, Право-Булачная, Кремлевская, Московская, Островского, Пушкина приводит к повышенной посещаемости в рабочие дни и «вымиранию» данной территории в выходные дни и вечерние часы. Территория эксплуатируется неравномерно, степень эксплуатации в основные часы превышена. Излишняя плотность транспортного потока увеличивает степень загазованности-запыленности-зашумленности территории исторического центра г. Казани.

Анализируя процесс функционирования исторического центра г. Казани, нами отмечено, что здесь до настоящего времени присутствует состояние, характеризуемое стадиями I уровня. В связи с этим происходит изменение функционального состава территории и увеличение площади застройки, что влечет ухудшение количественных показателей комфорта среды. Характерной особенностью данной ситуации является то, что территория прежней площади с измененным составом растительности, почв, водно-солевого баланса и качества воздушного бассейна уже не способна компенсировать возрастающее негативное воздействие человеческой деятельности. Нарушен процесс саморегуляции на отдельных участках в связи с уничтожением элементов природной среды (например, ул. Баумана, Лево-Булачная, Право-Булачная, Московская, площадь 1 Мая, Ярмарочная площадь и на территории большей части дворовых пространств). Это происходит вследствие увеличения площади асфальтового покрытия и изменения условий произрастания растительности, что ухудшает качественные характеристики среды. Следовательно, в результате функционирования исторического центра г. Казани происходит последовательная смена стадий в рамках I уровня взаимодействия.

II уровень взаимодействия – кризис. Состояние кризиса и предшествующего ему критического перехода затронуты в исследованиях Н.В. Маслова [2], О.Г. Куликовой [5], Ю.Г. Пузаченко [6]. Согласно определению Н.В. Маслова: «кризисное состояние есть потеря

устойчивости взаимодействия элементов системы, когда параметры этой системы приближаются к допустимым пределам изменений, переход через которые ведет к деградации».

Состоянию кризиса предшествует критическое состояние. «Понятие о критических состояниях экосистем мы основываем на известном постулате диалектики о качественных изменениях объектов окружающего мира, завершающих накопление количественных изменений» (Пузаченко, 1989). К критическому состоянию приводят воздействия, исходящие снаружи (например, негативное воздействие природных и антропогенных факторов: землетрясение или снос застройки) или изнутри (например, несоответствие площади территории действующей на ней функции; несоответствие ширины проезжей части интенсивности транспортного потока). Критическое состояние является промежуточным, но очень важным показателем процесса взаимодействия природной и антропогенной систем. Критическое состояние является завершающей стадией каждого уровня взаимодействия. Нами определено, что наличие критического состояния определяет завершение процесса количественного накопления.

В условиях исторического центра г. Казани важнейшим является критическое состояние, которое предшествует кризису. Можно утверждать, что на этой стадии есть возможность воздействовать на процесс взаимодействия путем локальных мер с применением озеленения [9]. Это позволит оздоровить среду исторического центра г. Казани и компенсировать негативное воздействие отрицательных факторов урбанизации при допустимых затратах. Вследствие чего в данный момент времени не произойдет перехода через критическое состояние на II уровень. Критическое состояние – это не показатель всего кризиса. На современном этапе нами сформулированы косвенные признаки возможного критического состояния, характеризующего современные условия исторического центра г. Казани:

- появление новых функциональных свойств среды, требующих дополнительных площадей, – как отмечалось ранее, для исторического центра г. Казани имеет место преобладание административно-деловой и торговой функции;

- изменение количественного баланса территорий: соотношение между площадью застройки и площадью открытых пространств, площадью покрытия и площадью озеленения, количеством высотных и малоэтажных зданий – для исторического центра г. Казани выявлен явный недостаток пешеходных, прогулочных и рекреационных благоустроенных пространств. Существующие скверы «Черное озеро», сад «Эрмитаж», сквер при КРК «Пирамида», на ул. Пушкина, на ул. Нариманова, на ул. Г. Тукая имеют характер точечных вкраплений, единой рекреационной структуры не представляют, прогулочной пешеходной связи между собой не имеют. Кроме этого, набережная вдоль р. Казанки в историческом центре Казани, несмотря на достаточную площадь, абсолютно не привлекательна для горожан. Озеленение здесь практически отсутствует, места для отдыха слабо оборудованы;

- увеличение количества транспортных связей и плотности коммуникационного потока – анализ основных магистралей исторического центра (ул. Лево-Булачная, Право-Булачная, Московская, Нариманова, Островского, Астрономическая, Т. Гиззата, К. Наджми, Г. Тукая, Г. Камала, Парижской Коммуны) показал недостаточную пропускную способность улиц, вследствие малой ширины проезжей части. Результатом этого становится возрастающее число «пробок», приводящее к повышению уровня загазованности, запыленности, зашумленности территории исторического центра, а также снижению пешеходной проницаемости данного пространства;

- постоянная и неравномерная эксплуатация территории (утро-день-вечер), приводящая к социальному и физическому износу территории исторического центра;

- изменение степени комфорта городской среды – как следствие всех вышеперечисленных показателей.

На основании этого зафиксировано наличие критического состояния в историческом центре г. Казани, которое завершает I уровень взаимодействия. При этом переход на II уровень осуществляется только при превышении допустимых показателей, определенных каждой стадией I уровня [6]. Он возможен на отдельных локальных участках территории исторического центра г. Казани. Так, например, по совокупности показателей каждой стадии (площадь, функциональный состав, интенсивность, неравномерность эксплуатации, превышение ПДК по загазованности-запыленности, уровню шума и т.д.) можно говорить о кризисе таких пространств, как ул. Лево-Булачная, Право-Булачная, Московская, Нариманова, территории

Центрального рынка. Тогда как на всей территории исторического центра одновременно переход на II уровень не осуществляется. Однозначных суждений и количественных показателей для определения состояния перехода на уровень кризиса в условиях исторического центра г. Казани нет.

Полностью ликвидировать критическое состояние в условиях исторического центра г. Казани невозможно. Выявлено, что проблема сохранения относительного экологического равновесия должна быть решена именно на стадии критического состояния, завершающего I уровень [9]. При отсутствии должных мер, когда состояние относительного экологического равновесия не будет достигнуто, следует переход на уровень кризиса. Завершающей стадией опять является критическое состояние, при котором уже осуществляется переход только в одном направлении на III уровень взаимодействия.

III уровень взаимодействия – деградация. Процесс деградации не является одномоментным и единовременным. Нами определено, что в современных условиях исторического центра г. Казани данный уровень взаимодействия природных и антропогенных элементов отсутствует. Этот уровень включает две стадии: частичную и полную деградацию. Выявлено, что стадия частичной деградации характеризуется неполным, но максимально нарушенным качеством среды. Показателем является отсутствие баланса средообразующих природных компонентов и невозможность самовосстановления физических и эстетических качеств почв, воздуха и воды в большей части территории (до 70 %) [2]. Стадия полной деградации характеризуется превышением более чем на 85 % всех количественных показателей состояния комфорта, таких как: уровень шума, загазованности, запыленности, электромагнитного воздействия, плотность застройки, интенсивность транспортных потоков. При этом баланс природных средообразующих компонентов не может быть восстановлен при помощи деятельности человека. Требуется консервация территории, поскольку уровень развития технических возможностей человечества не может компенсировать подобное состояние. Здесь восстановление качества среды возможно только при использовании фактора времени, т.к. природная экосистема в таком состоянии обладает способностью к самовосстановлению только при отсутствии воздействия извне. Полная деградация территории может состояться в результате экологической и (или) техногенной катастроф глобального масштаба (например, авария на АЭС, разлив нефтепродуктов, быстрое таяние ледников и т.д.). Для человечества процесс полной деградации может нести необратимый характер. Результатом III уровня взаимодействия опять является критическое состояние, вследствие чего возможен переход на IV уровень.

IV уровень взаимодействия – стабилизация. Результатом последовательной смены вышеперечисленных уровней должно быть «устойчивое развитие». «Устойчивое развитие» рассматривают в своих исследованиях Н.В. Маслов [2], О.Г. Яницкий [3], Ю.П. Переведенцев [5]. Термин «устойчивое развитие» введен в обиход международной комиссией Х. Брунтланд, а затем утвержден документами Всемирной конференции по окружающей среде и развитию в 1992 году в Рио-де-Жанейро (Переведенцев, 1998). Достижение подобного состояния возможно только при наличии: высокой степени самоорганизации общества, развития экологического сознания, появления экологичных и наукоемких технологий. Следствие устойчивого развития – организация оптимальных взаимосвязей между элементами природной и городской экосистем, оказывающих взаимное влияние друг на друга.

Таким образом, нами впервые определены четыре основных уровня процесса взаимодействия между элементами природной и антропогенной экосистем. Для условий исторического центра даны характеристики стадиям первого уровня. Показано, что отличительной чертой каждого уровня является качество и количество проблем, возникающих в результате такого взаимодействия. На примере исторического центра г. Казани выявлено наличие критического состояния, характеризующего завершение I уровня взаимодействия. Сформировано предположение, что для нейтрализации критического состояния, исходя из условий пространственной ситуации, с учетом способов, приемов озеленения и свойств растительности, можно нейтрализовать часть негативного антропогенного воздействия. В этом случае процесс оптимизации среды исторического центра г. Казани повлияет на возможность трансформации всей городской экосистемы для дальнейшего ее устойчивого развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антропогенные почвы (генезис, география, рекультивация). Учебное пособие. / Герасимова М.И., Строганова М.Н. и др. / Под ред. Г.В. Добровольского. – М., 2003. – 216 с.
2. Маслов Н.В. Градостроительная экология: учеб. пособие для строит. вузов. – М.: Высш. шк., 2003. – 284 с.: ил.
3. Яницкий О.Н. Экологическая перспектива города. – М.: Мысль, 1987. – 278 с.
4. Переведенцев Ю.П. Глобальные изменения окружающей среды и климата: учеб. пособие. – Казань: УНИПРЕСС, 1998. – 63 с.
5. Куликова О.Г. Экологическая ситуация и целостность биосистем /Под ред. Л.М. Сущени. – Минск: Наука и техника, 1989. – 110 с.
6. Экосистемы в критических состояниях / Отв. ред. Ю.Г. Пузаченко. – М.: Наука, 1989. – 155 с.
7. Павлова Л.И. Город: модели и реальность. – М.: Стройиздат, 1994. – 320 с.: ил.
8. Лавров В.А. Развитие планировочной структуры исторически сложившихся городов. – М.: Стройиздат, 1977. – 173 с.: ил.
9. Бурова Т.Ю. Архитектурно-планировочные принципы формирования озеленения в историческом центре города (на примере исторического центра г. Казани): дис. … канд. арх. – Казань, 2007. – 120 с., том 1.

REFERENCES

1. Anthropogenous soils (genesis, geography, recultivation). The Manual. / Gerasimova M.I, Stroganova M.N, etc. / Under the editorship of G.V.Dobrovolsky. – M., 2003. – 216 p.
2. Maslov N.V. Town-planning ecology: studies. The grant for builds. High schools. – M.: Vischaya Shkola, 2003. – 284 p.: silt.
3. Janitsky O.H. Ecological perspective of a city. – M.: MISL, 1987. – 278 p.
4. Perevedentsev JU.P. Global environment and climate changes: studies. – Kazan: UNIPRESS, 1998. – 63 p.
5. Kulikova O.G. Ecological situation and integrity of biosystems/ Under the editorship of L.M. Sushcheni. – Minsk: Nauka I tehnika, 1989. – 110 p.
6. Ecosystems in critical conditions / The editor-in-chief J.G. Puzachenko. – M.: NAUKA, 1989. – 155 p.
7. Pavlova L.I. Town: models and a reality. – M.: Stroyizdat, 1994. – 320 p.: ill.
8. Laurels V.A. Develop ment of plan structures of historically formed cities. – M.: Stroyizdat, 1977. – 173 p.: silt.
9. Burova T.JU. Architectural-planning principles of formation of gardening in historical of city the center (on an example of the historical center of Kazan). – Kazan, 2007. – 120 p., volume 1.

УКД 712.25
Тукманова З.Г. – ассистент
E-mail: Matyrumka91@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

РЕКРЕАЦИОННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРИБРЕЖНЫХ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ – ПРОЦЕСС РЕГЕНЕРАЦИИ ОТ СТИХИЙНЫХ АНТРОПОГЕННО-УРБАНИЗИРОВАННЫХ ЛАНДШАФТОВ К ПОЗИТИВНО-КУЛЬТУРНЫМ ЛАНДШАФТАМ

АННОТАЦИЯ

Термин «рекреация» встречается во многих естественных науках, связанных с изучением природы, климата, ландшафтов. В ландшафтоведении рекреация рассматривается как «процесс», влияющий на биологическое составляющее и биологическое состояние ландшафта. В градостроительстве «рекреация» – это обязательный «элемент» городской среды и планировочной структуры города, состоящий из объектов системы озеленения. Рекреационная трансформация прибрежных ландшафтов – процесс регенерации от стихийных антропогенно-урбанизированных ландшафтов к позитивно-культурным ландшафтам.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: рекреация, ландшафтоведение, градостроительство, рекреационная трансформация прибрежных ландшафтов, процесс, элемент среды.

Tukmanova Z.H. – assistant
Kazan State Universty of Architecture and Engineering

RECREATIONAL TRANSFORMATION OF COASTAL URBAN AREAS – THE PROCESS OF REGENERATION OF NATURAL ANTHROPOGENICALLY-URBAN LANDSCAPES POSITIVE AND CULTURAL LANDSCAPE

ABSTRACT

The term «recreation» meets in many natural sciences connected with studying of nature, climate, landscapes. In landscape studies the recreation is considered as «the process» influencing a biological making and biological condition of a landscape. In town-planning «recreation» is obligatory «element» of the city environment and the city structures, consisting of objects of system of gardening. Recreational transformation of coastal landscapes – process of regeneration from the spontaneous anthropogenically-urbanized landscapes to positively cultural landscapes.

KEYWORDS: recreation, landscape, city-building, recreational transformation of coastal landscapes, an element of protection.

В обычной жизни, когда речь идет о рекреации, возникает устойчивое понимание того, что под этим словом подразумевается факт наличия зелени на определенной территории, либо конкретный озелененный ландшафтный объект с функциональной направленностью на отдых, прогулку и релаксирующие развлечения. В данном случае термины «зелень» и «рекреация» отождествляются, но смысл этого слова неоднозначен.

Термин «рекреация» встречается во многих естественных науках, связанных с изучением природы, климата, ландшафтов, географии, земной поверхности, и в каждом конкретном случае в понимание смысла этого слова вкладываются понятия, сформулированные с точки зрения той или иной науки. Возможно, наиболее верным определением смысла данного термина может стать соединение всех существующих понятий в общий контекст.

Рассмотрим точки зрения на вопрос о «рекреации» в градостроительной науке и ландшафтоведении.

Так, в ландшафтоведении смысл понятия «рекреация» или «рекреационные ландшафты» заключается в определении комплекса биологических факторов, определяющих территорию как рекреационную, расположенную в густонаселенных районах и районах с особо благоприятными

для отдыха и жизнедеятельности климатическими и другими ландшафтными условиями. С точки зрения биологического состояния, за счет вытаптывания и изъятия части биопродукции, в рекреационных ландшафтах характерными являются проявления определенных факторов, таких как: уменьшение покрытия травостоя; уменьшение сомкнутости крон древесной растительности; уменьшение разнообразия, фитомассы; уменьшение биопродуктивности ландшафта.

Процесс преобразования природного ландшафта в рекреационный по форме воздействия и результатам близок к пастбищной дигрессии ландшафтов. В случае сильно освоенных и интенсивно используемых организованных рекреационных ландшафтов встречается много интродуктивных, т.е. навязанных видов растений, трансформация которых часто связана с существенными изменениями коренной растительности в результате ландшафтного освоения, озеленения территории и садово-паркового строительства (Голованов и др., 2005; Колбовский, 2006).

В ландшафтоведении рекреационные ландшафты подразделяются на два типа: 1) нерегулируемые, плохо организованные рекреационные ландшафты; 2) благоустроенные, хорошо организованные рекреационные ландшафты.

Для первого типа – нерегулируемых рекреационных ландшафтов – характерными являются следующие факторы: сильная замусоренность; наличие 4-5 стадий рекреационной дигрессии растительности, сопровождающейся усыханием древесной растительности; сильное повреждение почвенного покрова; эрозированность склонов; загрязнение водоемов (Колбовский, 2006).

Второй тип рекреационных ландшафтов – поистине культурные ландшафты, в которых природный ландшафт хорошо сочетается с инженерными сооружениями рекреационного назначения. Характерным для этого типа является: хорошо спланированная дорожно-тропиночная сеть; наличие рекреационных объектов (пляж, сады, скверы и др.); не разрушающие природу и не загрязняющие окружающую среду коммунально-бытовые сточные воды и вспомогательные обслуживающие подсистемы.

Такие культурные ландшафты отличаются повышением биологического разнообразия, благоприятными условиями для жизни, отдыха, а также их особенностью являются высокие эстетические достоинства (Колбовский, 2006; Голованов и др., 2005).

Таким образом, в «ландшафтоведении» «рекреацию» рассматривают как «процесс», влияющий на биологическое составляющее и на биологическое состояние ландшафта; процесс, ведущий к ухудшению и разрушению природных качеств естественных территорий, в первом случае; и процесс возврата природных качеств и создания культурных ландшафтов на нарушенных антропогенных территориях, во втором случае.

В градостроительной науке термин «рекреация» очень широко используется, поскольку рекреация или рекреационные территории являются одним из важнейших и обязательных элементов пространственной среды, формируемой для жизнедеятельности человека.

Рекреационные территории – территории, используемые для различных видов рекреационной деятельности населения. Рекреация (лат. recreatio – восстановление, воссоздание) – деятельность человека в свободное время, осуществленная с целью восстановления физических и моральных сил, а также всестороннего развития личности, не связанная с выполнением трудовых обязанностей и удовлетворения повседневных бытовых потребностей (Стаускас, 1977).

В градостроительстве «рекреация» рассматривается как элемент среды**,** который используется для определенных целей, в данном случае для отдыха, оздоровления жилой среды, улучшения качества жизни, смягчения антропогенной нагрузки. Здесь наблюдается обратный процесс, то есть наличие «рекреации» или создание рекреационных территорий используют для возврата урбанизированным городским территориям природных качеств.

Таким образом, в градостроительстве «рекреации» – это обязательный элемент городской среды и планировочной структуры города, состоящий из объектов системы озеленения с созданными, естественно или искусственно, эстетическими природными качествами, функционирование которого направлено на реабилитацию, стабилизацию городского ландшафта, на восстановление биологических качеств территории, при сохранении характерных для рекреации видов деятельности и процессов.

Итак, в ландшафтоведении, а также в экологии, геоэкологии «рекреация» – это процесс, влияющий на состояние ландшафта, в градостроительстве – обязательный элемент городской среды, необходимый для комфортного существования жизнедеятельности людей.

Учитывая и объединяя понятия, определения и факторы, характеризующие «рекреацию»

с точки зрения этих двух наук, возникает следующее понимание трактовки термина «рекреация», которое автором статьи предлагается в определении:

Рекреация – это процесс формирования элемента природной среды города, структура которой рационально изменена и оптимизирована в интересах общества и природы, выполняющий функцию обеспечения населения благоприятными условиями жизни, отдыха, направленный на возврат городской среде природных качеств, улучшение биологических процессов, стабилизацию ландшафта территории, на восстановление биологических качеств, при сохранении характерных для рекреации видов деятельности и процессов.

Вопросы рекреации и рекреационного использования территорий в данной статье связаны с проблемами освоения и архитектурно-ландшафтной организации неблагоустроенных прибрежных городских территорий, находящихся под мощным антропогенным воздействием агрессивной среды. В связи с этим в данной работе введен термин «рекреационная трансформация» прибрежных городских территорий.

Ландшафты незастроенных долин рек, прибрежные территории водных объектов относятся к природным территориям и озелененным территориям общего пользования. Поймы рек в пределах городского центра могут быть частично окультуренными, частично заняты самосевными насаждениями. Данные территории являются рекреационными. Смысловой диапазон термина включает следующие элементы: пригородные зеленые массивы; объекты ландшафтной архитектуры (парки, сады, скверы); благоустроенные территории объектов промышленного и делового назначения; озелененные территории школ, учебных заведений и детских садов, дворовые и придомовые территории; озеленение городского и общественного назначения; санитарная зелень и т.д. (Задворянская, 2009).

Несколько слов о проблеме трансформации ландшафтов в целом. Этот вопрос достаточно остро обсуждается в научных кругах ландшафтоведения. Проблема состоит в том, что за последние десятилетия многие близлежащие массивы лесов российского центра перешли из разряда «диких», посещаемых в ходе «тихой охоты за грибами», в категорию пригородных лесов уик-эндов, а затем – внутригородских лесов. Соответственно, возросла рекреационная нагрузка: из лесов кратковременного посещения и отдыха они превратились в угодья постоянного ежедневного пребывания горожан с плотностью, достигающей десятки человек на гектар, что теоретически должно было сопровождаться изменением правового статуса и градостроительного режима использования этих массивов. Отдыхающие и занимающиеся туризмом люди оказывают воздействие практически на все компоненты ландшафта. Воздействие отдыхающих, например, на геоморфолитогенную основу ландшафта вполне аналогично воздействию стада коров. Рекреация и туризм являются значительным фактором трансформации ландшафтов, значение которого возрастает в разы, после того как плотность рекреантов на гектар территории превышает некую пороговую величину (Колбовский, 2006).

Но в данной работе речь идет об обратном процессе, то есть о трансформации прибрежных городских территорий из категории нерегулируемых, плохо организованных ландшафтов, в категорию позитивно-культурных ландшафтов, с процессами, характерными для рекреационной деятельности, и регулированием интенсивности рекреационной нагрузки с возвратом естественных природных качеств.

В практике градостроительства и ландшафтоведения существует три толкования термина «культурный ландшафт»:

1) это некий исторический или пространственный этнокультурный срез, запечатленный в ландшафте;

2) архитектурно-художественное произведение, образно представленное в садово-парковых и дворцовых ансамблях;

3) культурно-пространственное подчеркивающее специфику хозяйственной деятельности, уровень развития общества, культуру производства и целенаправленность трансформации природы.

Методы преобразования прибрежных территорий заключаются в проведении мероприятий, обеспечивающих трансформацию береговых зон в рекреационные культурные ландшафты, что позволит обеспечить устойчивость прибрежных ландшафтов; в определении спектра мер воздействия на каждую из рассматриваемых прибрежных зон и в выборе оптимального режима существования.

Рекреационная трансформация ландшафтов с точки зрения ландшафтоведения – это

процесс деградации, в определенной степени, природных коренных ландшафтов, достаточно активно набирающий обороты в пригородных лесных территориях города, связанный с туризмом и рекреацией, имеющий определенные признаки, оказывающие воздействие, практически, на все компоненты ландшафта, создающие условия, способствующие разрушительному воздействию ветра, воды, сокращению растительного покрова, уплотнения почвы (Колбовский, 2006; Голованов и др., 2005).

Рекреационная трансформация прибрежных ландшафтов города в рамках данного исследования – это процесс регенерации ландшафтов от антропогенно-урбанизированных к культурным ландшафтам. Этот процесс связан с возвратом прибрежным ландшафтам природных качеств, созданием условий для проведения рекреаций, это целенаправленные мероприятия по стабилизации данных территорий, возможность решить проблему дефицита открытых озелененных городских пространств, а также разгрузить пригородные лесные зоны от активной рекреационной нагрузки.

Направления, в которых необходимо ведение работ, связанных с преобразованием прибрежных ландшафтов главных акваторий Казани.

В ходе исследования прибрежных городских территорий Казани главных водных объектов города – систем озер Кабан, реки Казанки, реки Волги (Куйбышевского водохранилища) – произведена классификационная оценка по количественному соотношению застроенных и открытых пространств, в результате были определены следующие типы прибрежных городских территорий:

1. Резервный тип (правый и левый берег р. Казанки) – открытые пространства составляют 80 % и более, включают в себя пустыри, заболоченные участки, территории, в меньшей степени подверженные антропогенным воздействиям. Застроенные пространства составляют жилые кварталы.

Эти факторы дают основание рассматривать данную территорию как наиболее подходящую для рекреационного использования.

2. Резервный, с элементами урбанизации (восточная часть левого берега реки Волги) – имеет более 80 % открытых пространств, состоящих из обширных пустырей, городской зелени. Застроенные пространства включают большой процент промышленных и жилых кварталов.

Представляет собой территорию, потенциально пригодную для организации на ней рекреационных объектов во взаимодействии с существующей застройкой.

3. Урбанизированный, частично резервный (правое побережье системы озер Кабан) – имеет более 60 % открытых пространств, состоящих преимущественно из пустырей, городской зелени. Застроенные территории, в основном, составляют жилые кварталы.

Данная прибрежная городская территория требует рекреационного освоения во взаимосвязи с городскими объектами системы озеленения.

4. Урбанизированный (левое побережье системы озер Кабан, северная часть левого берега реки Волги) – открытые пространства составляют 42,5 % и менее территории, представленные пустырями, городской зеленью. Большой процент застроенных пространств составляет обширные промышленные кварталы и жилье.

Данное побережье может рассматриваться как территория, требующая рекреационного освоения и озеленения.

Отношения человека и природы должны обеспечить гармоничное сочетание суверенных интересов и общества со столь же суверенными «интересами» природы, что материализуется в создании культурных ландшафтов, в которых вопросы, связанные с процессом обеспечения рекреационной трансформации прибрежных ландшафтов, а именно, направления, включающие в себя мероприятия, факторы и требования.

1. УХОД, требуется за многими, особенно условно неизмененными или слабоизмененными ландшафтами;

2. РЕГУЛИРОВАНИЕ И КОНСЕРВАЦИЯ некоторых ландшафтов, прежде всего для сохранения генофонда растений и животных, а также в рекреационных, оздоровительных, культурных, водоохранных, санитарных целях, что можно осуществлять и на небольших по площади территориях, процесс взаимоотношения человека и ландшафта;

3. ОПТИМИЗАЦИЯ ландшафтов с целью превращения их в позитивно-культурные ландшафты. Объектом оптимизации в данном случае являются прибрежные ландшафты реки

Волги, реки Казанки, системы озер Кабан, внутреннее разнообразие которых создает возможности для многофункционального использования территории, повышая ее экологические, рекреационные, эстетические качества.

1. В направлении УХОД предполагаются мероприятия по выполнению следующих видов работ: сокращение загрязнения, техногенных выбросов; противопожарные мероприятия; борьба с вредителями; санитарная вырубка; регулирование (ограничение) хозяйственной деятельности.

2. В направлении РЕГУЛИРОВАНИЕ И КОНСЕРВАЦИЯ предполагается учет факторов, влияющих на выбор оптимальной интенсивности рекреационной нагрузки, степень которой определяется от активной, средней активности, малой активности до консервации ландшафта.

Регулирование рекреационной нагрузки производится, учитывая статусное деление прибрежных территорий на градостроительные зоны, которым соответствует та или иная часть побережья.

Факторы, влияющие на выбор оптимальной интенсивности рекреационной нагрузки и характер рекомендаций: социально-демографический состав населения; функциональная составляющая застройки; внутригородские миграционные потоки в зависимости от времени года и в течение суток; регламент использования прибрежных городских территорий, согласно «Правилам застройки и землепользования в г. Казани».

Рассматриваемые прибрежные территории принадлежат основным водным объектам г. Казани – реке Волги, реке Казанки, системе озер Кабан, акватории которых характерными радиусами пронизывают тело города, нанизывая на радиальные оси статусные городские зоны «Центр», «Периферия», «Порог города». Известно, что плотность населения в различных частях города не одинаковая, более того, в разные часы суток и в разные дни недели происходят внутригородские миграционные процессы жителей, связанных с их жизнедеятельностью. Характер застройки также различается в зависимости от статуса городского района, поэтому и рекреационная нагрузка в различных зонах прибрежных территорий должна соответствовать тем процессам, которые свойственны для той или иной части города.

3. В направлении ОПТИМИЗАЦИЯ предполагаются мероприятия, связанные с преобразованием прибрежных ландшафтов, а именно:

- создание культурных ландшафтов для многофункционального использования прибрежных городских территорий.

Требования, которые необходимо выполнять при осуществлении процесса рекреационной трансформации прибрежных территорий в позитивные культурные ландшафты: культурный ландшафт не должен быть однообразным; в культурном ландшафте не должно быть антропогенных пустошей, свалок, отвалов, служащих источниками загрязнения, все подобные территории должны быть рекультивированы; при организации прибрежных территорий следует стремиться к увеличению площади под растительным покровом, среди которых обязательно должны быть травы; рекультивируемые площади желательно занимать древесными насаждениями; культурный ландшафт должен иметь охраняемые территории с различной интенсивностью посещения; на территории культурного ландшафта прибрежной зоны должны быть выполнены работы по улучшению, восстановлению водоемов, регулированию поверхностного стока, улучшению качества наземных и подземных вод; завершающей стадией создания культурного ландшафта является его внешнее благоустройство – рекультивация земель, рациональное размещение объектов рекреации, создание природоохранных зон (например, древесно-кустарниковые полосы), ландшафтная архитектура и малые архитектурные формы.

Таким образом:

1) Разнообразие – обеспечивается архитектурно-планировочным решением обустройства прибрежных городских территорий, обязательные качества прибрежных городских ландшафтов;

2) Охраняемость территории – обеспечивается действиями правоохранительных и административных охранных организаций;

3) Санитарно-гигиеническое состояние гидросистемы водного объекта в целом – проведением эколого-биологических мероприятий;

4) Рекультивационные мероприятия – инженерной подготовкой территорий, процесс, имеющий особое значение для реставрации природных качеств прибрежных городских ландшафтов.

В основу принципа размещения рекреационных объектов на прибрежных городских территориях положен разработанный в Санкт-Петербурге принцип деления рекреационных объектов на четыре группы:

1. Парк для массовых видов досуга с высоким коэффициентом предпочтения всех возрастных групп;

2. Парки для видов досуга, предпочтительных определенным социально-демографическим группам;

3. Парки для уникальных видов отдыха, развития и развлечений;

4. Парки для видов досуга с низким коэффициентом предпочтения (Горохов, 2005).

Для градостроительной статусной зоны «Центр», где проходят активные, многофункциональные процессы жизнедеятельности людей, смена миграционных потоков населения с активной рекреационной нагрузки на соответствующие прибрежные территории, рекомендуются: парки для массовых видов досуга с высоким коэффициентом предпочтения у всех возрастных групп; парки для уникальных видов досуга, развития и развлечений.

Для градостроительной статусной зоны «Периферия», для которой характерным является постоянный состав коренного населения, большой процент детского населения, школьников и пенсионеров, с активной рекреационной нагрузкой на соответствующие прибрежные территории, целесообразно будет размещать: парки для видов досуга, предпочтительных определенным социально-демографическим группам; парки для уникальных видов досуга, развития и развлечений.

Для градостроительной статусной зоны «Порог города», для которой характерна небольшая плотность населения, переменная рекреационная нагрузка на прибрежные городские территории, целесообразно будет размещать: парки для уникальных видов досуга, развития и развлечений; парки для видов досуга с низким коэффициентом предпочтения.

Данные рекомендации по методам рекреационной трансформации прибрежных городских ландшафтов, основанные на выполнении мероприятий по уходу, регулированию рекреационной нагрузки, оптимизации прибрежных ландшафтов, а также соблюдению требований, обеспечивающих многофункциональное использование прибрежных ландшафтов, позволят принять оптимальные решения по архитектурно-ландшафтной организации прибрежных городских территорий главных водных объектов Казани – реки Волги, реки Казанки, системы озер Кабан для рекреационного освоения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иодо И.А., Потаев Г.А. Градостроительство и градостроительное планирование: Учебное пособие. – Ростов н/Д : Феникс, 2008, ил. (Строительство и дизайн). – 285 с.
2. Вергунов А.В. Архитектурно-ландшафтная организация крупного города. – Л.: Стройиздат, 1982. – 134 с., ил.
3. Горохов В.А. Зеленая природа города: Учеб. пособие для вузов. Издание 2-е, доп и перераб. – М: Архитектура-С, 2005. – 528 с., ил.
4. Лазарева Н.В. Архитектурно-ландшафтная организация долин малых рек в городах. // Автореферат дисс. на соиск. уч. ст. канд. арх. – М, 1990.
5. Анисимов Ю.В. Архитектурно-ландшафтная организация рекреационных территорий в горно-озерных районах // Автореферат дисс. на соиск. уч. ст. канд. арх. – М., 1979.
6. Задворянская Т.И. Ландшафтно-градостроительная организация рекреационных зон в структуре прибрежных территорий крупных городов // Автореферат дисс. на соиск. уч. ст. канд. арх. – Воронеж, 2009.
7. Голованов А.И., Кожанов Е.С., Сухарев Ю.И. Ландшафтоведение. – М.: КолосС, 2005, ил. (Учебники и учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений). – 216 с.
8. Казаков Л.К. Ландшафтоведение с основами ландшафтного планирования: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 336 с.
9. Колбовский Е.Ю. Ландшафтоведение. Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Издателький центр «Академия», 2006. – 480 с.

REFERENCES

1. Iodo I.A., Potaev G.A. Urban planning and planning; Tutorial. – Rostov on Don: Feniks, 2008, with silt. (Stroitelstvo and design). – 285 p.
2. Vergunov A.V. Architectural and landscape organization of a large city. – LA: Stroyizdat, 1982, Ill. – 134 p.
3. Gorokhov, V.A. The green nature of the city: studies manual for high schools. Issue 2-nd, and additional pererab. – M.: Architecture-C, 2005, Ill. – 528 p.
4. Lazarev N.V. Architectural and landscape organization of small rivers valleys in urban areas // Abstract of Thesis. – M., 1990.
5. Anisimov J.V. Architectural and landscape organization of recreational areas in the mountain-lake areas. Abstract of Thesis. – M., 1979.
6. Zadvoryanskaya T.I. Landscape and urban planning organization of recreational areas in the structure of the coastal areas of large cities // Abstract of Thesis. on soisk. uch. Art. Cand. arch. – Voronezh, 2009.
7. Golovanov A.I., Kozhanov E.S., Sukharev Y.I. Landscape study. – Moscow: Coloss, 2005. Ill. (Books and textbooks.) – 216 p.
8. Kazakov L.K. Landscape study the basics of landscape planning. Textbook. – Moscow: Publishing House Academia, 2007. – 336 p.
9. Kolbovsky E.J. Landscape study. Textbook. – M.: Izdatelky Center Academy, 2006. – 480 p.

УДК 624.014
Агафонкин В.С. – кандидат технических наук, профессор
E-mail: agafonkin@kgasu.ru
Моисеев М.В. – кандидат технических наук, старший преподаватель
E-mail: MMoi76@rambler.ru
Исаева Л.А. – кандидат технических наук, доцент
Дымолазов М.А. – старший преподаватель
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

УСИЛЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С УЗЛОВЫМ РЕШЕНИЕМ «МЕРО-МАРХИ»

АННОТАЦИЯ

Большое количество структурных конструкций эксплуатируются достаточно долгий срок. За это время происходили изменения в нормативной базе, уточнялись снеговые нагрузки, сами конструкции могли получить различные повреждения. Данные обстоятельства приводят к тому, что структурные конструкции перестают удовлетворять современным требованиям по несущей способности. Для возможности дальнейшей эксплуатации такие конструкции необходимо усилить. В данной статье представлены способы усиления структурных конструкций.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: структурные конструкции, пространственные конструкции, усиление.

Agafonkin V.S. – candidate of technical sciences, professor
Moiseev M.V. – candidate of technical sciences, senior lecturer
Isaeva L.A. – candidate of technical sciences, associate professor
Dymolazov M.A. – senior lecturer
Kazan State University of Architecture and Engineering

STRENGTHENING STRUCTURAL CONSTRUCTIONS WITH «MERO-MARCHI» NODAL SOLUTION

ABSTRACT

A large number of space structures, such as the double layer grids, are used long enough. During this time the structures have received different damage and defects. Except this, the code of design had changed, for example, the snow loads were increased. These conditions lead to the fact that the space structural didn't correspond modern requirements on the bearing capacity. To allow further using of these constructions they must be strengthened. This article presents ways to strengthen the space structures, such as the double layer grids.

KEYWORDS: structural construction, space structure, double layer grid, strengthening.

Структурные конструкции относятся к пространственным конструкциям, в основе которых лежит узловое решение, позволяющее объединить стержни, лежащие в разных плоскостях. Одним из наиболее распространенных узловых решений является узел типа «Мero-МАРХИ». На основе этого узла разработан сортамент труб, позволяющий изготавливать структурные конструкции с ячейкой 1.5х1.5, 2х2, 3х3 метра разной формы в плане, типовые серии структурных плит типа «Кисловодск» и их различные модификации [1-3].

Большое количество таких структурных конструкций эксплуатируются достаточно долгое время. За этот срок произошли изменения в нормативной базе, особенно в части изменения снеговых нагрузок. Так, для города Казани вес снегового покрова в период с 1962 до 2011 года изменился с 100 до 168 кг/м^2. Кроме того, сами конструкции получают различные повреждения при эксплуатации, которые влияют на их действительную работу. Это приводит к тому, что структурные конструкции, имеющие долгий срок эксплуатации, могут не удовлетворять современным требованиям по несущей способности и требуют усиления.

Целью данной работы являлось исследование действительного состояния структурных конструкций с длительным сроком эксплуатации, выявление характерных дефектов, оценка технического состояния и разработка эффективных способов усиления.

Были проведены натурные обследования структурных конструкций следующих объектов: две структурные конструкции размером 30х30 м с ячейкой 2х2 м покрытия здания «Мерседес-Бенц Сервиса» в г. Казани, две структурные конструкции размером 27х27 м с ячейкой 3х3 м покрытия корпуса Буинского спиртзавода, структурная конструкция размером 30х30 м с ячейкой 3х3 м покрытия здания фирмы «Агава» в г.Казани. Проведенные натурные обследования выявили характерные дефекты и повреждения, возникающие на стадиях изготовления, монтажа и эксплуатации. Наиболее часто встречаемыми дефектами являются зазоры между стержнями и узловым элементом, общие и местные деформации стержней, люфт стержней, отсутствие стержней или установка их не в проектное положение в конструкции. Гистограмма распределения характерных дефектов представлены на рис. 1.

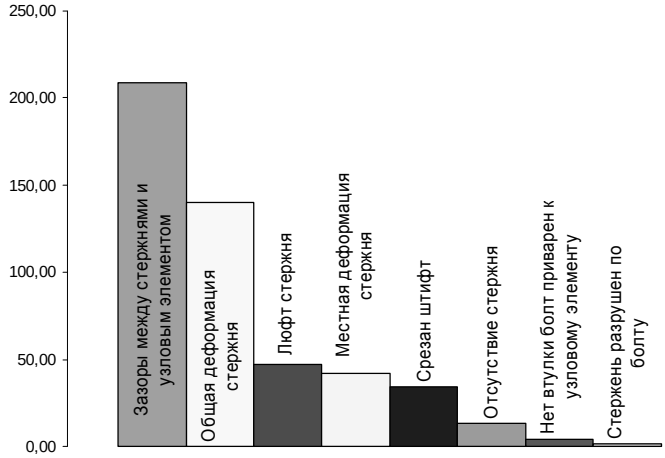


Рис. 1. Гистограмма распределения дефектов в структурных плитах

Указанные дефекты влияют на работу структурной конструкции. Конструктивная особенность узла «Меро-МАРХИ» не позволяет сжатым стержням, имеющим зазоры между стержнем и узловыми элементами, включиться в работу до того, пока зазор не будет выбран полностью. Люфт стержня свидетельствует о наличии зазора между головкой болта и вкладышем стержня. Такой тип дефекта не позволяет включиться в работу растянутым стержням, пока зазор не выберется и стержень не натянется. Несущая способность стержней, имеющих общую деформацию, также ограничена. Таким образом, усилия со стержней с дефектами перераспределяются на соседние стержни.

Очень часто оказывается, что положение стержней в конструкции перепутано при сборке, и более слабые стержни оказываются на месте, где должны стоять стержни большего сечения.

Расчет структурных конструкций с учетом дефектов показывает, что большое число стержней (до 12 %) могут быть перегруженными и требуют усиления. Усиление выполняется следующим образом.

Усиление отдельных стержней и узлов. При таком способе усиления приходится усилить каждый стержень и узел по отдельности. Усилению подлежат перегруженные стержни, стержни с дефектами, узлы. Конструктивное решение усиления структурной конструкции таким способом представлено на рис. 2.

Такой способ усиления достаточно трудоемкий. Усиление приходится выполнять в стесненных условиях. Кроме того, при усилении в существующих элементах, как правило, действуют напряжения от постоянной нагрузки. Это приводит к тому, что элементы усиления включаются в работу только при приложении временной нагрузки.

Усиление путем подведения дополнительных опор. Этот способ является более технологичным. Дополнительные опоры устанавливаются в определенные узлы конструкции, лежащие, как правило, по линии транзита наибольших усилий. Данный вид усиления позволяет эффективно включить

дополнительную опору в работу и осуществляется при помощи создания преднапряжения введением регулируемых зазоров. Вариант такого усиления представлен на рис. 3.

Создание преднапряжения позволяет воспринимать конструкцией усиления не только временные нагрузки, но и постоянные.

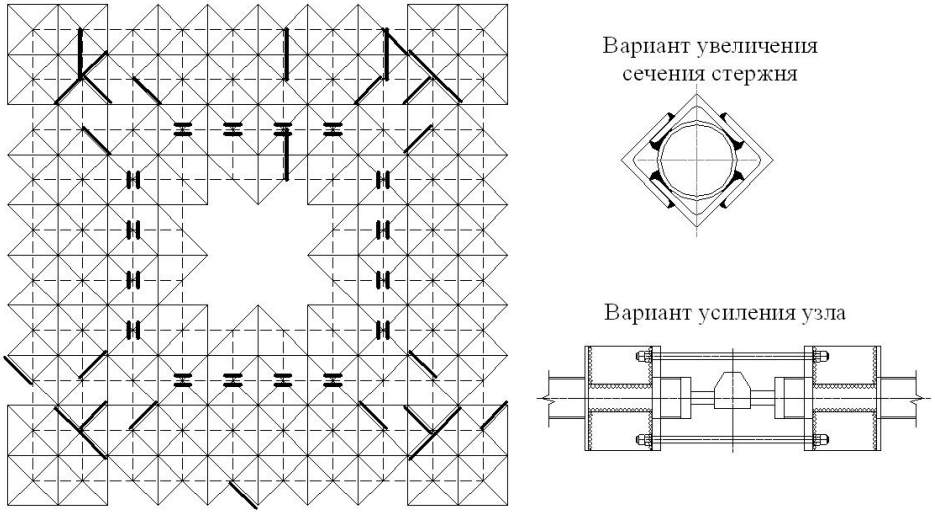


Рис. 2. Усиление структурной конструкции путем усиления отдельных стержней и узлов на примере усиления покрытия здания фирмы «Агава», г. Казань

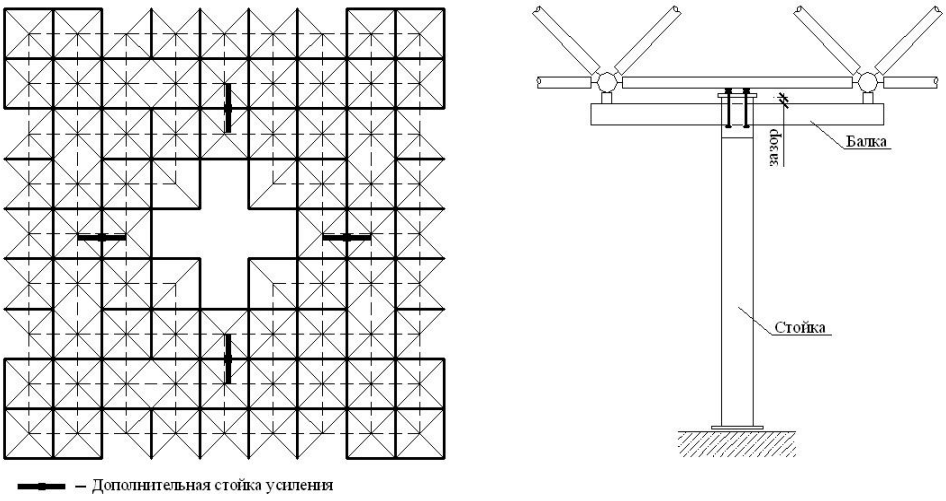


Рис. 3. Усиление структурной конструкции путем подведения дополнительных опор на примере усиления покрытия корпуса Буинского спиртзавода, г. Буинск

Конструкция усиления состоит из четырех стоек, на которые вверху установлены балки. На каждую балку по концам оперты два узла нижнего пояса структурного покрытия. Балка со стойкой соединена с помощью подвесного устройства (опорная рамка с двумя болтами), позволяющего выполнять преднапряжение при усилении. Предварительное напряжение создается замыканием зазора между верхней пластиной опорной рамки и балкой при затяжке болтов после сборки конструкций и удаления двух прокладок.

Между конструкцией усиления и структурным модулем имеются усилия взаимодействия N, которые складываются из усилий самонапряжения и преднапряжения

$$N = N_c + N_n, \qquad (1)$$

где N_c – усилие самонапряжения, N_n – усилие преднапряжения.

Нахождение усилий взаимодействия N является многовариантной задачей оптимального программирования, которая может быть решена из условия минимума веса конструкций усиления.

Функция цели по критерию минимума веса запишется в общем виде

$$G = 4n\left[\left(\frac{l_1^2}{4a_1^2 hR_y g_c} + \frac{2l_2}{R_y g_c}\right)N + b\left(ml_2\right)^2 l_2\right] \to \min, \quad (2)$$

где G – теоретический вес конструкций усиления, N – усилие взаимодействия, являющееся неизвестным в функции цели, n – объемный вес стали, a_1 – коэффициент, зависящий от формы сечения балки, высота балки ($h=1/4\ l_1$), l_1 – длина балки, R_y – расчетное сопротивление стали, g_c – коэффициент условий работы, l_2 – длина стойки, b – коэффициент формы сечения стойки, m – коэффициент расчетной длины, l_2 – длина стойки.

Необходимым условием является снижение усилий в перегруженных стержнях (во всех стержнях или в группе стержней) до уровня, не превышающего предельного значения по несущей способности. Данные условия будут являться линейными ограничениями в задаче линейного математического программирования

$$N_{yj} = N_{pj} \pm \sum_{i=1}^{n} \overline{N}_{ji} N_i \le \left[N\right]_j, \quad (3)$$

где N_{yj} – усилие в j-ом стержней после усиления структурной конструкции,

N_{pj} – усилие в j-ом стержне до усиления структурной конструкции,

N_i – усилие взаимодействия в i-ом узле,

$\overline{N}_{ji}$ – усилие в j-ом стержне при N_i= 1,

$\left[N\right]_j$ – несущая способность j-го стержня структурной конструкции.

При усилении структурных конструкций корпуса Буинского спиртзавода были просчитаны несколько вариантов размещения стоек под различными узлами конструкций и принят оптимальный вариант, представленный на рис. 3. Расчетом определено оптимальное значение усилия взаимодействия конструкций усиления и структуры для оптимального варианта, которое составило N = 60 кН.

Недостатком такого способа усиления является то, что дополнительные стойки уменьшают полезную площадь, кроме того, иногда остаются стержни, требующие дополнительного усиления.

Усиление при помощи дополнительных ферм. Такой способ наиболее эффективен. Данный способ заключается в подведении дополнительных стальных ферм, при помощи которых создается дополнительный опорный контур для узлов структурной конструкции. Опорами данных ферм служат существующие колонны, а сами фермы находятся в пространстве между раскосами структурной конструкции.

Фермы усиления также включаются в работу путем создания преднапряжения введением регулируемых зазоров. Зазоры устраиваются между узлами ферм усиления и структурной конструкцией. Рассчитанные зазоры выставляются при монтаже и замыкаются после монтажа и закреплении ферм усиления. Контроль величины преднапряжения осуществлялся толщиной устанавливаемых прокладочных шайб при сборке. После монтажа и закрепления ферм прокладочные шайбы демонтируются, а возникающие при этом зазоры замыкаются, создавая преднапряжение. Для наиболее полного включения в работу ферм усиления преднапряжение должно осуществляться в летний период при максимально снятой нагрузке.

Величину преднапряжения можно определить из равенства (1), зная усилия взаимодействия и самонапряжения. Усилия самонапряжения находятся из условия совместности деформаций дополнительных ферм усиления и структурной конструкции от нагрузки, прикладываемой после усиления. Усилия взаимодействия можно определить так же, как и во втором способе, из условия минимизации массы конструкции усиления.

Функцию цели по критерию минимума массы дополнительных ферм усиления в этом случае можно записать в виде

$$G = n\sum \frac{\overline{N}_{ji}^{\phi} N_i}{R_y g_c} l_i \to \min, \quad (4)$$

здесь N_i – усилия взаимодействия в связях структурной конструкции и фермами усиления

$\overline{N}_{ji}^{\phi}$ – усилие в *j*-ом стержне фермы усиления при $N_i = 1$.

Ограничениями функции цели могут являться условия (3), в которых усилия в стержнях структурной конструкции ограничены их несущей способностью. Кроме этого, ограничениями функции цели могут быть конструктивные требования по допустимым площадям поперечных сечений стержней ферм усиления $[A^{\phi}]$

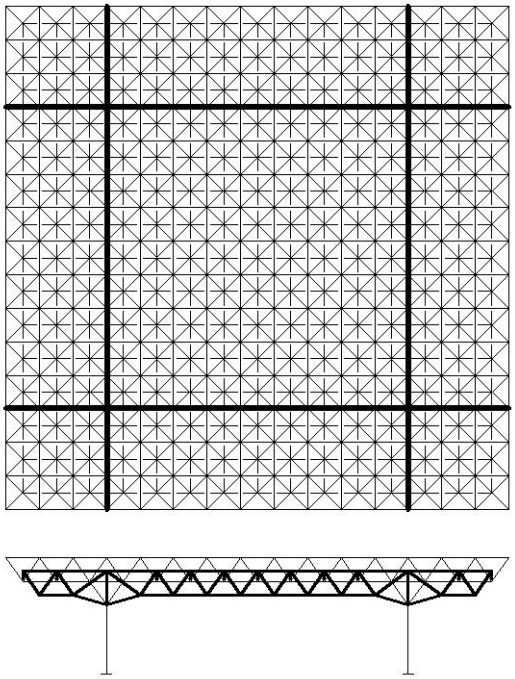


Рис. 4. Усиление структурной конструкции путем подведения дополнительных опор на примере усиления покрытия здания Мерседес-Бенц Сервис, г. Казань

$$\frac{\overline{N}_{ji}^{\phi} N_i}{R_y g_c} \le \left[A^{\phi}\right], \qquad (5)$$

а также ограничения по жесткости структурного покрытия

$$f_{yj} = f_{pj} \pm \sum_{i=1}^{n} \bar{f}_{ji} N_i \le \left[f\right]_j, \qquad (6)$$

f_{yj} – прогиб *j*-го узла структурной конструкции после усиления, f_{pj} – прогиб *j*-го узла структурной конструкции от внешней суммарной нагрузки, $\bar{f}_{ji}$ – прогиб *j*-го узла структурной конструкции от $N_i = 1$.

Данный способ усиления был реализован при усилении структурного покрытия сервисного центра по ремонту и обслуживанию автомобилей «Мерседес-Бенц Центра» в г. Казани (рис. 4).

Таким образом, структурные конструкции с длительным сроком эксплуатации имеют различные дефекты и повреждения и требуют оценки их действительного состояния. При необеспечении несущей способности структурных конструкций необходимо выполнение их усиления. Наиболее эффективными являются способы усиления путем подведения дополнительных опор и ферм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рекомендации по проектированию структурных конструкций./ ЦНИИСК им. Кучеренко. – М.: Стройиздат, 1984. – 304 с.
2. Файбишенко В.К. Перекрестно-стержневые пространственные конструкции типа МАрхИ.// Проспект ВДНХ. – М: Мосоргспецстрой, 1972.
3. Пространственные решетчатые конструкции из труб типа «Кисловодск»: Рабочие чертежи. Серия 1.466-2// ВГПКИ Гипромонтажиндустрия. – М., 1973.

REFERENCES

1. Recommendations for the design of structural constructions./ CNIISK after Kucherenko. – M.: STROIIZDAT, 1984. – 304 p.
2. Faybishenko V.K. Cross-rod space structures such as MArchI. / Prospectus VDNH. – M: Mosorgspetsstroy, 1972.
3. Space grid structures from the tubes by the type «Kislovodsk»: Working drawings. Series 1.466-2// VGPKI Gipromontazhindustriya. – M., 1973.

УДК 691.33
Галиуллин Р.Р. – ассистент
E-mail: rinat.ceis.kazan@mail.ru
Изотов В.С. – доктор технических наук, профессор
E-mail: V_S_Izotov@mail.ru
Нуриева Д.М. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: danm_n@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗДАНИЙ С ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМ КАРКАСОМ

АННОТАЦИЯ

Исследована зависимость спектра собственных частот монолитного железобетонного здания не только от жесткости и расположения основных несущих элементов каркаса, но и от жесткости второстепенных конструктивных элементов (наружных стен внутренних перегородок из штучных материалов), а также от податливости основания. Установлено, что возникновение повреждений и дефектов конструкций зданий в локальных зонах, величина которых несущественно снижает общую жесткость всего каркаса, практически не влияет на динамические параметры здания. Напротив, существенное снижение жесткости каркаса, связанное с повреждением несущих элементов в ответственных местах или появление дефектов, в результате которых возникает повсеместное снижение жесткости по всей высоте здания, может вызвать уменьшение собственных частот до 53 %.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: динамические характеристики зданий, жесткость конструкций, повреждения и дефекты.

Galiullin R.R. – assistant
Izotov V.S. – doctor of technical sciences, professor
Nurieva D.M. – candidate of technical sciences, associate professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

NUMERICAL RESEARCHES OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF BUILDINGS WITH THE FERRO-CONCRETE SKELETON

ABSTRACT

Dependence of a spectrum of own frequencies of a building not only on rigidity and arrangement of the basic bearing elements of a skeleton, but also from rigidity of minor constructive elements (walls of internal partitions from piece materials), and also from a basis pliability is investigated. It is asurtained that occurrence of damages and defects of designs of buildings in local zones, the size of which insignificantly reduces the general rigidity of all skeleton, practically doesn't influence dynamic parameters of a building. On the contrary, essential decrease in rigidity of the skeleton, connected with damage bear elements in responsible places or occurrence of defects in which result arises general rigidity decrease on all height of a building, can cause reduction of own frequencies to 53 %.

KEYWORDS: dynamic characteristics of buildings, rigidity of designs, damages and defects.

Большинство современных методов расчета зданий и сооружений на сейсмические и ветровые воздействия базируются на резонансно-колебательной концепции, согласно которой предполагается, что наибольшие повреждения здание может получить в момент возникновения резонанса, когда частота вынуждающей нагрузки совпадает с частотой собственных колебаний здания. Здесь в качестве сейсмических и ветровых нагрузок принимаются инерционные силы, возникающие в здании вследствие нестационарных колебаний грунта или пульсаций ветра. Эти силы неотделимы от динамических характеристик самого сооружения, и поэтому при оценке реакции здания от их воздействия важное место уделяется решению собственной проблемы и определению частот и форм собственных колебаний сооружения.

Результаты расчета на собственные колебания также могут служить и для оценки общей жесткости конструкции, и характера распределения жесткостей в несущей системе. Например, при проектировании многоэтажных зданий получение первой низшей формы, в которой возникают существенные перекосы и закручивания относительно вертикальной оси здания, свидетельствует о неудачной расстановке вертикальных диафрагм или связей жесткости, что впоследствии может привести к недопустимым повреждениям здания. Особенно это актуально для сейсмических районов, поскольку сложное движение основания сооружения при землетрясении может инициировать возбуждение крутильных колебаний. Использование равномерного и симметричного распределения жесткостей здания в плане и, соответственно, равномерного распределения усилий между его элементами позволяет повысить его сопротивляемость динамическим воздействиям. При этом первые две формы колебаний должны характеризоваться возвратно-поступательными движениями. Таким образом, зная частотные характеристики здания, можно еще на этапе проектирования предусмотреть мероприятия по уменьшению динамических деформаций и усилий.

Исследование периодов и частот собственных колебаний зданий может быть важным и при неразрушающих методах контроля степени повреждения зданий и выявлении скрытых дефектов. Использование специальных систем, в состав которых входят датчики, устанавливаемые в определенных точках здания и соединенные кабелями с АЦП и ПК, оснащенным программным обеспечением для приема и анализа полученных от датчиков сейсмовибрационных сигналов, позволяет в натурных условиях замерить частоты собственных колебаний здания. Степень повреждения здания определяется по результатам сравнения проектных (расчетных) значений динамических параметров с полученными экспериментально.

Для оценки адекватности расчетных моделей зданий их реальному поведению были проведены численные исследования спектра частот собственных колебаний 17-этажного здания жилого дома, расположенного по ул. Дубравная в Приволжском районе г. Казани. Расчеты проводились с помощью двух комплексов: Лира (Киев) и Stark_ES (Москва). Оба расчетных комплекса реализуют метод конечных элементов в форме метода перемещений и позволяют решать достаточно широкий спектр задач. Решение обобщенной задачи на собственные значения и в Stark_ES, и в Лире производится с использованием метода итераций подпространства [2, 3]. Результаты расчета были сравнены с результатами натурных исследований, проведенных с использованием мобильного диагностического комплекса «Струна-3М» и Геосиг.

Для оценки влияния различных факторов на динамические характеристики здания рассматривались несколько стадий:

а) I стадия – стадия строительства, когда возведено только 6 нижних этажей;

б) II стадия – стадия строительства, когда здание почти достроено (возведено 16 этажей здания);

в) III стадия – стадия эксплуатации здания.

На начальном этапе исследований был использован традиционный подход, принятый в практике проектирования многоэтажных зданий, который базируется на следующих предпосылках:

- грунтовое основание здания считается абсолютно жестким и недеформируемым;

- динамическая жесткость здания определяется только жесткостью основных несущих элементов каркаса, а влияние второстепенных элементов, таких как внутренние перегородки и наружные стены из штучных материалов, учитывается только путем загружения каркаса соответствующей линейной нагрузкой. Как показал анализ результатов расчета, при таком подходе наблюдается существенное отклонение частот собственных колебаний каркаса, полученных численным путем, от экспериментальных. Так, для стадии III расчетом получены сравнительно низкие частоты. Программа ЛИРА дает отклонение до 52,85 %, программа Stark_ES – до 49,69 % (см. таблицу 1). Такое отклонение объясняется тем, что в расчетных моделях не были учтены работа грунтового основания, работа кирпичных перегородок и наружных стен. Кроме этого, оказывает влияние условность заданных временных нагрузок на перекрытия (150 кг/м^2). В реальности эти нагрузки могут существенно отличаться от расчетных. При всем этом, как видно из таблицы 1, наблюдается достаточно хорошая сходимость результатов, полученных в программах ЛИРА и Stark_ES. Различие составляет до 2,6 %.

Таблица 1

Направление	Частоты, Гц			
	Эксперимент	Лира	Stark_ES	Различие Лира-Stark
fx_1	1,07 Гц	0,70 Гц	0,7187 Гц	2,6 %
fy_1	1,17 Гц	0,78 Гц	0,7816 Гц	0,2 %
Отклонение численных значений от экспериментальных	–	-52,85 % (fx_1) -50,0 % (fy_1)	48,88 % (fx_1) 49,69 % (fy_1)	–
fx_1 и fy_1 – частоты при 1-ой форме собственных колебаний здания вдоль оси X и У соответственно.				

На различных этапах строительства и эксплуатации здания влияние может оказывать как один вышеописанный фактор, так и все сразу. Поэтому в дальнейших исследованиях влияние каждого фактора оценивалось на разных стадиях. Так, оценка влияния свайного основания производилась на основе начального этапа строительства, когда присутствует только монолитная конструкция, включающая 6 нижних этажей будущего здания (стадия I). При введении в расчетную модель податливых связей, моделирующих работу реальных свай (к = 56693 кН/м), сходимость численных и экспериментальных частот составила 96-97,5 %. Дополнительные исследования динамических характеристик каркаса при различных параметрах жесткости свай показали, что с увеличением податливости основания происходит снижение частот собственных колебаний конструкции (см. таблицу 2).

Таблица 2

Направление	**Частоты, Гц**			
	эксперимент	при жесткости свай к = 28350 кН/м	при жесткости свай к = 56693 кН/м	при жесткости свай к = 113386 кН/м
fx_1	**2,4 Гц**	2,27 Гц	**2,46 Гц**	2,62 Гц
fy_1	**2,6 Гц**	2,30 Гц	**2,50 Гц**	2,71 Гц

Для оценки влияния на частотные характеристики здания работы наружных стен и перегородок из штучных материалов была рассмотрена последняя стадия строительства, когда возведено 16 из 17-и этажей здания, включая полы, внутренние перегородки и наружные стены из слоистой кладки (стадия II). Результаты расчетов и сравнение их с экспериментальными данными представлены в таблице 3. Из таблицы видно, что наилучшая сходимость численных и экспериментальных данных наблюдается при расчете каркаса с учетом одновременно податливости основания и работы второстепенных элементов (наружных стен и перегородок).

Таблица 3

Направление	Частоты, Гц			
	эксперимент	при жестком основании без учета работы стен и перегородок	при жестком основании с учетом работы стен и перегородок	**при податливом основании с учетом работы стен и перегородок**
fx_1	**1,1 Гц**	0,81 Гц	1,39 Гц	**1,08 Гц**
fy_1	**1,2 Гц**	0,87 Гц	1,55 Гц	**1,22 Гц**
Отклонение численных значений от экспериментальных	–	-35,8 % (fx_1) -37,93 % (fy_1)	+26,36 % (fx_1) +29,17 % (fy_1)	**-1,85 % (fx_1)** **+1,67 % (fy_1)**

Влияние на частотные параметры здания временных нагрузок, действующих на перекрытия, рассматривалось на стадии эксплуатации здания (III). Необходимо отметить, что на момент проведения испытаний дом был заселен частично. Поскольку экспериментальные исследования каркаса проводились в летний период, в расчете снеговая нагрузка на покрытии также не учитывалась. Таким образом, оценивалось влияние на частотные характеристики здания только временных равномерно распределенных нагрузок на перекрытия. При этом было проведено три расчета при разных уровнях этой нагрузки:

1. v = 30 кг/м^2 (учитывается только длительная часть этой нагрузки) [1];

2. v = 150 кг/м^2 (учитывается полное значение нагрузки, она имеет статус кратковременной);
3. v = 300 кг/м^2 (рассматривается повышенный уровень нагрузки).

Результаты расчетов и сравнение их с экспериментальными данными представлены в таблице 4. Анализ результатов расчета показал, что сходимость численных значений частот собственных колебаний здания с экспериментальными значениями при учете только длительной части временной нагрузки от веса людей и оборудования (30 кг/м^2) достаточно высокая. Расхождение составляет не более 5,9 %. Чем выше интенсивность действующей нагрузки, тем ниже оказываются расчетные частоты.

Таблица 4

Направление	Частоты, Гц			
	эксперимент	**при v = 30 кг/м^2**	при v = 150 кг/м^2	при v = 300 кг/м^2
fx_1	**1,07 Гц**	**1,01 Гц**	0,97 Гц	0,89 Гц
fy_1	**1,17 Гц**	**1,16 Гц**	1,12 Гц	1,02 Гц

В работе также было рассмотрено влияние податливости стыков, повреждений и остаточных деформаций в несущих элементах каркаса здания на его динамические параметры. Для этого было создано 3 модели 17-этажного здания. В первом случае в модели было произведено снижение жесткости локальных зон плиты перекрытия в уровне только первого этажа на 70 %. Во втором случае на уровне первого этажа из расчетной модели здания было исключено несколько несущих колонн в пределах зоны площадью 80 м^2. В третьем случае была понижена в целом жесткость всего каркаса, путем введения к начальному модулю упругости бетона понижающих коэффициентов 0,6 и 0,3 для вертикальных и горизонтальных элементов соответственно. Результаты расчета представлены в таблице 5.

Таблица 5

Направление	Частоты, Гц			
	Расчетные начальные частоты, полученные без снижения жесткости каркаса	**Случай 1** (снижены жесткости локальных участков плиты перекрытия)	**Случай 2** (исключено несколько колонн 1-го этажа)	**Случай 3** (снижена жесткость всего каркаса)
fx_1	**1,01 Гц**	1,01 Гц	0,76 Гц	0,69 Гц
fy_1	**1,16 Гц**	1,16 Гц	0,83 Гц	0,76 Гц
Отклонение от начальных значений	–	0 % (fx_1) 0 % (fy_1)	-32,89 % (fx_1) -39,75 % (fy_1)	-46,37 % (fx_1) -52,63 % (fy_1)

Анализ результатов расчета показывает, что возникновение повреждений и дефектов конструкций зданий в локальных зонах, величина которых несущественно снижает общую жесткость всего каркаса (случай 1), практически не влияет на динамические параметры здания. Напротив, существенное снижение жесткости каркаса, связанное с повреждением несущих элементов в ответственных местах (случай 2) или появление дефектов, в результате которых возникает повсеместное снижение жесткости по всей высоте здания (случай 3), может вызвать уменьшение собственных частот до 53 %. Такое снижение, как правило, не приводит к внезапному обрушению конструкций. О возможности такого обрушения может свидетельствовать дальнейшее уменьшение частот собственных колебаний здания.

Общие выводы

1. Сравнительный анализ результатов расчета монолитного каркаса жилого дома на собственные колебания, полученные с использованием расчетных комплексов Лира и Stark_ES, показал, что при формировании абсолютно идентичных компьютерных пространственных моделей, оба комплекса дают идентичную качественную и количественную картину. Сходимость результатов составляет 94,6-99,8 % (расхождение 0,2-5,4 %).

2. Спектр собственных частот здания зависит не только от жесткости и расположения основных несущих элементов каркаса, но и от жесткости второстепенных конструктивных элементов (наружных стен внутренних перегородок из штучных материалов), а также от податливости основания. С учетом работы основания и кирпичных стен и перегородок сходимость результатов составляет 98,15-98,33 % (расхождение 1,67-1,85 %).
3. С увеличением податливости основания собственные частоты здания снижаются.
4. На расчетные частоты и формы собственных колебаний здания значительное влияние оказывает интенсивность приложенной на перекрытия временной нагрузки. Сходимость численных значений частот собственных колебаний здания с экспериментальными значениями при учете только длительной части временной нагрузки от веса людей и оборудования достаточно высокая. Расхождение составляет не более 5,9 %. Чем выше интенсивность действующей нагрузки, тем ниже оказываются расчетные частоты.
5. Анализ результатов расчета показывает, что возникновение повреждений и дефектов конструкций зданий в локальных зонах, величина которых несущественно снижает общую жесткость всего каркаса, практически не влияет на динамические параметры здания. Напротив, существенное снижение жесткости каркаса, связанное с повреждением несущих элементов в ответственных местах или появление дефектов, в результате которых возникает повсеместное снижение жесткости по всей высоте здания, может вызвать уменьшение собственных частот до 53 %.

Анализ результатов расчета показывает, что уменьшение жесткости отдельных несущих элементов каркаса в связи с образованием повреждений и дефектов вызывает перераспределение усилий на ближайшие участки и может вызвать дополнительные повреждения последних. Величина перераспределения усилий зависит от особенностей конструкции, объема и характера повреждений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия. – М., 1988 (с изм. 2003 г.).
2. Программный комплекс для расчета строительных конструкций на прочность, устойчивость и колебаний Stark_ES. Руководство пользователя – М.: Еврософт, 2008. – 383 с.
3. Городецкий А.С., Евзеров И.Д. Компьютерные модели конструкций. – Киев: Издательство «Факт», 2005. – 344 с.

REFERENCES

1. SNiP 2.01.07-85* Loads and impacts. – M., 1998 (with changes in 2003 year).
2. Program complex for calculation of building structures on the strength, stability and fluctuations of the Stark_ES. User's guide. – M.: Evrosoft, 2008. – 383 p.
3. Gorodetsky A.S., Evzerov I.D. Computer models of constructions. – Kiev: Publishers «Fact», 2005. – 344 p.

УДК 699.86; 536.3
Енюшин В.Н. – кандидат технических наук, доцент
Камалтдинова Э.М. – студент
E-mail: enjushin@gmail.com
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ТЕРМОГРАФИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ КАРКАСНОГО ДОМА

АННОТАЦИЯ

Строительство фахверковых домов началось в Европе, а затем получило широкое распространение в Северной Америке. Эти дома как раз и были первыми каркасными строениями, которые ознаменовали отказ от тяжелых бревенчатых срубов и трудоемкой каменной кладки. Дома каркасной конструкции обладают высокой энергоэффективностью, которая достигается использованием высокоэффективных изоляционных материалов и герметичностью ограждающих конструкций, что препятствует гниению элементов каркаса без дополнительных химических средств защиты. Однако, проведенные тепловизионные обследования подобных жилых домов показали, что технология монтажа не всегда выполняется, в связи с этим на внутренней поверхности ограждающей конструкции могут быть участки с температурой ниже «точки росы», что недопустимо, как с точки зрения санитарно-гигиенических требований, так и энергосбережения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: каркасная конструкция, теплоизоляционные материалы, термографическое обследование, термограмма.

Enyshin V.N. – candidate of technical sciences, associate professor
Kamaltdinova E.M. – student
Kazan State University of Architecture and Engineering

THERMOGRAPHICAL INSPECTION OF FRAME HOUSE

ABSTRACT

Building half-timbered houses has begun in Europe, and then was widely adopted in the North America. These houses also were the first frame structures which have marked refusal of heavy timbered fillings and a labor-consuming stone laying. Houses of frame design possess high power efficiency which is reached by using highly effective insulating materials and tightness of protecting designs that interferes with rotting of elements of a skeleton without additional chemical protection frames. However, heat monitoring researches of similar apartment houses, have shown that the technology of installation isn't always carried out, in this connection on an internal surface of a protecting design there can be parts with temperature below «dew-point» that is inadmissible, as from the point of view of sanitary-and-hygienic requirements, and energy conservation.

KEYWORDS: frame-type construction, heat-insulating materials, thermographical inspection, thermogram.

Введение

В последнее время происходит, без преувеличения, революция в домостроении. Дома стали стремительно и последовательно эволюционировать в направлении энергоэффективности, ресурсоэффективности, экологичности и автономности. Энерго- и ресурсоэффективные дома, требующие для эксплуатации в десятки раз меньше ресурсов, строятся в некоторых странах уже в массовом порядке. В странах Европейского союза ставится вопрос о переходе на такие дома, как стандартные.

Потенциал энерго- ресурсосбережения в России огромен. Мировой опыт показывает, что имеется реальная возможность сокращения энергопотребления. Для достижения этого результата нужны длительные совместные усилия ученых, архитекторов, проектировщиков, специалистов по теплоснабжению, энергетиков, специалистов строительной индустрии, руководителей строительных комплексов и ЖКХ.

Сбалансированные с окружающей средой здания и сооружения должны удовлетворять следующим основным существенным требованиям по [1]:

1. Механическому сопротивлению и устойчивости;
2. Безопасности в случае пожара;
3. Санитарной безопасности, здоровью и защите окружающей среды;
4. Безопасности при эксплуатации;
5. Защите от шума;
6. Экономии энергии.

На сегодняшний день в России растет популярность малоэтажного строительства с применением каркасной технологии, которая в значительной степени отвечает всем этим требованиям. Специалисты данной области строительства утверждают, что каркасная конструкция учитывает требования по энергоэффективности дома, то есть при минимальной энергоемкости и материалоемкости конструкция стен дома обеспечивает необходимую несущую способность, при этом теплопотери сведены к возможному минимуму. Каркасная технология строительства весьма широко распространена на территории Канады, Японии, США и северной части Европы. В конце XX века эта технология пришла и в Россию. Благодаря отточенным десятилетиями конструкционным решениям, дома, построенные по данной технологии, обладают сравнительной дешевизной, долговечностью, технологичностью, экологичностью и комфортной внутренней средой. Наибольшее распространение данная технология получила в строительстве одноквартирных, частных, домов высотой до трех этажей.

Для прогнозирования развития каркасного домостроения, как устойчивого строительного комплекса, в рамках данной статьи оценим соответствие каркасной технологии основным шести требованиям, изложенным выше.

История развития каркасных домов

Технология строительства каркасных домов, которая так бурно развивается сейчас в России, была заложена в Европе и получила развитие в США и Канаде.

Причиной тому стала, в первую очередь, социальная сфера жизни. Когда окончилась Вторая мировая война, Канада захлебнулась потоком эмигрантов, в США появился класс достаточно обеспеченных людей, которые желали иметь собственные дома в тихом и уютном пригороде, добираясь в город на автомобиле. Для возведения такого большого количества домов нужен был предельно простой механизм ипотечного кредитования и новая технология, отвечающая всем актуальным требованиям: быстрое строительство, универсальность проведения строительных работ как на жаре, так и на холоде, долговечность здания, непрерывное производство комплектующих и эстетически удовлетворительный вид с оттенком эксклюзивности – люди желали, чтобы их дом отличался от остальных подобных. Такой технологией стало каркасное домостроение.

Россия имеет достаточно большой, но печальный опыт производства и строительства каркасных деревянных домов. Каркасное домостроение в нашей стране начало интенсивно развиваться в 50-е годы прошлого века. Еще чуть более 20 лет назад лесопромышленным комплексом Минлеспрома СССР производилось около 1 млн. м² общей площади каркасных деревянных домов, изготовлением которых занимались более 10 предприятий. Привлекательность такого типа домов объяснима их сравнительно низкой стоимостью: стоимость 1 м² общей площади такого дома меньше на 30-40 % стоимости 1 м² панельного дома. Однако из-за отсутствия эффективных обшивочных строительных материалов для этого вида домостроения, и в особенности эффективных утеплителей, каркасные деревянные дома имели низкие эксплуатационные качества, по этой причине дискредитировали себя и постепенно были сняты с производства.

Каркасная стена состоит из вертикальных стоек, опирающихся на нижнюю обвязку и скрепленных сверху верхней обвязкой. Толщина стоек и обвязки обычно не менее 38 мм. Кроме того, между стойками могут быть горизонтальные связи, как для передачи вертикальной нагрузки на боковые стойки, так и для обеспечения места крепления обшивки [2, 3]. Металлические крепления, являясь частью несущих стен, объединяют деревянные конструктивные элементы в единую структуру, надежно сдерживающую ветровые и сейсмические нагрузки. Принцип построения типичного канадского деревянного коттеджа основан на использовании стандартного

бруса, составляющего прочный каркас, подобный сотовой структуре. Таким образом, можно отметить, что каркасная технология, при верном расчете и монтаже конструкции, отвечает требованиям по механическому сопротивлению и устойчивости.

Заполнение стен каркаса – важнейший фактор, влияющий на энергосберегающую способность дома, на комфортность проживания в нем и на пожаробезопасность [2, 3]. Принцип энергосбережения в каркасном доме – это снижение к абсолютному минимуму теплообмена с внешней средой, что позволяет сделать качественный утеплитель, заложенный в образованные стойками, балками, связями и наружной обшивкой ниши. Наиболее распространены базальтовая (каменная) вата или стекловолокно, применяемые в виде плит плотностью от 35 и от 14 г/м³ соответственно. Практика показывает, что материалы меньшей плотности значительно уступают по эффективности использования с точки зрения теплотехники и долговечности. Базальтовый утеплитель – высокоэффективный экологически чистый материал, который характеризуется следующими свойствами: относится к категории негорючих материалов, паропроницаем, не гигроскопичен, срок службы не менее 50 лет, разумеется, при соблюдении рекомендаций по монтажу и условиям эксплуатации. Обладает химической стойкостью к воздействию органических веществ (растворителей, кислот, щелочей и т.д.); полностью соответствует санитарно-гигиеническим нормам, имеет достаточную стабильность объема и формы, устойчив к воздействию домовых грибков, микроорганизмов и грызунов; безвреден для здоровья человека. Базальтовая теплоизоляция легко обрабатывается выпиливанием, резкой ножом, удобна в монтаже. Использование базальтового утеплителя обеспечивает требования по безопасности в случае пожара, санитарной безопасности, здоровью и защите окружающей среды. Базальтовое волокно отвечает также требованиям безопасной эксплуатации и защиты от шума.

Утеплитель, да и каркасные конструкции необходимо защищать от увлажнения атмосферной влагой путем устройства пароизоляционного барьера. Влага, содержащаяся в воздухе, проходя через стены, будет конденсироваться на холодных частях утеплителя и стеновых конструкций, что приведет к уменьшению теплоизолирующей способности утеплителя и поражению деревянных конструкций микроорганизмами. Кроме того, должна тщательно выдерживаться технология производства работ по утеплению – нигде в конструкциях не должно оставаться ни малейшего пространства без заполнения, все стыки мембран должны проклеиваться специальным скотчем, так же, как и примыкания мембран к конструкциям. За утеплителем следует обшивка, а поверх нее устраивается влаго- ветрозащитная мембрана, пропускающая через себя остаточные пары, которым удалось проникнуть в утеплитель, наружу, и препятствующая проникновению внутрь влаги и порывам ветра. Ветер выдувает волокна утеплителя из сооруженной изоляционной системы. Очень важны при этом грамотный монтаж ветрозащиты и пароизоляции. Также необходимо сделать качественную герметизацию их швов.

Основные достоинства каркасной технологии

- Быстрота возведения. В отличие от кирпичных, деревянных, бетонных зданий, на возведение которых требуется около года или нескольких лет, на изготовление каркасного дома – от заказа до полной готовности – нужно до 1,5 месяцев, а монтаж каркаса возможно осуществить всего за 1-2 недели.
- Фундаменты. Небольшой вес каркасного дома в некоторых случаях позволяет применять более легкие фундаменты.
- Теплоизоляция. Каркасные стены, собранные по всем правилам, обладают низкой теплопроводностью.
- Надежность.
- Индивидуальность. Технология каркасного домостроения позволяет не быть привязанным к определенной номенклатуре и типоразмерам выпускаемых строительных материалов. Это дает возможность создавать дома, обладающие оригинальностью и архитектурной выразительностью.
- Возможность свободной планировки внутреннего пространства является большим достоинством каркасного домостроения.

Недостатки

Очевидно, что каркасный дом «дышит» хуже, чем кирпичный или деревянный, поэтому в нем необходима система вентиляции, а еще лучше – климат-контроля. Этот пункт расходов увеличивает стоимость такого жилья. Низкая тепловая инерция каркасных стен обуславливает необходимость максимально надежной системы отопления, которая сможет правильно и быстро реагировать на изменения температуры в помещении.

На сегодняшний день основными преградами для стремительного каркасного домостроения остаются два фактора: несовершенство каркасной технологии и устаревшие понятия о надежном теплом доме. За рубежом – в скандинавских странах, Канаде, США – каркасное жилье составляет 60-80 % от общего числа загородных домов. Процесс каркасного строительства в этих странах уже доведен до совершенства, чему, в свою очередь, способствует высокий профессиональный уровень строителей и их опыт. В нашей стране качество каркасных домостроений уступает зарубежному в силу недобросовестного отношения строителей к устройству теплоизоляционного слоя, особенно в местах примыкания конструкций «стена-пол», «стена-потолок», а также в угловых швах.

Тепловизионное обследование каркасного дома и его результаты

Авторами было произведено обследование теплотехнического состояния ограждающих конструкций каркасного жилого дома коттеджного типа, расположенного в г. Казани, с целью выявления сверхнормативных потерь тепла, поиска скрытых дефектов, зон промерзаний и протечек наружных стен здания посредством инфракрасной термографии. Обследование проводилось по просьбе хозяина дома до начала финишной отделки. Субъективно в помещении были вполне комфортные условия.

При проведении работ по тепловизионному контролю качества ограждающих конструкций жилого помещения использована методика проведения данного типа работ, разработанная НИИМосстроем Департамента строительства (к.т.н. Артыкпаев Е.Т.), а также ГОСТ 26254-84. Методика предназначена для использования в организациях, занимающихся теплотехническими испытаниями наружных ограждающих конструкций жилых и общественных зданий.

Объектом испытаний стали элементы наружных стен (стыки, оконные откосы и др.), измерения производились как снаружи, так и внутри помещения.

Натурные обследования проводились при температуре наружного воздуха минус восемь градусов, при отсутствии солнечного облучения, атмосферных осадков, тумана и других подобных явлений.

Термографирование поверхности стены производилось в перпендикулярном направлении к стене либо при отклонении от этого направления влево, вправо, вверх и вниз, не превышающем 30°. Термографирование проводилось последовательно по намеченным участкам с покадровой записью термограмм в компьютер и одновременным измерением и фиксацией температур реперных участков.

Термографирование наружной поверхности стен проводилось общим панорамным снимком, охватывающим всю стену с вертикальными и горизонтальными стыками.

Обработка результатов обследования с использованием программного пакета InsiderIR, который позволяет по полученным термограммам определять значения температуры как в отдельных реперных точках, так и среднюю температуру по площади, выделенной на термограмме.

Термографическое обследование первого этажа показало:

- потолок, стены, пол имеют температуру в районе 17 ^{o}C, что удовлетворяет требованиям к ограждающим конструкциям по санитарно-гигиеническим нормам [6];

- температура в угловых швах коттеджа значительно ниже, в некоторых точках составляет ниже +2 ^{o}C, что не удовлетворяет требованиям к ограждающим конструкциям по санитарно-гигиеническим нормам, требуется дополнительная теплоизоляция.

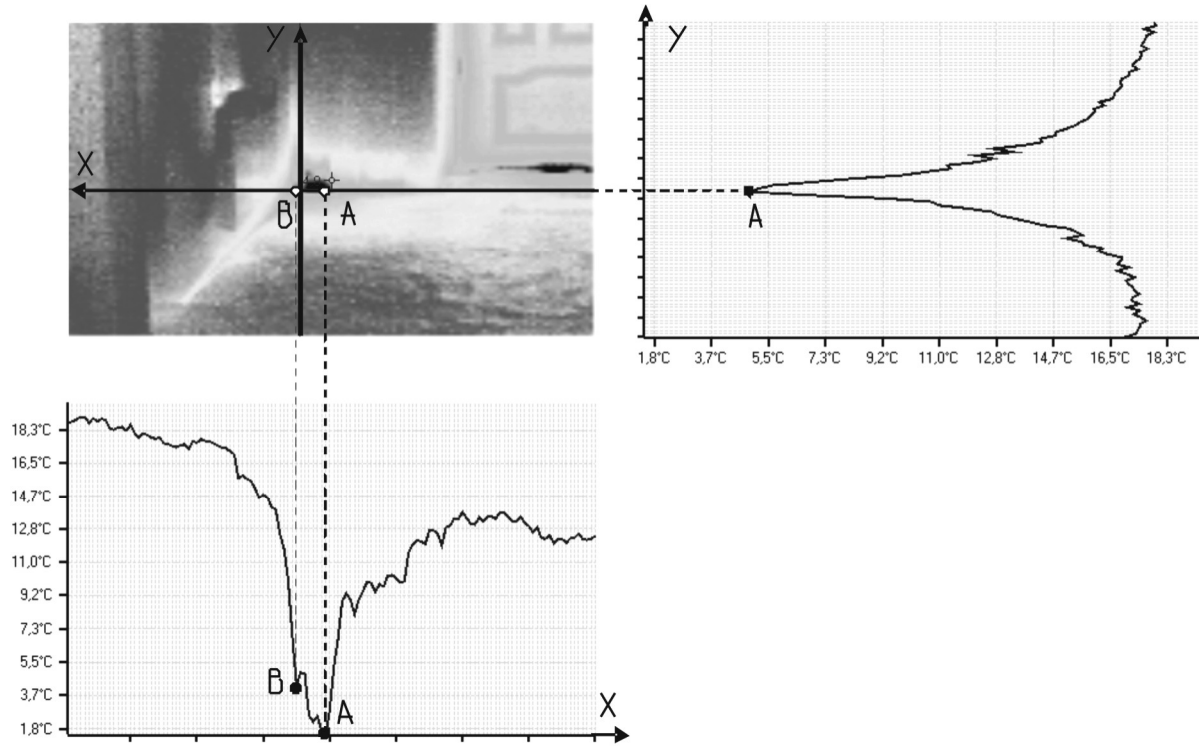
Термографическое обследование второго этажа показало стационарный тепловой режим по всему объему помещения:

- потолок, стены, пол имеют 19,8-20,4 ^{o}C;

- температура в угловых швах коттеджа не ниже 17 ^{o}C, что удовлетворяет требованиям к ограждающим конструкциям по санитарно-гигиеническим нормам [6].

На рис. 1, 2 область темного цвета обозначает зону максимально пониженных значений температур на внутренней поверхности ограждающей конструкции здания. При помощи графиков можно наблюдать за колебаниями температуры вдоль горизонтальной и вертикальной оси, показанных на термограмме. Минимальные критические значения температур свидетельствуют об опасности возникновения конденсата на данном участке.

Рис.1. Помещение первого этажа каркасного дома с соответствующими термограммой и температурными графиками



На рис. 1 отчетливо видна зона пониженной температуры в районе точки А (всего около 1,5 °С, при фоновом значении около 18,5 °С), причем эта зона даже не совпадает с углом (точка В), где складываются самые неблагоприятные условия в отношении теплопотерь. Еще более критичная картина на рис. 2 – температура углового стыка пол-стена всего около 10 °С, что уже

неудовлетворительный показатель, при этом температура угла, точка С, примерно 2 °С, и есть участки с температурой в районе 5 °С (точка D). Некачественно выполнен и стык дверной коробки с косяком – точка Е, с температурой около 4 °С.

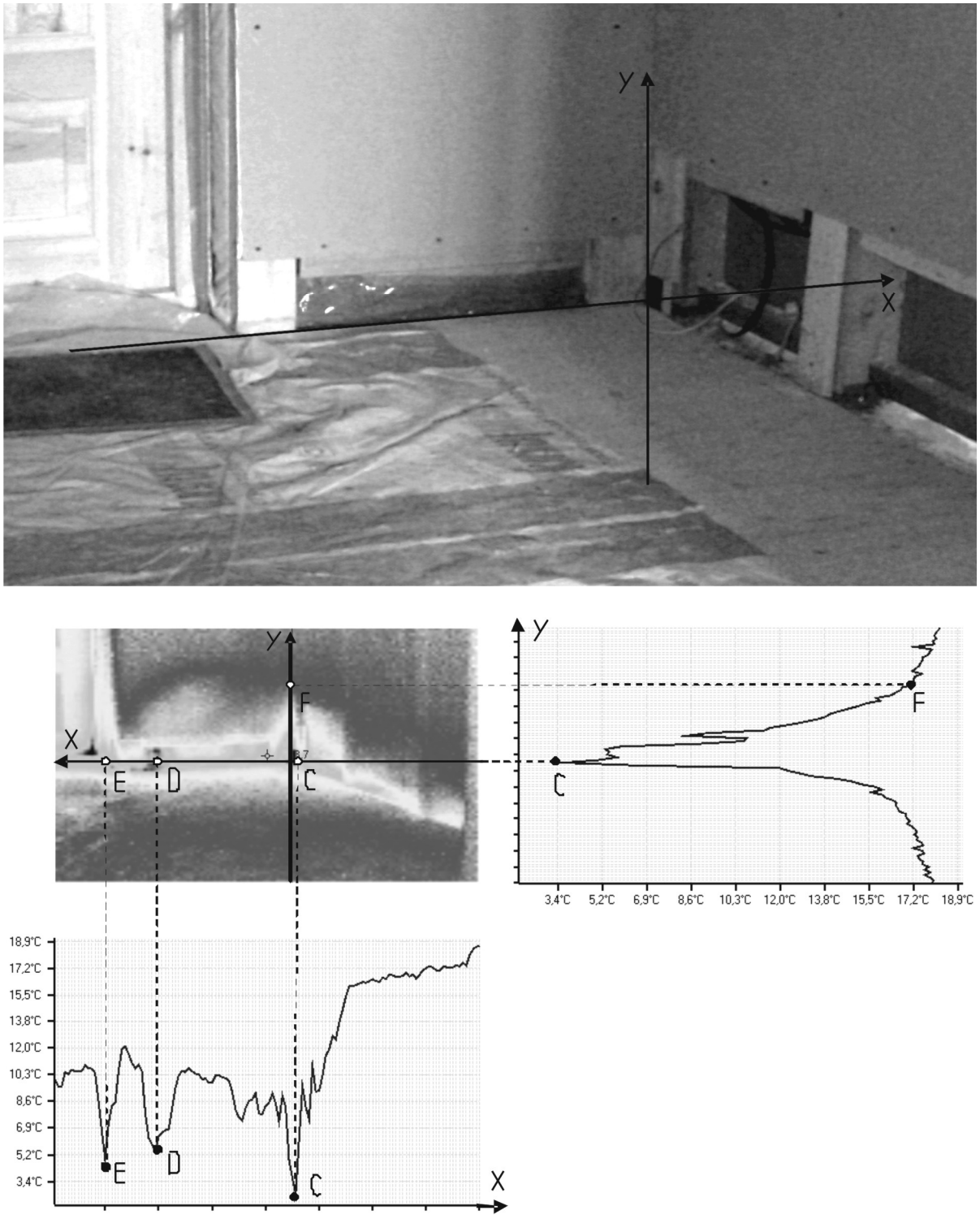


Рис. 2. Помещение первого этажа каркасного дома с соответствующими термограммой и температурными графиками

По результатам обследования можно сделать выводы: несмотря на достаточно высокое, в целом, качество монтажа – на втором этаже вообще не обнаружено участков со сверхнормативными теплопотерями, строители однако не обратили должного внимания на укладку утеплителя на некоторых участках первого этажа. Необходимо было тщательнее

заполнять полости, не оставляя даже небольших неплотностей, особенно это касается углов, где и без того складываются неблагоприятные условия с точки зрения теплопотерь из помещения, ведь теплопроводность элементов каркаса, которые здесь соединяются, заведомо выше теплопроводности теплоизоляции. Таким образом, мы рекомендовали бы владельцам каркасных домов перед окончательной внутренней отделкой тем или иным способом оценить качество строительно-монтажных работ во избежание появления на внутренней поверхности стен участков с температурами ниже «точки росы». Появление таких зон не только снижает теплозащитные свойства ограждающей конструкции и её долговечность, но и ведет к снижению комфортности жилья, так как на этих поверхностях возможно появление «грибка», споры которого являются сильнейшим аллергеном.

Очевидно, аналогичные проблемы возникают и при строительстве так называемого «социального жилья» в Казани: думается всем памятны скандалы, связанные с недовольством «счастливых новоселов», когда в их квартирах начинали «цвести» стены. Отговорки застройщиков о том, что это связано с установкой пластиковых стеклопакетов, «герметизирующих» помещение и препятствующих инфильтрации, явно не состоятельны: в домах старой застройки многие жильцы заменили окна на пластиковые и не столкнулись с подобным явлением.

У многих наших сограждан пока по-прежнему сохраняется устойчивое предвзятое мнение о подобных конструкциях, как о чём-то ненадёжном, для российского менталитета характерна тяга ко всему монументальному, основательному. Однако в последнее время и в России стала наблюдаться устойчивая тенденция к популяризации каркасной технологии. Безусловно, каркасное домостроение будет развиваться, хотя, возможно, несколько менее активно, по сравнению с другими областями домостроения.

Заключение

Анализ каркасной технологии строительства позволяет судить о ней как о прогрессивной в области малоэтажного домостроения, было отмечено соответствие данной технологии всем основным требованиям устойчивого строительного комплекса. А именно:

1. каркасная технология, при верном расчете и монтаже конструкции, отвечает требованиям по механическому сопротивлению и устойчивости;
2. использование базальтового утеплителя обеспечивает требования по безопасности в случае пожара, санитарной безопасности, здоровью и защите окружающей среды. Также базальтовое волокно отвечает требованиям безопасной эксплуатации и защиты от шума;
3. качественный утеплитель приводит к экономии энергии путем снижения к абсолютному минимуму теплообмена с внешней средой.

Однако низкая культура производства может свести на нет все эти положительные качества. Дом, каркас которого недостаточно качественно заполнен утеплителем, не будет ни теплым, ни долговечным, а возможное появление плесени в зонах выпадения конденсата вообще сделает его опасным для здоровья проживающих.

Сравнительная оценка преимуществ и недостатков каркасного домостроения, а также его особенностей позволяет судить о перспективе развития каркасных технологий, как об энергоэффективном, экологичном, многообразном, долговечном и сравнительно недорогом виде строительства для различных социальных слоев населения нашей страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матросов Ю.А. Энергосбережение в зданиях. Проблема и пути ее решения. – М.: НИИСФ, 2008. – 496 с. илл.
2. Жуков Б.Д. Экологическое домостроение. Устройства и технологии децентрализованной очистки бытовых сточных вод. – Новосибирск, 1999. – 84 с.
3. Аврорин. А.С. Экологическое домостроение. Строительные материалы. – М., 2008. – 345 с.
4. Материал дипломного проекта Чудовой Ольги на тему «Дизайн-проект экодома для семьи в условиях Сибири». – Барнаул: ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет Ползунова И.И.», 2010.
5. ГОСТ 26629-85 Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций.

6. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий.
7. ИСО 6781-83 Теплоизоляция. Качественное выявление теплотехнических нарушений в ограждающих конструкциях. Инфракрасный метод.
8. ВСН 43-96 Ведомственные строительные нормы по теплотехническим обследованиям наружных ограждающих конструкций зданий с применением малогабаритных тепловизоров.
9. МГСН 2.01-94 Нормативы по теплозащите и тепловодоэлектросбережению. Утверждены Постановлением Правительства Москвы № 217 от 22 марта 1994 г.

REFERENCES

1. Matrosov Y.A. Power savings's in buildings. The problem and ways of its decision. – M.: NIISF, 2008. – 496 with illustrations.
2. Zhukov B.D. Ecological housing construction. Devices and technologies of the decentralized clearing of household sewage. – Novosibirsk, 1999. – 84 p.
3. Avrorin A.S. Ecological housing construction. Building materials. – M., 2008. – 345 p.
4. The facts of the diploma project by Chudova Olga on the topic «The Design Project of ecohouse for a family in the conditions of Siberia». – Barnaul: GOU VPO «Altay state technical University after Polzunova I.I.», 2010.
5. GOST of 26629-85 Buildings and a construction. Methods of researching into heat monitoring of quality assurance of a thermal protection of protecting designs.
6. SNiP 23-02-2003 Thermal protection of buildings.
7. ISO 6781-83 Thermal insulation. Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes. Infrared method.
8. VSN 43-96 Departmental building norms on heat engineering inspections of external protecting designs of buildings with application small-sized thermal imagers.
9. MGSN2.01-94 Specifications on heat-shielding and heating, water, electric economy. Confirmed by the Governmental order of Moscow № 217 from March, 22nd, 1994.

УДК 624.075+624.046
Манапов А.З. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: man48-75@mail.ru
Зиннуров Т.А. – аспирант
E-mail: leongar@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

О ВЛИЯНИИ КОЛИЧЕСТВА ОДНОТИПНЫХ СООРУЖЕНИЙ И РАСЧЕТНОГО ВРЕМЕНИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ОЖИДАЕМЫЕ МАКСИМАЛЬНЫЕ РЕАЛИЗАЦИИ СКОРОСТИ ВЕТРА

АННОТАЦИЯ

Представлены результаты статистического моделирования ветровой нагрузки в виде годовых максимумов, зависящие от количества сооружений и времени эксплуатации этих сооружений, а также описана корреляция полученных при моделировании значений с коэффициентом вероятности, предложенным в нормах Eurocode.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: годовые максимумы, период эксплуатации, однотипные сооружения, статистическое моделирование, коэффициент вероятности.

Manapov A.Z. – candidate of technical sciences, associate professor
Zinnurov T.A. – post-graduate student
Kazan State University of Architecture and Engineering

ABOUT INFLUENCE OF SIMILAR CONSTRUCTIONS QUANTITY AND AN ESTIMATED OPERATION TIME ON EXPECTED MAXIMAL WIND VELOCITY REALIZATIONS

ABSTRACT

The results of statistical modeling of wind loading, in the form of annual maximum, depending on constructions quantity and operation time of these constructions are represented, and also correlation of values received at modeling with factor of probability, offered in Eurocode norms.

KEYWORDS: annual maximum, operation time, similar constructions, statistical modeling, probability factor.

Статистическое моделирование работы несущих конструкций сооружения предполагает пошаговое с интервалом 5-10 минут количественное описание параметров нагрузок, параметров самой конструкции и взаимодействия этих параметров за расчетное время эксплуатации сооружения от нескольких десятков до нескольких сот лет. На начальном этапе моделирования составляется алгоритм расчета сооружения в детерминированных оценках и выполняется статистическое моделирование нагрузок, в частности ветровой нагрузки. В работе [5] получены параметры статистического моделирования ветровой нагрузки путем преобразования асимптотических распределений, предложенных в работе [4], в усеченные распределения с подбором временного шага изменения нагрузки. Полученные параметры моделирования протестированы путем сравнения с данными метеонаблюдений. Предложенное в работе [5] статистическое моделирование ветровой нагрузки отражает ряд процессов, в частности, влияние на максимальные реализации скорости ветра расчетной продолжительности эксплуатации и количества однотипных сооружений, построенных на данной местности. Опыт наблюдений за разрушениями после ураганов [6] показывает, что часть однотипных сооружений разрушается, в то время как другая часть не получает повреждений. Эти наблюдения свидетельствуют, что скорость ветра в потоке урагана изменяется в зависимости от различных факторов случайным образом и при большом числе случайно расположенных однотипных сооружений вероятность действия максимальной силы ветра на одно из сооружений возрастает.

В данной работе количественно анализируются и сравниваются с европейскими нормами результаты статистического моделирования, отражающие влияние продолжительности эксплуатации на максимальные реализации скорости ветра и обсуждаются новые результаты,

отражающие влияние количества однотипных сооружений, построенных на данной местности. Для решения поставленной задачи выполнено моделирование ветрового потока с дальнейшим определением максимальных и среднеарифметических значений из множества значений годовых максимумов скорости ветра для различного количества однотипных сооружений N и продолжительности расчетного времени эксплуатации T.

В Строительных нормах РФ влияние расчетного срока эксплуатации T и количества однотипных возводимых сооружений N на требуемые параметры надежности косвенно учитывается коэффициентом надежности и ответственности [2, 4]. Влияние количества однотипных сооружений, эксплуатирующихся на данной местности, в нормах СССР учитывалось в типовом проектировании, которое выполнялось в несколько этапов с испытаниями и анализом головных образцов.

В европейских нормах Eurocode [8] влияние срока эксплуатации T на расчетное значение ветровой нагрузки учитывается специальным коэффициентом C_{prob}, основанным на втором предельном распределении Гумбеля:

$$U_{m,10}(T) = U_{m,10}(T_b) \cdot C_{prob} \ , \tag{1}$$

$$C_{prob} = \left(\frac{1 - K \ln[-\ln(1-1/T)]}{1 - K \ln[-\ln(1-1/T_b)]} \right)^n , \tag{2}$$

где $U_{m,10}(T)$ – расчетная скорость ветра на отметке 10 м за период (T); $U_{m,10}(T_b)$ – расчетная скорость ветра на отметке 10 м за базовый период (T_b =*50 лет*); параметры n и K соответственно равны 0.5 и 0.2.

На первом этапе выполнено моделирование скорости ветра с определением годовых максимумов для каждого из 10 однотипных сооружений, а затем определено среднее арифметическое и максимальное значение. В таблицах 1-3 и на рисунках 1, 2 представлены результаты трёх моделирований с расчетным временем эксплуатации от 10 до 200 лет. При сравнении значений таблиц 1-3 взаимное отклонение результатов не превышало 3,6 %.

На следующем этапе выполнено сравнение предлагаемого европейскими нормами Eurocode [8] специального коэффициента C_{prob}, учитывающего влияние срока эксплуатации T на расчетное значение ветровой нагрузки с результатами статистического моделирования. Для этого с использованием приведенных в таблицах 1-3 результатов определены отношения годовых максимумов скоростей ветра заданного периода моделирования – U_T к базовому периоду в 50 лет – U_{50},

$C_{prob}^{T}(по \cdot максимальному) = U_T^{макс} / U_{50}^{макс}$ – для максимальных значений

$C_{prob}^{T}(по \cdot сред. \cdot ариф.) = U_T^{сред} / U_{50}^{сред}$ - для среднеарифметических значений.

Результаты сравнения приведены в таблице 4 и на рисунке 3.

Таблица 1

Первое моделирование. Годовые максимумы скоростей ветра (м/с)

Номер сооружения	Годовые максимумы скоростей ветра при различных значениях расчетного времени эксплуатации (лет)					
	(T)=10	(T)=20	(T)=30	(T_b)=50	(T)=100	(T)=200
1	26.444	26.683	27.064	27.064	30.736	30.736
2	26.652	26.652	26.817	27.958	28.75	31.749
3	23.367	27.823	27.823	27.823	30.358	30.358
4	25.563	25.563	26.479	27.907	28.86	30.168
5	24.716	24.716	25.352	26.256	27.228	28.666
6	27.401	27.401	28.612	28.612	28.952	29.01
7	27.275	28.58	28.58	29.311	29.311	30.07
8	24.541	27.17	27.17	28.299	28.299	28.667
9	28.238	29.357	29.357	29.357	29.357	29.357
10	22.984	28.025	28.025	28.025	28.835	30.123
Среднее арифметическое	25.72	27.19	27.53	28.07	29.07	29.89
Максимальное	27.401	29.357	29.357	29.357	30.736	31.749

Таблица 2

Второе моделирование. Годовые максимумы скоростей ветра (м/с)

Номер сооружения	Годовые максимумы скоростей ветра при различных значениях расчетного времени эксплуатации (лет)					
	(T)=10	*(T)*=20	*(T)*=30	(T_b)=50	*(T)*=100	*(T)*=200
1	25.246	26.468	26.468	26.468	26.468	29.325
2	25.559	25.999	25.999	26.067	27.417	28.703
3	27.154	27.154	27.154	29.365	29.365	29.365
4	23.545	27.445	30.502	30.502	30.502	30.502
5	23.85	26.015	28.606	28.606	30.273	30.273
6	27.581	27.789	27.789	27.789	29.232	30.134
7	27.372	27.372	27.372	27.372	27.372	29.917
8	26.786	26.786	27.535	27.712	29.216	29.465
9	24.736	24.736	25.352	26.256	27.228	28.666
10	24.24	27.713	27.713	27.713	27.713	28.018
Среднее арифметическое	25.6	26.75	27.37	27.785	28.48	29.44
Максимальное	27.581	27.713	30.502	30.502	30.502	30.502

Таблица 3

Третье моделирование. Годовые максимумы скоростей ветра (м/с)

Номер сооружения	Годовые максимумы скоростей ветра при различных значениях расчетного времени эксплуатации (лет)					
	(T)=10	*(T)*=20	*(T)*=30	(T_b)=50	*(T)*=100	*(T)*=200
1	26.56	26.56	26.56	26.56	29.217	29.217
2	26.701	26.701	28.586	30.719	30.719	30.719
3	29.148	29.148	31.437	31.437	32.541	32.541
4	25.253	25.253	25.929	27.033	28.508	28.836
5	23.71	27.754	27.754	27.754	30.293	30.293
6	28.395	29.099	29.099	29.099	29.94	29.94
7	23.235	26.819	26.95	31.783	31.783	31.783
8	25.414	25.414	27.466	28.248	31.618	31.618
9	26.457	27.836	27.836	27.836	27.946	27.961
10	25.15	26.464	27.243	28.322	28.445	28.886
Среднее арифметическое	26.03	27.1	27.88	28.98	30.1	30.51
Максимальное	29.148	29.148	31.437	31.783	32.541	32.541

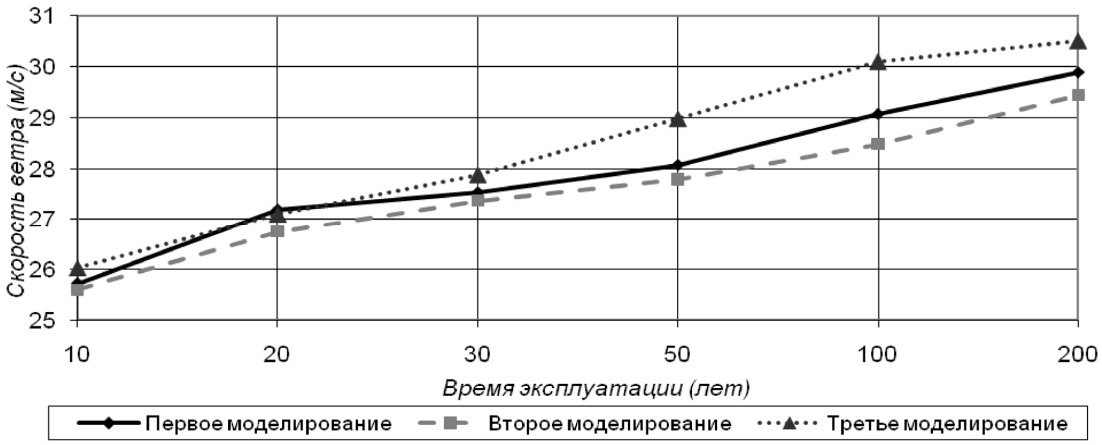


Рис. 1. Среднеарифметические реализации годовых максимумов скорости ветра по результатам трех моделирований для 10 сооружений

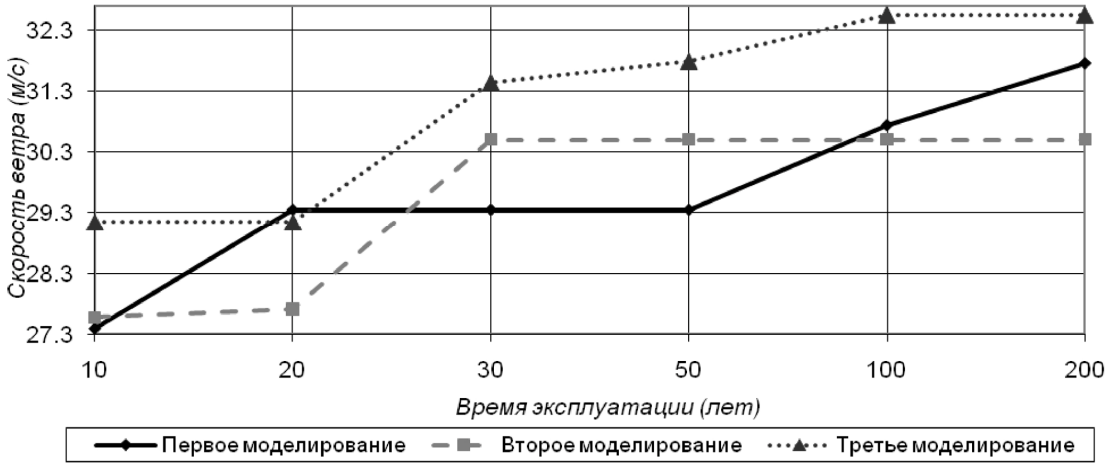


Рис. 2. Максимальные реализации годовых максимумов скорости ветра
по результатам трех моделирований для 10 сооружений

Таблица 4

Коэффициенты вероятности C^{T}_{prob} найденные по результатам трёх моделирований

Номер моделирования		Время эксплуатации (лет)					
		(T)=10	*(T)*=20	*(T)*=30	(T_b)=50	*(T)*=100	*(T)*=200
1	C^{T}_{prob} (по сред. ариф.)	0.916	0.968	0.981	1	1.035	1.065
	C^{T}_{prob} (по максимальному)	0.933	1	1	1	1.047	1.081
2	C^{T}_{prob} (по сред. ариф.)	0.921	0.962	0.985	1	1.025	1.060
	C^{T}_{prob} (по максимальному)	0.904	0.908	1	1	1	1
3	C^{T}_{prob} (по сред. ариф.)	0.898	0.935	0.962	1	1.038	1.053
	C^{T}_{prob} (по максимальному)	0.917	0.917	0.989	1	1.023	1.023
Нормы Eurocode	C_{prob}	0.902	0.946	0.97	1	1.038	1.075

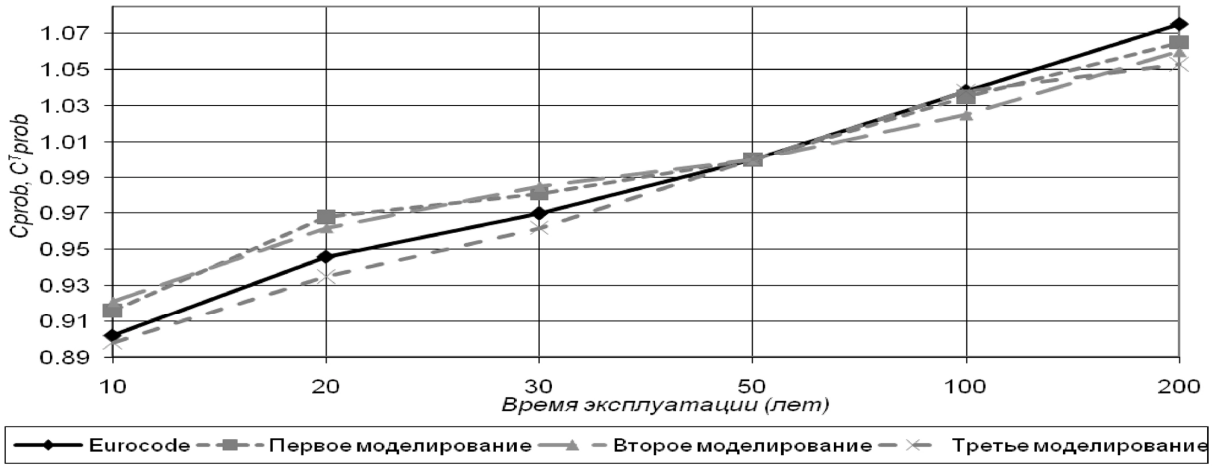


Рис. 3. Коэффициент C_{prob} по нормам Eurocode и C^{T}_{prob}
по результатам средних арифметических значений трёх моделирований

По результатам сравнения видно, что значения коэффициента C_{prob} по нормам Eurocode [8] лучше согласуются с коэффициентами, полученными с использованием средних

арифметических значений годовых максимумов, и хуже – с коэффициентами, полученными с использованием максимальных значений годовых максимумов. По сути коэффициент C_{prob} в нормах [8] есть ни что иное, как среднее увеличение или уменьшение расчетной скорости ветра относительно базового времени 50 лет.

Таблица 5

Средние арифметические, максимальные значения годовых максимумов скорости ветра (м/с) и коэффициенты C^{T}_{prob} для 20 сооружений

Время эксплуатации (лет)		(T)=10	(T)=20	(T)=30	(T_b)=50	(T)=100	(T)=200
Статистическое моделирование для 20 сооружений	Средние арифметические	25.66	26.97	27.45	27.93	28.77	29.66
	Максимальные	27.58	29.36	30.5	30.5	30.7	31.75
	C^{T}_{prob} (по сред. ариф.)	0.918	0.965	0.983	1	1.031	1.062
	C^{T}_{prob} (по максимальному)	0.904	0.962	1	1	1.007	1.041
Нормы Eurocode	C_{prob}	0.902	0.946	0.97	1	1.038	1.075

Таблица 6

Средние арифметические, максимальные значения годовых максимумов скорости ветра (м/с) и коэффициенты C^{T}_{prob} для 30 сооружений

Время эксплуатации (лет)		(T)=10	(T)=20	(T)=30	(T_b)=50	(T)=100	(T)=200
Статистическое моделирование для 30 сооружений	Средние арифметические	25.78	27.01	27.59	28.28	29.21	29.83
	Максимальные	29.14	29.36	31.44	31.78	32.54	32.54
	C^{T}_{prob} (по сред. ариф.)	0.911	0.955	0.976	1	1.02	1.055
	C^{T}_{prob} (по максимальному)	0.917	0.923	0.989	1	1.023	1.023
Нормы Eurocode	C_{prob}	0.902	0.946	0.97	1	1.038	1.075

Таблица 7

Средние арифметические, максимальные значения годовых максимумов скорости ветра (м/с) и коэффициенты C^{T}_{prob} для 50 сооружений

Время эксплуатации (лет)		(T)=10	(T)=20	(T)=30	(T_b)=50	(T)=100	(T)=200
Статистическое моделирование для 50 сооружений	Средние арифметические	25.53	26.74	27.36	28.12	29.07	29.89
	Максимальные	29.35	29.41	31.43	31.78	32.54	32.69
	C^{T}_{prob} (по сред. ариф.)	0.908	0.951	0.973	1	1.034	1.063
	C^{T}_{prob} (по максимальному)	0.923	0.925	0.989	1	1.023	1.029
Нормы Eurocode	C_{prob}	0.902	0.946	0.97	1	1.038	1.075

Для анализа влияния количества однотипных сооружений и сравнения результатов с нормами [8] выполнено статистическое моделирование годовых максимумов значений скорости ветра для количества однотипных сооружений 20, 30, 50. Результаты моделирования представлены в таблицах 5-7 и на рисунках 5, 6.

Результаты сравнения показали, что значения коэффициента C_{prob} по нормам Eurocode хорошо коррелируют с коэффициентами, полученными с использованием средних арифметических значений годовых максимумов скорости ветра для 50 сооружений (рис. 4).

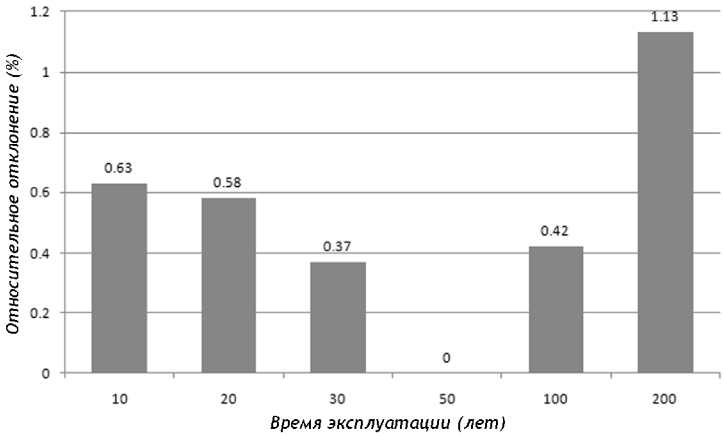


Рис. 4. Относительное отклонение коэффициента C^{T}_{prob} от нормативного значения по Eurocode при моделировании годовых максимумов для 50 сооружений

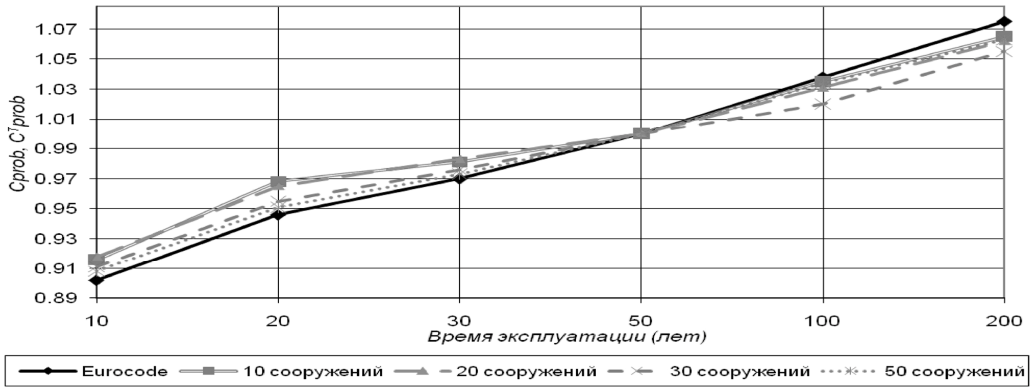


Рис. 5. Коэффициент C^{T}_{prob} средних арифметических значений годовых максимумов скоростей ветра при различных периодах моделирования и количества сооружений

Значения $C^{T}_{prob,}$, полученные методом статистического моделирования среднеарифметических значений годовых максимумов, лучше согласуются с коэффициентом C_{prob} Eurocode [8] при увеличении числа сооружений. Так, при увеличении числа сооружений от 10 до 50 относительное отклонение коэффициентов, учитывающих продолжительность эксплуатации, уменьшилось от значения 8,60 % до 1,16 %.

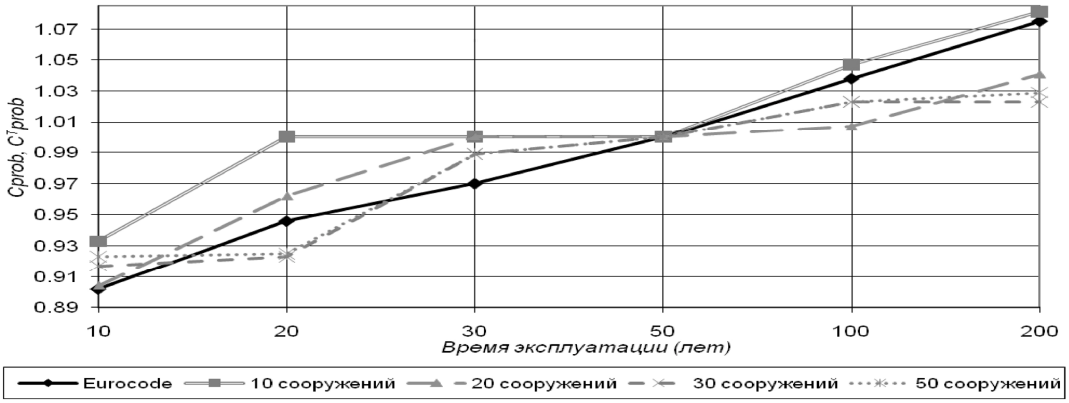


Рис. 6. Коэффициент C_{prob} максимальных значений годовых максимумов скоростей ветра при различных периодах моделирования и количества сооружений

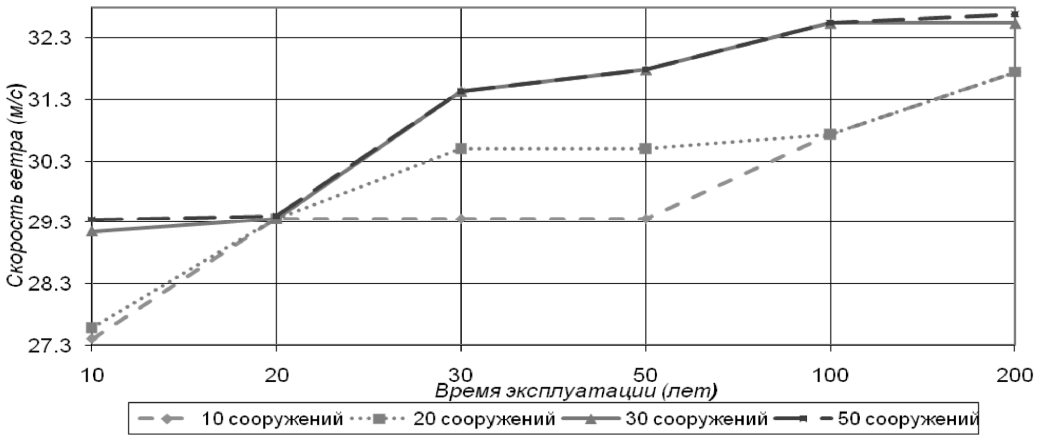


Рис. 7. Максимальные значения скоростей ветра годовых максимумов при различных периодах моделирования и количества сооружений

При увеличении числа сооружений, как и ожидалось (таблицы 5, 6, 7 и рис. 7), произошло увеличение максимальных значений годовых максимумов скорости ветра.

Статистическое моделирование дает возможность численно распознать неоднородность воздушного потока в зависимости от количества сооружений, случайно рассредоточенных в рассматриваемом ветровом районе. В таблице 8 отражено относительное изменение максимальных значений годовых максимумов скорости ветра в зависимости от количества однотипных сооружений. При этом максимальное значение годовых максимумов скорости ветра для 10 сооружений принято за 1000. Аппроксимацией численных результатов, приведенных в таблице 8, получен коэффициент K_N (3), показывающий увеличение значений скорости ветра при изменении количества сооружений относительно базового числа – 10 сооружений.

Таблица 8

Количество однотипных сооружений	Время эксплуатации (лет)						Средний коэффициент
	(T)=10	(T)=20	(T)=30	(T_b)=50	(T)=100	(T)=200	
10 сооружений	1	1	1	1	1	1	1
20 сооружений	1.006	1	1.039	1.039	1	1	1.014
30 сооружений	1.06	1	1.071	1.071	1.058	1.021	1.047
50 сооружений	1.07	1.012	1.071	1.083	1.058	1.029	1.054
100 сооружений	1.11	1.037	1.09	1.09	1.082	1.061	1.068

$$K_N = 1.0693/(1+0.112*\exp(-0.0445*N))+0.002, \quad (3)$$

$$V_N = K_N \cdot V_{10}, \quad (4)$$

где N – количество однотипных сооружений, аппроксимация производилась методом наименьших квадратов, с дисперсией не более 0.015.

В таблице 9 и на рисунке 8 в трехмерной интерпретации приведены обобщенные результаты статистического моделирования максимальных значений годовых максимумов для расчетного времени эксплуатации до 200 лет и количества сооружений до 50.

Таблица 9

Максимальные значения годовых максимумов скорости ветра (м/с) в зависимости от количества сооружений и периода эксплуатации

Количество однотипных сооружений	Время эксплуатации (лет)					
	(T)=10	(T)=20	(T)=30	(T_b)=50	(T)=100	(T)=200
10 сооружений	27.40	29.36	29.36	29.36	30.74	31.75
20 сооружений	27.58	29.36	30.5	30.5	30.74	31.75
30 сооружений	29.14	29.36	31.44	31.78	32.54	32.54
50 сооружений	29.35	29.41	31.44	31.78	32.54	32.69

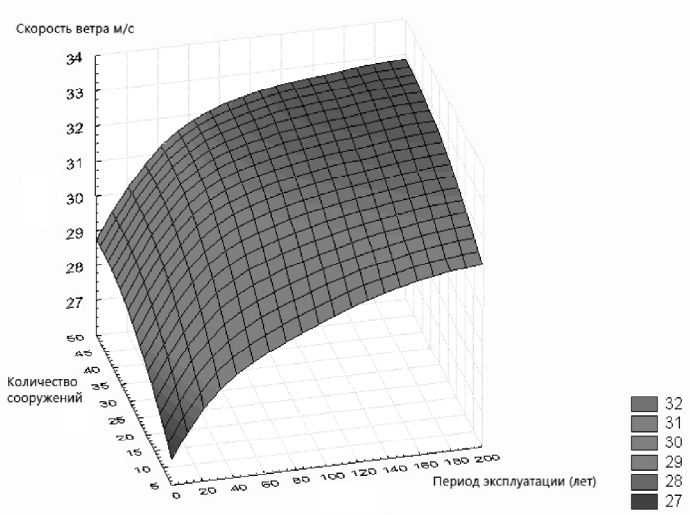


Рис. 8. Реализации скоростей ветра в зависимости от N и T

Выводы

Анализ результатов статистического моделирования с использованием алгоритмов, предложенных в работе [5], и их сравнение с данными европейских норм показали, что влияние длительности эксплуатации T хорошо согласуется с коэффициентом C_{prob} Eurocode (1), (2). Для учета влияния количества однотипных сооружений N рекомендуется использовать полученную в данной работе зависимость (3), (4). Предложенная авторами статьи методика статистического моделирования скорости ветра в комплексной форме выражает его зависимость от длительности эксплуатации и количества однотипных сооружений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и её инженерное приложение. – М.: Высшая школа, 2000. – 450 с.
2. ГОСТ 27751-88. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчёту. – М., 1999. – 6 с.
3. Манапов А.З. Расчет надежности и ресурса строительных конструкций методом статистического моделирования. – Казань: КГАСУ, 2010. – 132 с.
4. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 2003. – 36 с.
5. Манапов А.З., Зиннуров Т.А. Алгоритмы метода Монте-Карло для моделирования ветровой нагрузки на сооружения// Известия КГАСУ, 2010, № 1 (13). – С. 147-155.
6. Манапов А.З., Хусаинов Д.М., Козлов М.В. О силе и последствиях урагана 8 июля 2007 года// Известия КГАСУ, 2008, № 1 (9). – С. 76-83.
7. Пичугин С.Ф. Вероятностный анализ ветровой нагрузки // Известия вузов. Строительство, 1997, № 12. – С. 13-20.
8. Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-4: General actions – Brussels, Belgium CEN, 2001. – 148 p.

REFERENCES

1. Ventcel E.S., Ovcharov L.A. Probability theory and engineering application. – M.: Publishers High School, 2000. – 450 p.
2. GOST 27751-88 Reliability of building constructions and foundation bed. Fundamentals of calculation – M., 1999. – 6 p.
3. Manapov A.Z. Reliability resource – Kazan: KSUAE, 2010. – 132 p.
4. SNiP 2.01.07-85 Loadings and influences / Gosstoi USSR. – M.: CITP Gosstroi, 2003. – 36 p.
5. Manapov A.Z., Zinnurov T.A. Algoritm of Monte-Karlo method in wind action simulation on structure. KSUAE news, 2010, № 1 (13). – P. 147-155.
6. Manapov A.Z., Husainov D.M., Kozlov M.V. About force and consequences of the hurricane en 8 July 2007. KSUAE news, 2010, № 1 (9). – P. 76-83.
7. Pichugin S.F. Wind loading probabilistic analysis. – News of universities. Building, 1997, № 12. – P. 13-20.
8. Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-4: General actions – Brussels, Belgium CEN, 2001. – 148 p.

УДК 624.075+624.078+519.23
Манапов А.З. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: man48-75@mail.ru
Галимшин Р.А. – кандидат технических наук, доцент
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ПОВЕРОЧНЫЕ РАСЧЕТЫ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕРВАЛЬНЫХ ОЦЕНОК

АННОТАЦИЯ

Поверочные расчеты с использованием нормативных методов расчета показали существенное превышение нормальных изгибных напряжений над расчетными сопротивлениями для конструктивного элемента покрытия. Соответственно требовалось усиление с 4,71-кратным увеличением несущей способности покрытия. На основе использования интервальных оценок и статистического моделирования показано, что достаточно усиления конструкций с обеспечением двукратного увеличения несущей способности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: прочность, статистическое моделирование, расчетная схема, числовые множества.

Manapov A.Z. – candidate of technical sciences, associate professor
Galimshin R.A. – candidate of technical sciences, associate professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

TESTING CALCULATIONS OF WOODEN DESIGNS ELEMENTS WITH THE USE OF INTERVAL ESTIMATIONS

ABSTRACT

Testing calculations with the use of standard methods have shown essential excess of normal bending pressure over settlement resistance for a constructive element of a covering. Accordingly strengthening with 4,71-fold increase in bearing ability of a covering was required. On the basis of interval estimations use and statistical modeling it is shown that there is enough design strengthening with maintenance of double increase in bearing ability.

KEYWORDS: durability, statistical modeling, the settlement scheme, numerical sets.

В 2010 году специалистами Казанского государственного архитектурно-строительного университета выполнены обследование и поверочные расчеты здания бани № 7, расположенного по адресу: РТ, г. Казань, ул. Павлюхина, д. 41 А, в том числе и стропильных конструкций кровли.

Рис. 1. Общий вид здания, стропильные конструкции кровли в составе обрешетки и стропильных ног из досок 170х50 мм, расположенных с шагом 1,1 м

Поверочные расчеты с использованием нормативных методов расчета [5] показали существенное превышение в 4,71 раз нормальных изгибных напряжений над расчетными сопротивлениями для конструктивного элемента «стропильная нога» из доски сосна 1-2 сорта с размерами сечения 170х50 мм. Кровельные конструкции здания были реконструированы в 1995 году и успешно испытывались снеговыми нагрузками в течение 15 лет. По этой причине вывод о необходимости усиления с обеспечением 4,71-кратного увеличения несущей способности мог бы показаться слишком затратным. В соответствии с создавшимися обстоятельствами требовался дополнительный анализ рисков, связанных с решением усиления обследуемой конструкции. Такой анализ был выполнен методом статистического моделирования, обобщенная блок-схема которого представлена ниже в табличной форме.

Таблица 1

Составление детерминированной схемы расчета конструкции для сравнения нормальных напряжений изгиба $s = s^* K_м * 6 / b^* h^2$ с удельной прочностью древесины $R = R_{вр*} K_{дл*} K_{одн}$		
Определение интервальных оценок группы параметров, определяющих нормальные напряжения		Определение интервальных оценок группы параметров, определяющих удельную прочность
Генерация множеств интервальных оценок группы параметров, определяющих нормальные напряжения		Генерация множеств интервальных оценок группы параметров, определяющих удельную прочность
Создание множества, определяющего нормальные напряжения		Создание множества, определяющего удельную прочность
Сравнение двух множеств, определяющих нормальные напряжения и удельную прочность		

Всего при статистическом моделировании работы деревянных стропильных конструкций были задействованы 12 расчетных параметров, информационное содержание и интервальные оценки которых приведены в таблице 2. Методом статистического моделирования с использованием функций взаимодействия исходных параметров были получены два численных множества: напряжений и удельной прочности. Выводы по результатам моделирования принимались на основе сравнения этих множеств.

Таблица 2

Исходные параметры		
1	Число сооружений	1
2	Число стропильных ног	42
3	Планируемая длительность дальнейшей эксплуатации	30 лет
4	Максимальная испытательная снеговая нагрузка за 1995-2010 г.	212 кгс/м^2
5	Снеговая нагрузка s	снеговой район IV
6	Коэффициент перехода от веса снегового покрова на земле к весу снегового покрова на кровле К	СНиП 2.01.07-85
7	Коэффициент перехода от снеговой нагрузки к изгибающему моменту $К_м$=M/s	По расчету
8	Размер поперечного сечения h	Номинальный 17 см
9	Размер поперечного сечения b	Номинальный 5 см
10	$R_{вр}$ – среднее значение временного сопротивления при стандартных испытаниях материала	[3]
11	Коэффициент, учитывающий влияние на прочность длительного действия нагрузки	[5]
12	Коэффициент однородности, учитывающий влияние на прочность пороков и размеров элемента	[5]
Конечные результаты моделирования		
1	Числовое множество напряжений	Для наибольшей реализации снеговой нагрузки
2	Числовое множество удельной прочности	С учетом максимальной испытательной снеговой нагрузки за 1995-2010 г.

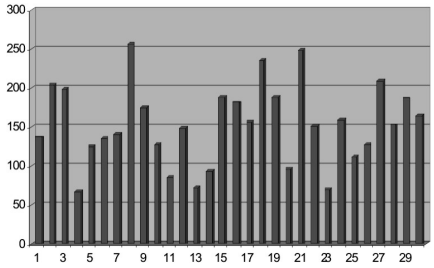
В соответствии с принятыми алгоритмами, на первом этапе выполнено моделирование нормальных напряжений в сечении с максимальным изгибающим моментом от суммы постоянных и снеговой нагрузки с использованием детерминированной функции взаимодействия

$$s = s^* К^*6/ b^* h^2 \quad (1)$$

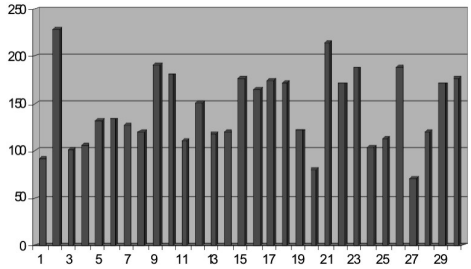
В формуле (1) задействовано 4 параметра. Для каждого из параметров при помощи генератора случайных чисел были созданы множества числовых значений, соответствующих функциям их распределения. Для моделирования снеговой нагрузки s на кровельные конструкции использована информация о параметрах ее распределении, содержащаяся в работах [1, 4]. Результаты статистического моделирования годовых максимумов снеговой нагрузки S_o приведены на рис. 2. Всего выполнено 4 моделирования годовых максимумов снеговой нагрузки с продолжительностью 30 лет каждая. Так как в сочетании усилий, возникающих в стропильной ноге, участвуют только две группы нагрузок: постоянные и снеговая нагрузка, то изменения снеговой нагрузки в течение календарного года не рассматривались. По результатам моделирования максимальная реализация веса снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли оказалась равной 256 кгс/м^2.

Таблица 3

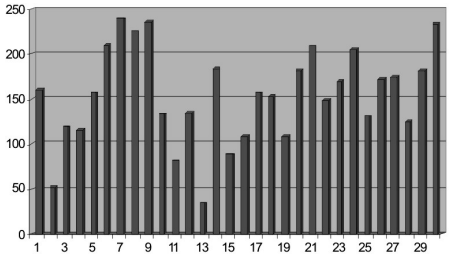
Источник информации	Среднее значение веса снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности	Коэффициент вариации n_f
[4]	$m = 150$ кгс/м^2. IV снеговой район	$n = 0{,}30$
[1]	141 кгс/м^2. (г. Казань)	0,32



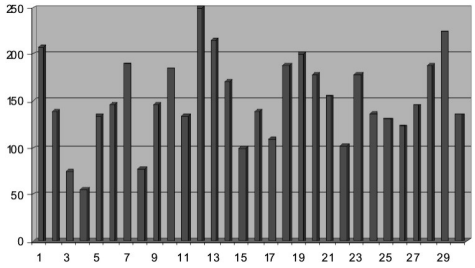
а) Первое моделирование.
Максимальная реализация 256 кгс/м^2



б) Второе моделирование.
Максимальная реализация 228 кгс/м^2



в) Третье моделирование.
Максимальная реализация 239 кгс/м^2



г) Четвертое моделирование.
Максимальная реализация 249 кгс/м^2

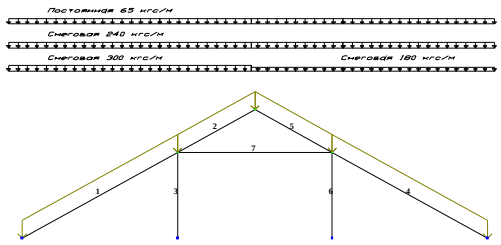
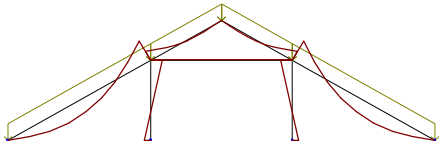
Рис. 2. Реализации годовых максимумов веса снегового покрова
на 1 м ^{2} горизонтальной поверхности земли

Моделирование коэффициента перехода от снеговой нагрузки к изгибающему моменту $K_м$=M/s выполнено по следующему алгоритму. С учетом неопределенностей работы конструктивной схемы составлено 3 варианта расчетных схем с учетом 2 вариантов загружения для каждой расчетной схемы. В первой расчетной схеме опирание стропильных ног на мауэрлат принято по шарнирной схеме, во второй расчетной схеме учтена дополнительная жесткость проволочных скруток в этом узле и в третьей расчетной схеме учтено дополнительно разгружающее действие консольных выпусков кровли.

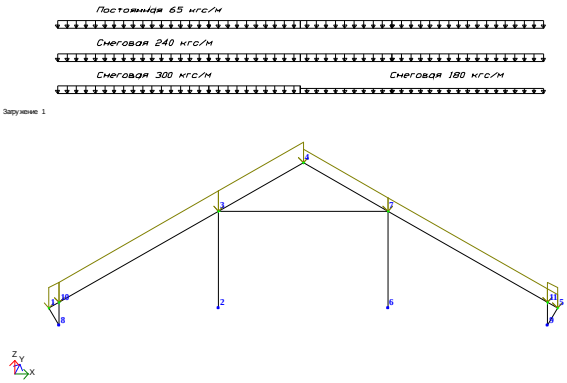
Результаты расчетов изгибающих моментов и поперечных сил для принятых расчетных схем приведены в таблице 4. С использованием полученных результатов выполнены оценки коэффициента перехода от снеговой нагрузки к изгибающему моменту $K_м$ =M/s (табл. 5) и получено множество из 42 чисел (рис. 3 а), каждое из которых характеризует возможное значение коэффициента перехода $K_м$ для одной из 42 стропильных ног.

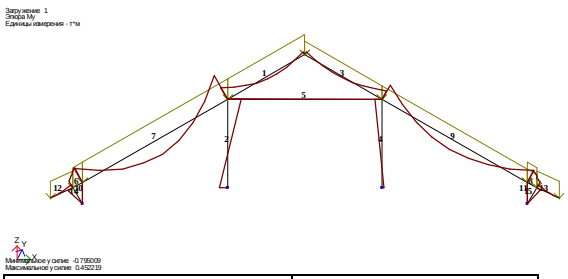
Моделирование множеств, характеризующих геометрические размеры сечения стропильных ног, выполнено с использованием статистических оценок геометрических параметров стропильной ноги, приведенных в таблице 5. Результаты моделирования приведены на рис. 3 б и 3 в.

Таблица 4

1 вариант расчетной схемы	
	
	1- загружение- M max: 94400 кгс*см 1- загружение- Q max: 908 кгс 2- загружение- M max: 113400 кгс*см 2- загружение- Q max: 1091 кгс
1 вариант загружения	2- вариант загружения
$s = \frac{M}{W_x} = \frac{94400}{241} = 391 - кгс / см^2$ $t = \frac{Q * S_{бр}}{I_{бр} * b_{расч}} = \frac{908 * 180}{2047 * 5} = 16 - кгс / см^2$	$s = \frac{M}{W_x} = \frac{113400}{241} = 471 - кгс / см^2$ $t = \frac{Q * S_{бр}}{I_{бр} * b_{расч}} = \frac{1091 * 180}{2047 * 5} = 19 - кгс / см^2$

2 вариант расчетной схемы





1- загружение- M_{max}	66910 кгс*см
1- загружение- Q_{max}	902 кгс
2- загружение- M_{max}	80300 кгс*см
2- загружение- Q_{max}	1045 кгс

1 вариант загружения

$$s = \frac{M}{W_x} = \frac{66910}{241} = 277 - кгс / см^2$$

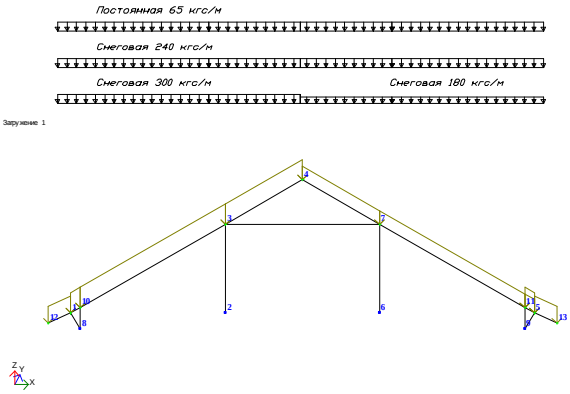
$$t = \frac{Q * S_{бр}}{I_{бр} * b_{расч}} = \frac{902 * 180}{2047 * 5} = 16 - кгс / см^2$$

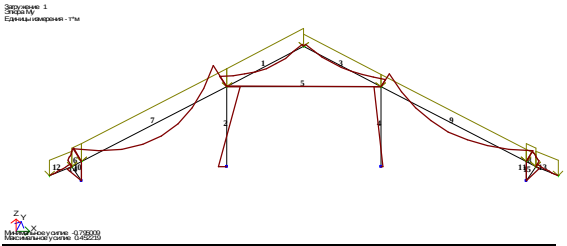
2- вариант загружения

$$s = \frac{M}{W_x} = \frac{80300}{241} = 333 - кгс / см^2$$

$$t = \frac{Q * S_{бр}}{I_{бр} * b_{расч}} = \frac{1045 * 180}{2047 * 5} = 18 - кгс / см^2$$

3 вариант расчетной схемы





1- загружение- M_{max}	66250 кгс*см
1- загружение- Q_{max}	901 кгс
2- загружение- M_{max}	79500 кгс*см
2- загружение- Q_{max}	1040 кгс

1 вариант загружения

$$s = \frac{M}{W_x} = \frac{66250}{241} = 275 - кгс / см^2$$

$$t = \frac{Q * S_{бр}}{I_{бр} * b_{расч}} = \frac{901 * 180}{2047 * 5} = 16 - кгс / см^2$$

2- вариант загружения

$$s = \frac{M}{W_x} = \frac{79500}{241} = 330 - кгс / см^2$$

$$t = \frac{Q * S_{бр}}{I_{бр} * b_{расч}} = \frac{1040 * 180}{2047 * 5} = 18 - кгс / см^2$$

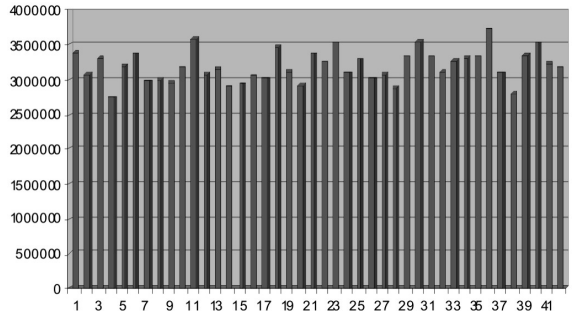
Таблица 5

Определение параметра	Интервальная оценка	Среднее арифметическое значение	Среднее квадратическое отклонение
Оценки коэффициента перехода от снеговой нагрузки к изгибающему моменту $K_м = M/s$	От $2{,}65 * 10^6$ см^3 до $3{,}78 * 10^6$ см^3	$3{,}21 * 10^6$ см^3	$0{,}19 * 10^6$ см^3

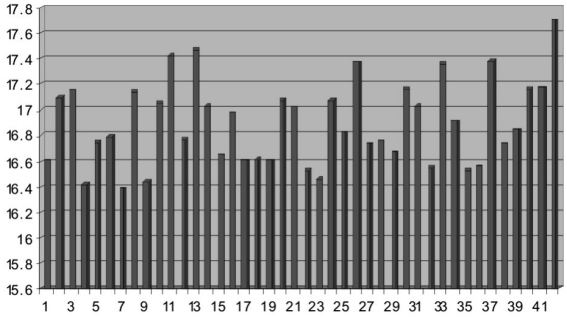
Таблица 6

Наименование параметра	Среднее арифметическое значение	Среднее квадратическое отклонение
Размер поперечного сечения h	17 см	$\nu = 0{,}017$ $\Delta a = 0{,}3$ см
Размер поперечного сечения b	5 см	$\nu = 0{,}03$ $\Delta a = 0{,}15$ см

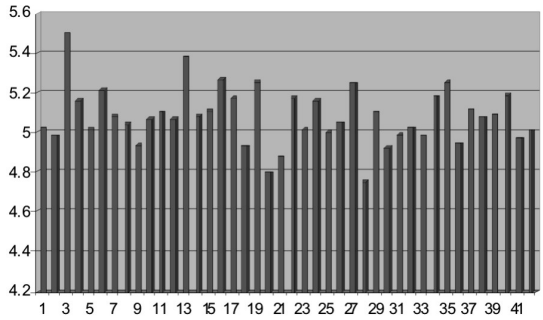
С использованием результатов моделирования коэффициента перехода от нагрузок к изгибающему моменту $К_м$, размеров поперечного сечения стропильной ноги h и b с учетом функции взаимодействия K_s = $К_м$ *6/ b* h^2 получено множество реализаций коэффициента перехода от нагрузок к нормальным напряжениям от изгиба K_s (рис. 3 г)



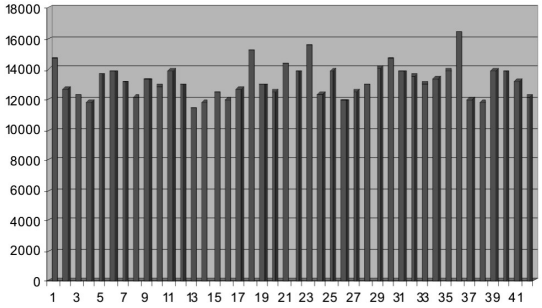
а) Реализации коэффициента перехода $К_м$



б) Реализации размера поперечного сечения h



в) Реализации размера поперечного сечения b



г) Реализации коэффициента перехода K_s

Рис. 3. Реализации коэффициента перехода от нагрузок к изгибающему моменту $К_м$, размеров поперечного сечения стропильной ноги h и b и коэффициента перехода от нагрузок к нормальным напряжениям от изгиба K_s .

Моделирование напряжений от суммы постоянных и снеговой нагрузки выполнено с использованием детерминированной формулы перехода s = s* К*6/ b* h^2. На рис. 4 б приведены реализации напряжений, полученных по результатам моделирования для наиболее снежной зимы S_o =256 кгс/м^2. Максимальное значение изгибных напряжений по результатам статистического моделирования оказалось равным s =493 кгс/см^2, что несколько больше результата s =471 кгс/см^2, полученного нормативным расчетом.

Моделирование удельной прочности конструкционного материала сосна выполнено с использованием информации, приведенной в [3], откорректированной с учетом испытаний снеговыми нагрузками за 1995-2010 годы.

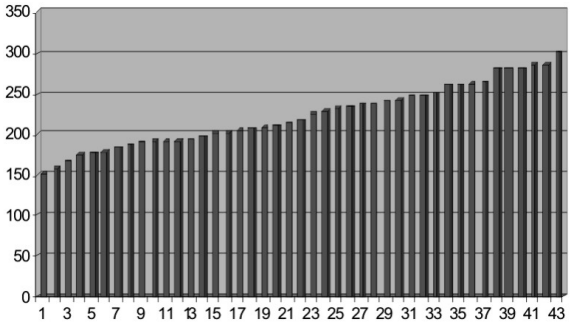
Таблица 7

Напряженное состояние и характеристика элементов	Сорт древесины	$R_{вр}$- среднее временное сопротивление МПа	v, Коэффициент вариации	$R_н$, нормативное сопротивление МПа	γ_m Коэффициент надежности	R, расчетное сопротивление МПа
Изгиб	1 2	36 33	0,17	26 24	1,22 1,22	14 13
Скалывание вдоль волокон	1 2,3	6 5	0,23	3,6 3,2	1,3 1,3	1,8 1,6

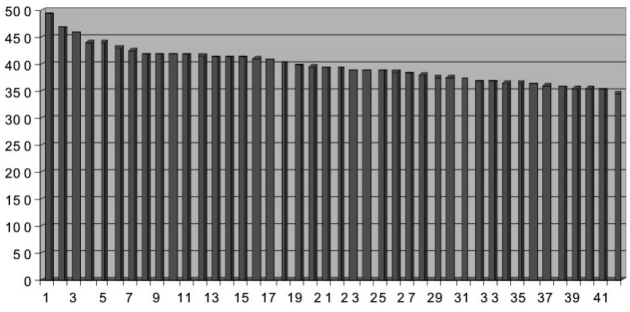
Статистическое моделирование удельной прочности выполнено с учетом распределений временного сопротивления при стандартных испытаниях и коэффициентов, учитывающих влияние на прочность длительного действия нагрузки, пороков древесины и размеров элемента (табл. 8). С учетом результатов испытаний снеговой нагрузкой с максимальным значением S_o = 232 кгс/м^2, нижняя граница оценки удельной прочности древесины принята равной нормальному напряжению s = 282 кгс/см^2, возникающему при снеговой нагрузке S_o = 232 кгс/м^2.

Таблица 8

Наименование параметра	Среднее арифметическое значение	Среднее квадратическое отклонение
$R_{вр}$ – среднее значение временного сопротивления при стандартных испытаниях материала	$R_{вр}$ = 330 кгс/см^2 - 360 кгс/см^2	ν = 0,17 $\Delta вр$ = 56.1 кгс/см^2 - 61,2 кгс/см^2
Коэффициент, учитывающий влияние на прочность длительного действия нагрузки	$К_{дл}$ =0,76	$\Delta_{дл} = 0.02$
Коэффициент однородности, учитывающий влияние на прочность пороков и размеров элемента	$К_{одн}$ =0,83	$\Delta_{одн} = 0.05$



а) Реализации удельной прочности древесины, без учета испытаний эксплуатационными нагрузками



б) Реализации изгибных напряжений в стропильной ноге для наиболее снежной зимы S_o =256 кгс/м^2

Рис. 4. Реализации удельной прочности древесины и изгибных напряжений в стропильной ноге

На конечном этапе выполнено сравнение двух множеств: множества, определяющего нормальные напряжения от изгиба стропильной ноги, и множества, определяющего удельную прочность использованной древесины. На рис. 5 показано это сравнение до усиления стропильных конструкций. Результаты показали, что при планируемом сроке дальнейшей эксплуатации в 30 лет следует ожидать перегрузку конструкций в 1,86 раз относительно его несущей способности. Результаты расчетов с использованием норм дали коэффициент перегрузки конструкций 4,71.

На основании полученных данных, свидетельствующих о перегруженности конструкций, были разработаны технические решения по усилению стропильных конструкций с установкой между существующими стропильными ногами дополнительных стропильных ног из аналогичного материала и аналогичных геометрических размеров. Результаты сравнения напряжений с удельной прочностью древесины после усиления стропильных конструкций показали, что максимально ожидаемые напряжения в стропильной ноге не будут превышать 93 % от минимально возможного значения удельной прочности.

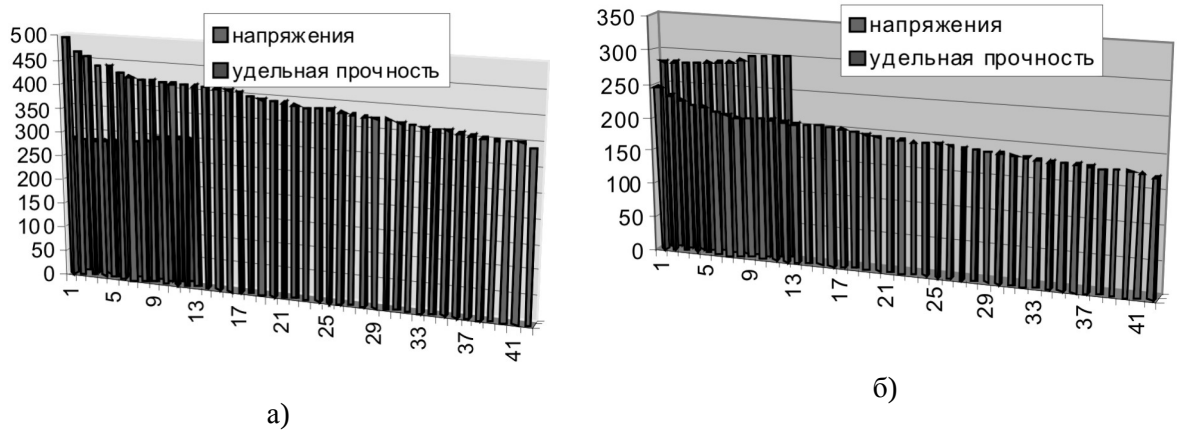


Рис. 5. Результаты сравнения напряжений с удельной прочностью древесины до усиления (а) и после усиления (б) стропильных конструкций

Выводы

Расчетные модели с использованием интервальных оценок нагрузок, коэффициентов перехода от нагрузок к усилиям и напряжениям, геометрических размеров сечений и возможностями корректировки ожидаемой прочности материалов с учетом результатов испытаний эксплуатационными нагрузками доказали достаточность предлагаемых технических решений усиления стропильных деревянных конструкций. При требуемом, в соответствии с действующими нормами, увеличении несущей способности в 4,71 раза доказана достаточность усиления несущей способности в 2 раза. Внедрение интервального метода расчета в конкретном случае обеспечило существенную экономию средств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Батршина С.Ф. Динамика снежного покрова на территории Татарстана во второй половине XX столетия. – Казань: Издательство КГУ, 2005. – 76 с.
2. Манапов А.З. Расчет надежности и ресурса строительных конструкций методом статистического моделирования: Учебное пособие. – Казань: КГАСУ, 2010. – 131 с.
3. Пособие по проектированию деревянных конструкций (к СНиП II-25-80). – М., 1998. – 102 с.
4. Пособие по проектированию стальных конструкций (к СНиП II-23-81* «Стальные конструкции»). – М., 1989. – 148 с.
5. СНиП II-25-80. Деревянные конструкции. Нормы проектирования / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1999. – 61 с.

REFERENCES

1. Batrshina S.F. Snow cover dynamics in territory of Tatarstan in second half of XX-th century. – Kazan: Publishing house KGU, 2005. – 76 p.
2. Manapov A.Z. Reliability resource. – Kazan: KSUAE, 2010. – 132 p.
3. The grant on designing of wooden designs (SNiP II-25-80) – M., 1998. – 102 p.
4. The grant on designing of steel designs (SNiP II-23-81*). – M., 1989. – 148 p.
5. SNiP II-25-80 Wooden designs. Norms of designing / Gosstroy of Russia. – M.: GUP UP CPP, 1999. – 61 p.

УДК 621.64
Удлер Е.М. – кандидат технических наук, профессор
E-mail: udler@kgasu.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА МЯГКИХ РЕЗЕРВУАРОВ С ЖИДКОСТЬЮ

АННОТАЦИЯ

В статье описывается разработанная автором методика численного расчета формы мягких резервуаров с жидкостью. Реализованная по этой методике компьютерная программа позволяет по исходным размерам и высоте заполнения резервуара определять: внутренние усилия в материале, величину необходимого для заполнения резервуара избыточного давления, форму главных сечений и объем жидкости в резервуаре.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: мягкие емкости, эластичные резервуары, флекстанки, форма мягкой емкости, объем жидкости в резервуаре, алгоритм и программа автоматизированного расчета.

Udler E.M. – candidate of technical sciences, professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

NUMERICAL METHOD OF CALCULATION OF THE FLEXIBLE RESERVOIR FILLED WITH THE LIQUID

ABSTRACT

The article contains the author's simple method of digital calculation of form flexible reservoir filled with the liquid. It is developed the computer's program to calculate the effort of tension in shell, the form of main crosses of tank, pressure and quality of the liquid in the reservoir.

KEYWORDS: flextank, reservoir for liquid, volume, form of crossection, algoritm, program, computer's calculation.

Мягкие резервуары и емкости, называемые иногда эластичными емкостями из мягких оболочек, широко используются для нужд МО и МЧС, предприятий ТЭК, нефтегазовой и химической промышленности, производственных и аграрных фирм. В них хранятся или транспортируются самые разные жидкости: вода, ГСМ, удобрения, трансформаторное масло, химические растворы, нефть. В литературе встречаются различные наименования таких резервуаров: нефтетанки, флекстанки, эластичные резервуары. В зависимости от использования они могут быть стационарными или мобильными – автомобильными, контейнерными, судовыми, плавающими, авиационными. Главными их достоинствами являются: транспортабельность, быстрота приведения в рабочее состояние, возможность многократного использования, долговечность, герметичность, экономичность и экологичность.

Рис. 1. Подушечные мягкие резервуары типа ПЭР фирмы «Политехника»

Мягкие резервуары большой вместимости чаще всего имеют подушечную форму. Примеры таких резервуаров приведены на рис. 1 и 2.

Рис. 2. Мягкий резервуар фирмы «Laboronne-CITAF»

Изготавливают резервуары из прорезиненных тканей или специальных многослойных пленочно-тканевых материалов. Так, фирма «Laboronne-CITAF» использует для своих резервуаров многослойный материал собственной разработки и изготовления, конструкция которого показана на рис. 3.

Рис. 3. Конструкция материала для мягких резервуаров фирмы «Laboronne-CITAF»

Широкому внедрению мягких резервуаров способствуют теоретические и экспериментальные исследования ряда научных и производственных организаций и фирм, в том числе: НИИРП [1], НПФ «Политехника» [2], французская фирма «Laboronne-CITAF» [3].

Эти исследования, в основном, посвящены технологическим вопросам изготовления и эксплуатации. Теоретические вопросы формообразования мягких водонаполненных оболочек исследовались учеными лаборатории мягких оболочек ДВВИМУ имени адмирала Г.И. Невельского [4]. Были получены приближенные решения уравнений, описывающих форму поперечного сечения осимметричных оболочек под гидростатической нагрузкой.

Для целей практического проектирования нами были разработаны методика, алгоритм и программа автоматизированного численного решения задачи определения формы резервуара. Методика расчета основана на дискретизации изогнутой линии поперечного сечения. Рассматривалась средняя по длине часть резервуара длиной в 1 метр, которая априори принималась цилиндрической формы.

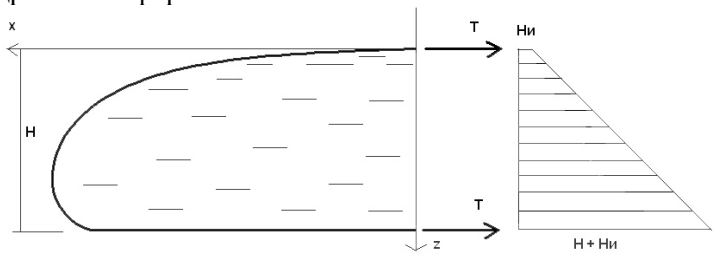


Рис. 4. Схема к определению внутренних усилий в материале резервуара

Для определения погонных поперечных усилий натяжения в материале резервуара под гидростатическим давлением была рассмотрена схема поперечного сечения цилиндрической оболочки, половина которого показана на рис. 4.

Известно, что нормальное гидростатическое давление на оболочку пропорционально высоте столба и плотности жидкости и выражается формулой (1), где p нормальное давление на оболочку на расстоянии z от поверхности при плотности жидкости равной, γ.

$$p = z * \gamma \quad (1)$$

При наличии избыточного давления форма эпюры гидростатического давления имеет вид трапеции. Для воды, плотность которой равна единице, значение давления в верхней части резервуара определяется избыточным давлением Ни, необходимым для его заполнения, а в нижней еще и высотой резервуара Н+Ни.

Очевидно, что погонные (на единицу длины резервуара) поперечные внутренние усилия в оболочке Т могут быть определены из условия равновесия проекций сил и нагрузок на ось Х по формуле (2).

$$T = \frac{H^2 + 2HHu}{4} \tag{2}$$

Таким образом, величина внутренних усилий в оболочке зависит от высоты резервуара с жидкостью и избыточного давления, необходимого для заполнения. При высоте, значительно меньшей ширины оболочки, избыточное давление мало по сравнению с высотой и практически может не учитываться при определении внутренних усилий.

С целью численного решения задачи сплошную изогнутую линию поперечного сечения оболочки моделируем шарнирно-стержневой системой, показанной на рис. 5. При этом длина стержней зависит от степени дискретизации и ширины заготовки резервуара и определяется формулой (3).

$$d = \frac{B}{n}\ , \tag{3}$$

где В – полупериметр поперечного сечения оболочки, n – количество стержней.

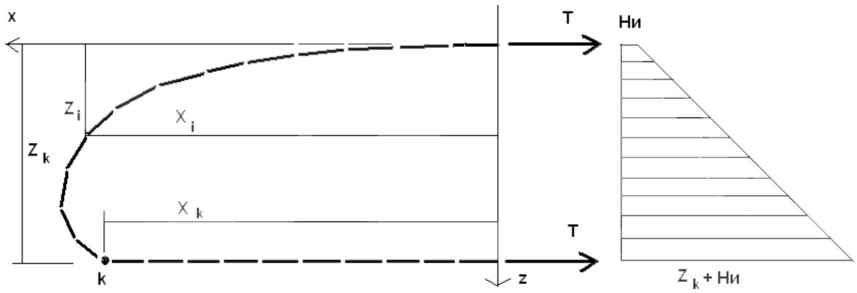


Рис. 5. Схема представления поперечного сечения гибкой оболочки в виде шарнирно-стержневой системы

Рассмотрим схему равновесия *i*-ого узла шарнирно-стержневой модели поперечного сечения оболочки с координатами *Xi, Zi*, представленную на рис. 6.

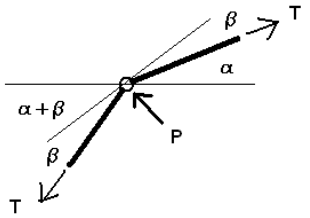


Рис. 6. Схема равновесия *i*-ого узла модели поперечного сечения оболочки

Из схемы видно, что приращение угла наклона стержней к оси Х равно удвоенному углу между касательной в узле и стержнем. Это позволяет построить алгоритм определения формы стержневой модели оболочки.

Для нахождения угла β между стержнем и касательной принимаем нагрузку от давления воды в узле по величине ординаты z_i узла. Спроектировав все силы на нормаль в узле и учитывая зависимость (2), получим формулу (4) для определения искомого угла β_i в *i*-том узле:

$$Sin\beta_i = \frac{p}{2\mathrm{T}} = \frac{2(Hu + z_i)}{H^2 + 2HH_u} \tag{4}$$

Для построения ломаной кривой поперечного сечения оболочки используем итерационный метод. Суть его заключается в многократном вычислении угла наклона первого

стержня α_1 в вершине оболочки и последовательного вычисления углов наклона остальных стержней по формуле (5) и координат узлов по формулам (6) и (7):

$$\alpha_i = \alpha_{i-1} + 2\beta_i \quad (5)$$

$$x_i = x_{i-1} + d \cdot \cos a_i \quad (6)$$

$$z_i = z_{i-1} + d \cdot \sin a_i \quad (7)$$

Граничными условиями являются заданные значения полупериметра оболочки B и высота резервуара H, представленные зависимостями (8) и (9), где x_k, z_k – координаты узла в точке перехода в основание, k – порядковый номер этого узла от вершины резервуара.

$$x_k + d * k = B \quad (8)$$

$$z_k = H \quad (9)$$

Ниже приводится алгоритм вычисления координат поперечного сечения цилиндрического резервуара, заполненного жидкостью:

НАЧАЛО

1. Ввести исходные данные:

B – ширину заготовки, H – высоту заполненного резервуара, Ни – предполагаемое избыточное давление, n – количество узлов стержневой модели для расчета

2. Установить начальные значения расчетных параметров и управляющих переменных: $a_{\min} = 0$, $a_{\max} = \pi/2$, $k = 0$, $x_k = 0$, $z_k = 0$
3. Вычислить первое приближение значения угла наклона первого стержня $a_1 = (a_{\min} + a_{max})/2$
4. Вычислить длину стержня по формуле $d = B/n$
5. Вычислить длину образующей по формуле $L = x_k + d \cdot k$
6. Если выполняются граничные условия (8) и (9), то перейти к пункту 11
7. Если длина образующей L меньше ширины B, то присвоить $a_{\max} = a_1$, иначе $a_{\min} = a_1$
8. Вычислить новое значение угла наклона первого стержня $a_1 = (a_{\min} + a_{max})/2$
9. Вычислять координаты x_i , z_i узлов поперечного сечения по формулам (3), (4), (6) и (7) для значений $i = 2 \div k$, пока соблюдаются условия $a_i \le \pi$ и $i \le n$
10. Перейти к пункту 5
11. Вывести результаты расчета (координаты узлов поперечного сечения) на печать

КОНЕЦ

Этот алгоритм был реализован в разработанной автором программе для расчета резервуаров на ЭВМ.

Для проверки применимости методики, алгоритма и программы были проведены лабораторные исследования на моделях резервуаров из полиэтиленовых пленок. Один из образцов таких испытаний показан на фотографии (рис. 7).

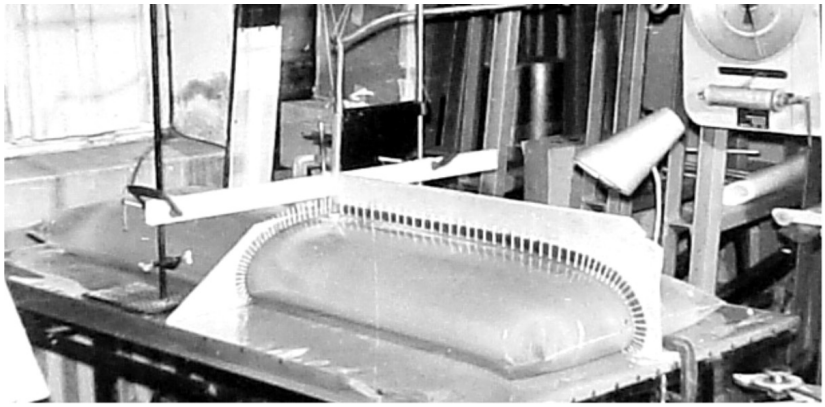


Рис. 7. Лабораторные исследования на моделях резервуаров из ПЭ пленок

Сравнения результатов расчетов и экспериментов на моделях приведены ниже в таблице.

Заметим, что в расчетах не учитывалась растяжимость материалов ввиду незначительных размеров моделей. При необходимости учет растяжимости материала оболочки в процессе вычислении координат точек поперечного сечения возможен по формулам (10) и (11):

$$x_i = x_{i-1} + d * (1 + \frac{T}{EF}) * Cos\alpha \quad (10)$$

$$z_i = z_{i-1} + d * (1 + \frac{T}{EF}) * Sin\alpha \quad (11)$$

Для расчета объема жидкости в резервуаре вычислялась площадь поперечного сечения резервуара методом суммирования площадей трапеций. Площадь *i*-ой трапеции вычислялась по формуле (12):

$$S_i = \frac{(x_i + x_{i+1}) * (z_{i+1} - z_i)}{2} \quad (12)$$

Как показывают расчеты и результаты экспериментов, объем воды в резервуаре может быть приближенно подсчитан по формуле (13), где:

S_x – площадь поперечного сечения заполненного резервуара в плоскости XOZ,

M – раскройная длина резервуара, B – раскройная ширина резервуара,

B_x – расчетная ширина заполненного резервуара.

$$V_p = S_x * (M - B + B_x) \quad (13)$$

Таблица

Сравнения теоретических и экспериментальных данных

Образец	Ширина заготовки в мм	Длина заготовки в мм	Высота резервуара в мм	Избыточное давление в мм в/ст	Ширина по расчету	Объем воды по расчету в литрах	Объем воды по эксперименту в литрах	Расхождение
марка	B	L	H	Ни	Bx	Vp	Vэ	%%
МП-1	558	1674	55	0	533	44,09	45,00	2,1
			100	2	511	74,11	72,40	2,3
			170	22	474	109,00	105,50	3,2
			250	120	426	134,15	134,80	0,48
МП-2	557	836	56	0	531	22,00	21,40	2,70
			112	2	505	38,66	36,90	4,56
			168	21	474	50,77	48,60	4,28
			224	100	439	58,80	57,80	1,71
			280	300	404	62,86	65,00	3,40
МП-3	556	557	56	0	530	14,38	14,00	2,62
			112	2	504	24,85	23,10	7,00
			168	22	474	31,93	29,70	7,00
			224	100	438	35,90	35,20	2,00
МП-4	556	549	56	0	529	14,16	13,80	2,50
			112	2	504	24,46	23,00	6,00
			168	22	474	31,40	29,40	6,36
			224	100	438	35,24	34,90	1,00
МП-5	780	839	78	0	744	42,70	42,50	0,46
			156	2	707	73,51	67,00	8,85
			234	22	665	95,25	89,80	5,70
			312	96	617	108,26	107,80	0,43

Из приведенной таблицы видно, что среднее отклонение данных расчетов и экспериментов не превышает 4 %, что находится в пределах точности измерений геометрических параметров образцов.

Анализ результатов расчетов избыточного давления, необходимого для заполнения резервуаров Ни, показывает, что величина этого давления зависит от веса материала и степени заполнения резервуара, показателем которой является отношение высоты к ширине.

При малом заполнении избыточное давление практически равно весу единицы площади материала. Обычно вес материала оболочки не превышает 1-2 кг/кв.м, что аналогично давлению в 1-2 мм вод.ст. Поэтому можно предположить, что вес оболочки практически не влияет на форму резервуара и величину внутренних усилий.

Как показывают расчеты, величина избыточного давления влияет на степень заполнения, определяющую высоту резервуара.

Для наглядности, по результатам вычислений построен график зависимости относительной высоты резервуара от величины избыточного давления.

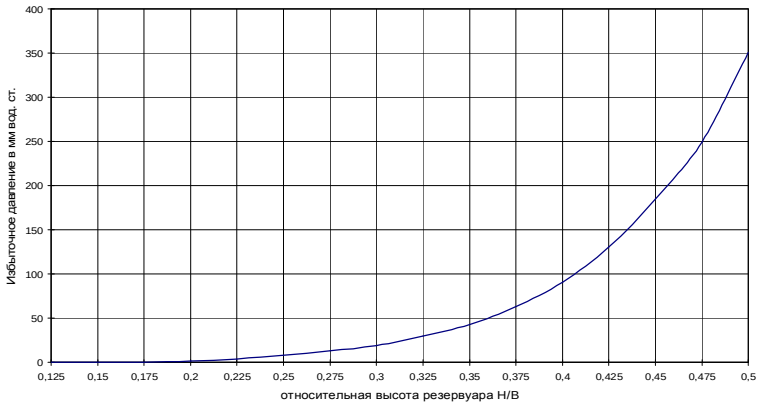


Рис. 8. Зависимость величины избыточного давления Ни (в мм вод.ст.)
от величины отношения высоты подъема к начальной ширине резервуара H/B

Он представлен на рис. 8 и показывает, какое избыточное давление нужно создать для достижения резервуаром той или иной высоты. Из графика следует, что это давление становится заметным при заполнении резервуара на высоту, превышающую 1/4 ширины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основные виды мягких оболочечных конструкций, разработанных научно-исследовательским институтом резиновой промышленности НИИРП. // Интернет-сайт НИИРП: www.niirp.com/catalog1.php.
2. Эластичные резервуары, гибкие емкости и вкладыши, мягкие баки и канистры, флекситанки контейнерные. Каталог продукции ООО НПФ Политехника. // Сайт НПФ «Политехника»: www.flexico.ru/ docs/buklet_politechnika.pdf.
3. Сайт фирмы «Laboronne-CITAF»: www.labaronne-citaf.fr.
4. Магула В.Э., Друзь Б.И., Кулагин В.Д., Милославская Е.П., Новоселов М.В. Судовые мягкие емкости. – Л.: Судостроение, 1966. – 288 с.

REFERENCES

1. Catalogue of soft shell constructions, created by institute of science and research of rubber's industry NIIRP // www.niirp.com/catalog1.php.
2. Elastic reservoirs, flexible volumes, soft tanks, include's flextanks. // Catalogue of products of LLC NPF «POLITEHNIKA». // www.flexico.ru/ docs/buklet_politechnika.pdf.
3. Site of «Laboronne-CITAF» // http://www.labaronne-citaf.fr.
4. Magula V.E., Druz B.I., Kulagin V.D., Miloslavskaya E.P., Novoselov M.V. Ship's flextanks – L.: Shipbilding, 1966. – 288 c.

УДК 624.073
Хайруллин Л.Р. – ассистент
E-mail: lenar76@rambler.ru
Каюмов Р.А. – доктор физико-математических наук, профессор
E-mail: kayumov@rambler.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПАНЕЛЕЙ С ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СТЫКАМИ СРЕДНЕГО СЛОЯ ВБЛИЗИ ОПОРЫ

АННОТАЦИЯ

С целью усовершенствования методики расчета трехслойных панелей с технологическим стыком среднего слоя, изготовленных по непрерывной технологии, решена задача о разрушении заполнителя от действия поперечных сил в области стыка среднего слоя. Для этого обшивка в области стыка листов заполнителя представлена в виде полубесконечной балки, лежащей на упругом винклеровском основании, загруженной внешней нагрузкой, роль которой выполняет поперечная сила. Получена формула для определения величины напряжений в заполнителе, в зоне, прилегающей к стыку.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: трехслойная панель, средний слой, заполнитель, обшивки, ограждающие конструкции, технологический стык, разрушение заполнителя, полубесконечная балка, упругое винклеровское основание.

Khairullin L.R. – assistant
Kayumov R.A. – doctor of physical and mathematical sciences, professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

INVESTIGATION OF THE STRENGTH SANDWICH PANELS WITH TECHNOLOGICAL INTERFACE NEAR THE MIDDLE LAYER SUPPORT

ABSTRACT

To improve the methodology of calculation of sandwich panels, with the technological junction of the middle layer made of a continuous technology, the problem of the destruction of aggregates by the action of shear forces in the joints of the middle layer was solved. To do this, covering expansion joints filler sheet is presented in the form of a semi-infinite beam on an elastic Winkler foundation, loaded by an external load, which performs the role of shear force. A formula for determining the stresses in the filler, in the zone adjacent to the seam.

KEYWORDS: sandwich panels, the middle layer, filler, sheathing, protecting designs, technological joint, fracture filling, semi-infinite beam, an elastic Winkler foundation.

При изготовлении трехслойных панелей с металлическими обшивками и с заполнителем из отдельных листов пенополистирола по непрерывной технологии в готовых панелях возникают поперечные стыки заполнителя, расположенные по всей ширине панели. По длине панели эти стыки могут располагаться произвольно, т.е. на любом расстоянии от краев. Проведенные ранее экспериментальные исследования трехслойных панелей при поперечном изгибе (см. [1]) выявили следующие их предельные состояния:

1) местная потеря устойчивости сжатой обшивки от действия нормальных напряжений, в том случае, если стык расположен в средней части панели;

2) разрушение заполнителя от действия поперечных сил, со сдвигом заполнителя, если стык расположен в приопорной зоне.

Для первого случая предельного состояния трехслойной панели в [2] была предложена формула для определения критических сил потери устойчивости сжатой обшивки, в зоне поперечного стыка утеплителя, расположенного в средней части панели.

В данной статье рассматривается второй случай, при котором стык расположен в приопорной зоне.

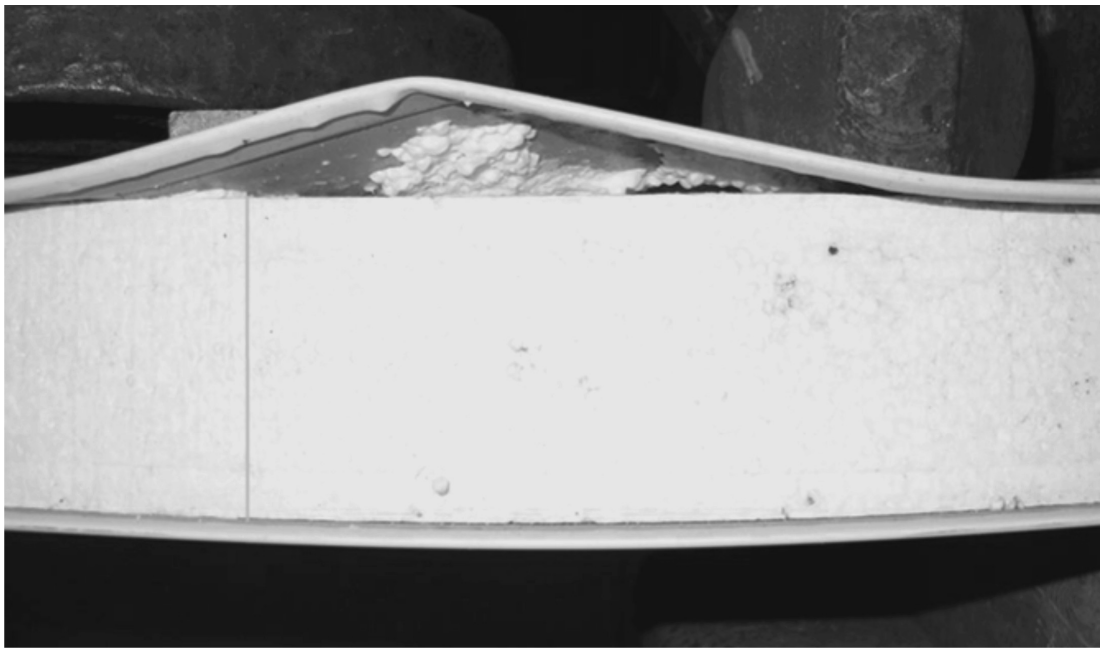


Рис. 1. Местная потеря устойчивости сжатой обшивки в области стыка, расположенного в средней части панели

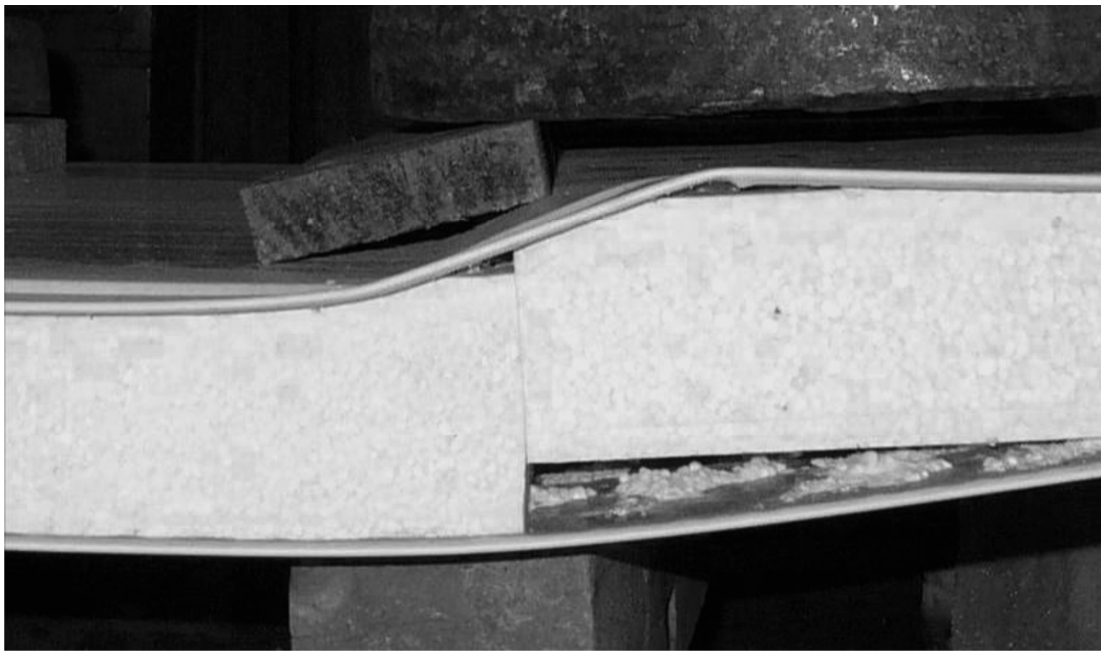


Рис. 2. Разрушение заполнителя в области стыка, расположенного в приопорной зоне

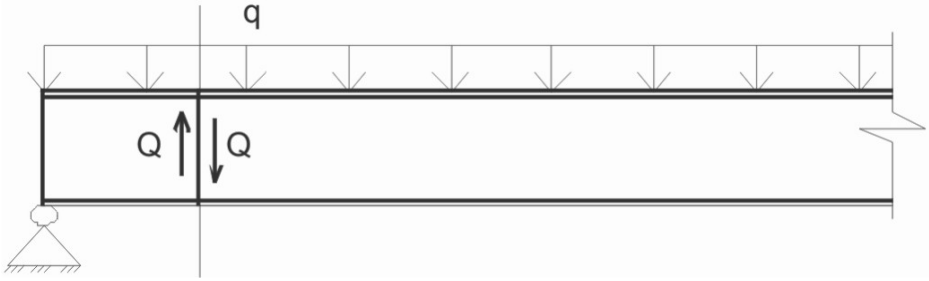


Рис. 3. Схема перехода от трехслойной панели к полубесконечной балке на упругом основании

Ввиду того, что заполнитель в области стыка разрезан на всю ширину панели, он не может воспринять поперечную силу Q, как в обычном сечении. Поэтому вся поперечная сила в сечении, где расположен стык, воспринимается обшивками. Т.к. имеется две обшивки, то на каждую обшивку приходится половина величины поперечной силы, вычисленной как для сплошной балки (*Q/2*).

Для решения поставленной задачи о разрушении заполнителя от действия поперечных сил представим обшивку в области стыка в виде полубесконечной балки, лежащей на упругом винклеровском основании, загруженной внешней нагрузкой, роль которой выполняет поперечная сила и изгибающий момент в области стыка. Разрежем панель на две части по стыку и, отбросив одну из них, поместим начало координат на уровне разреза.

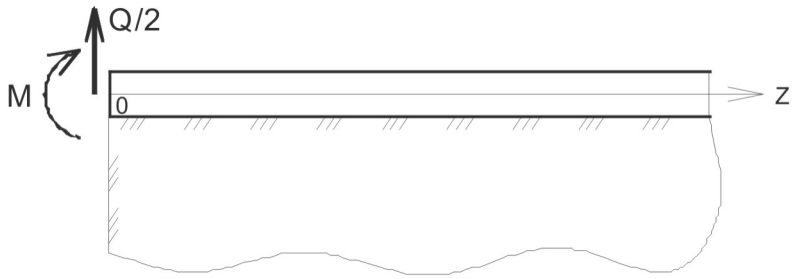


Рис. 4. Обшивка в области стыка как полубесконечная балка на упругом основании

Пусть в начальном сечении такой балки заданы момент *M* и поперечная сила *Q/2*. Равномерно распределенная нагрузка на всей длине балки действует только на верхнюю обшивку, поэтому для нижней обшивки ее не учитываем.

Запишем известное дифференциальное уравнение изогнутой оси балки [3]:

$$EI_x v'''' = kv, \tag{1}$$

Решение этого уравнения имеет вид:

$$EI_x v = C_1 e^{-lz}\cos lz + C_2 e^{-lz}\sin lz + C_3 e^{lz}\cos lz + C_4 e^{lz}\sin lz, \tag{2}$$

$$\text{где } l = \sqrt[4]{\frac{k}{4EI_x}} \tag{3}$$

В решении (2) при $z \to \infty$ множитель $e^{lz} \to \infty$, что противоречит физическому существу задачи, т.к. эпюра прогибов должна быть затухающей. Поэтому положим константы интегрирования $C_3 = C_4 = 0$.

Т.к. рассматривается стык, располагающийся достаточно близко к опорной части, будем считать *Q* достаточно большим, а *M* достаточно малым.

Для определения C_1 и C_2 имеем граничные условия в начале координат при *z=0*:

$$\begin{aligned} EI_x v'' &= M \approx 0 \\ EI_x v''' &= Q/2 \end{aligned} \tag{4}$$

После совместного решения уравнений (2) и (3) получим:

$$C_1 = \frac{Q}{4l^3},\ C_2 = 0 \tag{5}$$

Таким образом:

$$EI_x v = \frac{Q}{4l^3} e^{-lz}\cos lz. \tag{6}$$

Согласно закону Винклера реакция основания будет равна $v \cdot k$, тогда напряжение в упругом основании (заполнителе) будет равно:

$$s_{осн} = v \cdot k = \frac{k}{EI_x}\left(\frac{Q}{4l^3} e^{-lz}\cos lz\right). \tag{7}$$

Модель Винклера и получаемые с ее помощью решения отличаются сравнительной простотой, но имеют существенный недостаток – необходимость дополнительного анализа конструкции для определения коэффициента упругого основания. В случае трехслойных

конструкций полное соответствие между моделью Винклера и упругим основанием среднего слоя наблюдается только при очень малой толщине этого слоя, то есть когда толщина заполнителя имеет тот же порядок, что и толщина обшивок [4]. В этом частном и довольно редком случае коэффициент упругого основания определяется как:

$$k = \frac{E_{осн}}{h_{осн}}.$$

Для случая значительно большей толщины заполнителя коэффициент упругого основания может быть найден экспериментально или при помощи точных решений теории упругости для упругого слоя. Например, коэффициент упругого основания можно определить из решения плоской задачи теории упругости для бесконечной пластины, опертой на упругую полуплоскость и загруженной сосредоточенной силой [4]:

$$k = 0{,}282 \cdot E_{осн} \sqrt[3]{\frac{E_{осн}}{D_{общ}}} \tag{8}$$

$$D_{общ} = \frac{E_{общ} \cdot t^3}{12 \cdot \left(1 - n^2\right)} \tag{9}$$

Т.к. обшивка представляет из себя пластину, то задача об изгибе балки будет эквивалентна изгибу пластины, если заменить *EI* на *D*. Построим эпюру напряжений в заполнителе, примыкающем к стыку, от нагрузки 100 кг/м^2 для панели размером 1х3 м, при максимальном значении поперечной силы, равном $\frac{ql}{2}$.

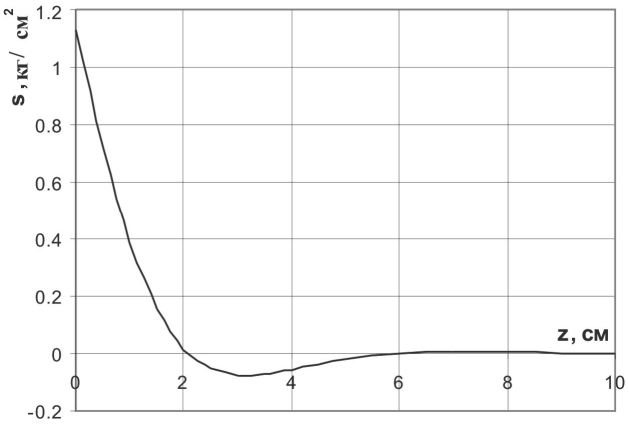


Рис. 5. Эпюра напряжений в заполнителе, примыкающем к стыку у опоры, от нагрузки 100 кг/м^2 для панели размером 1х3 м

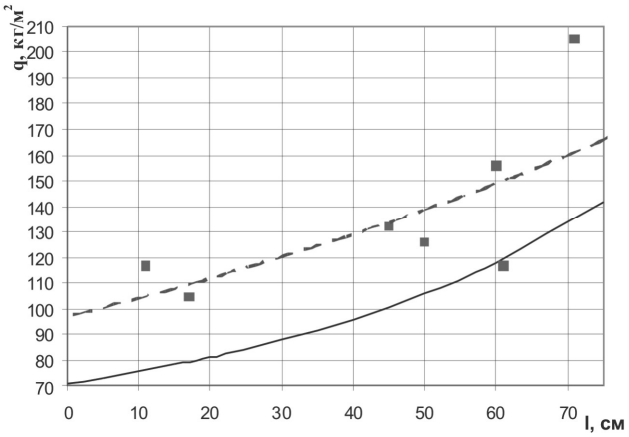


Рис. 6. Изменение величины предельной нагрузки *q*, панели с заполнителем из пенополистирола, размером 3х1 м, в зависимости от расположения стыка *l*. ■ – – экспериментальные значения; ——— рассчитанные по формуле (8).

Таким образом, максимальные напряжения в заполнителе будут возникать непосредственно у стыка. Для обеспечения прочности заполнителя должно быть выполнено условие прочности: $s_{осн}^{\max} \le s_{раст}$, или $s_{осн}^{\max} \le s_{сж}$.

$$\text{Т.е. } s_{осн}^{\max} = \frac{k}{EI_x}\left(\frac{Q}{4l^3}\right) \le s_{раст},\ s_{сж}, \tag{8}$$

При изменении расположении стыка по длине панели будет также изменяться и несущая способность панели. На диаграмме рис. 6 приведена картина, которая показывает изменение несущей способности панели с заполнителем из пенополистирола размером 1х3 м в зависимости от расположения стыка и сравнение его с данными экспериментов. Указанные результаты имеют хорошую корреляцию с данными ранее выполненных экспериментальных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хайруллин Л.Р. Результаты исследования действительной работы трехслойных панелей. // Материалы 53 Республиканской научной конференции. Сборник научных трудов аспирантов. – Казань: КГАСА, 2001. – С. 60-63.
2. Каюмов Р.А., Хайруллин Л.Р. Критическая сила для балки на упругом основании при наличии непроклея // «Наука и практика. Диалоги нового века». Материалы конференции. Ч. 2. – Набережные Челны, 2003. – С. 281-283.
3. Александров А.В., Потапов В.Д., Державин Б.П. Сопротивление материалов: Учеб. для вузов. – М.: Высш. шк., 1995. – С. 276-278.
4. Zenkert D. An Introduction to Sandwich Construction. – London: Chameleon Press Ltd, 1995.

REFERENCES

1. Khairullin L.R. Results of the study of the real work of sandwich panels. «Material of 53th Republican scientific conference». Collection of scientific papers of postgraduates. Kazan: KSABA, 2001. – P. 60-63.
2. Kayumov R.A., Khairullin L.R. Critical force for a beam on elastic foundation, in presence of gluelina defect. «Science and Practice. Dialogues of the new century». Proceedings of the conference. Part 2. Naberezhnye Chelny, 2003. – P. 281-283.
3. Aleksandrov A.V, Potapov V.D., Derzhavin B.P. Strength of Materials: For high schools. Textbook. – M.: Vysshaya. shk., 1995. – P. 276-278.
4. Zenkert D. An Introduction to Sandwich Construction. London: Chameleon Press Ltd, 1995.

УДК 624.131
Мирсаяпов И.Т. – доктор технических наук, профессор
E-mail: mirsayapov@kgasu.ru
Королева И.В. – аспирант
E-mail: korolewa@kgasu.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ ДЛИТЕЛЬНОГО НЕЛИНЕЙНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ ПРИ СЛОЖНОМ НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ

АННОТАЦИЯ

Предлагается пространственная модель дилатирующего грунта на основе гипотезы, согласно которой сила сухого трения Кулона отклоняется от пространственной площадки предельного равновесия и действует в плоскости тангенциального скольжения частиц. Объемная деформация грунта во времени описывается в соответствии с теорией наследственной ползучести в виде суммы деформаций изменения объема и деформаций изменения формы с учетом их взаимовлияния.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: глинистый грунт, дилатансия, уравнение деформирования грунтов, предельное напряженное состояние, ползучесть.

Mirsayapov I.T. – doctor of technical sciences, professor
Koroleva I.V. – post-graduate student
Kazan State University of Architecture and Engineering

DESIGNED MODEL OF LONG NONLINEAR DEFORMATION OF CLAY SOIL IN A COMPLEX STRESS STATE

ABSTRACT

The spatial model of dilating soil is proposed. Hypothesis which says that strength dry friction of the Coulomb deflect from platforms of a limiting condition and function on surface slipping was taken as a principle. The strain creep of soil is described according to hereditary creep theory. Volumetric deformation is summed up change of shape and volume.

KEYWORDS: clay soil, dilatancy, equation of soil deformation, limiting-equilibrium condition, creep.

В условиях естественного залегания грунтов в массиве под воздействием собственного веса и внешней нагрузки формируется сложное неоднородное напряженно-деформированное состояние и каждый элементарный объем грунта подвержен действию тензора напряжений. Напряженно-деформированное состояние массива грунта определено, если в каждой его точке (элементарном объеме) с координатами X, Y, Z известны три компоненты нормальных напряжений y_x, y_y, y_z), три компоненты касательных напряжений $ф_{xy}=ф_{yx}$; $ф_{xz}=ф_{zx}$; $ф_{yz}=ф_{zy}$, три компоненты линейных деформаций e_x, e_y, e_z; три компоненты угловых деформаций $г_{xy}=г_{yx}$; $г_{xz}=г_{zx}$; $г_{yz}=г_{zy}$ и три компоненты перемещений u, v, w. В предельном по прочности состоянии поверхность скольжения (разрушения) в каждой точке (элементарном объеме) формируется и ориентируется определенным образом по отношению к направлению действия главных напряжений $s_1 \geq s_2 \geq s_3$ [10].

Экспериментальными исследованиями глинистых грунтов при длительном трехосном сжатии [8, 9] установлены картина, схема и механизм разрушения опытных образцов, который заключается в следующем: при поэтапном увеличении нагрузки образуются уплотненные зоны в виде пирамид: сверху, в нижней части образца и у боковых граней (рис. 1 а). Геометрические размеры указанных уплотненных пирамид различны и зависят от режима нагружения.

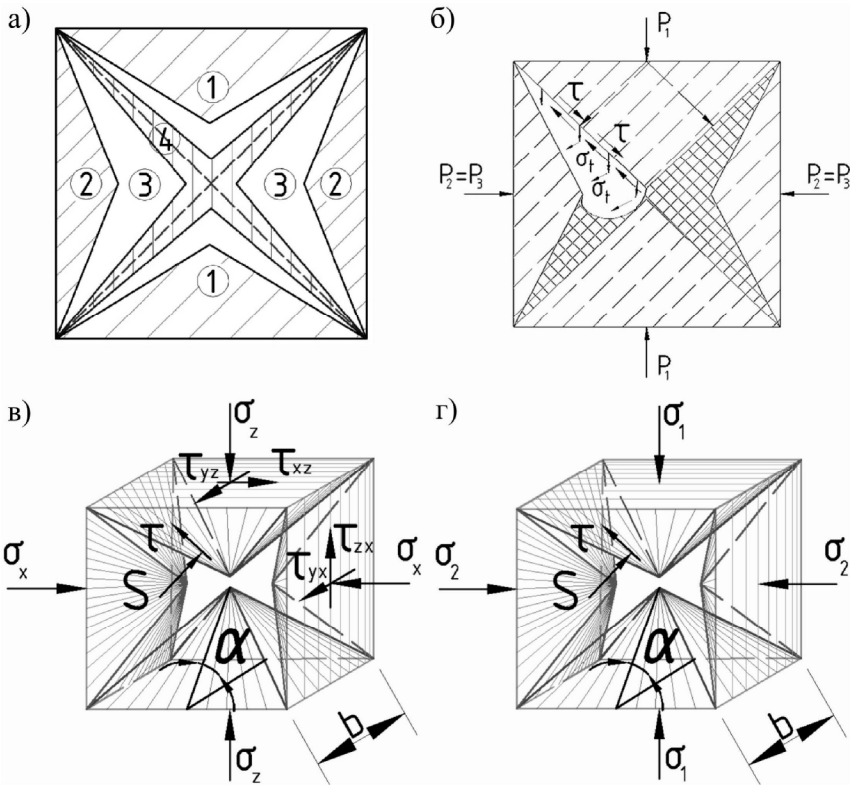


Рис. 1. а – Схема расположения локальных зон различной плотности в образце при трехосных испытаниях: 1 – вертикальные уплотненные пирамиды; 2 – уплотненные пирамиды у боковых граней; 3 – зона однородного напряженного состояния; 4 – зона дилатансии; б – Схема напряженного состояния локальных зон между уплотненными пирамидами; в – Напряженное состояние в элементарном объеме грунта в пространстве X, Y, Z в произвольный момент времени t в допредельном состоянии (напряжения y_y, $ф_{xy}$, $ф_{zy}$ условно не показаны); г – Напряженное состояние в элементарном объеме грунта в пространстве главных напряжений на стадии предельного равновесия (напряжения y_3 условно не показаны)

После разрушения образцов для определения физико-механических характеристик из характерных зон были отобраны пробы грунта и установлены основные физико-механические характеристики [9].

В результате совместного анализа картины разрушения и схемы расположения локальных зон различной плотности (рис. 1 а) можно предположить, что при трехосном сжатии образца грунта возникают различные зоны напряженно-деформированного состояния, т.е. при поэтапном увеличении нагрузки образуются уплотненные зоны в виде пирамид различных размеров и форм в зависимости от режима нагружения: сверху, в нижней части образца и у боковых граней (рис. 1). Деформирование образца происходит за счет движения этих пирамид как жестких тел. В указанных уплотненных зонах не происходит ухудшение физико-механических характеристик грунтов, а их улучшение (увеличение плотности в пределах 11 %, ц – 88 % и с – 138 %). Негативные процессы, снижающие физико-механические характеристики грунта, локализуются в зоне между этими «пирамидами» (зона 4 рис. 1 а). После разрушения образца путем отбора проб грунта из локальной зоны 4, зафиксировано снижение плотности до 43%, ц – 45% и с – 67 %. В то же время, круги предельных напряжений, построенные по результатам серии испытаний [9], показывают, что в интегральном объеме при длительном нагружении происходит снижение угла внутреннего трения φ в пределах 16 %, удельного сцепления грунта *с* – 6 %. Визуальное обследование поверхности сдвига после разрушения образца показало, что грунт в этой зоне подвергается одновременному отрыву и сдвигу (рис. 1 а, 1 б).

Аналогичные схемы разрушения получены в исследованиях Г.Г. Болдырева [1], А.Л. Крыжановского [5], Higo [12] (рис. 2), которые соответствуют поверхностям нормальных и касательных напряжений, приведенных в [11] (рис. 3).

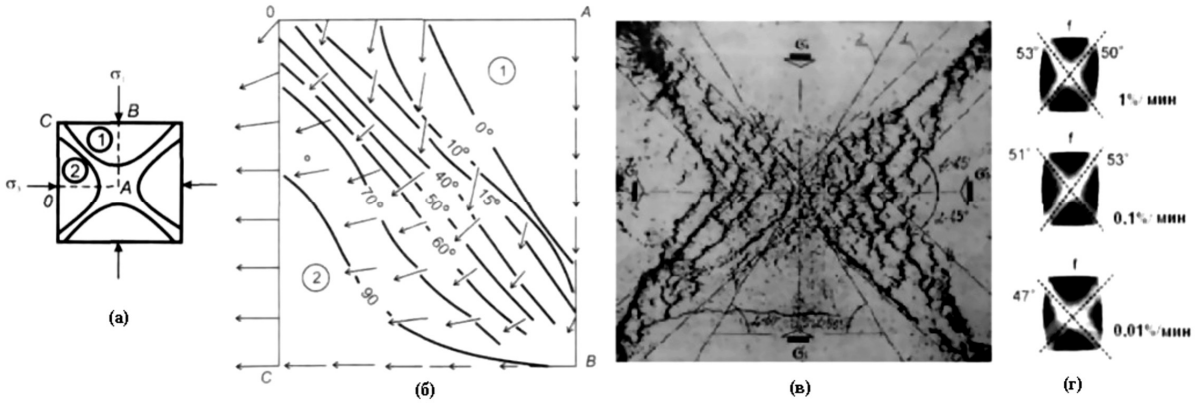


Рис. 2. а – Схема нагружения и разрушения образца грунта (данные Г.Г. Болдырева);
б – Изолинии углов наклона векторов перемещений: 1 и 2 – «жесткие», недеформируемые (в пределах точности измерений) зоны в образце грунта (данные Г.Г. Болдырева);
в – Внешний вид разрушения образца песчаного грунта в приборе трехосного сжатия кубической формы с гибкими стенками (мембранами) (результат опытов А.Л. Крыжановского);
г – Результаты опытов с нормально уплотненной глиной (Higo et al).

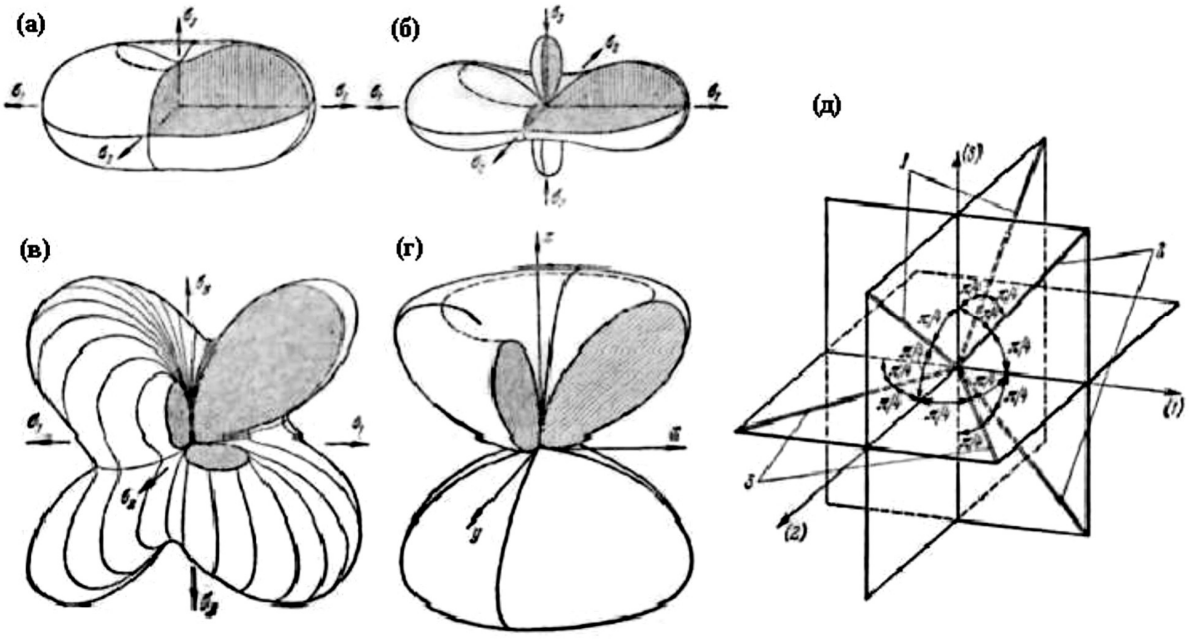


Рис. 3. а – Поверхность нормальных напряжений при пространственном напряженном состоянии в случае одинаковых знаков у всех трех главных напряжений; б – Поверхность нормальных напряжений при пространственном напряженном состоянии в случае разных знаков у главных напряжений (y_2=0,5 y_1; y_3=-0,5 y_1); в – Поверхность касательных напряжений при $y_1 \neq y_2 \neq y_3$;
г – Поверхность касательных напряжений при $y_1 \neq y_2 = y_3$; д – Направления, между которыми имеют место максимальные сдвиги: 1 – направления, между которыми сдвиг равен $r_1=e_2-e_3$;
2 – направления, между которыми сдвиг равен $r_2=e_3-e_1$;
3 – направления, между которыми сдвиг равен $r_3=e_1-e_2$ [11].

Исходя из результатов экспериментальных исследований [8] (рис. 4 б), объемную деформацию e_V грунта можно представить в виде:

$$e_V = e_V^0 \pm e_V^D, \quad (1)$$

где e_V^0 – объемная деформация, при всестороннем обжатии;

e_V^D – объемная деформация, вызванная воздействием девиатора напряжений.

Величина e_V^0 является функцией не только от s_m, но и от сдвигающих напряжений t, возникающих вследствие различия сопротивления грунта растяжению и сжатию.

$$e_V^0 = f_1^*(s_m, t, t) \quad (2)$$

В связи с тем, что деформации сдвига g_i зависят от интенсивности касательных напряжений t_i, от среднего нормального напряжения s_m и вида напряженного состояния, деформации формоизменения представляются в виде:

$$e_V^D = f_2^*(s_m, t_i, t) \quad (3)$$

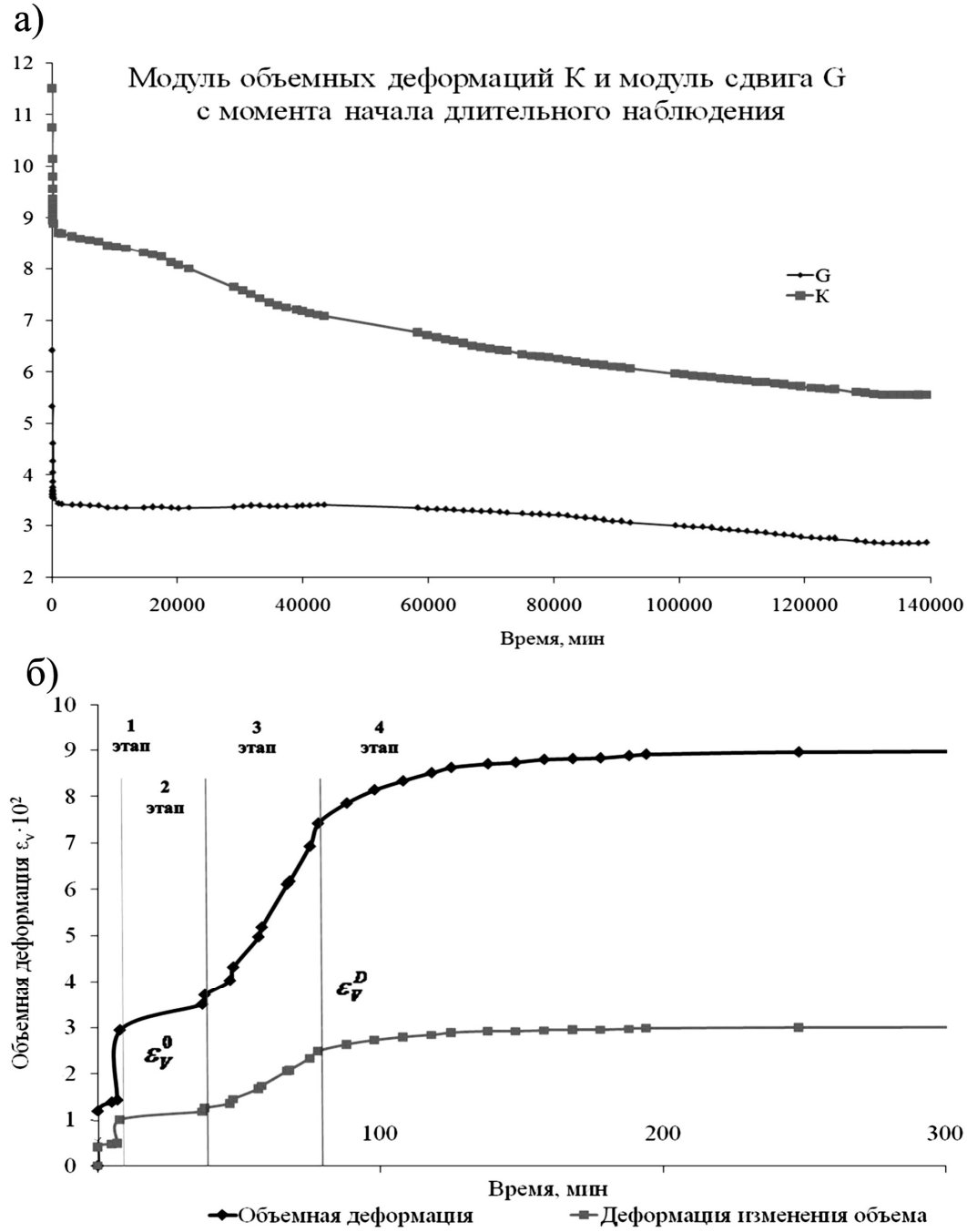


Рис. 4. а – График изменения модуля объемных деформаций К и модуля сдвига G во времени; б – График развития объемных деформаций e_v и деформаций изменения объема во времени.

Учитывая закономерности изменения объемных деформаций, полученные авторами [8, 9], и результаты опытов С.Р. Месчана [6] , в соответствии с которыми коэффициент Пуассона в грунтах остается при испытаниях на ползучесть постоянным $(n = const)$, принимаем, что деформации изменения объема и деформации формоизменения развиваются во времени одинаково.

Объемная деформация грунта во времени описывается в соответствии с теорией наследственной ползучести Больцмана-Вольтерра, модифицированной Масловым-Арутюняном применительно к грунтам. Согласно этой теории, полная деформация сдвига или объема при произвольном режиме нагружения записывается в виде:

$$e_i = \frac{s_i(t)}{G(t)} + \frac{1}{G(t)}\int_t^t K_j(t,t)\cdot s_i(t)\cdot dt; \quad (4)$$

$$e_v = \frac{s(t)}{K(t)} + \frac{1}{K(t)}\int_t^t K_V(t,t)\cdot s(t)\cdot dt; \quad (5)$$

где $G(t)$ и $K(t)$ – модули сдвига и объемных деформаций;

$K_j(t,t)$ – ядро ползучести, представляющее собой скорость сдвиговой деформации при единичном значении интенсивности нагружения;

$K_V(t,t)$ – ядро ползучести, представляющее собой скорость объемной деформации при единичном значении среднего напряжения.

Исходя из анализа экспериментальных данных, получены ядра ползучести $K_j(t,t)$ и $K_V(t,t)$ для грунта при пространственном напряженном состоянии.

При разработке уравнений деформирования глинистого грунта в пространственном напряженном состоянии учитываются процессы упрочнения (старения) глинистого грунта во времени, для чего вводится функция старения $j(t)$. С учетом процесса упрочнения ядра ползучести представляются в виде:

$$K_g(s,t-t) = \begin{cases} j_g(t)\cdot\dfrac{d_{g1}}{(t-t)}\cdot d_{g2} & при \quad 0 \le t \le t_{нт} \\ j_g(t)\cdot C(s) & при \quad t > t_{нт} \end{cases} \quad (6)$$

$$K_V(s,t-t) = \begin{cases} j_V(t)\cdot\dfrac{d_{V1}}{(t-t)}\cdot d_{V2} & при \quad 0 \le t \le t_{нт} \\ j_V(t)\cdot C(s) & при \quad t > t_{нт} \end{cases} \quad (7)$$

где $t_{нт}$ – время начала стабилизации скорости деформирования.

На основании выше изложенного можно заключить, что в начальной стадии длительного трехосного сжатия наблюдается неоднородность напряженно-деформированного состояния в пределах образца грунта в целом. Девиаторное нагружение и длительная выдержка при девиаторном нагружении сопровождается возникновением и развитием множества поверхностей сдвига и разрывов сплошности грунта образца, положение которых меняется в процессе увеличения девиатора и во времени, и, следовательно, отрицательная дилатансия (разрыхление) глинистого грунта при длительном трехосном сжатии локализуется в пределах потенциально возможных площадок предельного равновесия [9]. В связи с тем, что разрыхление (дилатансия) грунта в этих локальных зонах происходит в стесненных условиях (стесненная дилатансия), возникают значительные напряжения дилатансии в грунте вокруг зоны разрыхления, которая является буферной зоной передачи усилий от вертикальных пирамид к зоне ненарушенного грунта (рис. 1 а, 1 б). Это есть механизм взаимодействия образующихся областей сдвигов с зонами уплотнения. В предельном состоянии разрушение глинистого грунта локализуется в зонах между уплотненными пирамидами и на этой стадии в этой зоне условно можно принимать, что напряженно-деформированное состояние образца однородное.

Исходя из установленной схемы разрушения и зон напряженно-деформированного состояния, предлагается обобщенная схема неупругого длительного деформирования глинистых грунтов на основе

модифицированной модели неассоциированного пластического течения В.Н. Николаевского [7], согласно которой сила сухого трения Кулона отклоняется от площадки предельного равновесия и действует в плоскости чисто тангенциального скольжения физических частиц. Определение ориентации таких потенциально опасных площадок требует учета деформированного состояния грунта.

Учитывая, что независимо от степени начальной неоднородности напряженно-деформированного состояния элементарного объема грунта разрушение всегда происходит в пространстве главных напряжений, совмещая пространство главных напряжений y_1, y_2, y_3 и пространство главных деформаций e_1, e_2, e_3 и сохраняя принцип коаксиальности тензоров напряжений и скоростей деформаций [7], примем, что закон сухого трения Кулона связывает проекции сил, действующих на площадках предельного равновесия на нормаль к площадке скольжения и на нее саму. Тогда условие течения при длительном нагружении запишется в виде:

$$|t| = S \cdot tgj(t,t) + c_0(t,t), \tag{8}$$

где $S = s_1 \cdot l \cdot l' + s_2 \cdot m \cdot m' + s_3 \cdot n \cdot n'$

$$t = \sqrt{(s_1 \cdot l \cdot m' - s_2 \cdot l' \cdot m)^2 + (s_2 \cdot m \cdot n' - s_3 \cdot m' \cdot n)^2 + (s_3 \cdot n \cdot l' - s_1 \cdot n' \cdot l)^2}$$

ц(t, ф) – переменный во времени угол внутреннего трения;

c_0(t, ф) – переменное во времени удельное сцепление;

l, m, n – направляющие косинусы нормали к площадке предельного равновесия;

l`, m`, n` – направляющие косинусы нормали к площадке скольжения.

Пространственная ориентация площадок предельного равновесия определяется формулами [7]:

$$l^2 = \frac{\overline{I_3}}{\overline{I_2} \cdot \overline{s_1}}; \quad m^2 = \frac{\overline{I_3}}{\overline{I_2} \cdot \overline{s_2}}; \quad n^2 = \frac{\overline{I_3}}{\overline{I_2} \cdot \overline{s_3}}; \tag{9}$$

где $\overline{I_2} = \overline{s_1} \cdot \overline{s_2} + \overline{s_2} \cdot \overline{s_3} + \overline{s_3} \cdot \overline{s_1}$ и $\overline{I_3} = \overline{s_1} \cdot \overline{s_2} \cdot \overline{s_3}$ – второй и третий инварианты тензора приведенных главных напряжений $\overline{s_i} = s_i + H \quad (i = 1, 2, 3)$;

$H = c/ctgj$ – всестороннее сжатие, определяемое по гипотезе Кулона-Мора;

ц – угол внутреннего трения.

Выражения для направляющих косинусов нормали к площадкам скольжения представляются в виде [7]:

$$\left.\begin{aligned} (l')^2 &= \frac{1}{3} \cdot \frac{3 \cdot de_2 \cdot de_3 - I_2 + \sqrt{I_2^2 - 3 \cdot I_1 \cdot I_3}}{(de_1 - de_2) \cdot (de_1 - de_3)}; \\ (m')^2 &= \frac{1}{3} \cdot \frac{3 \cdot de_1 \cdot de_3 - I_2 + \sqrt{I_2^2 - 3 \cdot I_1 \cdot I_3}}{(de_2 - de_1) \cdot (de_2 - de_3)}; \\ (n')^2 &= \frac{1}{3} \cdot \frac{3 \cdot de_1 \cdot de_2 - I_2 + \sqrt{I_2^2 - 3 \cdot I_1 \cdot I_3}}{(de_3 - de_1) \cdot (de_3 - de_2)}, \end{aligned}\right\} \tag{10}$$

где de_1, de_2, de_3 – приращения главных деформаций;

$I_1 = de_1 + de_2 + de_3$, $I_2 = de_1 \cdot de_2 + de_2 \cdot de_3 + de_3 \cdot de_1$, $I_3 = de_1 \cdot de_2 \cdot de_3$ – первый, второй и третий инварианты приращения деформаций

Как было указано выше, ориентация потенциально возможных площадок предельного состояния в общем случае не постоянна, а изменяется в процессе неупругого деформирования грунта в соответствии с формулой [5]:

$$a = \arccos \sqrt{\frac{1}{1 - \frac{de_1^p}{de_3^p}} - \frac{m_{de}}{6}}, \tag{11}$$

где $m_{de} = \frac{2de_2^p - de_1^p - de_3^p}{de_1^p - de_3^p}$ – параметр вида деформированного состояния (параметр Лоде-Надаи);

$$de_1^p = de_1^{\,p} - de_m^{\,p}; \quad de_2^p = de_2^{\,p} - de_m^{\,p}; \quad de_3^p = de_3^{\,p} - de_m^{\,p},$$

где de_1^p, de_2^p, de_3^p – приращения пластических деформаций (с учетом деформаций ползучести);

e_1, e_2, e_3, e_m – соответственно линейные и объемные деформации.

Исходя из вышеизложенной модели и результатов экспериментальных исследований (рис. 1), условие длительной прочности при трехосном сжатии представляется в виде:

$$4\cdot\left[s_V(t)\cdot A_{sh}\cdot\cos a_1(t)+t_V(t)\cdot A_{sh}\cdot\sin a_1(t)\right]\geq s_1\cdot A_1; \quad (12)$$

где $A_{sh}=\frac{b^2}{4\cos a_2(t)}$ – площадь поверхности боковых граней пирамиды;

$A_1=b^2$ – площадь грани куба;

a_1 – угол наклона площадки предельного равновесия;

a_2 – угол наклона площадки сдвига;

$s_V(t)=s_1\cdot l(t)\cdot l'(t)+s_2\cdot m(t)\cdot m'(t)+s_3\cdot n(t)\cdot n'(t)+s_d(t)$ – нормальные напряжения;

$s_d(t)=\frac{E}{(1+n)\cdot r}\cdot\Delta d_d$ – дилатантные напряжения;

$t_V(t)=S\cdot tg\,j_0(t,t)+c_0(t,t)$ – касательные напряжения на площадке предельного равновесия.

Таким образом, прочность грунта при длительном трехосном сжатии зависит от изменения угла внутреннего трения, удельного сцепления и угла наклона плоскости предельного равновесия.

Согласно кинетической теории деформирования грунтов, предложенной С.С. Вяловым, Ю.К. Зарецким и др. [2, 4], разрушение наступает, когда степень поврежденности микротрещинами в зоне предельного равновесия достигает критического значения.

Как отмечает С.С. Вялов [2], снижение прочности грунта во времени происходит, в основном, за счет уменьшения сил сцепления, тогда как угол внутреннего трения меняется незначительно.

Опираясь на результаты исследований [1, 2, 4, 8, 9], можно представить следующую схему развития деформаций ползучести и изменения длительного сопротивления разрушению. В зависимости от величины и продолжительности действия нагрузки в многофазном глинистом грунте происходят два взаимно компенсирующих явления: упрочнение, обусловленное залечиванием дефектов и более плотной перекомпоновкой частиц, и разупрочнение, вызванное переориентацией частиц, а также образованием и развитием микро и макротрещин (рис. 1 б). В тех случаях, когда разупрочнение начнет превалировать над упрочнением, возникает стадия разрушения и прогрессирующей ползучести. В этой стадии продолжается интенсивный распад микроструктуры и переориентация частиц, причем эти процессы охватывают не весь объем грунта, а лишь зоны предельного равновесия с пониженным значением сопротивления, где происходит развитие трещин.

Учитывая вышеизложенное, выражение, учитывающее изменение удельного сцепления между частицами грунта, представляется в общем виде:

$$c_0(t,t)=K_{Ict}^M\cdot q(S), \quad (13)$$

где q(S) – некоторая функция суммарной длины трещин S;

K_{Ict}^M – коэффициент интенсивности напряжений в вершине трещин в грунте.

Решая уравнение (11) относительно S и учитывая, что $K_{Ict}^M=\sqrt{2Eg}$, в соответствии с [3] получим зависимость критической длины трещин от заданной внешней нагрузки T:

$$S_*=T^{-1}\cdot\left(T\Big/\sqrt{2Eg}\right), \quad (14)$$

где T^{-1} – обратная по отношению к (T) функция, которая является возрастающей.

В дальнейшем, используя методику, предложенную в [3], после некоторых преобразований и упрощений получаем функцию снижения прочности грунта (удельное сцепление) во времени.

$$h(t,t_1)=m(t,t_1)\cdot l(t,t_1)\cdot\sqrt{\frac{K(t_1)}{K(t)}\cdot\frac{1}{1+K(t_1)\cdot C(t,t_1)}} \quad (15)$$

Тогда удельное сцепление между частицами с учетом фактора времени представится в виде:

$$C_0(t,t_1)=C_0(t_1)\cdot m(t,t_1)\cdot l(t,t_1)\cdot\sqrt{\frac{K(t_1)}{K(t)}\cdot\frac{1}{1+K(t_1)\cdot C(t,t_1)}}, \quad (16)$$

где $C(t,\phi_1)$ – мера объемной ползучести грунта,

$C_0(\phi_1)$ – начальное значение удельного сцепления грунта при кратковременном нагружении;

$m(t,\phi_1)$ – функция упрочнения грунта за счет восстановления водно-коллоидных связей;

$л(t,\phi_1)$ – функция упрочнения за счет восстановления структурных связей грунта при длительном деформировании.

Изменение угла внутреннего трения грунта определяется в зависимости от изменения ориентации площадок предельного равновесия при длительном неупругом деформировании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болдырев Г.Г. Методы определения механических свойств грунтов. Состояние вопроса. – Пенза, 2008. – 696 с.
2. Вялов С.С. Реологические основы механики грунтов. – М.: Высшая школа, 1978. – 447 с.
3. Зайцев Ю.В. Механика разрушения для строителей. – М.: Высшая школа, 1991. – 288 с.
4. Зарецкий Ю.К., Вялов С.С. Вопросы структурной механики глинистых грунтов. // Основания, фундаменты, механика грунтов, 1971, № 3.
5. Крыжановский А.Л., Вильгельм Ю.С., Рахманов Т. Определение угла внутреннего трения сыпучих грунтов в трехосной аппаратуре и сдвиговых приборах. // Основания, фундаменты, механика грунтов, 1983, № 6. – С. 24-27.
6. Месчан С.Р. Экспериментальная реология глинистых грунтов. – М.: Недра, 1985. – 341 с.
7. Миронов В.А., Софьин О.Е. Модель предельного течения дилатирующих грунтов при сложном напряженном состоянии. // Сборник трудов Международной научно-технической конференции «Геотехника Беларуси: наука и практика», № 1-2. – Минск, 2003. – С. 71-75.
8. Мирсаяпов И.Т., Королева И.В. Деформации глинистых грунтов при трехосном режимном длительном нагружении. // Актуальные вопросы геотехники при решении сложных задач нового строительства и реконструкции: сборник трудов научно-технической конференции / Санкт-Петербургский госуд. архит.-строит. ун-т. – СПб., 2010. – С. 253-257.
9. Мирсаяпов И.Т., Королева И.В. Физико-механические свойства глинистых грунтов при длительном трехосном сжатии. // Вестник гражданских инженеров, 2011, № 1 (26). – С. 82-87.
10. Тер-Мартиросян З.Г. Механика грунтов. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2005. – 488 с.
11. Филин А.П. Прикладная механика твердого деформируемого тела. Т.1. – М.: Высшая школа, 1978. – 790 с.
12. Higo Y., Oka F. Kodakat T., Kimoto S. A Three – Dimensional Elasto-Viscoplastic Stran Localization Analysis of Water-Satureted Clay. Geo-Research Institute, Osaka, Japan, Vol. 86, 2006. – P. 3205-3240.

REFERENCES

1. Boldyrev G.G. Metods definition mechanical properties of soils. Sostoyanie voprosa. – Penza, 2008. – 696 p.
2. Vyalov S.S. Rheological principles of soil mechanics. – M.: HSPH, 1978. – 447 p.
3. Zaytsev Y.V. Mechanic destructions for builder. – M.: HSPH, 1991. – 288 p.
4. Zaretskii Yu.K., Vyalov S.S. Structural mechanics of clay soils. // Soil Mechanics and Foundation Engineering, 1971, № 3.
5. Kryzhanovskii A.L., Vil'gel'm Yu.S., Rakhmanov T. Determination of the angle of friction of granular soils in triaxial apparatus and shear devices // Soil Mechanics and Foundation Engineering, 1983, № 6. – P. 24-27.
6. Meschyan S.R. Experimenal rheology of Clayey Soils. – M.: Nedra, 1985. – 341 p.
7. Mironov V.A., Sof'in O.E. Limiting-yield model for dilating soils in a complex stress state. Budaun. Stroit., № 1-2. – Minsk, 2003. – P. 71-75.
8. Mirsayapov I.T., Koroleva I.V. Deformation of clay soil for long operational triaxial compression. The collection of proceedings/ Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering. – SPb., 2010. – P. 253-257.
9. Mirsayapov I.T., Koroleva I.V. Physic and mechanical properties of clay soils an long triaxial compression. // Bulletin of Civil Engineers, 2011, № 1 (26). – P. 82-87.
10. Ter-Martirosyan Z.G. Soil mechanics. – M.: Publishers ASV, 2005. – 488 p.
11. Filin A.P. Applied mechanics of deformable solid. Vol. 1. – M.: HSPH, 1978. – 790 p.
12. Higo Y., Oka F. Kodakat T., Kimoto S. A Three – Dimensional Elasto-Viscoplastic Stran Localization Analysis of Water-Satureted Clay. Geo-Research Institute, Osaka, Japan. Vol. 86, 2006. – P. 3205-3240.

УДК 624.152.6
Мирсаяпов И.Т. – доктор технических наук, профессор
Хасанов Р.Р. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: rubis.hasanov@yandex.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГИБКИХ ОГРАЖДЕНИЙ С РАСПОРКОЙ В ПРОЦЕССЕ ПОЭТАПНОЙ РАЗРАБОТКИ ГРУНТА

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты экспериментальных исследований напряженно-деформированного состояния ограждающей конструкции с распоркой в процессе поэтапной разработки грунта, проведенных в лаборатории грунтоведения кафедры оснований, фундаментов, динамики сооружений и инженерной геологии. Выполнены анализ результатов исследований и сопоставление с расчетными данными, а также установлены некоторые особенности поведения ограждения котлована на разных этапах экскавации грунта.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: грунт, ограждающая конструкция, распорка, давление грунта, призма обрушения.

Mirsayapov I.T. – doctor of technical sciences, professor
Khasanov R.R. – candidate of technical sciences, associate professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

EXPERIMENTAL STUDIES OF STRESS-STRAIN STATE OF FLEXIBLE BARRIERING DESIGN WITH BRACING IN THE PROCESS OF THE PHASED EXCAVATION OF THE SOIL

ABSTRACT

In this article are brought the results of experimental studies of stress-strain state of the barriering structure with the spacer in the process of the phased excavation. An experiments was carried out in the laboratory of Bases, Foundations, Structural Dynamics and Engineering Geology department. Based on the analysis of research results and comparison with calculated data found some features of the behavior of barriering design in various stages of excavation.

KEYWORDS: soil, barriering design, bracing, pressure of the soil, prism collapse.

На сегодняшний день дефицит свободных для строительства земельных участков в мегаполисах и связанное с этим удорожание земли привело к неизбежному развитию подземного строительства.

В стесненных условиях строительства и особенно при необходимости создания глубоких котлованов встает вопрос обеспечения устойчивости вертикальных стен котлована. Для решения этой задачи наиболее широкое применение в практике строительства получили шпунтовые ограждения с распорками. Данный способ имеет ряд преимуществ и положительных качеств, по сравнению с другими способами крепления стен котлованов, и зачастую является единственно возможным.

В практике проектирования подпорных стенок и, в частности, весьма распространенных стенок из металлического и железобетонного шпунта до настоящего времени широко используются методы определения распора и отпора грунта, базирующиеся на классической теории давления. При этом сами стенки рассматриваются как вертикальные балки, находящиеся под воздействием активного и пассивного давлений грунта, определяемых по формулам Кулона (методы Э. Якоби, Блюма-Ломейера и др.). Однако получаемые при этом усилия в элементах ограждающих конструкций оказываются завышенными, а конструктивные решения – неэкономичными.

Уточнение существующих методов расчета заанкеренных стенок в части определения бокового давления грунта и усилий в распорке представляет собой весьма сложную задачу. Например, такие вопросы, как: точное определение активного давления грунта, оптимальная глубина погружения шпунта ниже дна котлована, перераспределение давления грунта по

высоте стенки, взаимодействие стенки с грунтом засыпки в условиях допредельного и предельного состояний и другие – до настоящего времени остаются не выясненными, а существующие теории и научные предположения, к сожалению, еще недостаточно отражают действительную работу конструкций [1].

В целях экспериментального изучения напряженно-деформированного состояния ограждений с распорками в процессе поэтапной разработки грунта и установления некоторых закономерностей в лаборатории грунтоведения кафедры оснований, фундаментов, динамики сооружений и инженерной геологии была проведена серия модельных испытаний.

Целью проведения экспериментов являлось изучение изменения напряженно-деформированного состояния ограждающих конструкций котлована (определение усилий, возникающих в ограждении, перемещений характерных узлов) и ограждаемого ими грунта (изменение деформаций грунтового массива) в процессе его разработки.

Опыты проводились в металлическом объемном лотке размерами 1000×1000×1000(h) (см. рис. 2), выполненном из листовой стали толщиной 7 мм.

Для моделирования ограждающей конструкции был применен оцинкованный металлический лист толщиной 1 мм размерами 99×80(h) см. Принятие такой малой толщины листа было обусловлено стремлением к созданию относительно гибкой конструкции, которая позволит проследить за качественной картиной деформаций изгиба стенки по высоте. В качестве распорок были использованы пластиковые трубки. Грунт засыпки – песок мелкий, маловлажный, средней плотности (φ = 32°, с = 1 кПа, γ = 15,5 кН/м^3).

Для определения усилий, возникающих в металлическом листе, с тыльной стороны по высоте стенки было наклеено 7 тензометрических датчиков с шагом 10 см по центральной оси стенки. С помощью этих датчиков определялись деформации в стенке, по которым затем можно было перейти к усилиям.

Для оценки напряженно-деформированного состояния грунта были сконструированы грунтовые датчики из полос тонких алюминиевых листов шириной 2 см. В центре датчика устанавливался упругий элемент из силикона. На внешнюю сторону грунтового датчика приклеивался тензометрический датчик. При увеличении или уменьшении нагрузки данная конструкция обеспечивала, соответственно, сжатие или растяжение тензометрического датчика, по показаниям которого можно построить картину напряженно-деформированного состояния грунтового массива.

В ходе проведения опытов, кроме тензодатчиков, было использовано следующее оборудование:

– индикаторы часового типа для измерения деформаций оседания поверхности ограждаемого грунта;

– прогибомеры для определения горизонтальных перемещений верхних точек стенки;

– прибор АИД для снятия показаний со всех тензометрических датчиков.

Подготовка эксперимента начиналась с того, что на дно пустого лотка засыпались первые 20 см грунта с уплотнением до заданной плотности (плотность грунта во всех опытах по результатам определения методом режущих колец составила 1,52÷1,55 г/см^3). Затем проводилась установка стального листа, моделирующего шпунтовую стенку, который фиксировался вертикально на расстоянии 35 см от одной из сторон лотка (низ стенки на отметке -0.800, где за относительную отметку 0.000 принята отметка верхней поверхности ограждаемого грунта). После этого проводилась послойная равномерная засыпка грунта с обеих сторон листа. В процессе засыпки со стороны ограждаемого грунта на расстоянии 5 см от стенки и с шагом 10 см по высоте устанавливались грунтовые датчики.

Поверхность грунта разглаживалась и слегка поливалась водой из распылителя, чтобы в процессе испытания были более отчетливо видны деформации поверхности грунтового массива. Далее над грунтом устанавливалась деревянная рама, на которой фиксировались индикаторы часового типа для определения деформаций оседания поверхности ограждаемого грунта. Всего было установлено 5 индикаторов с шагом по 10 см от стенки.

На последнем этапе устанавливались прогибомеры, которые крепились к стенкам лотка и измеряли перемещения верхних точек ограждающей стенки в процессе проведения опыта.

На рис. 1 дана общая схема проведения опытов, где показано расположение стенки в лотке, тензодатчиков на стенке, грунтовых датчиков, индикаторов часового типа для определения осадки грунта и прогибомеров для определения перемещения верха ограждающей стенки, на рис. 2 представлен общий вид лотка, готового к проведению опыта.

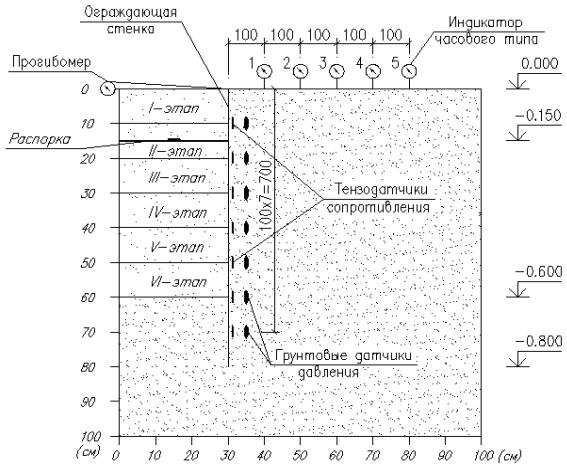


Рис. 1. Схема ограждающей стенки в лотке с расположением датчиков и измерительных приборов

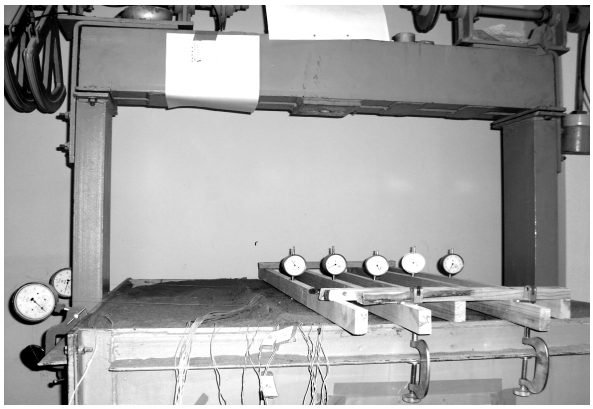


Рис. 2. Лоток, подготовленный к проведению опыта

Эксперименты проводились на следующий день после подготовки лотка. После снятия нулевых (начальных) показаний всех приборов начиналась послойная разработка (экскавация) грунта, предполагающая всего 6 этапов. На каждом этапе снималось по 10 см грунта со стороны «котлована». После каждого этапа производилась десятиминутная пауза для стабилизации деформаций грунта и ограждающей конструкции, затем снимались показания тензодатчиков, фиксировались деформации грунта и стенки.

После снятия грунта до отметки -0.200 устанавливались распорки на отметке -0.150. Разработка грунта производилась до отметки -0.600.

Всего было проведено 5 опытов. Методика проведения опытов во всех случаях была одинакова, использовался один и тот же грунт, датчики и приборы.

Обобщенный поэтапный анализ результатов проведенных экспериментальных исследований показал следующее (результаты измерений, осредненные для всех испытаний):

I этап – откопка первых 10 см грунта

По показаниям индикатора № 1 оседание поверхности грунта на расстоянии 10 мм от стенки составило в среднем 0,2 мм. Прогиб стенки по показаниям прогибомеров составил около 0,25 мм. Показания тензодатчиков на стенке изменились слабо. По полученной эпюре моментов видно, что изгиб стенки в грунте начал происходить по синусоидальному закону. Максимальное усилие 0,35 кг·м возникло на отм. -0.100.

II этап – откопка 20 см грунта и установка распорки

Качественная картина происходящего, по сравнению с первым этапом, существенно не изменилась. Эпюра моментов, в целом, сохранила свой вид, лишь изгибающий момент увеличился до 0,4 кг·м. Максимальное оседание поверхности грунта на расстоянии 10 см от стенки составило 1,5 мм, перемещение верха стенки составило около 1,0 мм. Видимых трещин на поверхности грунта не обнаружено.

III этап – откопка 30 см грунта (половина глубины котлована)

На данном этапе согласно показаниям индикаторов началось более активное, по сравнению с первыми двумя этапами, оседание поверхности грунта вблизи стенки, которое составило под индикатором № 1 около 2,5 мм. Основание призмы скольжения (обрушения) распространилось примерно на расстояние 10-15 см от ограждающей стенки, о чем свидетельствовало появление на указанном расстоянии нескольких мелких трещин длиной по 8-10 см параллельно стенке. Верх стенки продолжал двигаться в сторону котлована, а величина перемещения при этом составила около 1,3 мм. Максимальный изгибающий момент в верхней части стенки составил порядка 0,45 кг·м, в средней части – 0,4 кг·м, а в нижней заанкеренной части – 0,3 кг·м.

IV этап – откопка 40 см грунта

Начали происходить первые визуально заметные изменения. Следует отметить, что перемещение верха стенки в сторону котлована практически прекратилось (прогиб верха стенки в сторону котлована составил в среднем 1,4 мм), а в отдельных испытаниях

происходило даже перемещение стенки в обратную сторону. Наиболее активное оседание поверхности грунта происходило под первым и вторым индикаторами (максимальная осадка под индикатором № 1 составила около 4,0 мм), а дальше замедлялось. В средней части лотка на расстоянии 15-20 см от стенки появились хорошо заметные трещины длиной до 20 см, развивающиеся параллельно стенке, по которым можно предположить, что основание призмы скольжения увеличилось, по сравнению с предыдущим этапом. В пролетной части стенки (между распоркой и дном котлована) начала образовываться зона выпора, где возникли максимальные изгибающие моменты, составившие в среднем около 0,8 кг·м.

V этап – откопка 50 см грунта

Следует отметить резкое увеличение усилий, возникающих в стенке. Максимальный изгибающий момент возникал в середине пролетной части и составил в среднем около 2,7 кг·м. Также выросли усилия и в заанкеренной части стенки, где значение моментов составило 2,2 кг·м. Верх ограждающей стенки резко прогнулся в противоположную от котлована сторону. Это перемещение, по всей видимости, связано с разуплотнением и оседанием грунта в верхней части, что привело к значительному снижению сопротивления (активного давления) грунта в этой зоне. Среднее перемещение верха стенки в сторону ограждаемого грунтового массива составило 1,5 мм. Максимальная осадка грунта под индикатором № 1 составила около 9,0 мм. Также следует отметить, что поверхность ограждаемого грунта начала активно оседать на расстоянии до 30-40 см от стенки, стекая при этом в образующуюся от прогиба (выпора) стенки полость.

VI этап – откопка 60 см грунта

Качественная картина деформирования стенки и грунтового массива кардинально не изменилась. Перемещение верха стенки в сторону ограждаемого грунтового массива составило около 8,0 мм. Ширина зоны оседания поверхности грунтового массива снова увеличилась до 40-50 см от стенки, деформации оседания под индикатором № 1 составили около 25 мм. Прогиб стенки (выпор) в пролете между распоркой и дном котлована достиг значения порядка 30 мм. Максимальный изгибающий момент в пролетной части стенки (между распоркой и дном котлована) составил около 3,5 кг·м, а в нижней заанкеренной части – 4,0 кг·м.

Ниже приведены осредненные результаты экспериментов, в которых представлены эпюры перемещений стенки и оседания поверхности грунта, эпюры изгибающих моментов в стенке, зоны уплотнения и разуплотнения грунтового массива по высоте ограждающей стенки.

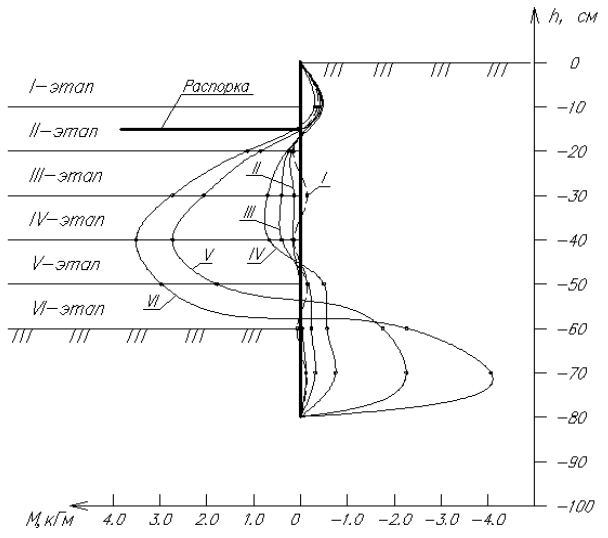


Рис. 3. Изменение значений изгибающего момента по высоте стенки на разных этапах разработки грунта в «котловане»

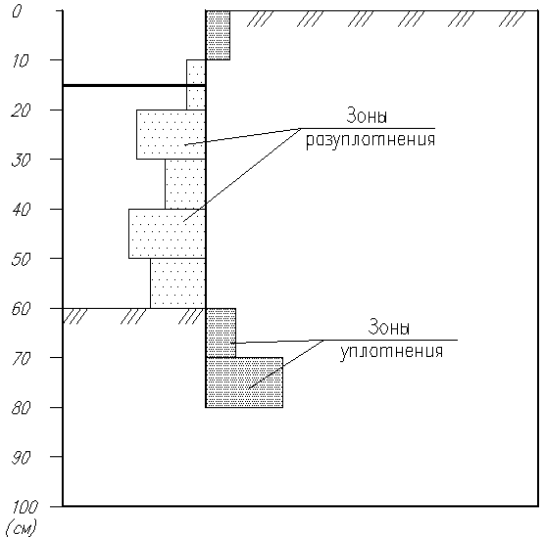


Рис. 4. Зоны уплотнения и разуплотнения грунта при глубине откопки «котлована» 600 мм

Для оценки применимости и достоверности существующих методик расчета шпунтовых ограждений с распорками проведен сравнительный анализ и сопоставление результатов расчета стенки по двум наиболее распространенным методикам с данными собственных экспериментальных исследований.

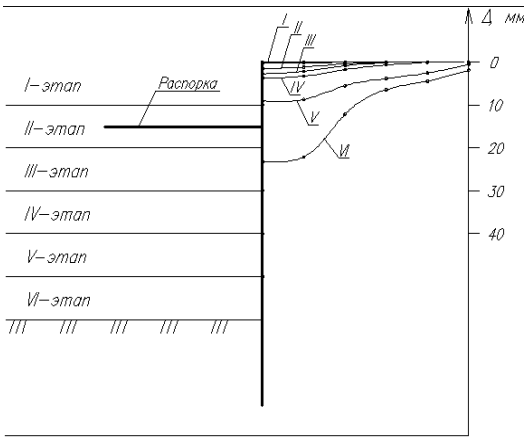


Рис. 5. Эпюры оседания поверхности грунта на разных этапах разработки грунта в «котловане»

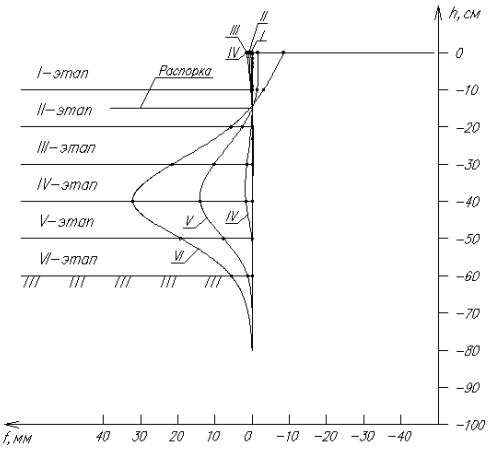


Рис. 6. Эпюры прогиба стенки на разных этапах разработки грунта в «котловане»

Расчеты шпунтовой стенки с распоркой произведены методом маятника (Э. Якоби) и методом упругой линии Блюма-Ломейера. Для сопоставления с результатами расчетов за основу были взяты осредненные результаты, полученные в опытах.

На рис. 7 приведены результаты расчета изгибающих моментов в сечениях шпунтовой стенки методом маятника (Э. Якоби) на последнем этапе разработки грунта, т.е. при глубине «котлована» 60 см.

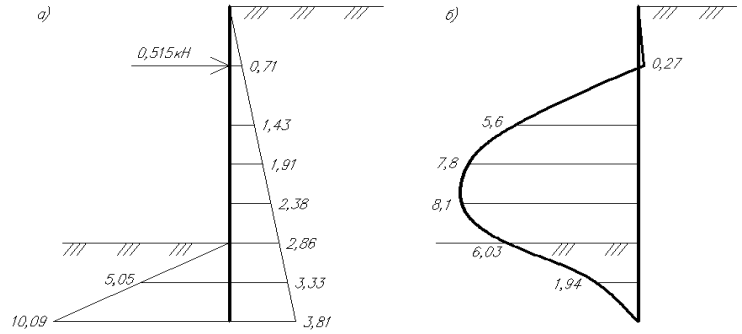


Рис. 7. Результаты расчета экспериментальной модели шпунтовой стенки методом маятника (Э. Якоби):
а) эпюры активного и пассивного давлений, [кПа];
б) эпюра изгибающих моментов по высоте стенки, [кГ·м]

Методом Блюма-Ломейера определены значения изгибающих моментов, возникающих в стенке, при глубине котлована 40, 50 и 60 см. Результаты расчетов приведены на рис. 8-10.

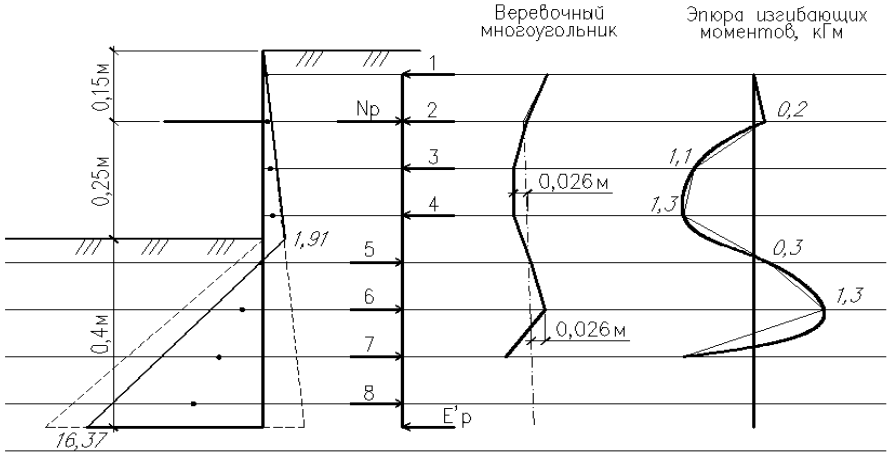


Рис. 8. Результаты расчета шпунтовой стенки методом Блюма-Ломейера при глубине «котлована» 40 см (IV этап)

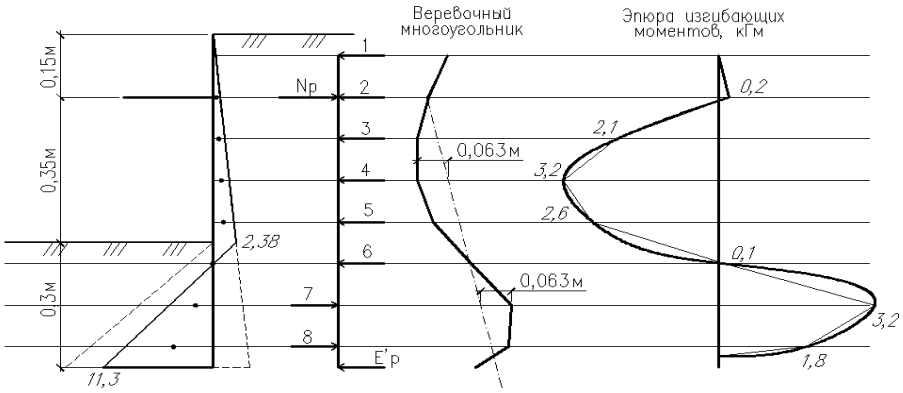


Рис. 9. Результаты расчета шпунтовой стенки методом Блюма-Ломейера при глубине «котлована» 50 см (V этап)

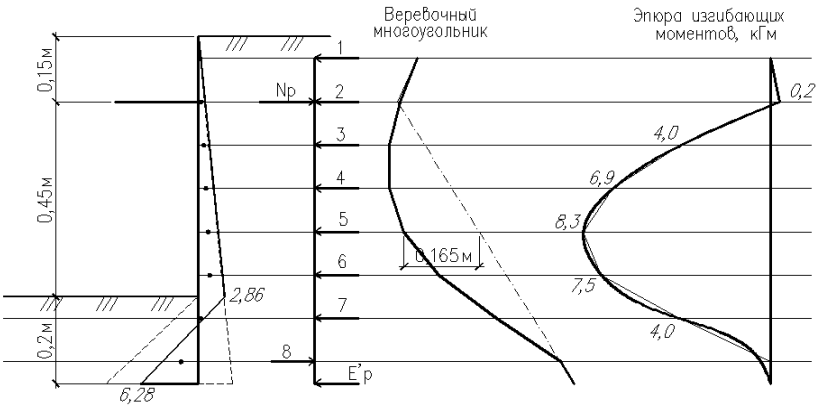


Рис. 10. Результаты расчета шпунтовой стенки методом Блюма-Ломейера при глубине «котлована» 60 см (VI этап)

Установлено, что до последнего (VI-го) этапа разработки котлована, когда глубина заделанной части стенки еще достаточно большая, вид эпюры изгибающих моментов согласуется с экспериментальными данными, за исключением небольших отклонений значений расчетных моментов в большую сторону (до 20 %). Меньшее значение изгибающих моментов в эксперименте объясняется тем, что при деформировании шпунтовой стенки в сторону котлована грунт за стенкой разуплотняется (рис. 4), что приводит к снижению активного давления грунта. Это явление отмечается в работах и других авторов.

На последнем этапе откопки грунта в котловане, согласно *расчетам*, стенка в нижней части перестает работать как заделанная в грунте конструкция. Эпюра моментов принимает вид, схожий с эпюрой, полученной расчетом по методу маятника (рис. 10). Что касается результатов *экспериментов*, то на этом этапе вид эпюры изгибающих моментов принципиально не отличается от картины предыдущего этапа. В заделанной части изгибающие моменты не только не уменьшаются, а даже увеличиваются (см. рис. 3).

Следует отметить, что при расчете методом Блюма-Ломейера для того, чтобы ограждающая конструкция ниже дна котлована работала как защемленный элемент (как получено при эксперименте), она должна иметь относительно большую глубину заделки, ниже дна котлована. К примеру, для модели шпунтовой стенки, принятой при проведении эксперимента, глубина заделки на VI этапе при расчете этим методом должна быть не менее 40 см. При фактической же глубине заделки в 20 см, согласно расчету методом Блюма-Ломейера, она не должна (или не может) работать как конструкция, защемленная ниже дна котлована (рис. 10).

Тем не менее, результаты экспериментов показывают, что в шпунтовой стенке ниже дна котлована изгибающие моменты меняют знак даже при «недостаточной» глубине заделанной части, а в грунте за нижней частью стенки возникают зоны уплотнения (рис. 3, 4). Иначе говоря, нижняя часть стенки перемещается не в сторону котлована, а в обратную сторону,

уплотняя тем самым ограждаемый грунт. В такой ситуации неизбежно возникновение точки поворота в нижней части стенки. Как показали эксперименты, при использовании гибких шпунтовых стен такая точка существует и находится чуть ниже уровня дна котлована.

Анализ результатов расчета по двум вышеназванным методам показал, что в них не находит отражения влияние изгибной жесткости шпунтовых стен на картину напряженно-деформированного состояния самих стенок и грунтового массива. Например, при расчете методом маятника ограждающая стенка рассматривается как абсолютно жесткая конструкция, которая поворачивается относительно точки крепления распорки без изгиба. В методе Блюма-Ломейера стенка рассматривается как изгибаемая, но, тем не менее, изгибная жесткость стенки при определении усилий, возникающих в стенке и грунтовом массиве, не используется. Вероятно, по этой причине значения изгибающих моментов в сечениях стенки, полученные при расчете этими методами, существенно отличаются от полученных экспериментальным путем.

Кроме этого, основным недостатком, присущим рассмотренным методам расчета шпунтовых стенок, является допущение о том, что пассивное давление, начиная со дна котлована, бесконечно увеличивается с глубиной независимо от активного давления, и что оно возникает только со стороны котлована. Однако следует отметить, что пассивное (точнее, «реактивное») давление должно зависеть от величины активного давления и возникать только как реакция на горизонтальные смещения грунта от воздействия активного давления или же иного воздействия (естественно, не превышая при этом определенного предельного значения). В вышерассмотренных методах вместо определения реактивного давления грунта определяется предельное давление, которое грунт в состоянии воспринимать, и оно прикладывается со стороны котлована как нагрузка на стенку.

Возможно, при использовании жестких шпунтовых стен такое допущение не приводит к большим погрешностям, но при относительно гибких стенках, как показали эксперименты, оно искажает реальную картину напряженно-деформированного состояния стенки и грунтового массива.

Из всего вышеизложенного следует, что при применении относительно гибких шпунтовых стенок деформации изгиба стенки и, соответственно, вызванные ими деформации уплотнения и разуплотнения грунта вносят существенные коррективы в работу конструкции в предельном состоянии.

Таким образом, проведенные в данной работе лабораторные исследования работы гибкой шпунтовой стенки, закрепленной распорками, позволили составить представление о происходящих в процессе разработки грунта изменениях напряжений и деформаций как в стенке, так и в грунтовом массиве по мере разработки грунта из котлована.

Обобщая все вышеизложенное, можно сказать, что существующие методики применительно к расчету шпунтовых стенок с распорками, основанные на теории Кулона, дают завышенные величины усилий в сечениях стенки, что неизбежно приводит к излишним запасам и, следовательно, к перерасходу материалов. Например, для опытного образца шпунтовой стенки расчетные значения изгибающих моментов на разных этапах разработки грунта превышают экспериментальные от 1,3 до 2 раз. Однако для выявления более конкретных зависимостей понижающего коэффициента от деформативных характеристик стенки и грунта необходимо продолжить исследования в этой области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дидух Б.И., Иоселевич В.А. Смещение ограждающей стенки в процессе выемки котлована // Основания, фундаменты и механика грунтов, 1996, № 6. – С. 2-6.
2. ВСН 136-78 «Инструкция по проектированию вспомогательных сооружений и устройств для строительства мостов».
3. Основания, фундаменты и подземные сооружения / Под общ. ред. Е.А. Сорочана и Ю.Г. Трофименкова. – М.: Стройиздат, 1985. – 480 с. (Справочник проектировщика).

REFERENCES

1. Didukh B.I., Ioselevich V.A. Displacement of the enclosing walls during excavation pit // Osnovaniya, fundamenty i mechanika gruntov, 1996, № 6. – P. 2-6.
2. VSN 136-78 «Instruction on designing the auxiliary buildings and device for construction bridges».
3. Bases, foundations and underground structures / Under the general editorship of E.A. Sorochan and Y.G. Trofimenkov. – M.: Stroyizdat, 1985. – 480 p. (Reference book of the designer).

УДК 628.8: 631.2
Бодров М.В. – кандидат технических наук, старший преподаватель
E-mail: tes84@inbox.ru
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

РАЦИОНАЛЬНЫЕ ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИХРЕВЫХ ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЕЙ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ

АННОТАЦИЯ

Выявлены теплотехнические и технико-экономические показатели применения вихревых энергоразделителей (вихревых труб) для холодоснабжения производственных сельскохозяйственных зданий. Приведены характеристики холодо- и теплопроизводительности испытанной вихревой трубы. Обоснована схема обвязки вихревых труб, скомпонованных в блоки, для овощекартофелехранилищ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: вихревой энергоразделитель (вихревая труба), термодинамическая и экономическая эффективность, характеристики вихревой трубы, схема обвязки.

Bodrov M.V. – candidate of technical sciences, senior lecturer
Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

RATIONAL AREAS OF VORTICAL AIR COOLERS USE IN AGRICULTURAL BUILDINGS

ABSTRACT

Thermophysics and technical and economic indicators of application of vortical power dividers (vortical pipes) for supply by a cold of industrial agricultural buildings are revealed. Characteristics of capacity of tested cold and heat producing vortical pipe are resulted. The design scheme of vortical pipes grouped in blocks, for a potato and vegetables storehouses is proved.

KEYWORDS: vortical power dividers (vortical pipe), thermodynamic and economic efficiency, characteristics, design scheme of vortical pipes.

Введение

Установки по охлаждению и нагреву воздуха производственных сельскохозяйственных зданий должны отвечать следующим технологическим и технико-экономическим требованиям: термодинамическое совершенство преобразования любого вида энергии для получения холода или теплоты; поддержание расчетного температурного режима при нестационарном тепловом балансе помещений; относительно низкая стоимость установок и их обслуживания, компактность, длительный ресурс использования, надежность и простота устройства; взрывобезопасность, отсутствие ядовитых веществ; быстрота и простота включения и выключения, постоянная готовность к пуску, наличие резерва в работе; возможность одновременной или попеременной выработки холода или теплоты одной установкой. Практически всем вышеперечисленным требованиям отвечают теплоэнергетические установки, основанные на принципе работы вихревых энергоразделителей – вихревые трубы (ВТ). Их основным и единственным недостатком является низкий коэффициент полезного действия (КПД). В статье анализируются и обосновываются случаи, когда преимущества ВТ превалируют над их термодинамическим несовершенством, низкой экономичностью.

Результаты исследований

Основные величины и критерии для построения аэродинамических и теплотехнических характеристик вихревых труб: полные температура T_1^* и давление p_1^* поступающего в сопло сжатого воздуха; холодного потока $T_х^*$ и $p_х^*$; горячего потока $T_г^*$ и $p_г^*$. Эффект охлаждения холодного потока и нагрева горячего потока, соответственно, определяются выражениями:

$$\Delta t_х = T_1^* - T_х^*;\ \Delta t_г = T_г^* - T_1^* \qquad (1)$$

При общем секундном массовом расходе сжатого воздуха G, расходе холодного потока $G_х$ и расходе горячего потока $G_г$ ($G = G_х + G_г$) относительные массовые расходы холодного потока μ и горячего потока (1− μ) составят:

$$m = G_х / G; \qquad G_г / G = 1 - m \tag{2}$$

Температурные показатели вихревых труб строятся в виде функций $\Delta t_х = f(\mu)$ и $\Delta t_г = f(\mu)$.

При известном эффекте охлаждения $\Delta t_х$ можно одновременно подсчитать эффект подогрева $\Delta t_г$ и наоборот, так как при отсутствии теплообмена с окружающей средой энергия выходящих из адиабатной ВТ потоков равна энергии входящего потока. Обозначив полные удельные энтальпии входящего, холодного и горячего потоков соответственно i_1, $i_х$, $i_г$, уравнение энергии для 1 кг проходящего через ВТ воздуха записывается в виде: $i_1 = mi_х + (1-m)i_г$. Используя выражение $i = c_р \cdot T$, при $c_р$ = const получим:

$$T_1^* = mT_х^* + (1-m)T_г^* \quad \text{или} \quad m\Delta t_х = (1-m)\Delta t_г. \tag{3}$$

Количество отбираемой теплоты, отнесенное к 1 кг поступающего в ВТ воздуха (удельная холодопроизводительность) $q_х$, кДж/кг:

$$q_х = m\Delta t_х c_р = (1-m)\Delta t_г c_р \tag{4}$$

При общем расходе G холодопроизводительность $Q_х$ и теплопроизводительность $Q_г$, соответственно, составят:

$$Q_х = q_х G = m\Delta t_х c_р G; \tag{5}$$

$$Q_г = q_г G = (1-m)G\Delta t_г c_р. \tag{6}$$

Степень термодинамического совершенства ВТ по сравнению с обратным циклом Карно составляет 2…3 %, то есть необратимость процессов делает их термодинамически малоэффективным устройством. При сравнении холодопроизводительности ВТ с идеальной турбиной необходимо учитывать, что в турбине охлаждается весь подаваемый воздух, а в ВТ только часть его μ. Поэтому экономической оценкой эффективности ВТ по сравнению с идеальной турбиной является произведение μ·η, определяющее величину адиабатного КПД ВТ.

Безразмерная величина η (температурная эффективность) показывает эффект охлаждения при изоэнтропном расширении от p_1^* и T_1^* до давления холодного потока $p_х$ и определяется по формуле:

$$h = \Delta t_х / T_1^* \left[1 - \left(\frac{1}{p} \right)^{\frac{K-1}{K}} \right]. \tag{7}$$

где K – показатель адиабаты;

π – степень расширения воздуха.

Значение $\eta_г$, выражающее отношение эффекта подогрева горячего потока к изоэнтропому эффекту охлаждения равно:

$$h_г = \Delta t_г / \Delta t_S = \left(T_г^* - T_1^* \right) / T_1^* \left[1 - \left(\frac{1}{p} \right)^{\frac{K-1}{K}} \right]. \tag{8}$$

Максимальное значение μ·η, характерное для теплоизолированных ВТ, не превышает 25…30 % [1]. В этом случае ВТ, как генератор холода, оказывается примерно в 4 раза хуже идеальной турбины. Реальные турбины малой производительности имеют идеальный КПД в пределах 50…60 %. Поэтому у вихревых труб КПД оказывается в 2,0…2,5 раза ниже, чем у реальных турбин.

По температурному эффекту ВТ уступают детандеру в 1,3…1,5 раза, а по холодопроизводительности – в 3,0…3,5 раза. В то же время, по сравнению с процессом дросселирования, ВТ при работе на воздухе по температурному эффекту лучше примерно в 30 раз, а по холодопроизводительности в 15 раз [2]. Наибольшую термодинамическую эффективность имеют низконапорные большерасходные ВТ, использующие воздух с давлением до 0,15 МПа. Таким образом, по совершенству цикла вихревой эффект не может конкурировать ни с паровыми, ни с газовыми детандерными циклами.

Но в некоторых случаях термодинамическое несовершенство цикла отходит на второй план, основную роль начинают играть технические и технологические преимущества. Вихревые энергоразделители используются в устройствах, выполняющих функции температурных разделителей, разделителей газовых смесей, интенсификаторов процессов горения, в вихревых холодильниках и холодильниках-нагревателях, в осушителях воздуха и газов. Считается рациональным применение вихревых энергоразделителей в качестве охладителей, если есть возможность использовать как холодный, так и горячий воздух, и при небольших производительностях по холоду [3]. Такой режим эксплуатации систем охлаждения воздуха характерен в хранилищах сочного растительного сырья (СРС) – относительно небольшой период работы в течение года (в период охлаждения в стационарных хранилищах не более 10…15 суток). В весенний период холодопроизводительности установок, рассчитанных для периода охлаждения, достаточно продление технологических температурных параметров хранения до 15 суток. С учетом периодичности работы систем активной вентиляции охлажденный воздух в насыпи СРС необходимо подавать не более 180 часов в год. Одновременно укажем на относительно небольшую требуемую для поддержания температурно-влажностного режима в насыпях СРС холодопроизводительность систем.

К моменту начала наших исследований эффекта вихревого энергоразделения в научной литературе нами не обнаружено примеров применения ВТ в технологических процессах сельскохозяйственного производства. В то же время прослеживается новая перспективная область применения ВТ в процессе сушки сельскохозяйственной продукции, когда по технологическим требованиям необходима попеременная подача в слой нагретого и охлажденного воздуха (сушка чая, травы при заготовке грубых кормов и т.п.).

Цель экспериментальных исследований вихревой трубы заключалась в получении ее достоверных тепловых и аэродинамических характеристик, необходимых для уточнения инженерной методики расчета и подбора.

Вихревая труба изготовлена из медной трубки диаметром D = 10 мм, длина рабочей части (камеры энергетического разделения) L = 120 мм. Трубка закрепляется накладной гайкой в корпусе улитки. Патрубок выхода холодного потока также закрепляется в корпусе улитки. Корпус улитки снабжен штуцером для подвода сжатого воздуха. Сжатый воздух, попадая в улитку, через тангенциальное сопло размером $F_c = b \times h$ = 3,0 х 2,0 мм, поступает в камеру энергетического разделения. В улитке расположена диафрагма с отверстием диаметром $D_д$ = 5,0 мм. Со стороны горячего потока воздуха имеется крестовина и дроссельный вентиль для изменения расхода воздуха. Для уменьшения теплообмена холодный участок и дроссель ВТ выполнены из фторопласта. Схема экспериментальной установки приведена на рис. 1.

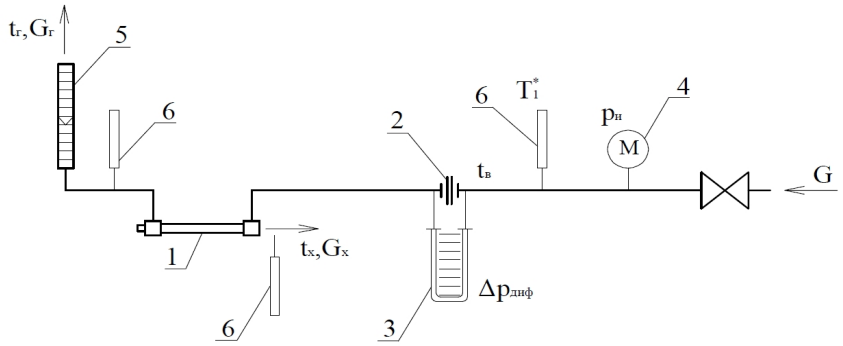


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

Воздух, сжатый компрессором ГСВ-1/12 и охлажденный до температуры окружающей среды, поступает в ВТ *1*, где разделяется на два потока. Расход сжатого воздуха замерялся на мерном участке, включающем диафрагму *2* и водяной дифманометр *3*, его давление определялось образцовым манометром *4*. Массовая доля горячего потока находилась предварительно протарированным ротаметром РМ №4 *5* по $\Delta n_р$, доля холодного потока – по разности расходов сжатого воздуха, подаваемого в ВТ, и горячего потока. Температуры сжатого воздуха, холодного и горячего потоков измерялись лабораторными ртутными термометрами *6*.

Опыты проводились при наиболее часто встречающихся на практике избыточных (абсолютных) давлениях сжатого воздуха 0,4 МПа (0,5 МПа), 0,3 МПа (0,4 МПа), 0,2 МПа (0,3 МПа) в диапазонах μ от 0,05 до 0,95 (всего 9 серий опытов). Все опыты при каждом давлении проводились по три раза. Характеристики исследованной вихревой трубы приведены на рис. 2 *а* и 2 *б*.

Обсуждение результатов экспериментальных исследований

Геометрические характеристики исследованной противоточной адиабатной ВТ с развихрителем горячего потока близки к общепринятым в практике размерам: относительная длина L/D = 120/10 = 12; относительный диаметр диафрагмы $\overline{d}_д = D/D_д$ = 10/5 = 2; относительная площадь входного сечения сопла $\overline{F}_c = 4F_c/pD^2$ = 4·3·2/3,14·10² = 0,077.

Термодинамические и теплотехнические характеристики исследованной ВТ. Влияние давления сжатого воздуха p_1^* на входе в ВТ на степень охлаждения $\Delta t_х$ и нагрева $\Delta t_г$ воздуха за трубой на её холодопроизводительность $\mu\Delta t_х$ и теплопроизводительность $(1 - \mu)\,\Delta t_г$ при различных значениях $\mu = G_х/G$ и абсолютных давлениях сжатого воздуха p_1^* = 5,0 ата, 4,0 ата и 3,0 ата приведены на рис. 2 *а* и 2 *б*.

Максимальный эффект охлаждения воздуха $\Delta t_х$ наблюдается при μ = 0,2…0,35 (рис. 2). Он возрастает с увеличением величин p_1^*. Максимальное значение $\Delta t_х$ находится в пределах 22…24 °С при p_1^* =5,0 ата, до 20…24 °С – при p_1^* = 4,0 ата и 16…19 °С – при p_1^* = 3,0 ата.

Наибольшая холодопроизводительность ВТ соответствует диапазону μ = 0,55…0,65. Значения $\mu\Delta t_х$ = 15,0; 13,0; 10,5, соответственно, при p_1^* = 5,0; 4,0 и 3,0 ата, что несколько ниже полученных при π = 6 характеристик лучших неохлаждаемых труб, достигающих 20…25 кДж/кг [1]. Удельная холодопроизводительность ВТ $q_х$, кДж/кг, определяется по (4), общая холодопроизводительность $Q_х$, кДж/ч – по (5).

Максимальный наблюдаемый в экспериментах эффект нагрева воздуха в ВТ $\Delta t_г$ наблюдается при μ > 0,85, а минимальные значения $(1 - \mu)\Delta t_г$ при μ = 0,4 (p_1^* = 3,0 ата), μ = 0,4…0,55 (p_1^* = 4,0 ата), μ = 0,5…0,6 (p_1^* = 5,0 ата). Абсолютные значения $\Delta t_г$ достигали 70 °С и выше (p_1^* = 5,0 ата), более 60 °С (p_1^* = 4,0 ата), превышали 30 °С (p_1^* = 3,0 ата), а величины $(1 - \mu)\Delta t_г \approx$ 45, 42 и 27, соответственно, при p_1^* = 5,0; 4,0; 3,0 ата (рис. 2 *б*). Общая теплопроизводительность ВТ, рассчитанная по (6), соответствовала полученным экспериментальным значениям.

Выработанная ВТ теплота может быть использована в качестве дополнительной для систем отопления (включая аварийное) хранилищ.

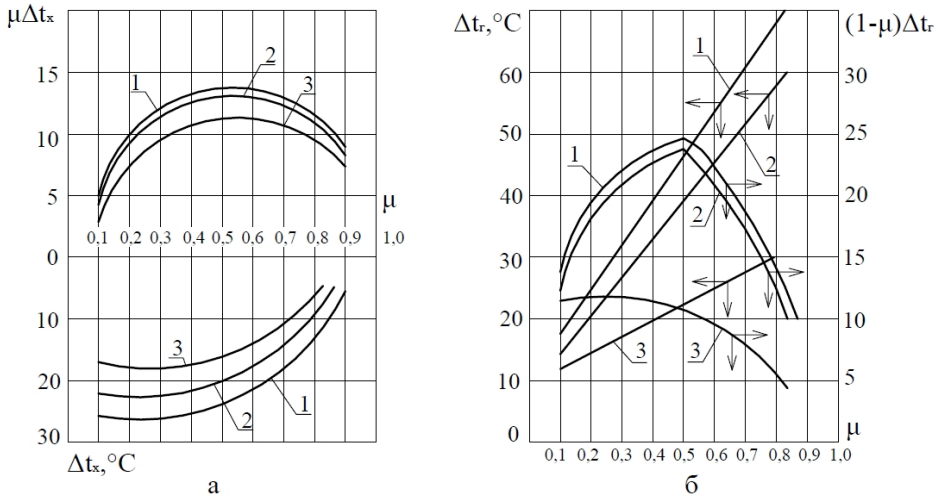


Рис. 2. Характеристики: *а* – $\Delta t_х = f_1(\mu)$ и $\mu\,\Delta t_х = f(\mu)$ для давлений сжатого воздуха: *1* – p_1^* = 5 ата; *2* – p_1^* = 4 ата; *3* – p_1^* = 3 ата; *б* – $\Delta t_г = f_1(\mu)$ и $(1 - \mu)\,\Delta t_г = f(\mu)$ для давлений сжатого воздуха: *1* – p_1^* = 5 ата; *2* – p_1^* = 4 ата; *3* – p_1^* = 3 ата

При использовании вихревых труб рациональна установка их в блоки для получения расчетной (заданной) холодопроизводительности. Схема обвязки блока из 10 одинаковых вихревых труб приведена на рис. 3. Вихревые трубы *1* снабжаются сжатым воздухом из магистрального трубопровода, соединенного с компрессором. Холодный поток воздуха поступает в магистраль холодного воздуха *4*, а горячий – в магистраль горячего воздуха *5*. Регулирование относительного расхода воздуха каждой вихревой трубой осуществляется дросселями *2*. Для контроля температуры сжатого, холодного и горячего воздуха предназначены термометры *7*, а давления – манометр 8. После вихревой трубы воздух поступает в приточный воздуховод 9, имеющий свою систему регулирования и контроля параметров воздуха. Установка режимов работы индивидуальных вихревых труб, а также блока вихревых труб по периодам года осуществляется отключающей арматурой *6*. В осенний и весенний периоды года горячий поток воздуха удаляется в атмосферу, а холодный поток направляется в приточный воздуховод системы вентиляции. В холодный период года горячий поток воздуха поступает в приточный воздуховод, а холодный поток удаляется в атмосферу.

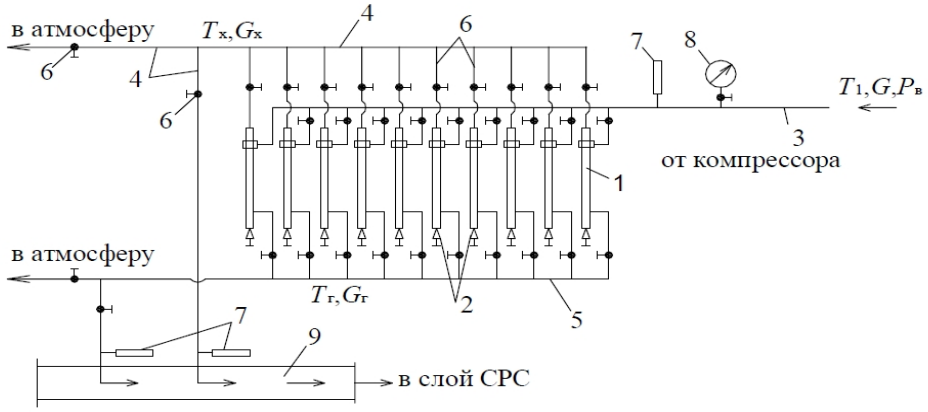


Рис. 3. Принципиальная схема обвязки блока вихревых труб

По результатам экспериментальных исследований и анализа литературных данных адиабатных ВТ получен вывод, что несмотря на низкий КПД, они являются не только приемлемыми, но и теплотехнически и технологически рациональными аппаратами по выработке холода и теплоты для овощекартофелехранилищ.

Профессором Л.М. Дыскиным [2] были проведены количественные сопоставления по приведенным затратам и выявлены допустимые области применения аналогичных по производительности рассматриваемым вихревым трубам парокомпрессионных генераторов холода и детандеров. На рис. 4 приведена полученная им графическая зависимость максимальной производительности вихревого холодильника с адиабатной вихревой трубой от годовой производительности его работы. Точки, лежащие в заштрихованных областях кривых, соответствуют равенству приведенных затрат вихревого и другого сравниваемого с ним охладителя. Наличие двух кривых и расположенных между ними заштрихованных областей для турбодетандеров *1* и для парокомпрессионных холодильников *2* дано для случаев, когда отношения стоимости электроэнергии при сопоставлении различаются в три раза. Область, расположенная ниже кривой, соответствует меньшим, а область, расположенная выше кривой, большим приведенным затратам на вихревые холодильники, по сравнению с сопоставляемым типом охладителя.

Заключение

Анализ приведенных на рис. 4 кривых показывает, что экономичность вихревых холодильников снижается с увеличением их производительности и годовой продолжительности работы. Это объясняется большими энергетическими затратами при производстве сжатого воздуха, который является «рабочим телом» вихревой трубы. При годовой продолжительности работы 2000 ч и максимальной цене электроэнергии вихревой холодильник имеет предельную по приведенным затратам производительность $L=G/\rho_в=145$ и 70 м^3/ч соответственно, по сравнению с турбодетандерным и парокомпрессионным способами

охлаждения воздуха. Данный диапазон расходов охлажденного воздуха может быть принят за рациональный при эксплуатации вихревых труб для охлаждения воздуха в системах активной вентиляции овощекартофелехранилищ.

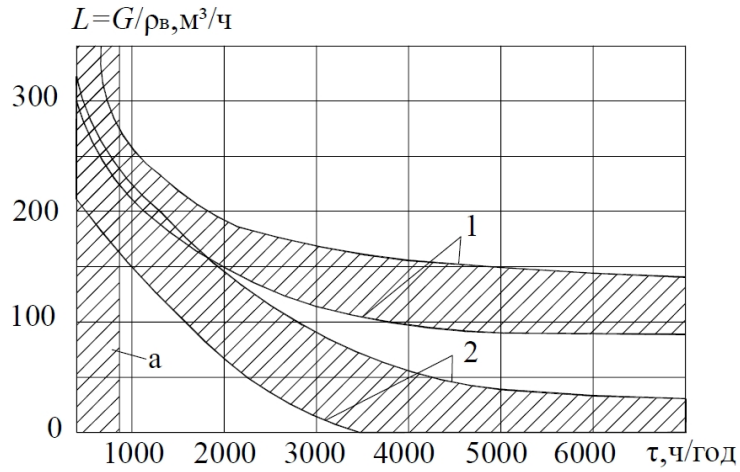


Рис. 4. Зависимость максимальной производительности вихревого холодильника от годовой продолжительности работы:
1 – относительно вихревого холодильника с турбохолодильниками;
2 – относительно вихревого холодильника с холодильниками, использующими фреон

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Меркулов А.П. Вихревой эффект и его применение в технике. – М.: Машиностроение, 1969. – 183 с.
2. Дыскин Л.М. Вихревые термостаты и воздухоохладители. – Н. Новгород: ННГУ, 1991. – 85 с.
3. Кузьмин А.А. Маломасштабные вихревые трубы // Вихревой эффект и его применение в технике. Материалы IV Всесоюзн. научн.-техн. конф. – Куйбышев: КуАИ, 1984. – С. 63-66.

REFERENCES

1. Merkulov A.P. Vortical effect and its application in the technique. – M.: Mashinostroenie, 1969. – 183 p.
2. Dyskin L.M. Vortical thermostats and air coolers. – N. Novgorod: NNGU, 1991. – 85 p.
3. Kuzmin A.A. Small-scale vortical pipes // Vortical effect and its application in the technique. Materials of IV-th all-Union scientific and technical conferences. – Kuybyshev: KuAI, 1984. – P. 63-66.

УДК 697.1(107), 697.03:5(107)
Валиуллин М.А. – кандидат технических наук, доцент
Давыдов А.П. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: ap_Davidov@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

УРАВНЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА В КОЛЬЦЕВОМ РАВНОМЕРНО-ВСАСЫВАЮЩЕМ ВОЗДУХОПРОВОДЕ ПЕРЕМЕННОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ

АННОТАЦИЯ

Технологическое оборудование различного назначения, имеющее в плане круглую форму, выделяет вредные вещества, которые поступают в зону дыхания рабочего. Для улавливания этих веществ используют кольцевые воздухопровода.

Эффективность улавливания зависит от конструкции воздухопровода и точности методики их расчета. В статье приводится вывод уравнения движения воздуха в кольцевом равномерно-всасывающем воздухопроводе переменного поперечного сечения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: технологическое оборудование, вредные вещества, кольцевой воздухопровод, переменное поперечное сечение, методика расчета.

Valiullin M.A. – candidate of technical sciences,associate professor
Davidov A.P. – candidate of technical sciences,associate professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

THE EQUATION MOTION OF AIR IN THE RING UNIFORMLY SUCKING IN AIR DUCT OF VARIABLE CROSS-SECTION

ABSTRACT

Technological equipment for different purposes and in terms of having a round shape release harmful substances enter in breathing zone of worker. For capture these substances are used circular air inlet.

Catching efficiency depending of the design air inlet and accuracy of methods then calculating. In this paper we are derive the equations of motion of air in the ring uniformly sucking air ducts of variable cross-section.

KEYWORDS: technological equipment, harmful substances, the annular air inlet, the variable cross-section, method of calculation.

Расчет воздухопроводов для улавливания вредных веществ основан на определении закономерностей распределения давления по пути движения воздуха. Зная закономерность распределения давления, представляется возможным рассчитать высоту всасывающей щели.

Удельный расход воздуха по длине кольцевого всасывающего воздухопровода переменного поперечного сечения наиболее эффективно обеспечивается изменением коэффициента расхода всасывающей щели постоянной высоты [1, 2, 3]. Для этого при расчете кольцевого равномерно-всасывающего устройства переменного поперечного сечения важно знать закон изменения статического давления по длине воздухопровода, который определяет скорость всасывания воздуха в щель.

Рассмотрим кольцевой всасывающий воздухопровод переменного поперечного сечения F_i (рис. 1).

Пусть воздух поступает непрерывно в кольцевой всасывающий воздухопровод через щель, расположенную на внутренней стороне. Всасывающий кольцевой воздухопровод имеет два отбора воздуха. Поскольку воздухопровод симметричен относительно осей Х, У, рассмотрим движение воздуха в одной его четверти.

Выделим два сечения 1-1 и 2-2 соответственно на расстоянии, определяемом углами q и $q + dq$.

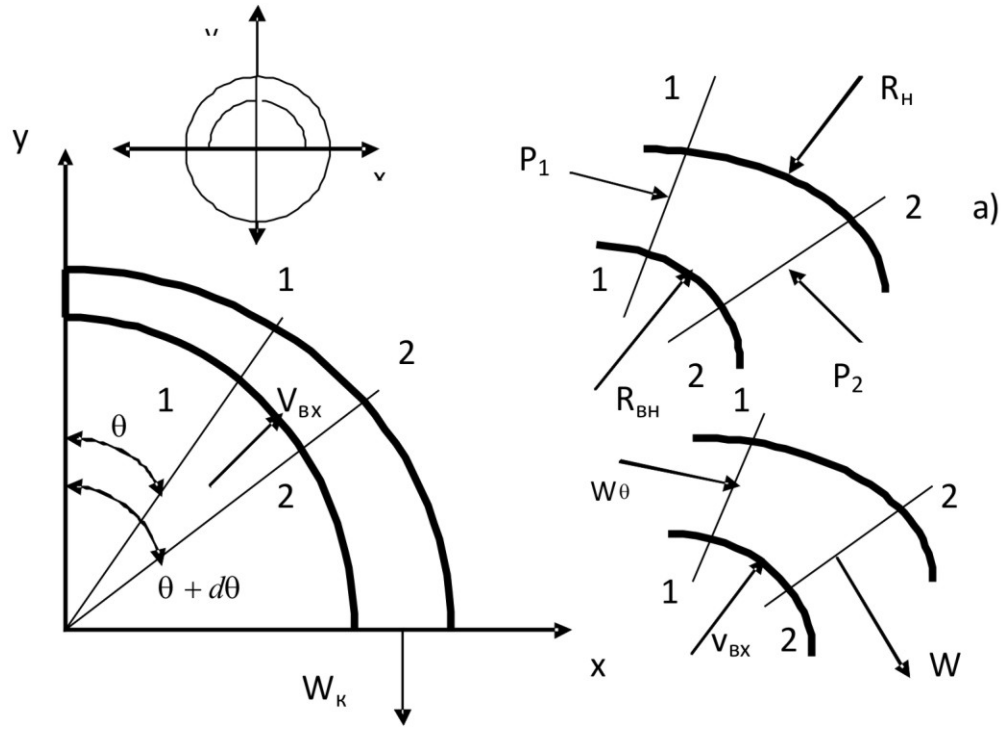


Рис. 1. Расчетная схема: а) элементарный объем между сечениями 1 и 2 (схема сил);
б) элементарный объем, изменение скорости воздуха от сечения 1 до сечения 2 (в векторном виде)

Допустим, что давление в плоскостях сечений, расположенных по нормали к оси воздухопровода, постоянно. В этом случае уравнение, связывающее количество движения для выделенного объема, расположенного между сечениями 1-1 и 2-2, импульс внешних сил, приложенных к этому же объему, выразится как:

$$\frac{d(MW_q)}{dt} = R_{mp} + P + R_p \qquad (1)$$

или

$$d(MW_q) = (R_{mp} + P + R_p)dt\,, \qquad (1a)$$

где R_{mp}, P, R_p – силы трения, давления и реакций, возникающих на внешней и внутренней сторонах воздухопровода.

Рассмотрим члены уравнения (1а) в отдельности.

а) Изменение количества движения между сечениями 1-1и 2-2

Количество движения для сечения 1-1 будет равно:

$$\int_{F_{1-1}} W_q\, r W_q dF = \int_{F_{1-1}} r W_q^{\,2}\, dF = r b_q W_q^{\,2} F_{1-1}$$

Для сечений 2-2 количество движений составит:

$$\int_{F_{2-2}} (W_q + dW)(W_q + dW)\, r\, dF = \int_{F_{2-2}} (W_q + dW)^2\, r\, dF = b_{q+dq} (W_q + dW)^2\, r\, F_{2-2}$$

Количество движения, которое вносит входящий поток воздуха, можно записать так:

$$r V_{вх} \cdot V_{вх} cosg\, df = b' r V_{вх}^2 \cos g\, df\ ,$$

где g – угол между направлением средней составляющей скорости входящего потока и направлением средней составляющей скорости внутри воздухопровода W_q.

Изменение количества движения при прохождении воздуха от сечения 1 до сечения 2 будет равно: $r b_{q+dq} (W_q + dW)^2 F_{2-2} - r b_q W_q^2 F_{1-1} + r b' V_{вх} \cos g\, df$.

Принимая $b_q = b_{q+Dq} = b = idem\,[1, 2, 3, 4, 5]$.

Ввиду малости расстояния между сечениями 1 и 2, после преобразований получим:

$$2b\,r\,F_{1-1}W_q\,dW + b\,r\,W_q^2\,dF + r\,b'V_{вх}^2\cos g\,df$$

В результате, изменения количества движения при прохождении воздуха между контрольными сечениями 1-1 и 2-2 за время *dt* выразятся:

$$\left[r\,b\,F_{1-1}\left(2W_q\,dW + W_q^2\,\frac{dF}{F_{1-1}} + r\,b'V^2{}_{вх}\cos g\,\frac{df}{F_{1-1}}df \right)\right]dt$$

б) Импульс сил давления

В плоскости 1-1 на выделенный объем действует сила давления $p_q F_{1-1}$, а в плоскости 2-2 сила давления $-(p_q + dp_q)F_{2-2}$.

Импульс сил давления, действующих на выделенный объем за промежуток времени dt, составит:

$$\left[-\left(F_{1-1}dp_q + p_q\,dF\right)\right]dt$$

в) Импульс сил реакции

При прохождении воздуха по кольцевому воздухопроводу возникает сила реакции со стороны внутренних стенок, определяемых радиусом $r_в$ и $r_н$. Учитывая, что давление на боковые поверхности кольцевого воздухопровода можно определить из выражения $\frac{1}{2}(p_q + p_q + dp)$. Для выделенного объема эта сила за промежуток времени *dt* может быть выражена как

$$\frac{1}{2}\left(p_q + p_q + dp\right)df'dt \text{ или } -\frac{2p}{360}\left(r_н - r_{вн}\right)d_{экв}\,p_q\,dq\,dt,$$

где $r_н, r_{вн}, d_{экв}$ – соответственно наружный и внутренний диаметры закругления кольцевого воздухопровода, а также эквивалентный диаметр воздухопровода.

г) Импульс сил трения

Импульс сил трения за промежуток времени *dt*, действующих на выделенный объем, можно выразить так: $-dR_{тр}dt = -t\,\frac{4p}{360}d_{,экв.ср.}r_{ср}\,dq\,dt$,

где $t, d_{,экв.ср.}, r_{ср}$ – соответственно напряжение трения, средний эквивалентный диаметр воздухопровода и средний диаметр закругления кольцевого воздухопровода.

Запишем уравнение (1а) с учетом всех составляющих

$$\left[r\,b\,F_{1-1}\left(2W_q\,dW + W_q^2\,\frac{dF}{F_{1-1}} + r\,b'V^2{}_{вх}\cos g\,\frac{df}{F_{1-1}}df \right)\right]dt = \left[-\left(F_{1-1}dp_q + p_q\,dF\right)\right]dt +$$
$$+\left[-\frac{2p}{360}\left(r_н - r_{вн}\right)d_{экв}\,p_q\,dq\right]dt + \left[-t\,\frac{4p}{360}d_{,экв.ср.}r_{ср}\,dq\right]dt \qquad (2)$$

Разделив каждый член уравнения (2) на F и *dt*, получим:

$$\left[r\,b\left(2W_q\,dW + W_q^2\,\frac{dF}{F} + r\,b'V^2{}_{вх}\cos g\,\frac{df}{F}df \right)\right] = \left[-\left(dp_q + p_q\,\frac{dF}{F} \right)\right] +$$
$$+\left[-\frac{2p}{360}(r_н - r_{вн})d_{экв}\,p_q\,dq\,\frac{1}{F}\right] + \left[-t\,\frac{4p}{360}d_{,экв.ср.}r_{ср}\,dq\,\frac{1}{F}\right] \qquad (3)$$

Решая уравнение (3) относительно p_q, представляется возможным определить разряжение в кольцевом воздухопроводе в зависимости от угла q.

Зная закон изменения давления по пути движения воздуха, можно рассчитать высоту всасывающей щели из выражения:

$$a_q = \frac{L_k}{p\,r_{ср}m\sqrt{\frac{r}{2p_q}}}, \qquad (4)$$

где a_q – высота всасывающей щели с координатами щели q; L_k – конечный расход воздуха; m – коэффициент расхода всасывающей щели.

Коэффициент местного сопротивления всасывающего воздухопровода переменного сечения можно определить из выражения:

$$z = \frac{2P_{q_k}}{W_k^2 r} + a_k, \qquad (5)$$

где a_k – коэффициент распределения кинетической энергии.

В ходе экспериментов проверялись теоретические принципы расчета кольцевых равномерно-всасывающих воздухопроводов переменного сечения. Эксперименты проводились на воздухопроводах переменного сечения с $\bar{F} = \frac{f_{щели}}{F_к} = 0.04$. Экспериментальные данные после обработки сравнивались с кривыми изменения статического давления по длине кольцевого воздухопровода переменного поперечного сечения, полученными по зависимости (3).

На рис. 2 и 3 приведены данные распределения относительного статического давления в кольцевом воздухопроводе переменного сечения и значения распределения относительного расхода по длине щели.

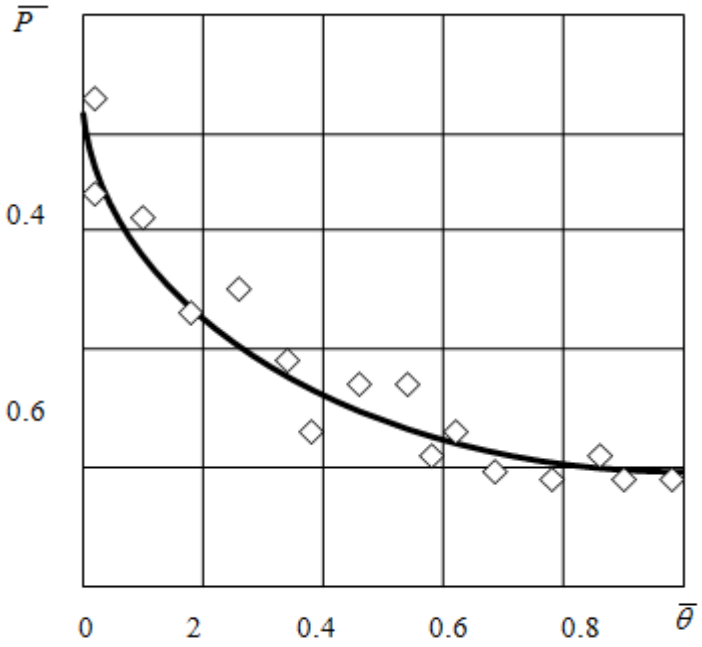


Рис. 2. Распределение относительного статического давления
по длине кольцевого воздухопровода переменного сечения с всасывающей щелью

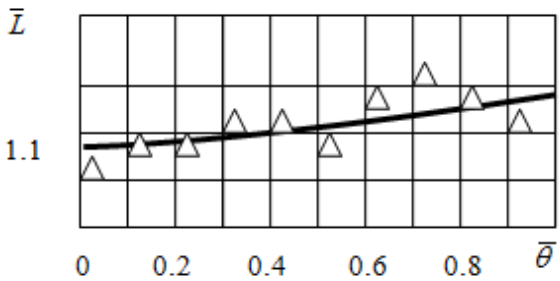


Рис. 3. Распределение относительного расхода
по длине кольцевого воздухопровода переменного сечения с всасывающей щелью

Из анализа экспериментальных данных видно достаточно хорошее совпадение результатов эксперимента и теоретических расчетов. Это позволяет рекомендовать их применение на практике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геджакушян О.Е. Исследование равномерно-всасывающих воздухопроводов с продольными щелями в системах вентиляции. //Автореферат дис. к.т.н. – Киев, 1968. – 20 с.
2. Давыдов А.П. Теоретическое и экспериментальное исследования всасывающих воздухопроводов с внутренними экранами. Дис. к.т.н. – Л., 1976. – 181 с.
3. Валиуллин М.А. Кольцевые равномерно-всасывающие воздухоприемники. //Дис. к.т.н. – Л., 1984. – 137 с.
4. Золотов С.С. Аэродинамика судовой вентиляции. – Л.: Судостроение, 1968. – 311 с.
5. Талиев В.Н. Аэродинамика вентиляции. – М.: Стройиздат, 1979. – 295 с.
6. Дудинцев Л.М. Коэффициент расхода отверстия в стенке при потоке, направленном параллельно стенке. // Изв. вузов. Строительство и архитектура 1969, № 5. – С. 118-122.

REFERENCES

1. Gedzhakushyan O.E. Study of uniformly-suction air ducts with longitudinal slits in ventilation systems. AbstractDis. Ph.D. – Kiev, 1968. – 20 p.
2. Davidov A.P. Theoretical and experimental studies of suction air ducts with internal screens. //Dis. Ph.D. – L., 1976. – 181 p.
3. Valiullin M.A. Circulary uniformly suction air inlet. //Dis. Ph.D. – L., 1984. – 137 p.
4. Zolotov S.S. Aerodynamics of the ship's ventilation system. – L.: Shipbuilding, 1968. – 311 p.
5. Taliev V.N. Aerodynamics of ventilation. – M.: Stroyizdat, 1979. – 295 p.
6. Dudintsev L.M. Coefficient of discharge holes in the wall with the flow directed parallel to the wall. // Math. Universities. Construction and Architecture, 1969, № 5. – P. 118-122.

УДК 697.922.564
Давыдов А.П. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: ap_Davidov@mail.ru
Ланцов А.Е. – соискатель, старший преподаватель
E-mail: isora@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

КОЭФФИЦИЕНТ РАСХОДА ВСАСЫВАЮЩЕГО ОТВЕРСТИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ЗНАЧЕНИЯХ ЧИСЕЛ *Re*

АННОТАЦИЯ

Всасывающие панели являются эффективными устройствами для улавливания вредных выделений с больших открытых поверхностей. Эффективность их работы во многом зависит от равномерного или заранее заданного распределения расхода воздуха через поверхность всасывания. Методика расчета, позволяющая рассчитать заранее заданную неравномерность расхода воздуха по поверхности всасывающей панели, отсутствует.

При расчете таких панелей важно знать зависимость коэффициента расхода отверстия от числа Рейнольдса. В статье приводятся результаты исследования таких зависимостей для отверстий различного сечения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: коэффициент расхода отверстия, всасывающие панели, заранее заданная неравномерность, отверстия различного сечения, методика расчета.

Davidov A.P. – candidate of technical sciences, associate professor
Lanchov A.E. – applicant, senior lecturer.
Kazan State University of Architecture and Engineering

CONSUMPTION COEFFICIENT OF SUCTION OPENING FOR VARIOUS VALUES OF Re

ABSTRACT

Suction panel are effective devices for trapping harmful emissions from large open surfaces. Their effectiveness depends largely on even predetermined distribution of air flow through the surface suction. Method calculation of that calculates predetermined uneven air flow over the surface of the suction panel are absent. In the calculation of such panels is important to know the dependence of the flow opening of the Reynolds number. The article presents the results of studies of such relations for holes of different sections.

KEYWORDS: coefficient of discharge openings, sucking panel, predetermined unevenness, holes of different sections, the method of calculation.

Введение

Закономерности работы отверстий и насадков при истечении из них жидкостей или газов достаточно хорошо изучены и освещены в литературе [1, 2, 3 и др.]. Эти исследования находят применение при расчете струй различного характера, воздушных завес и т.п. При этом рассматривается истечение из какого-либо ограниченного пространства (резервуар, воздухораспределитель, отверстие в воздухопроводе) в достаточно большое пространство.

Задача входа воздуха через отверстие в воздухопровод при различных значениях *Re* изучена меньше. К этой задаче относится втекание воздуха в весьма ограниченное пространство, соизмеримое с размерами самого отверстия, через которое происходит течение. Несомненный интерес при этом представляют исследования, связанные с изучением зависимости величины коэффициента расхода отверстия от значений чисел критерия *Re*.

Основная часть

В настоящей статье приводятся данные экспериментального исследования всасывающих отверстий различного поперечного сечения. Исследования ставили своей целью экспериментальное определение изменения коэффициента расхода отверстия μ в зависимости от числа *Re*.

Изучение закономерностей работы всасывающего отверстия прямоугольного сечения проводилось на аэродинамическом стенде, смонтированном в лаборатории. Испытываемый элемент представлял собой воздухопровод, изготовленный из стали, квадратного сечения 0,1 х 0,1 м. Статическое давление отбиралось по сечениям посредством штуцеров, ввинченных в тело воздухопровода. Расход, проходящий через воздуховод, измерялся камерой статического давления.

Отверстия вырезались в торцевой стенке, изготовленной из фанеры толщиной 0,004 м. Отношение сторон прямоугольных отверстий $a \times в$ составляло 1:1, 1:2 и 1:3; относительная площадь отверстий $\overline{F}$ соответственно составляла 0,0625; 0,25; 0,335; 0,5.

Исследования отверстий круглого сечения проводились на рассчитанной всасывающей панели, прикрепленной к аэродинамическому стенду. Стенд состоял из собственно испытуемой панели, которая укреплена вертикально на воздуховоде, вентилятора всасывания (центробежный вентилятор), с помощью которого производится всасывание воздуха через панель, камеры статического давления с коллектором, установленной для гашения колебаний воздуха и двух участков воздуховодов прямоугольного сечения 100х100 мм длиной по 2 м один из которых установлен до камеры статического давления, другой – после. На одном из участков воздуховодов установлен шибер – для регулирования подачи воздуха. Для герметизации соединений использовался пластилин и монтажная самоклеящаяся металлическая лента.

На камере статического давления, воздуховоде и на обратной стороне панели имеются штуцера для отбора статического давления и определения сопротивления.

Измерение скоростей подхода воздуха к всасывающим отверстиям на панели проводилось с помощью термоанемометра ТАМ-1, закреплённого на специальном координатнике. Замеры давлений проводились с помощью микроманометров ММН-240 и ЦАГИ.

Панель представляет собой корпус в форме параллелепипеда, фасадная сторона которого выполнена в виде съемного листа с отверстиями, а противоположная сторона может перемещаться внутрь панели, тем самым изменяя её толщину. На противоположной стороне панели имеются штуцера для измерения давлений микроманометром. Для удобства перемещения на ней выполнены две ручки.

Таким образом, экспериментально изучались четыре случая истечения. Первый случай – это истечение из отверстия с соотношением сторон 1:2, второй – из отверстия с соотношением сторон 1:3, третий – из отверстия квадратного сечения и четвертый – из отверстия круглого сечения.

Коэффициент расхода для всасывающего отверстия определялся по формуле (1):

$$m = V_o \sqrt{\frac{r}{2p}} \qquad (1)$$

Число Рейнольдса для отверстий прямоугольного сечения рассчитывалось из учета определяющего размера, равного $d_{экв}$ отверстия.

Проведенные эксперименты показали, что при числах ***Re***, находящихся в исследуемой области ламинарного течения, для круглых отверстий различного диаметра коэффициент расхода μ не является постоянной величиной.

В ходе испытаний было установлено, что коэффициент расхода воздуха через отверстия μ зависит от числа ***Re***. Причем, чем больше значения ***Re***, тем меньше эта зависимость.

На рис. 1, приведены обобщенные экспериментальные зависимости значения коэффициентов расхода μ всасывающих отверстий различного поперечного сечения от значений чисел Рейнольдса.

В области автомодельного течения коэффициент расхода – постоянная величина (μ=const). Таким образом, при расчетах всасывающих панелей, работающих в диапазоне Re = 200-6000, т. е. в области ламинарного и переходного режима, коэффициент расхода следует учитывать в зависимости от значений числа Рейнольдса, а не принимать постоянным.

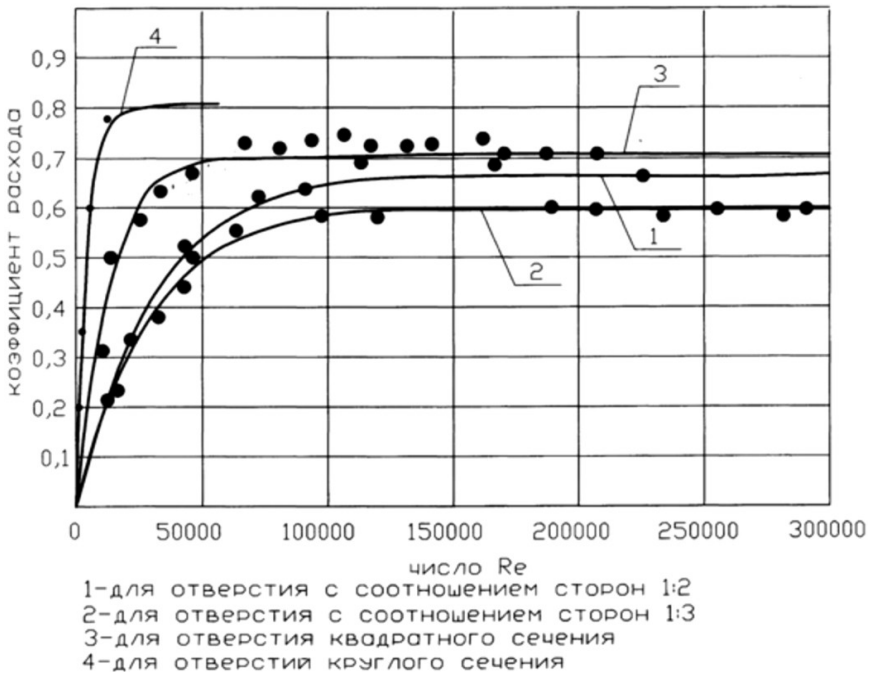


Рис. 1. Зависимость изменения коэффициента расхода μ всасывающих отверстий различного поперечного сечения от числа *Re*

Математическая обработка данных экспериментов позволила выявить эмпирические зависимости коэффициентов расхода всасывающего отверстия круглого сечения от различных значений чисел Рейнольдса (рис. 2).

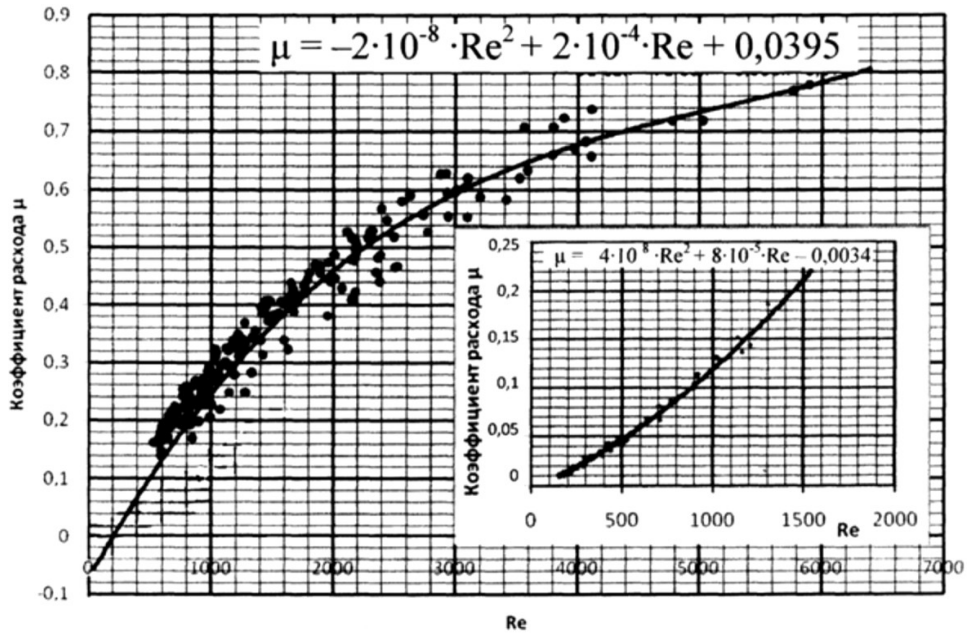


Рис. 2. График изменения коэффициента расхода круглого отверстия от значения чисел *Re*

Были выявлены эмпирические зависимости, изменения коэффициента расхода круглого всасывающего отверстия от относительной площади $\overline{F}$. Пример такой зависимости для *Re* от 200 до 2000 представлен на рис. 3.

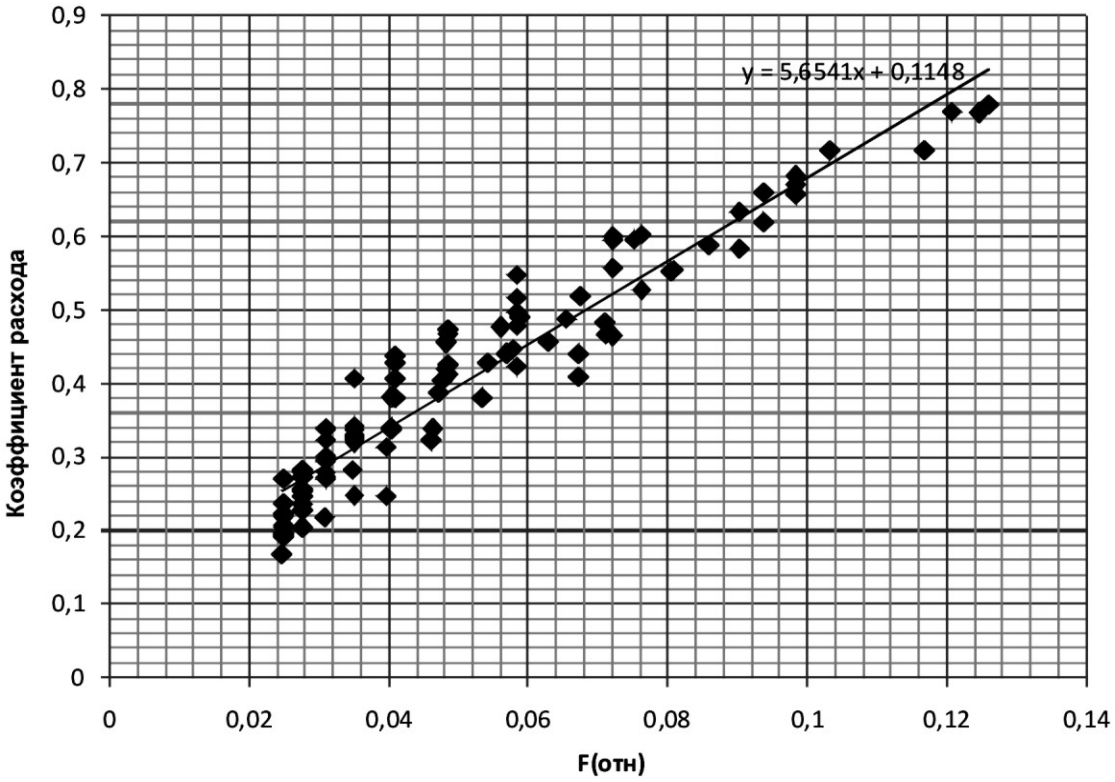


Рис. 3. Зависимость коэффициента расхода от относительной площади отверстия при *Re* от 200 до 2000

В общем виде эмпирическая зависимость, характеризующая изменения коэффициента расхода μ круглого всасывающего отверстия от числа *Re*, выражается формулами (2):

$$\begin{aligned} &\text{Re от 200 до 1500: } \mu = 4\cdot10^{-8}\cdot\mathrm{Re}^2 + 8\cdot10^{-5}\cdot\mathrm{Re} - 0{,}0034 \\ &\text{Re от 500 до 4000: } \mu = -3\cdot10^{-8}\cdot\mathrm{Re}^2 + 3\cdot10^{-4}\cdot\mathrm{Re} + 0{,}0119 \\ &\text{Re от 1000 до 6000: } \mu = -2\cdot10^{-8}\cdot\mathrm{Re}^2 + 2\cdot10^{-4}\cdot\mathrm{Re} + 0{,}0395 \end{aligned} \qquad (2)$$

Условные обозначения:

V_0 – скорость воздуха во всасывающем отверстии, м/с; F – площадь, м; а – ширина отверстия, м; в – длина отверстия, м; $\overline{F} = \frac{f_{отв}}{F_{возд}}$ – относительная площадь; $\mathrm{Re} = \frac{d_{экв}V_0}{n}$ – критерий Рейнольдса.

Индексы:

экв – эквивалентный; *отв* – отверстие; *возд* – воздухопровод.

Заключение

По результатам экспериментов нами сделаны следующие выводы:

1. Коэффициент расхода отверстия изменяется от минимальных значений коэффициента расхода отверстия $\mathrm{Re} \geq 200$ до автомодельного течения $\mathrm{Re} \geq 150000$.

2. Коэффициент расхода отверстий μ различного сечения в значительной мере зависит от числа Рейнольдса в области Re < 50000.

3. При расчетах всасывающих отверстий различного сечения коэффициент расхода отверстия необходимо учитывать обязательно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альштуль А.Д. Гидравлические сопротивления. – М.: Недра, 1970.
2. Альштуль А.Д. Местные гидравлические сопротивления при движении вязких жидкостей. – М.: Гостоптехиздат, 1962.
3. Золотов С.С. Экспериментальные исследования коэффициентов расхода и сопротивления шпигатных отверстий при боковом истечении. //Труды ЛКИ, 1960, вып. 31.
4. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике. – М.: Наука, 1967.
5. Давыдов А.П. Теоретическое и экспериментальное исследования всасывающих воздухопроводов с внутренними экранами. //Дис. к.т.н. – Л., 1976. – 181 с.
6. Давыдов А.П., Ланцов А.Е. Методика расчёта равномерно всасывающей панели. // Материалы IV Международной научной конференции «Качество внутреннего воздуха и окружающей среды». – Волгоград: РИО ВГАСУ, 2006.
7. Давыдов А.П., Ланцов А.Е. Равномерно всасывающая панель с боковым отбором воздуха. // Материалы докладов. V школа-семинар молодых учёных и специалистов академика РАН Алемасова В.Е. «Проблемы тепломассообмена и гидродинамики в энергомашиностроении». – Казань: Исследовательский Центр проблем энергетики КазНЦ РАН, 2006.

REFERENCES

1. Alshtul A.D. Hydraulic resistance. – M.: Nedra, 1970.
2. Alshtul A.D. Local hydraulic resistance during the motion of viscous fluids. – M.: Gostoptekhizdat, 1962.
3. Zolotov S.S. Experimental studies of the flow coefficient and resistance shpigatny holes in the side after. //Trudy LKI, 1960, v. 31.
4. Bronstein I.N., Semendyaev K.A., Handbook of mathematic. – M.: Nauka, 1967.
5. Davidov A.P. Theoretical and experimental studies of suction air ducts with internal screens. //Dis. Ph.D. – L., 1976. – 181 з.
6. Davidov A.P., Lantsov A.E. Method of calculating the uniform suction panel. //Proceedings of IV International conference «The quality of indoor air and environment». – Volgograd: RIO VGASU, 2006.
7. Davidov A.P., Lantsov A.E. Evenly cover with suction side air bleed. Proceedings of the reports. // V Workshop for young scientists and specialists of Academician Alemasov V.E. «Problems of heat and mass transfer and hydrodynamics in power». – Kazan: Research Center for Energy Problems of RAS, 2006.

УДК 532.5:621.694
Золотоносов А.Я. – аспирант
Золотоносов Я.Д. – доктор технических наук, профессор
E-mail: Zolotonosov@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

АППАРАТЫ ТИПА «ТРУБА В ТРУБЕ» В ТЕХНОЛОГИИ НАГРЕВА ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА

АННОТАЦИЯ
В работе предложено техническое решение по модернизации узла нагрева трансформаторного масла в системе маслохозяйства ОАО «Казаньоргсинтез». Проведены расчеты теплообменных аппаратов типа «труба в трубе» с теплообменными элементами «конфузор-диффузор». Дана оценка энергетической эффективности таких аппаратов и определен их экономический эффект.
КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: модернизация, теплообменный аппарат типа «труба в трубе», теплообменный элемент «конфузор-диффузор», энергетическая эффективность.

EQUIPMENT TYPE «PIPE IN PIPE» IN HEATING TECHNOLOGY TRANSFORMER OIL

Zolotonosov A.Ya. – post-graduate student
Zolotonosov Ya.D. – doctor of technical sciences, professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

ABSTRACT
We offer technical solutions to modernize the site of heating of transformer oil in the system of oil economy «Kazanorgsintez». Calculations of heat exchangers such as «Tube in Tube» with heat transfer elements «confuser-diffuser». The estimation of the energy efficiency of such devices and is defined by their economic effect.
KEYWORDS: modernization, heat exchanger type «pipe in pipe», heat exchanger element «confuser-diffuser», energy efficiency.

На основании ранее проведенных теоретических исследований [1] предлагается модернизация технологии нагрева трансформаторного масла в системе маслохозяйства ОАО «Казаньоргсинтез», путем замены четырех электронагревателей мощностью 45 кВт каждый теплообменными аппаратами типа «труба в трубе» с криволинейными теплообменными элементами «конфузор-диффузор» с оребренной проточной частью.

Произведем расчет теплообменных аппаратов для нагрева трансформаторного масла.

Температурная схема теплообменника при противотоке:

$$110 \longleftarrow 110$$

$$25 \longrightarrow 65$$

$$\overline{\Delta t_б = 85} \qquad \overline{\Delta t_м = 45}$$

Отношение $\frac{\Delta t_б}{\Delta t_м} = \frac{85}{45} = 1.88 > 1.8$, поэтому среднюю разность температур за время нагрева можно рассчитать по формуле:

$$\Delta t_{ср} = \frac{\Delta t_б - \Delta t_м}{\ln \frac{\Delta t_б}{\Delta t_м}} = \frac{85 - 45}{\ln \frac{85}{45}} = 62.5\ {}^oC$$

Средняя температура трансформаторного масла:

$$t_T = t_n - \Delta t_{cp} = 110 - 62.5 = 47.5\ ^oC$$

Определяем расход тепла на подогрев 1.95 т/ч трансформаторного масла от 25 до 65 ^oC при средней удельной теплоёмкости трансформаторного масла $c = 1.903 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К):

$$Q = \frac{1950}{3600} 1.903 \cdot 10^3 (65 - 25) = 41300 \text{ Вт}$$

Расход пара на подогрев трансформаторного масла:

$$D = \frac{Q}{r} = \frac{41300}{2234 \cdot 10^3} = 0.018 \text{ кг/с} = 66.6 \text{ кг/ч}.$$

Принимаем за базовый конфузорно-диффузорный теплообменный элемент выполненный в виде усеченных прямых конусов, эквивалентный диаметр которого $d_э = 0.0892$ м.

Расчеты показывают, что в этом случае требуемая площадь поверхности теплообмена равна

$F = \frac{Q}{K\Delta t_{cp}} = \frac{41300}{588 \cdot 47.5} = 1.47$ м^2, а длина теплообменника $L = \frac{F}{f} l = \frac{1.4}{0.0472} \cdot 0.165 = 5.13$ м.

Получим размеры профиля канала. Профиль канала вычерчивается дугами окружностей (для диффузора и конфузора).

Координаты центра окружности (a, b) и радиус R для диффузора рассчитываем по уравнениям:

$$a = \frac{A^2 - m^2(1+tg^2 a_\partial)}{2(A - m(1+tg^2 a_\partial))},\ b = r_0 + m \cdot tg a_\partial + \frac{1}{tg a_\partial}\left(m - \left(\frac{A^2 - m^2(1+tg^2 a_\partial)}{2(A - m(1+tg^2 a_\partial))}\right)\right),$$

$$R = \frac{\sqrt{1+tg^2 a_\partial}}{tg a_\partial}\left(m - \left(\frac{A^2 - m^2(1+tg^2 a_\partial)}{2(A - m(1+tg^2 a_\partial))}\right)\right), \text{ где } A = tg a_\partial (r_0 - r_0^{'}) + m(1 + tg^2 a_\partial).$$

Подставляя значения $a_\partial = 11^0$, $r_0 = 40$, $r_0^{'} = 45.35$, $m = 27.5$, вычислим координаты центра окружности (a, b) и радиус окружности R, определяющих профиль стенки канала в диффузоре. Расчеты показывают, что a = 13.7 мм, b = 117.3 мм, R = 73.3 мм.

Координаты центра окружности (a_1, b_1) и радиус R_1 для конфузора находим из системы уравнений:

$$\begin{cases} R_1^2 = a_1^2 + (56.7 - b_1)^2, \\ R_1^2 = (55 - a_1)^2 + (45.2 - b_1)^2, \\ R_1^2 = (110 - a_1)^2 + (45.2 - b_1)^2. \end{cases}$$

Откуда R_1 = 272.4 мм, a_1 = 82.5 мм, b_1 = 316.2 мм.

На рис. 1 представлен профиль криволинейного теплообменного элемента типа «конфузор-диффузор», рассчитанный по предложенной методике.

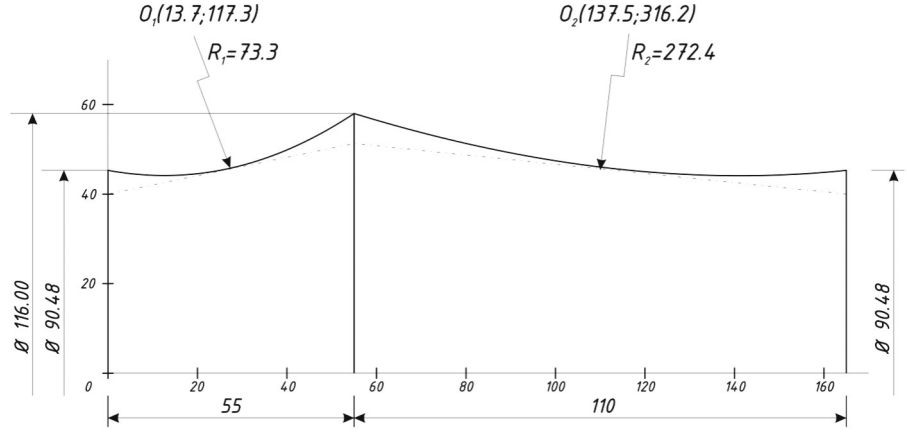


Рис. 1. Криволинейный теплообменный элемент типа «конфузор-диффузор»

Определим критерий Nu для случая криволинейного теплообменного элемента типа «конфузор-диффузор»:

$$Nu = 1,216 N^{0,48}\ \mathrm{Re}^{0,43}\left(\frac{d_{экв}}{L_1 + L_2}\right)^2 \mathrm{Pr}^{0,43}\left(\frac{\mathrm{Pr}_{ж}}{\mathrm{Pr}_{ст}}\right)^{0,25} =$$

$$= 1,216\left(116,8\right)^{0,48}\left(1144\right)^{0,43}\left(\frac{0,092}{0,115 + 0,60}\right)^2\left(135,5\right)^{0,43}\ 1,66^{0,25} = 650,$$

где L_1 и L_2 – длина дуги плоской кривой, образующей соответственно стенки диффузора и конфузора, $d_{экв}$ – эквивалентный диаметр модуля «конфузор-диффузор»,

откуда $a_T = \dfrac{650 \cdot 0,1082}{0,092} = 764,5\ \text{Вт} / (м^2 \cdot \text{К})$.

Определим коэффициент теплопередачи

$$K = \frac{1}{\dfrac{1}{\alpha_T} + \sum r_{CT} + \dfrac{1}{\alpha_n}} = \frac{1}{\dfrac{1}{764.5} + \dfrac{0,002}{46.5} + \dfrac{1}{5800} + \dfrac{1}{21000}} = 641\ \ \text{Вт} / (м^2 \cdot \text{К}).$$

Требуемая площадь поверхности теплообмена:

$$F = \frac{Q}{K\Delta t_{ср}} = \frac{41300}{641 \cdot 47.5} = 1.36\ м^2.$$

Тогда длина теплообменника $L = \dfrac{F}{f} l = \dfrac{1.4}{0.057} \cdot 0.165 = 3.9$ м.

Проведём расчет коэффициента теплопередачи для криволинейного теплообменного элемента типа «конфузор-диффузор» с оребрённой проточной частью, «холодная» сторона которого оребрена, и коэффициент оребрения $j = \dfrac{F_2}{F_1} = 1.45$ (рис. 2).

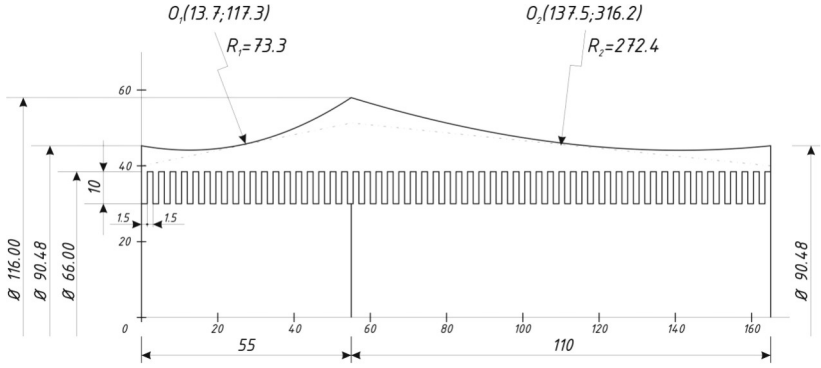


Рис. 2. Теплообменный элемент «конфузор-диффузор»
с криволинейными стенками и оребрённой проточной частью

Определим критерий Nu для случая криволинейного теплообменного элемента с оребрённой проточной частью:

$$Nu = 0,418 N^{0,5} \mathrm{Re}^{0,43} \left(\frac{в}{d_{экв}} \right)^{0,40} \mathrm{Pr}^{0,43} \left(\frac{\mathrm{Pr}_{ж}}{\mathrm{Pr}_{ст}} \right)^{0,25} = 0,418 \left(75,5\right)^{0,5} \left(831\right)^{0,43} \cdot \left(1,12\right)^{0,40}$$

$$\cdot \left(135,5\right)^{0,43} \cdot 1,66^{0,25} = 645,4,$$

где $в$ – расстояние между ребрами в средней части длины диффузора.

Требуемая площадь поверхности теплообмена:

$$F = \frac{Q}{K \Delta t_{ср}} = \frac{41300}{859.8 \cdot 47.5} = 1.01 \text{ м}^2$$

Тогда длина теплообменника $L = \frac{F}{f} l = \frac{1.01}{0.0826} \cdot 0.165 = 2.0$ м.

Проведём оценку тепловой эффективности по методике, предложенной М.В. Кирпичевой и Глазером, при единичном температурном напоре $\left(\Delta t = 1\right)$ [2].

Таблица

Оценка энергетической эффективности теплообменных устройств типа «труба в трубе» с вращающейся поверхностью «конфузор-диффузор»

Тип теплообменника «конфузор-диффузор»	Количество переданного тепла Q, Вт	Затраты энергии N, Вт	Энергетический коэффициент E
с криволинейными стенками и оребренной проточной частью	1119.6	0.021	53314
с криволинейными стенками	1039	0.022	47227
с прямыми стенками	1011.8	0.044	22996

На рис. 3 представлена модернизированная схема технологического процесса нагрева и осушки трансформаторного масла.

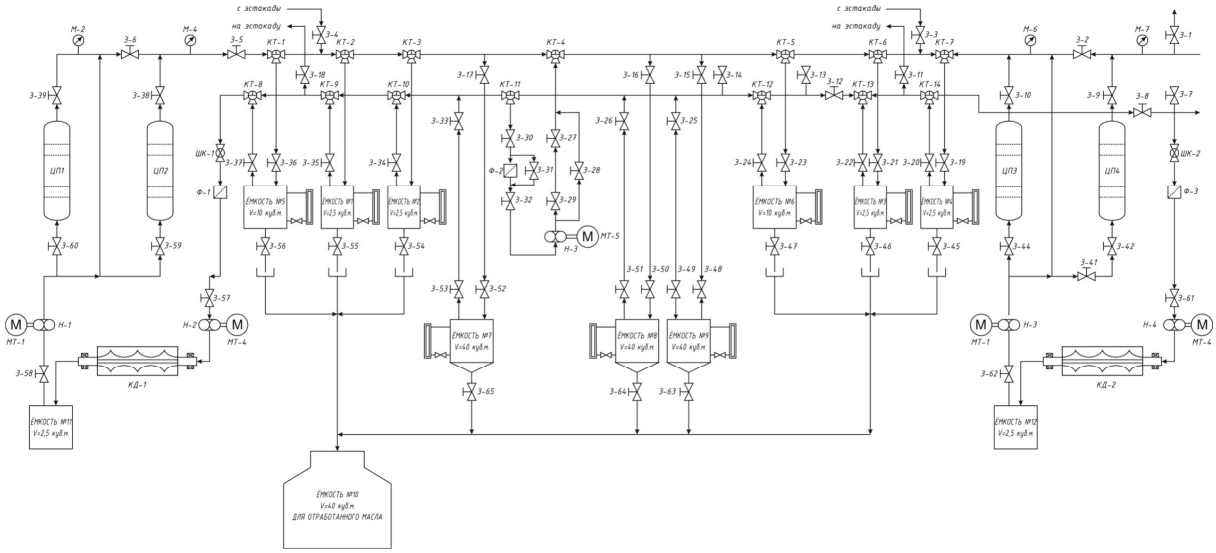


Рис. 3. Модернизированная схема технологического процесса нагрева и осушки трансформаторного масла

Экономический эффект от внедрения теплообменных устройств типа «труба в трубе» с вращающимся оребренным криволинейным теплообменным элементом «конфузор-диффузор» составит порядка 420000 рублей, срок окупаемости (без учета дисконтирования) составит не более двух лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На базе проведенных расчетов предложено техническое решение по модернизации узла нагрева трансформаторного масла в системе маслохозяйства ОАО «Казаньоргсинтез». Годовой экономический эффект от предложенного технического решения, заключающегося в замене системы нагрева трансформаторного масла электронагревателями на систему с использованием теплообменного устройства типа «труба в трубе с вращающейся поверхностью «конфузор-диффузор», составит в среднем 420000 рублей, срок окупаемости – 1,5 года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Золотоносов А.Я., Золотоносов Я.Д., Теплообмен в аппарате типа «труба в трубе» с вращающейся теплообменной поверхностью «конфузор-диффузор» и оребренной проточной частью // Известия КазГАСУ, 2010, № 1 (13). – С. 194-205.
2. Антуфьев В.М. Эффективность различных форм конвективных поверхностей нагрева. – М.: Энергия, 1966. – 256 с.

REFERENCES

1. Zolotonosov A.Y., Zolotonosov Ya.D., Heat exchange in the type device «pipe in pipe» with rotating heat-exchange surface confusor-diffusor and ribbed the flowing part. //Izvestija KGASU, 2010, № 1 (13). – P. 194-205.
2. Antufiev V.M. Effectiveness of various forms of convective heating surfaces. – Moscow: Energiya, 1966. – 256 p.

УДК 697.1(107,697.03:5(107)
Мусаев А.М. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: posohin@kgasu.ru
Сафиуллин Р.Г. – кандидат технических наук, доцент
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ПУТИ БЕЗДЫМНОГО СЖИГАНИЯ СБРОСНЫХ ГАЗОВ С ПЕРЕВОДОМ ЧАСТИ ФАКЕЛЬНОГО ТЕПЛА В ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются нововведения в систему бездымного факельного сжигания сбросных газов и возможности преобразования факельного тепла в электричество.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: экология, энергосбережение, Бунзеновские факела, гетерогенные процессы, диффузное смешение, ЭДС, электричество.

Musaev A.M. – candidate of technical sciences, associate professor
Safiullin R.G. – candidate of technical sciences, associate professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

THE WAYS OF SMOKELESS FLARING OF WASTE GASES WITH TRANSFER OF TORCH HEAT INTO ELECTRICITY

ABSTRACT

The innovations in the system of smokeless flaring of waste gases and the possibility of transforming the torch heat into electricity are considered.

KEYWORDS: ecology, energy saving, Bunsen flame, heterogeneous processes, diffuse mixing, EMF, electricity.

В нефтеперерабатывающей, химической и нефтехимической промышленности при аварийных сбросах и ремонте технологического оборудования выбор факельных установок осуществляется по отработанным десятилетиями каталогам, не учитывая современные требования по сокращению узлов выбросов и совершенствованию оставленных в эксплуатации [1]. В основном эксплуатируемые производствами факельные установки используют диффузионный режим с привлечением первичного объема воздуха (α') эжекционными способами за счет кинетической энергии самого сбросного газа. Эти способы нашли применение в периоды 1970-1976 годы и по настоящее время [2, 3].

В последние годы появляются предложения по сжиганию сбросных газов спутного типа, делящих газовый поток на отдельные струи, в которые спутно подсасываются потоки воздуха из атмосферы и частично за счет рециркуляции путем установки плохообтекаемых тел [4]. Общим недостатком этих систем является то, что при залповых выбросах в среде плотной газовой струи процесс диффузии замедляется, выбросы сгорают в гетерогенном режиме.

Предлагаемое устройство является модульным и направлено на повышение эффективности сжигания сбросных газов в открытой атмосфере, снижение выбросов в атмосферу вредных продуктов неполного сгорания и преобразования факельного тепла в электричество.

Схема предлагаемого модуля показана на рис. 1. В устройстве для принудительного сжигания сбросных газов, содержащем трубу Вентури с установленной в ней соосно газоподводящей трубой с конусным выходом, согласно изобретения газоподводящая труба снабжена раструбом, перекрывающим горловину трубы Вентури, на раструб установлен конус с рассечками. Труба Вентури выполнена двустенной, полой, основанием установлена на вентиляционный тор-короб, соединенный с распределительными трубами вентиляционного коллектора. Внутренняя стенка трубы Вентури выполнена также с рассечками, смещенными относительно рассечек конуса газоподающей трубы по принципу гребенки [5]. Площадь рассечек на конусе равна площади сечения газоподающей трубы, а общая площадь рассечек на внутренней поверхности трубы Вентури должна быть достаточной для подачи расчетного объема воздуха.

На верхнем торце трубы Вентури установлено жаростойкое кольцо 5. По периметру трубы Вентури 4 расположены дежурные факелы 6. Труба Вентури в своей нижней части опирается основанием кольцевым зазором на вентиляционный тор-короб 7, соединенный с распределительными трубами 8, подающими воздух от вентиляционного коллектора 9 с нижней части установки.

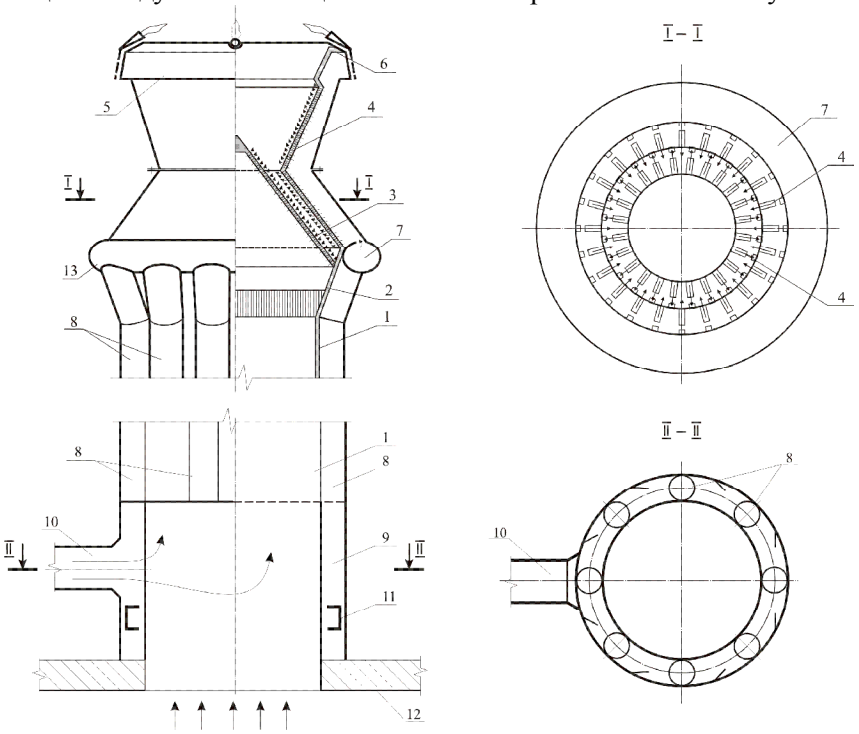


Рис. 1. Факельное устройство принудительного сжигания сбросных газов:
1 – газоподводящая труба; 2 – раструб; 3 – конус с рассечками;
4 – труба Вентури двустенная, внутренняя стенка с рассечками по образу рассечек в конусе;
5 – жаростойкое кольцо; 6 – дежурные факелы; 7 – вентиляционный тор-короб;
8 – распределительные трубы воздуха; 9 – вентиляционный коллектор;
10 – патрубок подсоединения тягодутьевой установки; 11 – регулируемые створки;
12 – установочная платформа; 13 – огнепреградитель

Вентиляционный коллектор оснащен нормально открытыми створками и патрубком для подключения тягодутьевой установки. Створки 11 коллектора 9 предназначены для создания естественной тяги и при работе устройства в расчетном (штатном) режиме открыты. При включении тягодутьевой установки (аварийный случай) створки 11 под давлением воздуха закрываются, турбулизированный газовоздушный поток выбрасывается в верхнюю часть трубы Вентури, где находятся дежурные факелы 6. Масса турбулизированной газовоздушной смеси воспламеняется по всему объему и горит в начальном кинетическом режиме, так как отсутствует центральный жестко сформированный центр факела. Зная сочетание приблизительного состава газа и воздуха, можно регулировать первичный объем воздуха (α') тягодутьевой установкой.

Таким образом создаются условия для регулирования подвода воздуха в основание газового факела и турбулизирования его во всем объеме, не оставляя зон для гетерогенных процессов при сжигании большого объема газа в диффузионном режиме. Предлагаемое устройство позволяет в значительной мере повысить эффективность сжигания сбросных газов в режиме Бунзеновского факела и снизить выброс в атмосферу продуктов неполного сгорания и канцерогенов.

Дальнейшая модернизация факельного оголовка позволяет сочетать сжигание сбросных газов в открытой атмосфере с частичной утилизацией тепловой энергии путем преобразования ее в электричество. Этому способствовали некоторые особенности конструкции устройства факела, позволившие смонтировать в оголовке модернизированный термоэлектрический генератор. Тем не менее, первичным фактором являлась стабильность и полнота сжигания газовых выбросов в коротких факелах (рис. 2).

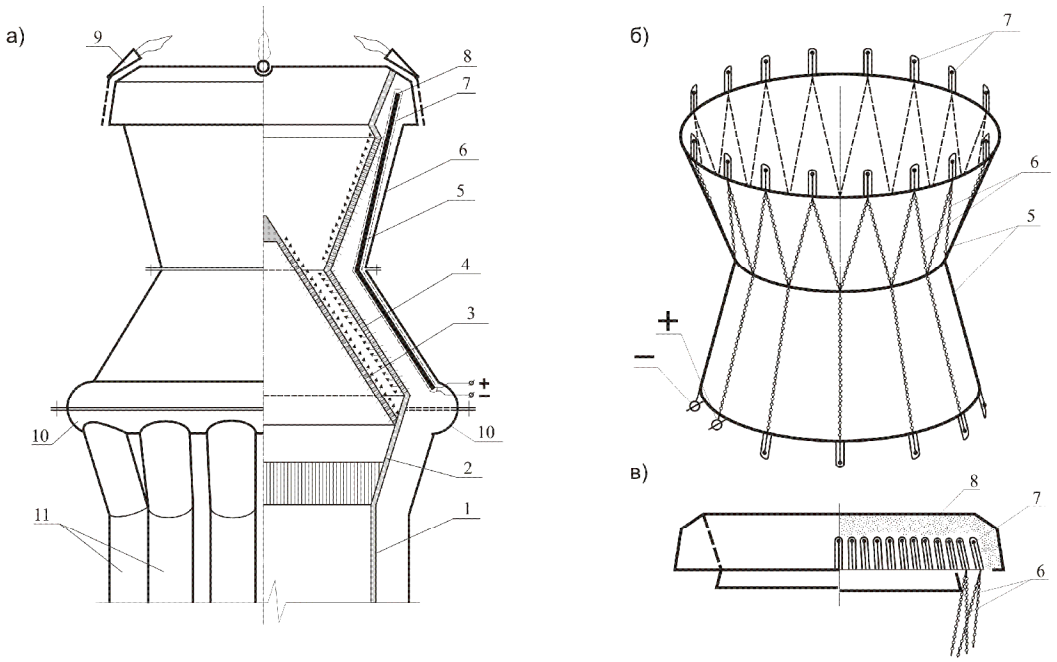


Рис. 2. Модуль преобразования факельного тепла в электричество:
1 – труба сбросного газа; 2 – раструб, перекрывающий основание трубы Вентури;
3 – конус с рассечками; 4 – труба Вентури с рассечками; 5 – корзина из пористого вспененного стекла;
6 – проводники термопар; 7 – изолированные горячие спаи; 8 – жаростойкое полое кольцо;
9 – дежурные факелы; 10 – вентиляционный тор-короб; 11 – распределительные вентиляционные трубы

Предлагаемая модель имеет целью утилизацию тепловой энергии с преобразованием ее в электричество [6]. Наиболее близкими к ней по технической сущности и достигаемому эффекту являются устройства на основе термоэлектрических преобразователей тепла в электричество, использующих эффект возникновения напряжения на стыке двух различных металлов – «эффект Зеебека». Напряжение в этом случае пропорционально разности температур между горячими и холодными спаями «термопары». Массив последовательно соединенных термопар известен как «термобатарея».

Однако опыт использования термобатарей для выработки электроэнергии на промышленных объектах до сих пор практически отсутствует, хотя термопары широко используются для измерения неэлектрических величин в устройствах автоматического контроля. Это можно объяснить тем, что «эффект Зеебека» при преобразовании тепла в электричество требует значительных затрат тепловой энергии при весьма низкой эффективности работы отдельно взятых стыков двух различных металлов. При вынужденном сжигании сбросных газов тепло, выбрасываемое в открытую атмосферу, неисчерпаемо велико. Его количество не может быть критерием, ограничивающим любые опытные работы по возврату хотя бы части этих колоссальных тепловых потерь.

В настоящее время существует достаточное число апробированных систем термопар, и их использование определяется производственной необходимостью и заявленной нагрузкой потребления [7]. На рис. 2 б показана схема расположения на монтажной корзине одной из термобатарей с выводом полюсов на сборные шины. Верхние спаи выводятся в зону высоких температур в термостойкое кольцо, нижние холодные спаи опускаются в зону интенсивного обдувания воздухом из тора-короба.

В верхней части трубы Вентури установлено полое термостойкое кольцо, внутренняя полость которого заполнена шамотной глиной, в которую затоплены фарфоровые «пробирки» с изолированными горячими спаями. Вывод разнородных проводников осуществляется раздельно по отдельным батареям на нижнюю монтажную корзину.

Внутри трубы Вентури 4 в двустенной зоне смонтирована корзина 5 из пористого вспененного стекла, на внешней поверхности которой смонтированы изолированные проводники термопар 6 (рис. 2 в). Холодные спаи опускаются до внутренней полости вентиляционного тор-короба 10 и постоянно обдуваются подаваемым воздухом, что обеспечивает высокую разность

температур между горячими и холодными узлами и, соответственно, пропорциональное ей высокое напряжение и электродвижущую силу (ЭДС) установки.

По мере установления устойчивого горения факела термостойкое кольцо 7 нагревается до высоких температур (> 800 °С), так же, как и горячие спаи термопар, находящиеся в фарфоровых изоляторах и защитном слое шамотной глины. Проводники разной полярности, последовательно собранные в цепь каждой термобатареи, передают ЭДС от холодных спаев на сборные шины. Таким образом, предлагаемое устройство – модуль преобразования выбрасываемого в атмосферу факельного тепла в электричество – позволяет частично утилизировать и возвращать в производство в виде электричества тепловую энергию от сжигания сбросных газов в открытой атмосфере. При этом повышается эффективность сжигания и снижаются выбросы в атмосферу продуктов неполного сгорания.

Заключение

Предложено техническое решение по бездымному сжиганию углеводородных и сбросных газов в режиме принудительного бунзеновского факела, решающее вопросы экологии и сокращения выбросов и эмиссии парниковых газов. Конструктивные особенности разработанного факельного оголовка позволяют монтировать термоэлектрические генераторы, позволяющие преобразовывать факельное тепло в электричество.

На основе модульных факельных установок могут формироваться инновационные проекты по использованию сбросного факельного тепла с переводом их в категорию возобновляемых источников энергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ООО Нефтехиммаш – ТТО (каталог факелов). http://tto.webzone.ru/ranalog-fakelow.
2. Изобретение Франция № 2304856, кл. F23G7/00, 1976.
3. Патент США № 3954386, Кл. 431/285, МПК F23G9/00, 1976.
4. http://www.technotecs.ru/fakel-tech.
5. Патент РФ № 2387927. Мусаев А.М., Немов В.Г. Устройство для принудительного сжигания сбросных газов. 27.04.2010.
6. Заявка № 2010140779/07 (058464) от 05.10.2010. Мусаев А.М. Модуль преобразования выбрасываемого в атмосферу факельного тепла в электричество.
7. Термопреобразователи сопротивления. ГОСТ 6651-94. Общие технические требования и методы испытаний; ГОСТ 6616-94. Общие технические условия, а также рекомендации по правильному выбору термопреобразователей, их установке, подключению и обслуживанию.

REFERENCES

1. Neftehimmash Ltd. - TTO (torches catalogue). ttp://tto.webzone.ru/ranalog-fakelow.
2. Invention France № 2304856, kl. F23G7/00, 1976.
3. U.S. patent number 3954386, Cl. 431/285, IPC F23G9/00, 1976.
4. http://www.technotecs.ru/fakel-tech.
5. Patent RF № 2387927. Musaev A.M., Nemov V.G. A device for the forced combustion of waste gases. 04/27/2010.
6. Application № 2010140779/07 (058464) on 5/10/2010. Musaev A.M. A module for converting emitted into the atmosphere torch heat into electricity
7. Resistance thermometers. GOST 6651-94. General technical requirements and test methods; GOST 6616-94. General specifications. Recommendations for proper selection of thermocouples, their installation, connection and maintenance.

УДК 697.922
Посохин В.Н. – доктор технических наук, профессор
E-mail: posohin@kgasu.ru
Кареева Ю.Р. – аспирант
E-mail: kareeva_87@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОСКОЙ СТРУИ В ТУПИКАХ РАЗНОЙ ДЛИНЫ ПРИ СООСНОМ РАСПОЛОЖЕНИИ ПРИТОЧНОГО И ВЫТЯЖНОГО ОТВЕРСТИЙ

АННОТАЦИЯ
Численно решается задача о плоской турбулентной струе в тупике, оба торца которого заглушены. Приточное и вытяжное отверстия расположены соосно в противоположных торцах. Рассмотрены течения в тупиках разной длины.
КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: численный метод, плоская струя, тупики разной длины.

Posohin V.N. – doctor of technical sciences, professor
Kareeva U.R. – post-graduate student
Kazan State University of Architecture and Engineering

NUMERICAL INVESTIGATION OF PLANE JET IN DEAD-ENDS OF DIFFERENT LENGTH AT AXIAL ALIGNED OF INFLOW AND OYTFLOW HOLES

ABSTRACT
The problem about plane turbulent jet in the dead-end, both ends of which are closed, numerically is being solved. Inflow and outflow holes are axial aligned at opposite ends. Flows in dead-ends of different length were considered.
KEYWORDS: numerical method**,** plane jet, impasse, dead-end with different length.

Характеристики стесненной струи в тупике зависят от расположения приточного и вытяжного отверстий, а также от длины тупика. В известных работах [1, 2] рассматривается течение в тупике, один конец которого заглушен, а второй свободен. Воздух подается со стороны открытого торца и удаляется через него же. По умолчанию предполагается, что сток воздуха находится далеко за пределами тупика и не оказывает заметного влияния на движение в тупике. В этой статье рассматривается течение в тупике, оба торца которого заглушены, приточное и вытяжное отверстия расположены соосно в противолежащих торцах. Тупики одинаковой высоты $2H = 0{,}34\ м$ имеют разную длину: «длинный» тупик $l = 2{,}52;\ l/H = 14{,}82$; «средний» тупик $l = 0{,}82;\ l/H = 4{,}82$; «короткий» тупик $l = 0{,}5;\ l/H = 2{,}94$.

Условия истечения струи во всех случаях одинаковы: начальная скорость $u_0 = 52{,}9 м/с$, полуширина приточной щели равна полуширине стока $b_0 = B_0 = 0{,}0015 м.$

Картины симметричных половин течений для всех тупиков показаны на рис. 1. Форма линий тока определена с помощью CFD комплекса Fluent. При этом использована стандартная модель турбулентности $k-e$ (k – кинетическая энергия турбулентных пульсаций; e – удельная диссипация турбулентной энергии). Приняты также стандартные граничные условия, предлагаемые программой.

Течение в «длинном» тупике (рис. 1а) делится на несколько характерных зон. Первая – это собственно струя, толщина которой увеличивается до некоторого характерного сечения $x_1 \approx 2H$. Далее следует зона разворота, где формируется обратный поток, который питает саму струю. За пределом дальнодействия струи формируется равномерное течение, скорость которого определяется интенсивностью стока и равна $u_0 \frac{B_0}{H_0}$. Следуя Г.Н. Абрамовичу [3], можно предположить, что и в зоне разворота струи, и в обратном потоке, и за пределом дальнодействия струи течение подчиняется законам потенциального движения идеальной жидкости.

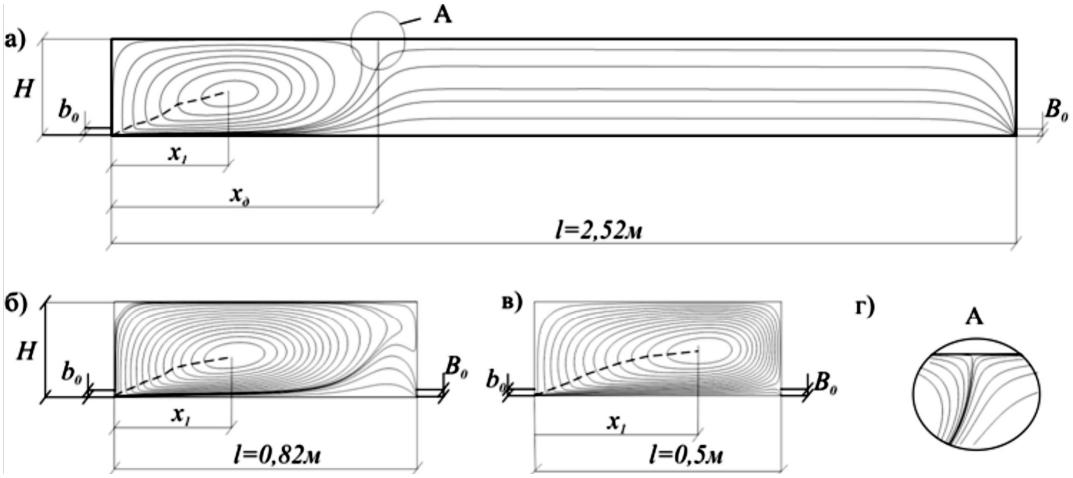


Рис. 1

Течения в «среднем» и «коротком» тупиках схожи (рис. 1 б, в). Здесь дальнобойность струи определяется длиной тупиков, течения представляют собой одну циркуляционную зону: струя – зона разворота – обратный поток.

Приведем далее результаты численного определения основных характеристик течений.

На рис. 2 представлены результаты вычислений относительных осевых скоростей в стесненных струях $\overline{u_x} = \frac{u}{u_0}\sqrt{\frac{H}{b_0}}$, $\bar{x} = \frac{x}{H}$. Там же нанесена расчетная кривая для осевой скорости свободной струи

$$u_x^{св} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt[4]{p\,c}}\sqrt{\frac{I_0}{lr}}\frac{1}{\sqrt{x}},\quad \overline{u}_x^{св} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt[4]{p\,c}}\frac{1}{\sqrt{\bar{x}}},$$

где $I_0 / l = r u_0^2 b_0$ – половина начального импульса струи на единицу длины приточной щели; r - плотность воздуха; c – экспериментальная константа *(c=0,082)*.

До сечения $\bar{x} \approx 2$ осевые скорости стесненных и свободной струй практически совпадают. Далее начинается зона разворота и осевые скорости стесненных струй быстро падают до некоторого минимального значения, которое приблизительно определяет дальнобойность струй. В частности для «короткого» тупика $\overline{u_x} = 1{,}41$ при $\bar{x} = 2{,}88$; для «среднего тупика» $\overline{u_x} = 0{,}58$ при $\bar{x} = 4{,}82$. После чего скорости резко возрастают до значения $\overline{u_x} = \sqrt{\frac{H}{B_0}}$ в сечении, где расположен сток. В «длинном» тупике осевая скорость монотонно уменьшается, достигая значения $u_0\frac{B_0}{H_0}$ при при $\bar{x} = 4{,}7$ и остается постоянной вплоть до конца тупика, где она также резко возрастает до значения $\overline{u_x} = \sqrt{\frac{H}{B_0}}$.

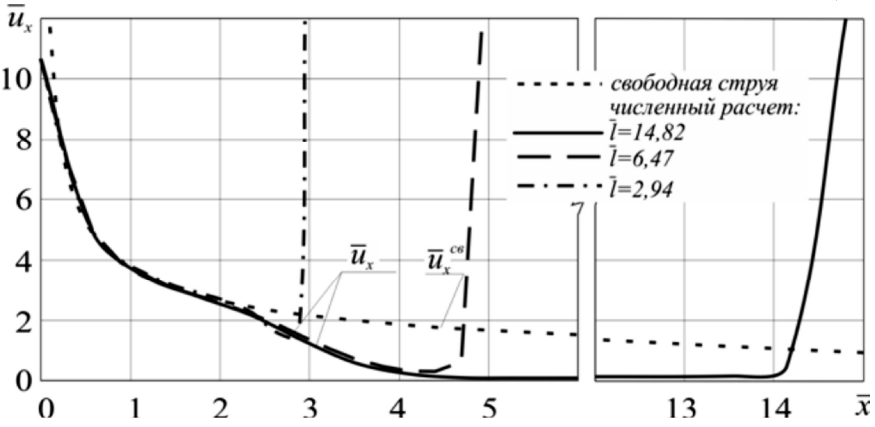


Рис. 2

Как видно на рис. 1г в этом случае за дальнобойность уместнее принять координату, где скорость обратного потока равна нулю. Тогда $\overline{x_д} = 4{,}82$.

На рис. 3 приведены результаты вычислений относительных максимальных скоростей в пристенном пограничном слое обратного потока $\overline{u_x}^{обр}$.

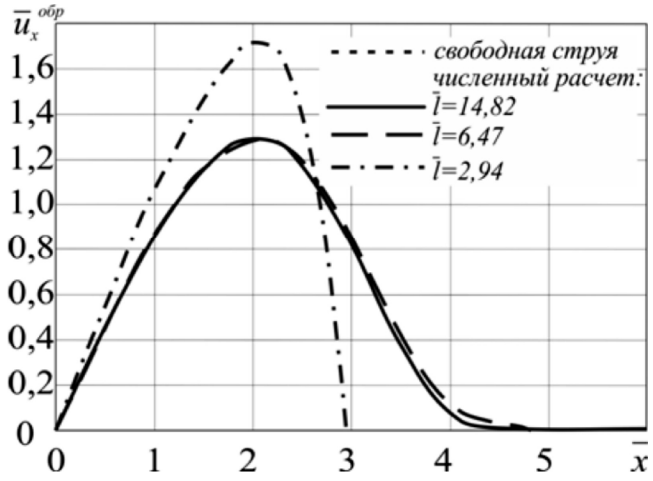


Рис. 3

Для всех тупиков в сечении $\overline{x} \approx 2$ значение $\overline{u_x}^{обр}$ достигает максимума. Это подтверждает, что толщина обратного потока здесь минимальна. Далее следует зона разворота, где $\overline{u_x}^{обр}$ резко уменьшается до нуля, фиксируя тем самым дальнобойность струи. Для «короткого» тупика $\overline{x}_д = 2{,}94$; для «среднего» и «длинного» $\overline{x}_д = 4{,}82$.

Итак, дальнобойность струи в «коротком» тупике практически равна его длине, а дальнобойность струи в «длинном» тупике равна длине «среднего» тупика.

На рис. 4 приведены расчетные профили продольной компоненты скорости. Там же по нулевым значениям этой компоненты нанесены границы, разделяющие прямой и обратный потоки.

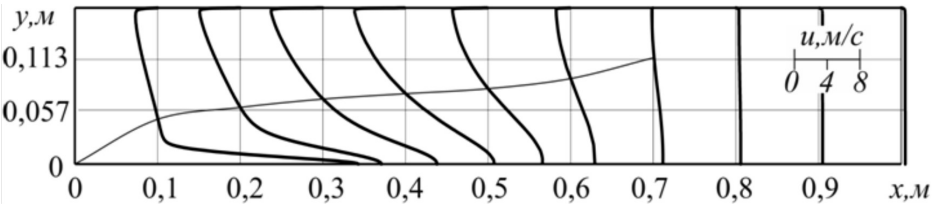


Рис. 4

Обработка этих вычислений показала, что профили не подобны и не описываются экспоненциальной формулой типа принятой в работах [1, 2].

На рис. 5 приведены результаты вычисления относительных расходов воздуха в поперечных сечениях струй, $\overline{L_x} = \sqrt{\dfrac{L}{I_0 H / r}}$. Там же нанесена кривая для свободной струи, построенная по формуле

$$L_x = \sqrt[4]{p}\sqrt{c}\sqrt{\frac{I_0}{r}}\sqrt{x},\ \ \overline{L}_x = \sqrt[4]{p}\sqrt{c}\sqrt{\overline{x}}.$$

До сечения $\overline{x} \approx 2$ расходы возрастают, принимая некоторое максимальное значение, которое тем больше, чем короче тупик. Расходы увеличиваются примерно так же, как и в свободной струе.

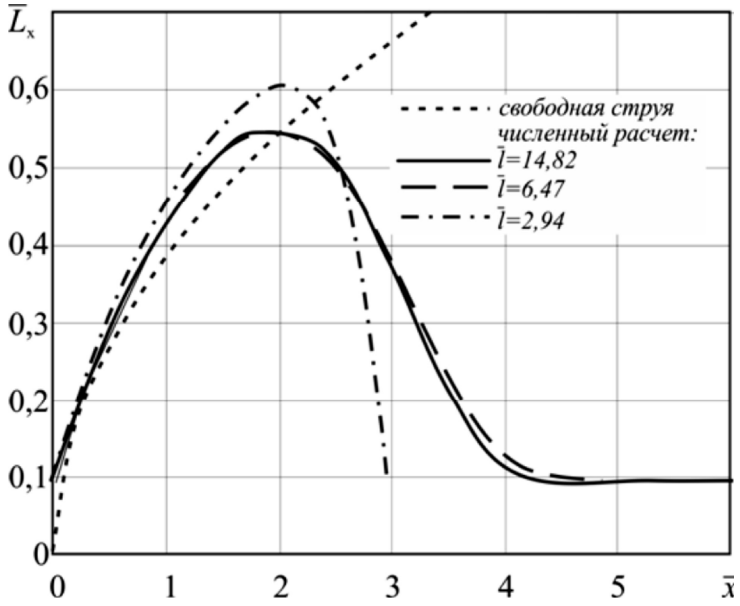


Рис. 5

Далее расходы уменьшаются до значения $\overline{L_0}$ при $\bar{x} = \bar{x}_o$. Темп падения расходов тем медленнее, чем длиннее тупик.

На рис. 6 показано как изменяется средняя по сечению струй относительная скорость $\overline{u_x}^{cp}$. Аналогичная величина для свободной струи определялась из выражения

$$u_x^{cp} = \frac{L_x}{y_{гр}}, \quad \bar{u}_x^{cp} = \frac{\bar{L}_x}{\bar{y}_{гр}},$$

где $y_{гр}$ – полуширина стесненной струи.

Алгоритм изменения средней скорости примерно такой же, как и у осевой. Важно однако заметить, что средние скорости в струях стесненной и свободной изменяются совершенно по-разному. Но и здесь также максимум средней скорости для всех тупиков достигается при $\bar{x} \approx 2$.

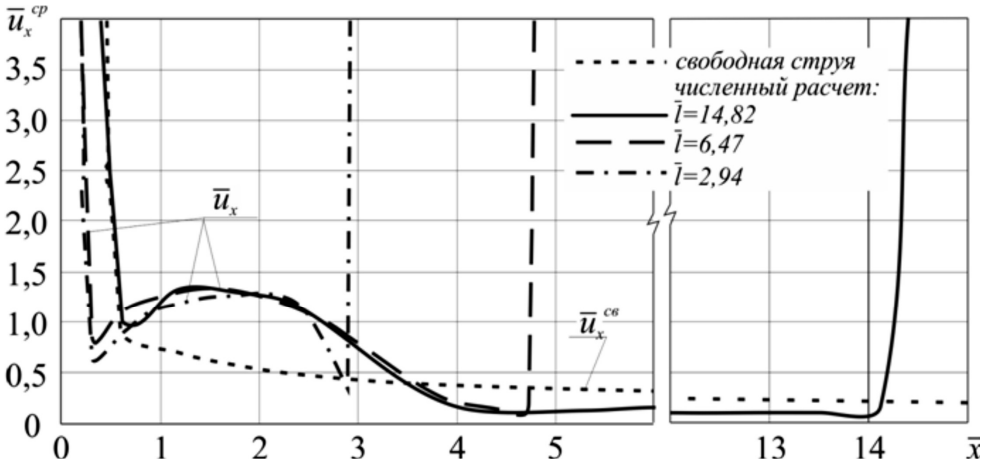


Рис. 6

Изменение средней скорости в обратном потоке иллюстрируется рисунком 7, качественно повторяющим закономерности изменения максимальной скорости в обратном потоке.

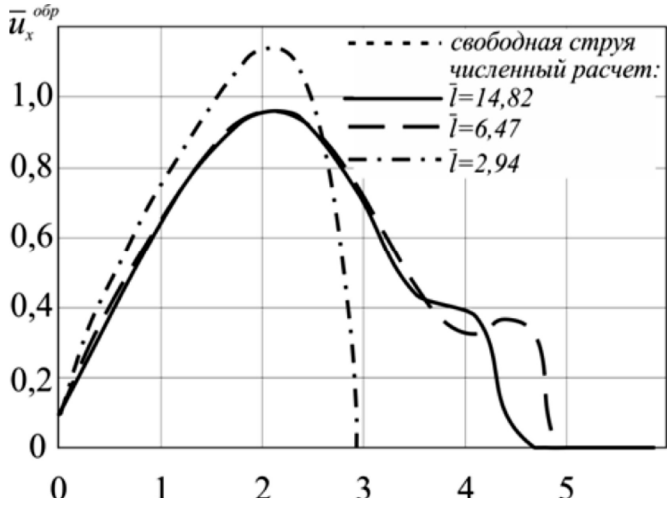


Рис. 7.

Заключение

1. Впервые численно определены характеристики течения, индуцированного струей в тупике, оба конца которого заглушены; приточные и вытяжные отверстия расположены соосно в противоположных торцах.
2. Полученные результаты позволят расширить возможности расчета воздухораспределения в помещениях с сосредоточенной подачей воздуха.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарнопольский М.Д. Общее движение воздуха в вентилируемом помещении при струйной подаче (плоская задача). //В сб. трудов НИИ Сантехники «Кондиционирование воздуха. Сб. 18». – М.: Стройиздат, 1966. – С. 179-185.
2. Бахарев В.А., Трояновский В.Н. Основы проектирования и расчета отопления и вентиляции с сосредоточенным выпуском воздуха. – М.: Профиздат, 1958. – 215 с.
3. Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй. – М.: Физматгиз, 1960. – 715 с.

REFERENCES

1. Tarnopolskiy M.D. The general movement of air in the ventilated room with jet supplying. In the book of works NII Santehniki «The air conditioning. B. 18». – M.: Stroyizdat, 1966. – P. 179-185.
2. Baharev V.A., Troyanovskiy V.N. The basis of the engeneering and calculation of ventilation and heating with the concentration air output. – M.: Profizdat, 1958. – 215 p.
3. Abramovich G.N. The theory of turbulent jets. – M.: Fizmatgiz, 1960. – 715 p.

УДК 628.33
Адельшин А.А. – кандидат технических наук, доцент
Адельшин А.Б. – доктор технических наук, профессор
E-mail:a566pm@rambler.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ПИЛОТНАЯ УСТАНОВКА ОЧИСТКИ НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАКРУЧЕННЫХ ПОТОКОВ[1]

АННОТАЦИЯ

В статье представлены технологические и технические решения пилотной установки очистки нефтепромысловых сточных вод (НСВ) на основе применения закрученных потоков, которая может быть использована при исследованиях, модернизации, совершенствовании существующих и разработке новых установок очистки НСВ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: нефтепромысловые сточные воды, установка, гидроциклоны, сливные камеры, закрученный поток, отстаивание, очистка воды, моделирование, коалесценция, гидродинамика.

Adelshin A.A. – candidate of technical sciences, associate professor
Adelshin A.B. – doctor of technical sciences, professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

PILOT CLEANING PLANT OF OIL-FIELD SEWAGE ON THE BASIS OF SWIRLING FLOWS

ABSTRACT

In the article technological and technical resolutions of oil-field sewage (OFS). Pilot cleaning plant on the basis of swirling flows usage are given, which may be used during researches, mechanizations, perfect of current and development of new oil-field sewage (OFS) cleaning plant.

KEYWORDS: oil polluted waste, plant, hydrocyclones, drain chambers, swirling flow settling water purification, modeling, coalescence, hydrodinamics.

Очистка нефтепромысловых сточных вод (НСВ) с использованием закрученных потоков предполагает эффективное осуществление всех стадий механизма разрушения, очистки НСВ: предварительное разрушение бронирующих оболочек на каплях нефти, укрупнение и уменьшение полидисперсности капель нефти за счет гидродинамической обработки исходной НСВ в закрученных потоках гидроциклона, цилиндрических камер сливов гидроциклона и ее последующей очистки в объеме подвижной инвестирующей гидрофобной контактной массы высококонцентрированной по нефти и отстаивания, далее обработки в гидродинамических саморегенерирующих коалесцирующих фильтрах (насадках) с гидрофобной крупнозернистой загрузкой и ее последующей очистки отстаиванием. При этом основным направлением в решении проблем интенсификации и совершенствования процессов очистки НСВ является создание новых аппаратов и установок, обеспечивающих наиболее полное и быстрое снижение агрегативной и кинетической устойчивости НСВ путем, главным образом, разрушения бронирующих оболочек капель нефти, их коалесценции.

Для исследований процессов гидродинамики, коалесценции капель нефти и в целом разрушения очистки НСВ разработана, изготовлена и смонтирована экспериментальная установка (рис. 1.1, 1.2), состоящая из следующих узлов: гидроциклон 1, цилиндрическая камера нижнего слива 2, цилиндрическая камера верхнего слива 3, емкость исходной воды 4, центробежный насос 5, отстойник 6, дозирующее устройство 7, а также узлов дисперсного анализа I, II, III, контрольно-измерительных приборов, запорно-регулирующей арматуры.

[1] Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ, ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России». ГК № П1362 от 11.06.2010.

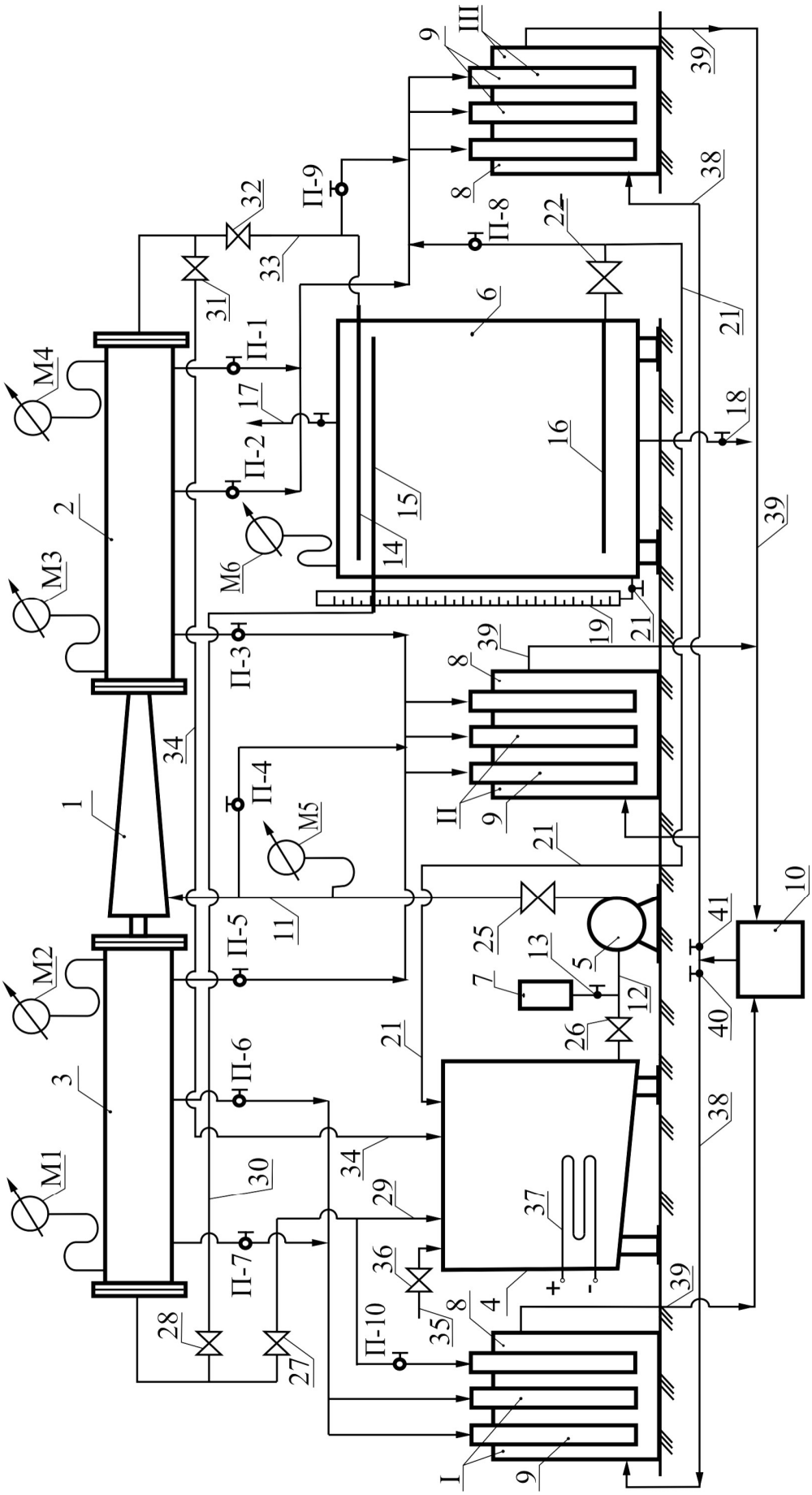


Рис. 1.1. Принципиальная схема пилотной установки

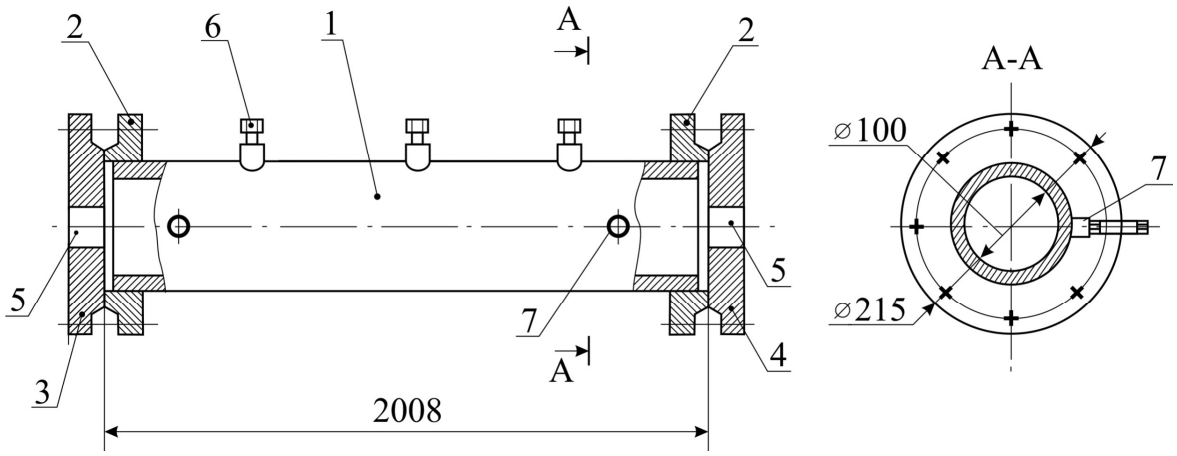


Рис. 1.2. Конструкция камер верхнего и нижнего сливов гидроциклона

Гидроциклон 1 в комплекте с насадками, стальной станочного изготовления, внутренняя поверхность покрыта эпоксидной смолой. Конструктивные параметры гидроциклона составляют диаметры: гидроциклона Д=75 мм, подающего патрубка $d_{вх}$=15 мм, верхнего слива $d_{всл}$=20 мм, нижнего слива $d_{н.сл.}$=18 мм; угол конусности α=5°, глубина погружения верхнего слива $h_п$=48 мм, высота цилиндрической части камеры $H_ц$=15 мм [1]. Гидроциклон дополнительно скомплектован насадками верхнего слива диаметрами 20,5; 21; 21,5; 22; 23; 24; 25; 26 мм и нижнего слива диаметрами 20; 22; 23; 24; 25; 26 мм.

Цилиндрические камеры 2 и 3 (рис. 1.1, 1.2) изготовлены из стальных бесшовных труб по ГОСТ 8732-78 диаметром 100 мм (108х4), длиной 2 м, внутренняя поверхность покрыта эпоксидной смолой. На концах камер (см. рис. 1.2) установлены фланцы 2 и фланцевые заглушки 3, 4 с отверстиями 5.

Камеры 2 и 3 оборудованы (см. рис. 1.1) пробоотборниками диаметром 15 мм с вентилями П-1, П3, П-5, П-7, установленными на расстоянии 70 мм от начала и конца камер и пробоотборниками с вентилями П-2, П-6 на расстоянии 1000 мм; П-9, П-10 на выходе из камер 2 и 3, П-8 - на выходе из отстойника, а также манометрами М1, М2, М3, М4, установленными на расстоянии 200 мм от начала и конца камер 2 и 3, и манометром М5 на напорном трубопроводе 11 насоса 5 и манометром Мб на отстойнике 6.

Емкость исходной воды 4 размерами 1040х1020х800 мм, внутренняя поверхность покрыта эпоксидной смолой, оборудована тентом 37, служит для накопления необходимого количества воды при опытах (см. рис. 1.1).

Центробежный насос 5 производительностью до 10 $м^3$/ч, напором до 6 $кгс/см^2$, при числе оборотов в минуту 2500. На всасывающем трубопроводе 12 насоса 5 установлено устройство для дозирования 7 через шаровой кран 13. Дозирующее устройство 7 представляет собой градуированный по объему (в миллиметрах) термостатируемый прозрачный сосуд высотой 250 мм, диаметром 100 мм, служит для дозированного ввода раствора (импульсного ввода индикатора) или нефти в исходную воду, подаваемую насосом 5 из емкости 4 в гидроциклон 1. Насос выполняет также функцию диспергатора нефти в воде.

Отстойник 6 напорный, герметичный (см. рис. 1.1) изготовлен из стальной трубы по ГОСТ 10706-76 диаметром 800 мм, длиной 1250 мм, внутренняя поверхность покрыта эпоксидной смолой. Отстойник 6 оборудован: двумя люками диаметром 200 мм для профилактического осмотра внутренних коммуникаций в полости его; трубчатыми перфорированными распределителями потоков из нижнего слива 14 и из верхнего слива 15; трубчатым перфорированным устройством 16 для сбора воды; патрубками 17 и 18 с вентилями диаметром 25 мм, соответственно, для удаления воздуха, уловленной нефти и опорожнения отстойника 6; мерным стеклом 19 с миллиметровой градуировкой по высоте и с вентилем 20; водоотводящим трубопроводом 21 с задвижкой 22.

Каждый из трех узлов дисперсного анализа (I, II, III) состоит из водяной бани 8 и не менее трех цилиндров Спильнера 9, изготовленных из стекла диаметром 45 мм и высотой 450 мм. Водяные бани соединены с регулируемым термостатом 10 – водонагревателем типа «Polaris Gamma-5»: (напряжение 220 В, мощность 5 кВт, производительность 4 л/мин, возможная температура воды на входе 20° С, на выходе 40° С, габаритные размеры 160х290х100 мм).

Водяные бани 8 изготовлены из листовой стали, покрыты эпоксидной смолой изнутри и снаружи, размерами каждая 650х210х580 мм с подающими снизу 38 диаметром 15 мм и отводящими сверху 39 диаметром 25 мм патрубками-трубопроводами.

В процессе исследований для измерения предусмотрены следующие оборудование и приборы: расход жидкости определяется объемным способом при помощи мерных цилиндров (ГОСТ 17770-74) и секундомера СОППР-2а-3-000 «Агат» 4282 (ГОСТ 5079) с погрешностью хода ±0,4 с. При измерении расхода жидкости предусмотрено не менее трех замеров. Общий расход жидкости установки по схеме «гидроциклон – камеры сливов – отстойник» определяется как сумма расходов через камеры нижнего и верхнего сливов и проверяется на выходе из отстойника.

Измерение давления на входе в гидроциклон, на выходе сливов гидроциклона (т.е. в начале камер сливов), на выходе камер верхнего и нижнего сливов, в отстойнике осуществляется образцовыми манометрами типа МО модели 11202 верхним пределом измерения 1,0 МПа (10 кгс/см^2), класс точности 0,4.

Температура жидкости измеряется ртутным термометром (ГОСТ 823-73) с ценой деления 0,1°С. Плотность воды и нефти измеряется при помощи ареометров АОН-1 (ГОСТ 18481-81) ценой деления 0,001 г/см^2. Вязкость воды и нефти определяется по ГОСТ 33-66 капиллярными вискозиметрами (ГОСТ 10028-81). Поверхностное натяжение определяется с помощью прибора Ребиндера и точностью 0,1÷0,5 %.

В экспериментах по исследованию процессов гидродинамики модели установки БГКО (блок гидроциклон – камеры сливов – отстойник) в качестве индикатора используется химически чистый хлористый натрий (NaC1). Концентрация индикатора в воде определяется с помощью кондуктометра типа АНИОН 4120 (сертификат Госстандарта RU.C.31.060.A9490, регистрационный №20802-01. Паспорт. Новосибирск, 2002 г.), изготовлен научно-производственным предприятием «Инфраспак-Аналит». Прибор обеспечивает: измерение удельной электрической проводимости в пределах от 0,001 до 100 мСм/см с погрешностью ±2,0 %; степени минерализации растворов в пересчете на хлористый натрий в пределах от 1 мг/л до 20 г/л с погрешностью ±5 %; автоматическую температурную компенсацию результатов измерений; вывод результатов измерений в единицах мг/л, мСм/см; цифрового представления результатов измерения.

В экспериментах по исследованию процессов коалесценции капель нефти и очистки НСВ определение содержания нефтепродуктов в воде производится экстрагированием нефтепродуктов растворителем толуол и с использованием фотометра-фотоэлектрических КФК-3 (БШ2.853.021 ПС), использованием УХЛ категории 4.2 по ГОСТ 15150-69, допускаемой абсолютной погрешности: при измерении коэффициента пропускания 0,5 %, а среднеквадратичного отклонения случайной составляющей – 0,15 %.

При создании пилотной установки для очистки НСВ с использованием закрученных потоков основной задачей ее моделирования стало максимальное приближение технологических, геометрических, гидродинамических, физико-химических параметров, условий модели и натурного объекта с учетом возможности технического осуществления эксперимента.

Для очистки НСВ на нефтепромыслах широкое применение получили напорные горизонтальные отстойники [2-6] на базе стандартных цилиндрических стальных емкостей объемом 50, 80, 100, 200 м, выпускаемые отечественной промышленностью в соответствии с ОСТ 26-02-376-78, которые могут быть рекомендованы для использования в качестве корпуса разработанных нами аппаратов, установок типа БГКО (блок гидроциклон камеры сливов – отстойник) при их конструировании [7].

Технология очистки НСВ на всех гидроциклонных установках типа БГО, БГС предусматривает предварительную гидродинамическую обработку исходной НСВ в гидроциклонах и последующее кратковременное отстаивание в течение 20-50 мин. в зависимости от типа НСВ [1, 8, 9].

Для увеличения времени гидродинамической обработки НСВ в закрученном потоке поле массовых и поверхностных сил разработаны различные технологические и технические решения установок очистки НСВ, включающие гидроциклон и цилиндрические камеры на верхнем и нижнем сливах гидроциклона (БГКО) [7]. При создании пилотной установки принята схема: «гидроциклон – цилиндрические камеры верхнего и нижнего сливов отстойник», а также принят напорный двухпродуктовый конический гидроциклон диаметром 75 мм, рекомендованный и примененный в составе промышленных установок типа БГО, БГС [1, 8, 9]. При этом масштаб линейных и угловых размеров гидроциклона в пилотной установке и в натурных условиях принят 1:1.

На верхнем и нижнем сливах гидроциклона предусмотрены цилиндрические камеры диаметрами 50, 80, 100 мм и длиной по 3 м для каждого диаметра (всего шесть камер). Длина камер должна обеспечивать структуру, свободное распространение и дальнобойность закрученных потоков, вытекающих из сливов гидроциклона, их свободный переход в осевое потенциальное течение, исключить влияние разрушающих частиц нефти, сил давления (прижатия) на плоскую торцевую стенку камер сливов,

В пилотной установке возможно поддержание давления на входе в гидроциклон в пределах 4-5 кгс/см^2, а противодавление на выходах (концах) камер верхнего и нижнего сливов ≈ 2 кгс/см^2 [1, 9], а геометрические и технологические параметры могут быть определены по формулам: $d_{вх}$=0,2Д, $d_{в.сл.}$=0,3Д, $d_{н.сл.}$=0,8$d_{в.сл.}$, $h_п$=0,5$d_{вх}$, $H_ц$=$d_{вх}$, α=3-5° и по методике, изложенной в работе [9], исходя из заданной производительности и создания режима движения НСВ в полости гидроциклона, характеризующегося числами Рейнольдса порядка 30000-40000 не менее и обеспечения максимальной дальнобойности закрученных потоков на сливах [1, 8, 9].

Анализ фактического материала и расчеты показывают, что среднее время пребывания НСВ в горизонтальных отстойниках для очистки девонских НСВ при производительности от 50 м^3/сут до 2000 м^3/сут составляет от 1,7 ч до 2,5 ч [1, 10]. В установках типа БГО, БГС для получения нормативного качества очищенной НСВ среднее время отстаивания составляет 20-50 мин. (не более 60 мин в зависимости от типа НСВ), а среднее время пребывания НСВ в отстойниках БГО, БГС (при производительности 3000, 5000 м^3/сут), как показали расчеты, составляет 30-60 мин. [1,8-10].

В работе отстойника в составе БГО, БГКО имеются существенные особенности, заключающиеся в том, что разделение эмульсии (НСВ) в полости отстойника происходит в зоне турбулентного перемешивания, всплыванием достаточно укрупнившихся в этой зоне капель нефти, переходом их в подвижный сплошной слой нефти; коалесценция в процессе разрушения (разделения, очистки) НСВ в установке типа БГО, БГКО совершенно необходима для получения высокого эффекта очистки [1].

С учетом вышеуказанных обстоятельств в модели отстойника пилотной установки и натурном отстойнике принято одинаковое время пребывания жидкости в зоне разделения (контактной очистки) при турбулентном перемешивании – 5-10 мин., при высоте модели 1250 мм, диаметре 800 мм и объеме 630 л.

В современных отстойных аппаратах, сконструированных на базе указанных выше емкостей, получили распространение трубчатые распределители, расположенные по сечению аппарата. Методика расчета таких распределительных устройств достаточно полно изложена в литературе [11-15].

Модель отстойника снабжена горизонтально расположенными в верхней зоне турбулентного перемешивания перфорированными трубчатыми распределителями нижнего и верхнего сливов с отверстиями с верхней стороны, которые расположены в шахматном порядке под углом 45° к вертикальной оси трубчатого распределителя, при этом распределитель нижнего слива расположен над распределителем верхнего слива. Суммарная площадь отверстий на распределителях определялась при диаметре отверстий 10 мм и коэффициенте перфорации, равном 1,5 [12-15], при этом скорость истечения НСВ из отверстий составляет 0,665 (≈0,7) м/с, что обеспечивает необходимую дальнобойность струй в зоне турбулентного перемешивания.

Модель отстойника оборудована также перфорированным трубчатым коллектором для сбора и отвода очищенной воды, расположенным на расстоянии 200 мм от дна отстойника. Суммарная площадь отверстий определена при диаметре отверстий 20 мм и коэффициенте перфорации, равном 0,7, при этом скорость в отверстиях составила 1,2 м/с, в коллекторе не более 1,5 м/с, что в пределах рекомендаций [12-16]. Отверстия расположены в шахматном порядке с верхней стороны коллектора, направлены вверх под углом 45° к вертикали. Масштаб линейных и угловых размеров распределительных и сборного устройств в модели и в натурных условиях принят 1:1.

Таким образом, при создании пилотной установки моделирование БГКО проведено с соблюдением следующих условий: масштаб характерных линейных и угловых размеров модели и натурного БГКО равен 1; продолжительность процессов гидродинамической обработки НСВ, коалесценции капель нефти и очистки НСВ в модели и натурном БГКО одинакова; модель и натурный объект имеют примерно одинаковую геометрическую форму; в модели и натурном объекте одинакова структура потоков; в модели и натурном объекте предусмотрено использование одной и той же жидкости с одинаковыми физико-химическими свойствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адельшин А.Б. Интенсификация процессов гидродинамической очистки нефтесодержащих сточных вод // Дисс. доктора технических наук. – Санкт-Петербург, 1998. – 73 с.
2. Тронов В.П. Промысловая подготовка нефти за рубежом. – М.: Недра, 1983. – 224 с.
3. Инструкция по применению технологии очистки нефтепромысловых сточных вод на базе горизонтальных и вертикальных малогабаритных отстойников с самообновляющимся жидкостным гидрофобным фильтром. РД 153-39.0-249-02, ОАО «Татнефть», «ТатНИПИнефть». – Альметьевск, 2002. – 14 с.
4. Инструкция по применению технологии предварительного обезвоживания нефти и очистки нефтепромысловых сточных вод в условиях ДНС. РД 153-39.0-287-03, ОАО «Татнефть», «ТатНИПИнефть». – Альметьевск, 2003. – 39 с.
5. Тронов В.П., Тронов А.В. Очистка вод различных типов для использования в системе ППД. – Казань: ФЭН, 2001. – 560 с.
6. Унифицированные технологические схемы комплексов сбора подготовки нефти, газа и воды нефтедобывающих районов // РД 39-1-159-79. – Куйбышев: Гипровостокнефть, 1979. – 46 с.
7. Адельшин А.Б., Адельшин А.А., Урмитова Н.С. Новые технологические и технические решения установок очистки нефтепромысловых сточных вод на основе применения закрученных потоков. //Известия КазГАСУ, 2010 № 2 (14). – С.197-205.
8. Селюгин А.С. Разработка и моделирование гидроциклонных установок очистки нефтесодержащих сточных вод. //Дисс. канд. техн. наук. – СПб., 1995. – 180 с.
9. Бусарев А.В. Интенсификация очистки нефтесодержащих сточных вод с применением гидроциклонов с противодавлением на сливах // Дисс. кандидата технических наук. – Санкт-Петербург, 1997. – 229 с.
10. Адельшин А.Б. Энергия потока в процессах интенсификации очистки нефтесодержащих сточных вод. Монография. Ч.1. Гидроциклоны. – Казань: КГАСА, 1996. – 200 с.
11. Канализация населенных мест и промышленных предприятий // Справочник проектировщика. – М.: Стройиздат, 1981. – 640 с.
12. Водоснабжение населенных и промышленных предприятий // Справочник проектировщика. – М.: Стройиздат, 1977. – 288 с.
13. Гнедин К.В. Режим работы и гидравлики горизонтальных отстойников. – Киев: Будивильник, 1974. – 224 с.
14. Егоров А.И. Гидравлика напорных трубчатых систем в водопроводных очистных сооружениях. – М.: Стройиздат, 1984. – 95 с.
15. Курганова А.М., Федоров Н.Ф. Гидравлические расчеты систем водоснабжения и водоотведения. Справочник. – Л.: Стройиздат, 1986. – 440 с.
16. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение, наружные сети и сооружения. – М., 1985. – 134 с.

REFERENCES

1. Adelshin A.B. Intensification of processes of hydrodynamic clearing petrocontaining petrocontaining sewage // Dissertation of a Dr. sci. tech. – St.-Petersburg, 1998. – 73 p.
2. Tronov V.P. Trade preparation of oil abroad. – M: Bowels, 1983. – 224 p.
3. The instruction on application of oil-field sewage clearing technology on the basis of horizontal and vertical small-sized sediment bowls with the self-updated liquid waterproof filter. RD 153-39.0-249-02, Open Society «Tatneft», «TatNIPIneft». – Almet`evsk, 2002. – 14 p.
4. The instruction on application of preliminary dehydration of oil and clearing of oil-field sewage technology in the conditions of pumping out pump stations. RD 153-39.0-287-03, Open Society «Tatneft», «TatNIPIneft». – Almet`evsk, 2003. – 39 p.
5. Tronov V.P., Tronov A.V. Purification of different types for use in system of maintenance of sheeted pressure – Kazan: Science, 2001. – 560 p.
6. Unified technological schemes of complexes for the gathering, treatment of oil, gas and water oil-producing areas // RD 39-1-159-79. – Kyibishev: Giprovosrokneft, 1979. – 46 p.

7. Adelshin A.B., Adelshin A.A., Urmitova N.S. New technological and technical resolutions of oil-field sewage cleaning plant on the basis of swirling flows usage. // News KGASU, 2010, № 2 (14). – P. 197-205.
8. Selyugin A.S. Working out and modeling of hydrocyclonic installations of clearing of petrocontaining sewage // Dissertation of a cand. tech. sci. – St.-Petersburg, 1995. – 180 p.
9. Busarev A.V. Intensification of clearing of petrocontaining sewage with application of hydrocyclones with counter-pressure on exits // Dissertation of a cand.tech.sci. – St.-Petersburg, 1997. – 229 p.
10. Adelshin A.B. Energy of a stream in processes of an intensification of clearing of petrocontaining sewage. The monography. Part 1. Hydrocyclones. – Kazan. KSABA, 1996. – 200 p.
11. The water drain of the occupied places and the industrial enterprises // The Directory of the designer. – M: Stroyizdat, 1981. – 640 p.
12. Water supply of the occupied and industrial enterprises // The Directory of the designer. – M: Stroyizdat, 1977. – 288 p.
13. Gnedin K.V. Operating mode and hydraulics of horizontal sediment bowls. – Kiev: Budivilnik, 1974. – 224 p.
14. Egorov A.I. Hydraulics of pressure head tubular systems in water treatment facilities. – M: Stroyizdat, 1984. – 95 p.
15. Kurganova A.M., Fedorov N.F. Hydraulic calculations of systems of water supply and water removal. A directory. – L.: Stroyizdat, 1986. – 440 p.
16. SNiP 2.04.02-84. Water supplies, external networks and constructions. – M., 1985. – 134 p.

УДК 628.001.2
Зотов Ю.Н. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: nauka_zotov@mail.ru
Зотова И.Ю. – магистр
E-mail: vk-sgasu.zotova@yandex.ru
Самарский государственный архитектурно-строительный университет

О НОВЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЯХ И МЕТОДАХ РАСЧЕТА ВНУТРЕННИХ СИСТЕМ ХОЛОДНОГО И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЗДАНИЙ

АННОТАЦИЯ

В статье представлен анализ нормативно-правовой базы, регулирующей вопросы проектирования и расчета внутренних систем водоснабжения, а также вопросы учета и оплаты энергоресурсов в жилых зданиях. Обосновывается необходимость разработки новых решений, исключающих перебои в подаче воды потребителям ниже установленного норматива и нарушения гидравлического режима системы водоснабжения. Излагается новый подход к проектированию и расчету внутренних систем водоснабжения жилых многоквартирных зданий. Показано, что сохранение расчетных параметров внутренних систем водоснабжения при эксплуатации достигается путем обеспечения соответствия действительных максимальных узловых расходов воды проектным значениям и ограничения максимального расхода потребителям.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: проектирование и расчет внутренних систем водоснабжения, автоматическое регулирование внутренних систем водоснабжения, нормативное обеспечение централизованного водоснабжения, ограничение максимального расхода воды.

Zotov Yu.N. – candidate of technical sciences, associate professor
Zotova I.Yu. – magistrate
Samara State University of Architecture and Engineering

ABOUT NEW STRUCTURAL SOLUTION AND CALCULATION METHODS OF THE INTERNAL SYSTEMS OF HOT AND COLD WATER SUPPLY IN RESIDENTIAL APARTMENT BUILDINGS

ABSTRACT

The article presents the analysis of regulatory framework governing the design and calculation of internal water supply systems, as well as accounting and payment of energy in residential buildings. The need to develop new solutions, excluding disruptions in water supply to consumers below the norm, and violations of the hydraulic regime of water supply system are justified. New approach to design and analysis of domestic water supply systems of residential apartment buildings is considered. It is shown that the preservation of the design parameters of internal water supply systems in operation is achieved by ensuring the validity of the maximum nodal discharges design values and limit the maximum cost to consumers.

KEYWORDS: design and calculation of internal water supply systems, automatic control of domestic water systems, regulatory support centralized water supply, limiting the maximum water flow.

Общепризнано, что в настоящее время существует проблема в определении расчетных расходов воды, необходимых для подбора оборудования и определения диаметров трубопроводов. Решение этой проблемы является актуальной задачей, так как, с одной стороны, система водоснабжения должна обеспечить выполнение санитарно-эпидемиологических требований [1], а, с другой стороны, в своде правил (СНиП) 2.04.01-85* [2] отсутствует раздел «Определение расчетных расходов воды в системах водоснабжения и канализации и теплоты на нужды горячего водоснабжения» [3]. Проблема определения расчетных расходов востребована при решении как минимум двух важнейших прикладных задач: обеспечение заданного в проекте гидравлического режима системы водоснабжения, исключающего перебои в подаче воды потребителям ниже установленного норматива, и обеспечение ограничения величины максимального забора воды потребителями.

Все известные методики определения максимальных (расчетных) часовых и секундных расходов в системах холодного и горячего водоснабжения в жилых многоквартирных зданиях с целью их гидравлического расчета и подбора оборудования основаны на вероятностно-статистическом подходе [4 и др.]. Различие методик состоит, в основном, в принципах выбора исходных данных для построения функции распределения. Основным недостатком этих методик, не позволившим решить до настоящего времени проблему определения расчетных расходов, является учет влияния только технических факторов на функцию распределения и не учет нормы закона, предусматривающей определение количества потребленной воды, исходя из установленных органами местного самоуправления нормативов потребления коммунальных услуг. Применение в качестве исходных данных для определения расчетных расходов воды средних удельных расходов воды санитарных приборов, их числа и типов противоречит Постановлениям Президиума ВАС РФ от 9.06.2009 г. № 525/09 и от 15.07.2010 г. № 2380/10, в которых подтверждена необходимость применения норм Постановления Правительства РФ № 307 [5], а именно определения количества потребленной воды при отсутствии приборов учета, исходя из установленных органами местного самоуправления нормативов потребления коммунальных услуг. Кроме того, содержащееся в этих Постановлениях толкование правовых норм российского законодательства требует ограничения величины максимального забора воды потребителями, что также не нашло отражения в существующих методиках.

Анализ последних достижений и публикаций по данной проблеме и изменений в нормативно-правовой базе позволяет выделить следующие основные новации, непосредственно влияющие на процессы проектирования и расчета внутренних систем водоснабжения:

- выбор исходных данных для определения расчетных расходов воды должен осуществляться исходя из норм потребления воды и расчетного числа проживающих жильцов, а не исходя из средних удельных расходов воды в санитарных приборах, их числа и типов;
- выбор методов, конструктивных и технологических решений при проектировании систем должен основываться, с одной стороны, на обязательных требованиях к безопасности (которые приведены в [1, 2, 3]), с другой стороны, на требованиях заказчика;
- система водоснабжения должна обеспечивать ограничение максимального расхода воды потребителям.

Практическая реализация этих нововведений требует разработки новых решений, исключающих перебои в подаче воды потребителям ниже установленного норматива и нарушения гидравлического режима системы водоснабжения.

Известные принципы автоматизации, как показывает опыт эксплуатации существующих в России внутренних систем водоснабжения жилых многоквартирных зданий, не позволяют обеспечить оптимальную работу систем при изменившихся подходах к проектированию и эксплуатации систем водоснабжения.

Наиболее полно принципы автоматизации систем внутреннего водоснабжения, применяемые в настоящее время, изложены в своде правил «Внутренний водопровод и канализация зданий» [2]. В нем рекомендовано (п. 10.9*): для обеспечения заданного давления в системе водоснабжения здания следует предусматривать установку регуляторов давления на вводе водопровода в здание и на секционированных (по высоте) участках водопровода, а для обеспечения нормативного расхода воды рекомендуется, как правило, устанавливать регуляторы расхода воды на водоразборной арматуре.

Сложившаяся практика реализации этих нормативных требований проявилась в установке регуляторов давления «после себя» на вводе в квартиру или помещение (квартирные регуляторы давления КРД и др.). Однако они обеспечивают стабилизацию расходов только в случаях, когда действительные суммарные потери напора в элементах систем соответствуют проектным значениям в течение всего срока эксплуатации:

$$h_{\Sigma}^{des} = h_{\Sigma}^{wor}, \qquad (1)$$

где: h_{Σ}^{des} и h_{Σ}^{wor} – проектные и действительные суммарные потери напора в элементах систем соответственно.

Выбор типоразмера регуляторов давления осуществляется с учетом расчетных напоров и расходов воды на подводках к водоразборным приборам, рассчитанных в проекте. При этом устойчивость регулирования обеспечивается при относительно небольших изменениях давления

за регулятором расхода. Потери давления на регуляторе давления, как правило, должны быть равны потерям давления после него, что является необходимым условием регулирования. Регуляторы способны компенсировать изменение сопротивления в подводках к водоразборным приборам только в пределах изменения расхода регулируемой среды, указанного в проекте.

Однако, в силу ряда факторов, применение традиционной схемы балансировки систем водоснабжения не позволяет достичь желаемой цели, так как в процессе эксплуатации может происходить существенное изменение потерь напора в элементах систем водоснабжения.

Такими основными факторами являются:

1. Законодательное разделение единых систем водоснабжения на зоны эксплуатационной ответственности [6], что явилось одной из причин проведения повсеместной бесконтрольной «модернизации» внутренних инженерных систем, которую проводят собственники жилых помещений без учета параметров систем, указанных в проекте. Такие действия потребителей приводят к потере изначально положительных свойств систем водоснабжения, а именно гидравлической устойчивости;

2. Применение в системах водоснабжения трубопроводов из различных материалов, которые характеризуются различными зависимостями потерь напора от времени эксплуатации;

3. Проектирование внутренних систем водоснабжения жилых зданий со свободной планировкой. При проектировании инженерных систем таких зданий возникают вопросы (определение расчетных расходов холодной и горячей воды, обеспечение гидравлической устойчивости систем водоснабжения), которые могут быть решены в рамках традиционного метода проектирования только после определения арендаторов помещений и выполнения конкретных планировочных решений.

Хорошо согласуются с изменившимся подходом к созданию систем водоснабжения разрабатываемые в СГАСУ методы регулирования и расчета инженерных систем [7].

В отличие от традиционной схемы регулирования [2], при которой гидравлическая устойчивость разветвленной тупиковой сети систем внутреннего водоснабжения осуществляется путем обеспечения соответствия действительных потерь напора проектным значениям, в новых схемах гидравлическая устойчивость осуществляется путем обеспечения соответствия действительных узловых расходов воды проектным значениям.

Для разветвленной тупиковой сети систем внутреннего водоснабжения:

$$q^{des} \geq q^{wor}, \qquad (2)$$

где: q^{des} и q^{wor} – узловые расходы на вводе в квартиру, проектный и действительный соответственно.

Оригинальность этого метода автоматизации заключается в ограничении максимального расхода воды через ветвь системы в пределах расчетной величины.

Решение задач по обеспечению заданного в проекте гидравлического режима системы водоснабжения, исключающего перебои в подаче воды потребителям ниже установленного норматива, и по обеспечению ограничения величины максимального забора воды потребителями приведено на примере проектирования и расчета однозонной схемы холодного водоснабжения жилого многоквартирного здания. Практическая реализация предлагаемого авторами подхода требует установки на вводе в квартиру регулятора расхода «после себя» с функцией ограничения максимального расхода (см. рисунок).

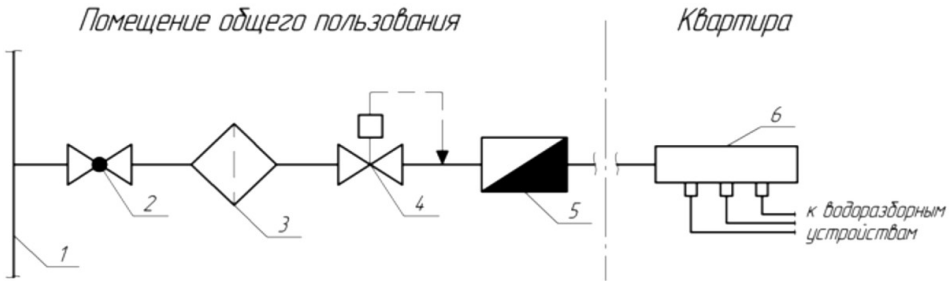


Рис. Схема узла квартирного ввода: 1 – стояк В1, 2 – кран, 3 – фильтр, 4 – регулятор давления «после себя» с функцией ограничения максимального расхода, 5 – счетчик воды, 6 – коллектор с регулировочными вентилями

В отличие от известных схемных решений предлагаемый узел квартирного ввода содержит ограничитель максимального расхода (совмещенного с регулятором давления «после себя») и коллектор с регулировочными вентилями. Назначение ограничителя максимального расхода – ограничение максимальной нормы, с которой может осуществляться забор воды. Назначение коллектора с регулировочными вентилями – обеспечение требуемых свободных напоров перед водоразборными приборами, установленными в квартире. Функциональные назначения этих элементов определяют их основные технические характеристики.

Величина давления (напора) после регулятора давления выбирается исходя из необходимости преодоления гидравлических сопротивлений в коллекторе и подводках к водоразборным приборам и обеспечения перед ними нормативного свободного напора.

Особенности гидравлического расчета внутренних систем водоснабжения, включающих в себя регуляторы давления «после себя» с функцией ограничения расхода, заключаются в необходимости определения величины предельного секундного расхода $q_0^{\lim}$ (который является расчетным расходом на участке водопровода от стояка до водоразборных приборов в квартире) для каждой квартиры, исходя из норм водопотребления, числа жильцов, проживающих в квартире, и величины коэффициента максимальной часовой неравномерности водопотребления $K_{hr,\max}$. Величину $K_{hr,\max}$ рекомендуется определять по экспериментальным данным фактического водопотребления на объектах-аналогах или в соответствии с рекомендациями [2]. Кроме того, в отличие от традиционного метода расчета, предусматривающего при определении требуемого напора (давления) для внутреннего водопровода выбора диктующего водоразборного устройства и главного расчетного направления, новый метод расчета предусматривает определение диктующего узла ввода в квартиру и соответствующего расчетного направления.

Определение предельного секундного расхода холодного водоснабжения на хозяйственно-питьевые нужды в соответствии с рекомендациями [2] проводится в следующем порядке.

1. На основании нормативов потребления, установленных органами местного самоуправления, определяется:

$$Q_{u,m}^c = N_в^c/28, \quad (3)$$

где: $Q_{u,m}^c$ – норма расхода холодной воды одним человеком в средние сутки, м^3/(сут·чел); $N_в^c$ – норматив потребления холодной воды, м^3/(мес.·чел.); 28 – минимальное число дней в феврале.

2. На основании технологической части проекта и нормы предоставления жилой площади одному человеку по договору социального найма определяется:

$$U = S_{общ}/S_{нор}, \quad (4)$$

где U – число жителей в одной квартире, чел.; $S_{общ}$ – общая жилая площади квартиры, м^2; $S_{нор}$ – норма предоставления жилой площади на одного человека по договору социального найма, м^2.

3. Нормы расхода холодной воды определяются по формулам:

$$Q_u^c = Q_{u,m}^c \cdot K_{dl,\max}, \quad (5)$$

$$Q_U^c = Q_u^c \cdot U, \quad (6)$$

$$q_{T,U}^c = 1000 \cdot Q_U^c/24, \quad (7)$$

$$q_{hr,U}^c = q_{T,U}^c \cdot K_{hr,\max}, \quad (8)$$

где: Q_u^c – норма максимального суточного расхода одним человеком, м^3/(сут·чел); $K_{dl,\max}$ – коэффициент максимальной суточной неравномерности водопотребления; Q_U^c – норма максимального суточного расхода для одной квартиры, м^3/сут; $q_{T,U}^c$ – норма среднего часового расхода для одной квартиры, л/час; $q_{hr,U}^c$ – норма максимального часового расхода для одной квартиры в час наибольшего водопотребления, л/час; $K_{hr,\max}$ – коэффициент максимальной часовой неравномерности водопотребления, определяемый исходя из числа водоразборных приборов, установленных в одной квартире, их типа и числа жителей в одной квартире по методике [2].

4. Предельный секундный расход $q_0^{\lim}$ (расчетный секундный расход на участке водопровода от стояка до водоразборных приборов в квартире) для каждой квартиры определяется по формуле:

$$q_0^{\lim} = q_{hr,U}^{c} / 3600. \quad (9)$$

В заключение отметим, что установка ограничителя расхода на вводе в квартиру обоснована необходимостью реализации норм законодательства. Отказ от традиционного подхода использования прогнозных величин (значений расходов водоразборных приборов) для определения расчетных расходов и введения двух новых понятий – предельного секундного расхода, который используется в качестве расчетного при гидравлическом расчете участка водопровода от стояка до водоразборных приборов в квартире, и диктующего узла ввода в квартиру – позволяют упростить гидравлический расчет. Получены расчетные формулы для определения предельного секундного расхода, которые позволяют провести гидравлический расчет на участке водопровода от стояка до водоразборных приборов в квартире. В данной работе показано, что наличие на вводе в квартиру регулятора расхода «после себя» с функцией ограничения расхода позволяет решить задачи обеспечения заданного в проекте гидравлического режима системы водоснабжения, исключающего перебои в подаче воды потребителям ниже установленного норматива, и обеспечения ограничения величины максимального забора воды потребителями. Кроме того, контроль параметров на границе зон эксплуатационной ответственности (месте установки регулятора расхода «после себя» с функцией ограничения максимального расхода) позволит значительно упростить контроль качества предоставления коммунальных услуг. Полученные результаты корректно согласуются с результатами многочисленных исследований, посвященных обеспечению потокораспределения в наружных инженерных сетях [8], и с рекомендациями по проектированию энергоэкономичных систем водоснабжения в жилых зданиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». // Собрание законодательства Российской Федерации, 04.01.2010, № 1, ст. 5.
2. СНИП 2.04.01-85* Внутренний водопровод и канализация зданий. / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2000. – 60 с.
3. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 21.06.2010 № 1047-р «Перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». // Собрание законодательства Российской Федерации, 28.06.2010, № 26, ст. 3405.
4. Исаев В.Н., Мхитарян М.Г., Пупков М.В. Актуализация сводов норм и правил, регулирующих водоснабжение и водоотведение // Сантехника, 2009, № 4. – С. 42-46.
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 23.05.2006 № 307 (ред. от 29.07.2010) «О порядке предоставления коммунальных услуг гражданам». // Собрание законодательства Российской Федерации, 02.08.2010, № 31, ст. 4273.
6. Постановление Правительства Российской Федерации от 13.08.2006 № 491 «Об утверждении Правил содержания общего имущества в многоквартирном доме и Правил изменения размера платы за содержание и ремонт жилого помещения в случае оказания услуг и выполнения работ по управлению, содержанию и ремонту общего имущества в многоквартирном доме ненадлежащего качества и (или) с перерывами, превышающими установленную продолжительность». // Собрание законодательства Российской Федерации, 21.08.2006, № 34, ст. 3680.
7. Зотов Ю.Н. О применении средств автоматизации в системах водоснабжения жилых зданий // Повышение энергоэффективности зданий и сооружений: Межвуз. сб. науч. трудов / Самарск. гос. арх.-строит. ун-т. – Самара, 2006. – С. 120-122.
8. Евдокимов А.Г., Тевяшев А.Д., Дубровский В.В. Моделирование и оптимизация потокораспределения в инженерных сетях. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990. – 368 с.: ил.

REFERENCES

1. Federal Law of 30.12.2009 № 384-FZ «Technical Regulations on the Safety of buildings and structures». // Laws of the Russian Federation, 04.01.2010, № 1, art. 5.

2. SNIP 2.04.01-85* Internal water supply and sewerage of buildings. / State Committee for Construction of Russia. – M.: GUP ZPP, 2000. – 60 p.

3. Decree of Government of Russian Federation dated 21.06.2010 № 1047-p «List of national standarts and codes of practice (or parts of such standarts and codes of practice), as a result of which is provided on a mandatory basis compliance with the Federal law «Technical Regulations on the Safety of buildings and structures». // Laws of Russian Federation, 28.06.2010, № 26, art. 3405.

4. Isaev V.N., Mkhitaryan M.G., Pupkov M.V. Updating of the codes and regulations governing water supply and sewerage // Sanitary, 2009, № 4 – P. 42-46.

5. Resolution of the Government of the Russian Federation dated 23.05.2006 № 307 (edition of 29.07.2010) «On the procedure for providing public services to citizens». // Laws of the Russian Federation, 02.08.2010, № 31, art. 4273.

6. Resolution of Government of Russian Federation dated 13.08.2006 № 491 «On approval of rules of common property in a tenement house and Regulation changes the amount of payment for the maintenance and repair of the dwelling in the case of service delivery and performance of works for the management, maintenance and repair of common property in an apartment building improper quality and (or) with breaks in excess of the established duration. // Laws of the Russian Federation, 21.08.2006, № 34, art. 3680.

7. Zotov Yu.N. On the application of automation in the water systems of residential buildings / / Increasing energy efficiency of buildings and structures: Intercollege collection of scientific papers / Samara State University of Architecture and Engineering. – Samara, 2006. – P. 120-122.

8. Evdokimov A.G., Tevyashev A.D., Dubrovsky V.V. Modeling and optimization of flow in engineering networks. – 2 ed., revised and enlarged. – M.: Stroiizdat, 1990. – 368 p.: ill.

УДК 628.353
Катраева И.В. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: inna@nngasu.ru
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

СОВРЕМЕННЫЕ АНАЭРОБНЫЕ АППАРАТЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются основные направления развития анаэробной техники, приведены важнейшие характеристики современных анаэробных реакторов. Кроме этого, статья обобщает многолетний опыт ННГАСУ в области анаэробной очистки сточных вод.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: анаэробная очистка сточных вод, анаэробные аппараты, реакторы с кипящим слоем загрузки.

Katraeva I.V. – candidate of technical sciences, associate professor
Nizhni Novgorod State University of Architecture and Engineering

MODERN ANAEROBIC PLANTS FOR TREATING CONCENTRATED WASTE WATERS

ABSTRACT

The article considers ways of development of anaerobic technologies and basic characteristics of modern anaerobic reactors. It also summarizes NNGASU's long-term experience in the field of anaerobic treatment of waste waters.

KEYWORDS: anaerobic wastewater treatment, anaerobic apparatus, fluidized bed reactors.

В настоящее время наряду с совершенствованием методов аэробной биологической очистки интенсивно развивается и технология анаэробной обработки, применяемая в основном для высококонцентрированных сточных вод. Бурное развитие анаэробной техники (рис. 1) связано со стремлением создавать компактные и эффективные аппараты, отличающиеся надежностью и гибкостью работы, низкими капитальными, эксплуатационными и энергетическими затратами на очистку сточных вод.

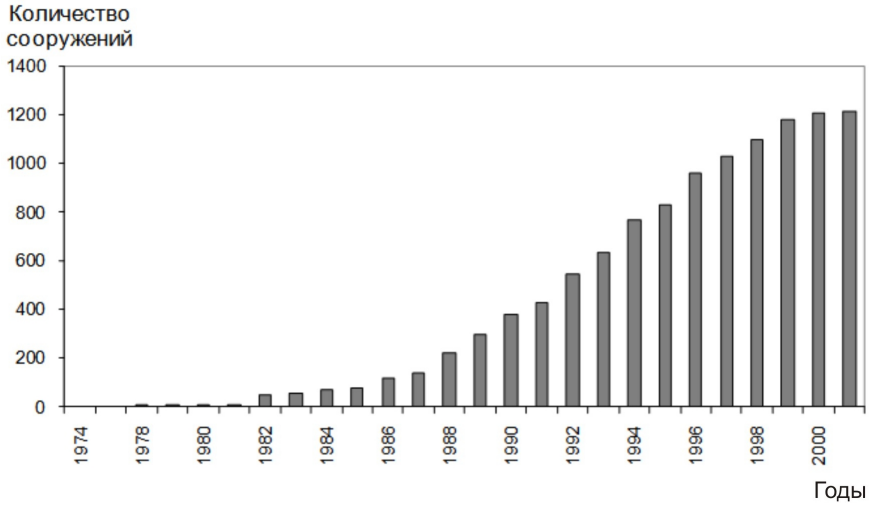


Рис. 1. Динамика строительства промышленных анаэробных сооружений в мире [1]

Развитие анаэробной техники происходило от примитивных смесителей, анаэробных контактных аппаратов к анаэробным фильтрам и современным UASB и EGSB реакторам. На рис. 2 представлена диаграмма строительства различных анаэробных сооружений на примере Германии, из которой видно, что в зарубежной практике за последние 10-15 лет анаэробные

реакторы второго поколения стали основными сооружениями для очистки высококонцентрированных сточных вод, обеспечивая эффективную очистку стоков в очень широком диапазоне концентраций ($БПК_{полн.}$= 0,3÷100 г/л), с временем пребывания воды в аппаратах от 30 мин. до 48 ч. Анаэробный метод применяется для очистки самых разнообразных сточных вод и, в первую очередь, для целлюлозно-бумажной промышленности (24 %), производства сахара (19 %) и пивоваренных заводов (13 %) (рис. 3).

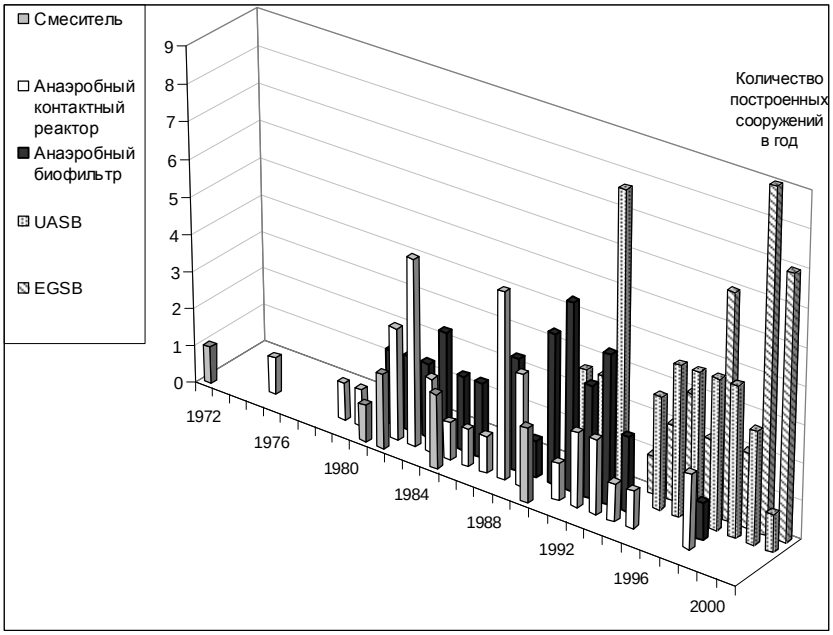


Рис. 2. Строительство анаэробных сооружений в Германии [2]

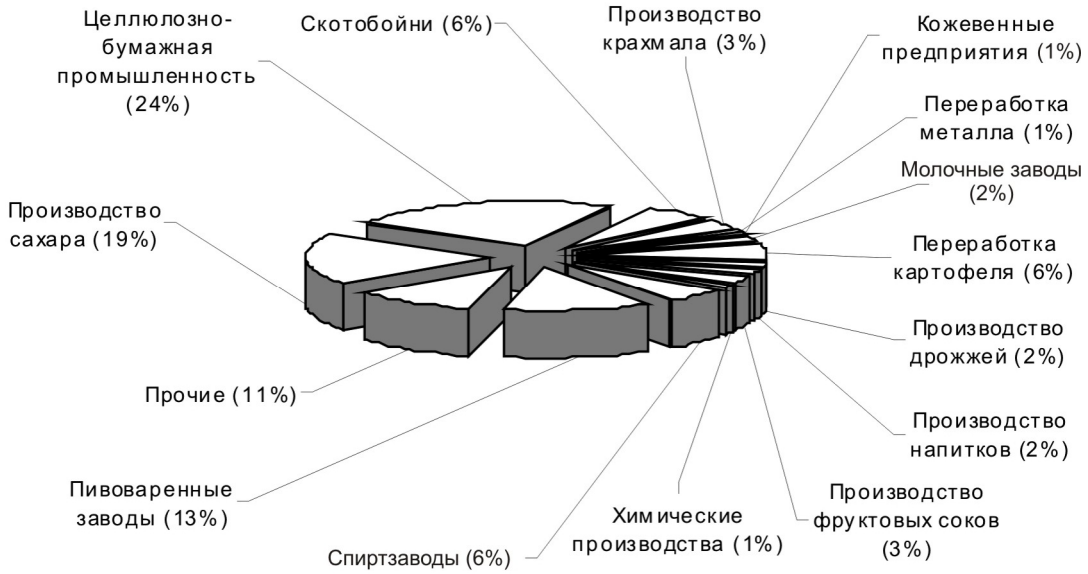


Рис. 3. Области применения анаэробных сооружений [2]

Обработка высококонцентрированных сточных вод в анаэробных условиях, по сравнению с аэробной очисткой, позволяет снизить капитальные затраты почти в 10 раз, разместить сооружения на значительно меньшей площади (приблизительно в 10-20 раз). При этом эксплуатационные расходы, по сравнению с аэробной очисткой, снижаются практически в три раза [1, 3]. Недостатки анаэробного метода, связанные с низкой скоростью роста анаэробных бактерий, их высокой чувствительностью к изменению pH, температуры и колебаниям концентраций загрязнений в сточной воде, а также более низкая скорость анаэробных процессов, по сравнению с аэробными, успешно преодолеваются несомненными

достоинствами современных анаэробных систем. Существенным преимуществом анаэробного метода является уменьшение количества избыточного ила (в 3-10 раз), его стабильность, а также возможность получения дополнительной энергии за счет образующегося биогаза.

Технология анаэробной обработки может быть реализована в реакторах с взвешенно-седиментирующей и с прикрепленной биомассой. На рис. 4 приведена схема основных направлений развития анаэробной техники, пунктиром выделены типы аппаратов, которые развиваются в последнее время.

Рис. 4. Классификация анаэробной техники [1]

Основное направление в развитии и совершенствовании анаэробных реакторов, точно так же, как и в случае аэробных биореакторов, – поиск конструкций, обеспечивающих поддержание в аппаратах высокой дозы активной биомассы. Наиболее успешно это достигнуто в UASB, EGSB реакторах, использующих гранулированный активный ил. Именно эти аппараты получили в последние годы наибольшее распространение в мире. Гранулированный ил имеет высокую активность, достаточно высокую прочность гранул и хорошие седиментационные свойства [4]. По этой причине концентрация ила в активной зоне аппарата может достигать 50-80 кг/м^3, из-за чего возможно достижение высоких объёмных нагрузок. Однако, гранулированный ил образуется не на всех сточных водах, кроме того, для его формирования и роста должны соблюдаться такие условия, как, например, удаление взвешенных веществ, определённая степень кислого сбраживания, ограничения, связанные с временем пребывания сточной воды в аппарате и т.д. Из реакторов с прикрепленной биомассой возможность повышения дозы удачно реализована в реакторах с псевдоожиженным слоем загрузки.

В табл. 1 представлены важнейшие параметры основных конструкций анаэробных аппаратов для мезофильного режима сбраживания и их сравнение с традиционным метантенком. Из таблицы видно, что аппараты с псевдоожиженным слоем загрузки работают столь же эффективно, что и аппараты с гранулированным илом.

В Нижегородском государственном архитектурно-строительном университете уже долгие годы занимаются вопросами анаэробной очистки сточных вод, накоплен многолетний опыт работы с анаэробной техникой, основателем этого направления и руководителем долгие годы являлся профессор Колесов Ю.Ф. В 1992 году им был создан колонный аппарат с кипящим слоем загрузки «Биосорб», схема которого представлена на рис. 5, в качестве загрузочного материала для реактора использовался активированный уголь марки АГ-3 [5, 6].

Таблица 1

Важнейшие параметры основных конструкций анаэробных аппаратов [1]

Реактор	Концентрация ила в аппарате, г/л	Удельная площадь поверхности загрузки, $м^2/м^3$	Нижний предел концентрации по ХПК в стоке, г/л	Объёмная нагрузка, кг ХПК/$м^3$ сут.	Минимальное время пребывания, ч
Традиционный метантенк	0,5-3	-	10	0,5-5	192-240
Контактный	5-10	-	2-3	3-8	24
UASB	20-40	-	0,3	10-25	2-3
EGSB	25-40	-	0,3	30-40	1-2
Анаэробный биофильтр	5-20	70-300	0,3	10-15	8-12
DSFF	3-15	60-200	1-2	10-12	24
Гибридный	20-30	70-300	0,3	15-25	2-3
С псевдоожиженным слоем	10-40	1000-3000	0,3	30-40	0,5

Разработке аппарата предшествовали многолетние лабораторные испытания по очистке сточных вод различных отраслей промышленности с созданием математических моделей кинетики анаэробных процессов и методики расчета промышленных аппаратов. Аппараты «Биосорб» были введены в эксплуатацию на ряде промышленных предприятий, а также для очистки бытовых сточных вод (табл. 2).

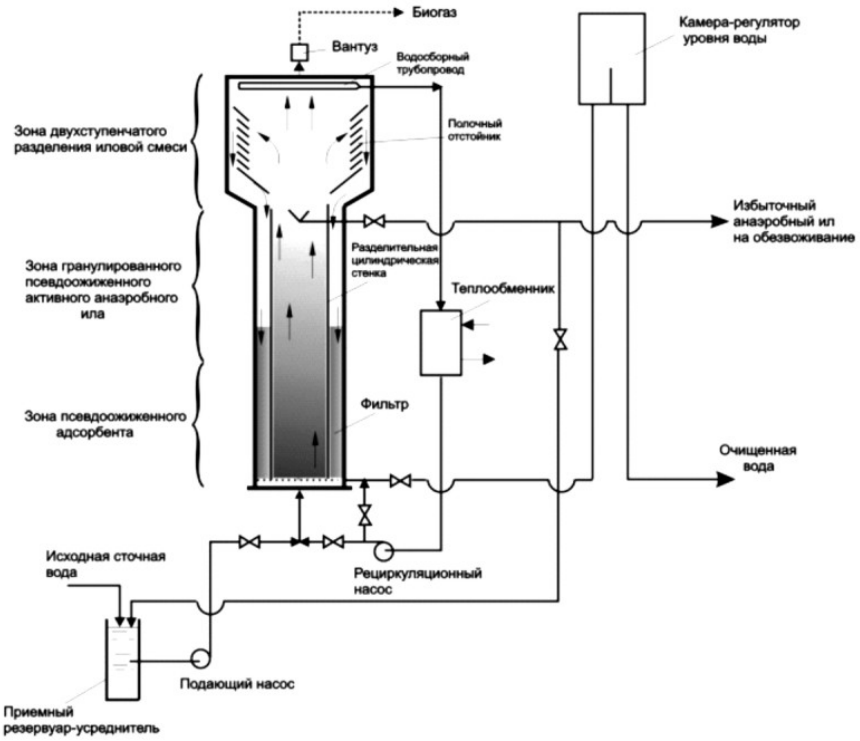


Рис. 5. Аппарат с кипящим слоем загрузки «Биосорб»

В последние десять лет в ННГАСУ проводились исследования в области анаэробной очистки сточных вод совместно с Институтом водного хозяйства населенных пунктов и переработки отходов Ганноверского университета (ISAH) в рамках совместного проекта. Его целью была оценка технологической эффективности, производительности, экономичности и

сферы применения способа анаэробной биохимической очистки сточных вод, разработанного ННГАСУ. В ходе реализации проекта были проведены лабораторные исследования в Германии и России, в ходе которых аппарат «Биосорб» сравнивался с известными в мировой практике UASB и EGSB аппаратами, исследования проводились с использованием различных сточных вод предприятий пищевой, а также фармацевтической промышленности. Затем совместно была разработана схема (рис. 6) и построена станция очистки промышленных сточных вод макаронной фабрики «Вермани» (г. Нижний Новгород, Россия). Исследования, проведенные в ННГАСУ и ISAH, подтвердили перспективность использования анаэробных аппаратов «Биосорб» для очистки сточных вод предприятий пищевой промышленности [7].

Таблица 2

Установки «Биосорб», построенные для очистки производственных и бытовых сточных вод

№	Наименование объекта, Условия сброса очищенных сточных вод	Расход, $м^3$/сут.	Тип аппарата, количество, объём сооружений	Год ввода в эксплуатацию	Режим эксплуатации	Ступени очистки
1	НПО «Салют» (г. Нижний Новгород), сточные воды окрасочных камер, сброс в канализацию	24	«Биосорб» 1,5 м х 6 м (2 шт.), 18 м3	1992	5 дней в неделю	Анаэробная
2	Молокозавод (пос. Валово, Липецкая обл.), сброс в рыбохозяйственный водоём	40	«Биосорб» 1,5 м х 6 м (2 шт.), 18 м3	1994	6 месяцев в году	Анаэробно-аэробная
3	ЗАО «Искож» (г. Нефтекамск, Башкортостан), сточные воды красильного производства, сброс в рыбохозяйственный водоём, 70 % на повторное использование	4800	«Биосорб» 3 м х 20 м (8 шт.), 1130 м3	1995	Постоянно	Анаэробно-аэробная
4	Молокозавод (пос. Урмары, Чувашская республика), сброс в канализацию	40	«Биосорб» 1,5 м х12 м (1 шт.), 19,5 м3	1996	6 месяцев в году	Анаэробная
5	Очистка хозяйственно-бытовых сточных вод (Кайнарсай, резиденция президента Узбекистана), сброс в рыбохозяйственный водоём	200	«Биосорб» 1,5 м х 6 м (4 шт.), 18 м3, 36 м3	1996	Постоянно	Анаэробно-аэробная
6	Очистка хозяйственно-бытовых сточных вод гостиничного комплекса (Бельдерсай, Узбекистан), сброс в рыбохозяйственный водоём	200	«Биосорб» 1,5м х6м (4 шт.), 18 м3, 36 м3	2000	Постоянно	Анаэробно-аэробная
7	ОАО «Вермани» (г. Нижний Новгород), производство макаронных изделий, сброс в канализацию	48	«Биосорб» 1,5 м х 6 м (2 шт.), 18 м3	2000	Постоянно	Анаэробная

В настоящее время в ННГАСУ проводятся лабораторные испытания с целью создания колонных анаэробных аппаратов с плавающей загрузкой, которые отличаются простотой конструктивного оформления и надежностью в эксплуатации, а также обеспечивают достижение достаточно высоких объёмных нагрузок по ХПК.

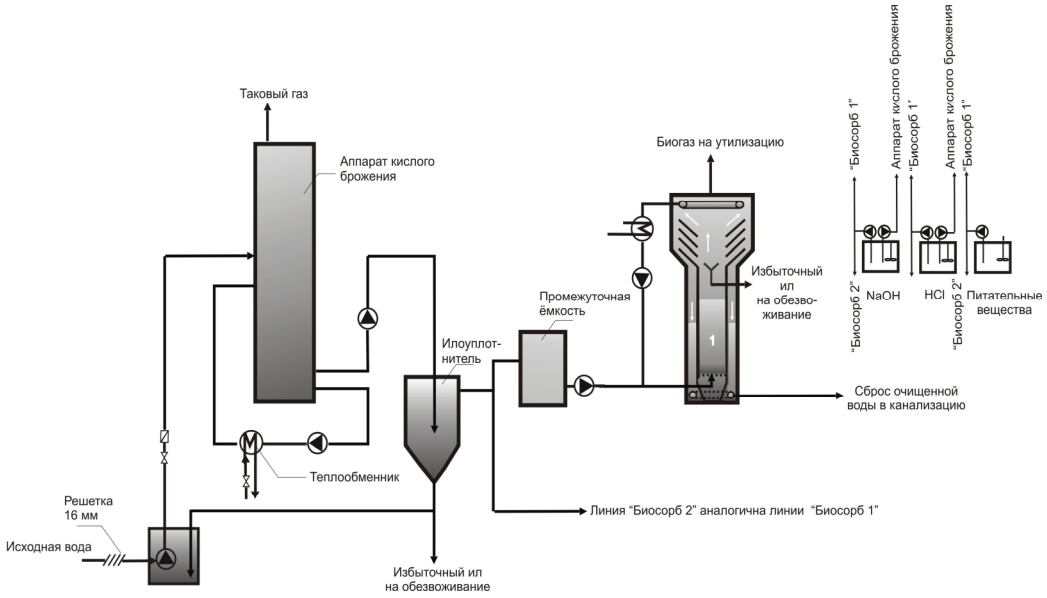


Рис. 6. Схема опытно-промышленной станции очистки сточных вод ОАО «Вермани»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калюжный С.В. Высокоинтенсивные анаэробные биотехнологии очистки промышленных сточных вод // Катализ в промышленности, 2004, № 6. – С. 42-50.
2. Meyer H. Leistungsfähigkeit anaerober Reaktoren zur Industrieabwasserreinigung / Hannover: Veröffentlichungen des Institutes für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Universität Hannover, 2004, Heft 128. – 112 p.
3. Beckereit M. Kosten der anaeroben Abwasserebehandlung / Hannover: Veröffentlichungen des Institutes für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Universität Hannover, 1988, Heft 71. – 457 p.
4. Калюжный С.В., Данилович Д.А., Ножевникова А.Н. Анаэробная биологическая очистка сточных вод // Итоги науки и техники. Серия «Биотехнология», 1991, т. 29. – 155 с.
5. Найденко В.В., Колесов Ю.Ф., Кубарев А.В. Опыт эксплуатации аппаратов биосорбционной очистки // Водоснабжение и санитарная техника, 1993, № 11/12. – С. 14-15.
6. Катраева И.В. Опыт эксплуатации установок анаэробной биохимической очистки сточных вод // Известия вузов. Строительство, 2005, № 9. – С. 62-68.
7. Найденко В.В., Катраева И.В., Эпштейн С.Г., Розенвинкель К.-Х., Вендлер Д. Российско-германский проект «Биосорбер»: итоги и перспективы // Экология урбанизированных территорий, 2006, № 3. – С. 68-72.

REFERENCES

1. Kalyuzhny S.V. High-intensive anaerobic biotechnologies of industrial waste water treatment // Katalis v promishlennosti, 2004, № 6. – P. 42-50.
2. Meyer H. Leistungsfähigkeit anaerober Reaktoren zur Industrieabwasserreinigung / Hannover: Veröffentlichungen des Institutes für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Universität Hannover, 2004, Heft 128. – 112 p.
3. Beckereit M. Kosten der anaeroben Abwasserebehandlung / Hannover: Veröffentlichungen des Institutes für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Universität Hannover, 1988, Heft 71. – 457 p.
4. Kalyuzhny S.V., Danilovich D.A., Nozhevnikova A.N. Anaerobic biological waste water treatment // M: Itogi nauki I tehniki. Seriya «Biotehnologia», 1991, vol. 29. – 155 p.
5. Naidenko V.V., Kolesov Yu.F., Kubarev A.V. Experience of exploitation of biosorption treatment plants // Vodosnabzhenie i sanitarnaya tehnika, 1993, № 11/12. – P. 14-15.
6. Katraeva I.V. Experience of exploitation of wastewater anaerobic biochemical treatment plants // Izvestiya vuzov. Stroitelstvo, 2005, № 9. – P. 62-68.
7. Naidenko V.V., Katraeva I.V., Epshtein S.G., Rosenvinkel K.-H., Vendler D. The Russian-German «Biosorber» Project: the results and the prospects // Ecologia urbanizirovannih territory, 2006, № 3. – P. 68-72.

УДК 666.972.16
Габидуллин М.Г. – доктор технических наук, профессор
E-mail: gabmah@mail.ru
Хузин А.Ф. – аспирант
E-mail: airat.khuzin@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Сулейманов Н.М. – доктор физико-математических наук, профессор
Тогулев П.Н. – кандидат физико-математических наук
Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского

ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ НАНОМОДИФИКАТОРА НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА ПРОЧНОСТЬ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ

АННОТАЦИЯ
Выявлена оптимальная методика приготовления наномодификата. Разработаны состав и технология производства наномодифицированной добавки и диапазон оптимальных концентраций углеродных нанотрубок в ней.
КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: цементный камень, наномодификат, углеродные нанотрубки.

Gabidullin M.G. – doctor of technical sciences, professor
Khuzin A.F. – post-graduate student
Kazan State University of Architecture and Engineering
Suleymanov N.M. – doctor of physics and mathematics, professor
Togulev P.N. – candidate of physics and mathematics
Zavoisky physical-technical institute

THE INFLUENCE OF NANOADDITIVE BASES ON CARBON NANOTUBES TO THE STRENGTH OF CEMENT STONE

ABSTRACT
Optimal method of preparing of nanomodified additive is found. Developed composition and manufacturing technology of nanomodified additive and a range of optimal concentrations of carbon nanotubes in it.
KEYWORDS: hydrated cement, nanomodified additive, carbon nanotubes.

На сегодняшний день нанотехнологии – базовый приоритет для всех существующих отраслей. Это направление охватило практически все виды человеческой деятельности. Ориентация современных технологий производства строительных материалов на применение наносистем предусматривает использование тех материалов, основные свойства которых сформированы на наноразмерном уровне [1].

Развитие современной техники невозможно без создания материалов с новыми свойствами. Одним из перспективных направлений для решения этих задач является использование углеродных нанотрубок (далее УНТ) и фуллеренов для осуществления направленного структурообразования строительных композитов. Их можно использовать не только как центры кристаллизации, но и как объекты, изменяющие направление и регулирующие скорость физико-химических процессов в твердеющих материалах. Закрытая нанотрубка представляет собой полый объект в виде вытянутого в трубу тора, боковая поверхность которого сложена из шестиугольников как в гексагональной кристаллической решетке графита, а торцы представлены половинками фуллеренов. В настоящее время разработана технология, позволяющая открывать концы нанотрубок и превращать их в миниатюрные капилляры. Они имеют диаметр от одного до нескольких нанометров и длину от нескольких диаметров до нескольких микронов. Достоинства УНТ, являющихся полыми волокнами, – запредельная прочность, превышающая сотни гигапаскалей, и абсолютная

инертность по отношению к любым кислотам и щелочам. К настоящему времени открыто более 30 видов УНТ, большинство из которых может быть использовано для приготовления модифицированных бетонов. Нанотрубки, введенные в бетонную смесь, армируют цементный камень, превращая его в высокопрочный композиционный материал [2].

Ряд работ [3, 4] посвящено модифицированию цементных композиций наночастицами. В работе Перфилова В.А. [5] установлено повышение прочности на сжатие фибробетона на 50 % при его модифицировании нанотрубками с концентрацией 0,002 % от массы цемента.

К сожалению, в опубликованных работах, посвященных применению УНТ в производстве строительных материалов, не приводится описания методики получения УНТ и способа их введения в состав, например, цементных композиций. На сегодняшний день не разработана технология ввода УНТ в состав цементных композиций, отсутствует промышленное оборудование, позволяющее точно дозировать малые дозировки УНТ, равномерно распределять их по объему композита.

Одним из факторов, сдерживающих применение УНТ в строительных материалах, является их дороговизна (1-3 $ США), связанная со сложностью их производства, неразвитостью рынка, отсутствием рентабельного тоннажного производства [6].

Известно несколько способов производства УНТ, один из которых представлен ниже.

Метод приготовления УНТ, использованный в исследованиях

Метод химического осаждения из паровой фазы (Chemical Vapour Deposition – CVD) основан на том, что источник углерода, например, метан, ацетилен или моноксид углерода, подвергают высокотемпературному нагреву для того, чтобы расщепить углеводородную молекулу и получить реакционно-активный атомарный углерод (рис. 1). Далее происходит его распыление над разогретой подложкой, покрытой катализатором (обычно это переходные металлы Fe, Co, Ni и др.), на котором осаждается углерод.

Углеводород (ацетилен) с потоком гелия поступает в кварцевый реактор. В зоне печи предварительного нагрева он прогревается до температуры ~ 250 °С, при которой происходит испарение углеводорода. Далее он попадает в зону печи пиролиза с температурой 500-800 °С, где происходит полное разложение углеводорода до отдельных атомов углерода.

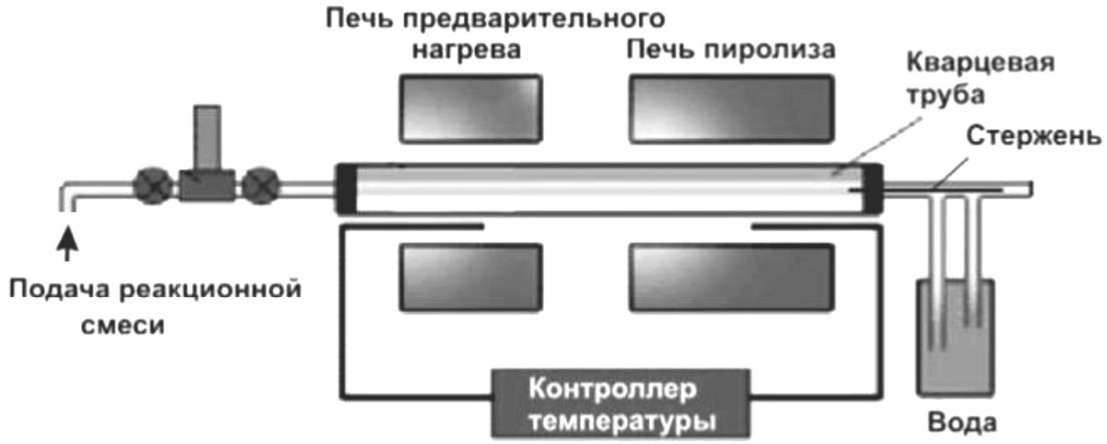


Рис. 1. Схема установки каталитического пиролиза углеводородов

Процесс роста нанотрубок заключается в растворении атомов углерода в наноразмерных кристаллитах, образованных на поверхности металла. После достижения насыщения углерод выделяется из металлического нанофрагмента с образованием характерной для роста углеродных структур шапки с последующим ростом стенок трубки [7]. Далее возможны два варианта развития событий: если адгезия перенасыщенной наночастицы металла меньше определённого значения, то она отрывается от подложки и, поднимаясь вверх, образует на конце трубки частицу металла. При значительной адгезии наночастиц металла она остаётся на подложке, а рост углеродных нанотрубок происходит вверх с её поверхности.

Независимо от метода синтеза углеродных нанотрубок, полученные углеродные материалы содержат значительное количество аморфного углерода. Для очистки применяются различные

способы, например высокоэффективный метод ультрацентрифугирования. Для массового применения требуются более простые и менее затратные методы, такие как обработка кислотами. Для получения наномодификата (премиксинга) исходные наноматериалы были подвергнуты очистке в растворе химически чистой азотной кислоты, смешанной в пропорции 3:1 с водой. Затем кислота была выпарена, а оставшиеся УНТ промыты дистиллированной водой и высушены. Достоинством данного метода является одновременная очистка и активация нанотрубок, заключающаяся в присоединении карбоксильных групп к поверхности углеродных нанотрубок (рис. 2).

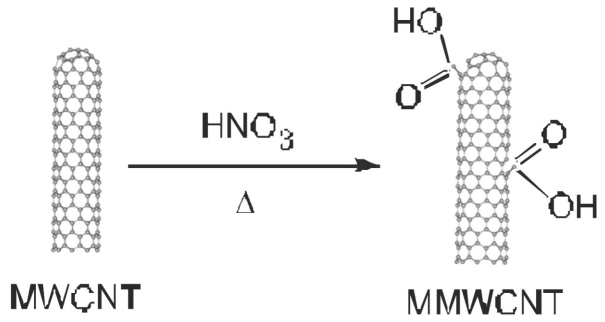


Рис. 2. Активация углеродных нанотрубок термообработкой в азотной кислоте:
MWCNT – многостенная углеродная нанотрубка,
MMWCNT – активированная многостенная углеродная нанотрубка

Наличие таких групп на поверхности УНТ повышает их химическую реакционную способность и облегчает функционализацию, то есть присоединение различных веществ для дальнейшей модификации свойств нанотрубок, например, при ультразвуковой обработке в растворе изопропилового спирта (рис. 3).

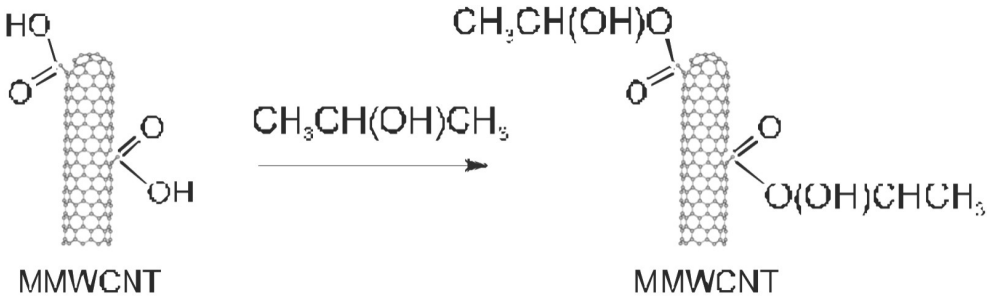


Рис. 3. Функционализация углеродной нанотрубки ультразвуковой обработкой в растворителе:
MMWCNT – активированная многостенная углеродная нанотрубка

Разработка методики приготовления наноконцентрата

Предложена методика ввода УНТ в состав цементных композитов, заключающаяся в ультразвуковой диспергации и последующем перемешивании исходных компонентов.

Для проведения экспериментов по ультразвуковому перемешиванию УНТ и пластификатора использовался ультразвуковой диспергатор типа УЗД. Взвешивание ингредиентов проводилось на лабораторных весах ВЛО-200-1 ГОСТ 16474-70 с точностью до 0,05 мг.

На первом этапе были проведены эксперименты по сухому перемешиванию углеродных нанотрубок с пластификатором. Эксперименты проводились со значительной концентрацией нанотрубок для облегчения визуального контроля. Для создаваемых композитов было обнаружено, что только ультразвуковая обработка не обеспечивает полное перемешивание композита, поэтому применялось предварительное механическое перемешивание. Экспериментально было доказано, что перемешивание нанотрубок с сухими смесями не позволяет равномерно распределять УНТ по объему смеси.

На втором этапе проводились эксперименты по перемешиванию углеродных нанотрубок и пластификатора СП-1 с добавлением воды. Вода добавлялась в смесь нанотрубок и

пластификатора, затем полученный раствор механически перемешивался и подвергался ультразвуковой обработке. После высыхания на поверхности композита образовалась темная пленка, состоящая из нанотрубок. Наиболее вероятной причиной такого поведения является плохая смачиваемость УНТ водой, поэтому происходит расслоение раствора.

На третьем этапе рассматривалось смешение пластификатора и взвеси нанотрубок в растворителе. Полученную смесь подвергали ультразвуковой обработке диспергатором до визуальной фиксации равномерного распределения пластификатора и УНТ в растворе.

Результаты анализа позволили сделать вывод о том, что, в отличие от предыдущих этапов, образцы, полученные таким способом, визуально однородны. Для дальнейших исследований использовались композиты, приготовленные по данной методике.

Полученный наномодификат смешивался с цементом до получения однородной массы в течение оптимального времени. В качестве вяжущего использовался Вольский портландцемент марки М500 Д0 Н, в качестве суперпластификатора – добавка СП-1.

Результаты испытаний по определению предела прочности на сжатие образцов-кубиков цементного камня в возрасте 3, 14 и 28 суток приведены в таблице.

Таблица

Данные составов и предела прочности при сжатии наномодифицированного цементного камня

Состав	Расход материалов, мас. %			Предел прочности при сжатии, МПа		
	Цемент	СП-1	УНТ	3 сут.	14 сут.	28 сут.
1	100	1	0	48,27	63,88	111,60
2	100	1	0,00005	71,20	79,69	112,86
3	100	1	0,00025	80,27	99,06	119,02
4	100	1	0,0005	93,03	108,10	143,29
5	100	1	0,0025	84,72	96,75	137,23
6	100	1	0,005	78,22	88,46	135,50
7	100	1	0,025	71,46	83,34	133,96
8	100	1	0,05	70,00	80,72	133,79

Результаты экспериментов, представленные в таблице, позволяют сделать вывод о том, что оптимальная концентрация УНТ в наномодификате составляет 0,0025-0,0005 мас. % от расхода цемента. При этом доказано, что введение наномодифицированной добавки с содержанием УНТ 0,0005 % от массы цемента увеличивает предел прочности цементного камня на 93 %, 69 % и 28 % в 3, 7 и 28-суточном возрасте соответственно.

Таким образом, разработаны составы и технология производства наномодифицированной добавки и установлен диапазон оптимальных концентраций УНТ в ней.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лесовик В.С. Наносистемы в строительном материаловедении – прорыв в будущее. // Технолог, 2008, № 8.
2. Композиция для получения строительных материалов: пат. 2281262 Рос. Федерация. № 2005102277/03; заявл. 31.01.2005; опубл. 10.08.2006 [Патент Российской Федерации RU2281262 2005]; Бюл. № 22 (II ч.).
3. Пономарев А.Н. Высококачественные бетоны. Анализ возможностей и практика использования методов нанотехнологии. // Инженерно-строительный журнал, 2009, № 6. – С. 25-33.
4. Юдович М.Е., Пономарев А.Н., Гареев С.И. Поверхностно-активные свойства наномодифицированных пластификаторов // Строительные материалы, 2008, № 3. – С. 2-3.
5. Перфилов В.А., Алаторцева У.В., Дмитрук М.И., Жога И.Л. Применение модифицирующих нанодобавок для повышения прочности фибробетонов. // Известия вузов. Строительство, 2009, № 8. – С. 17-20.
6. Бурьянов А.Ф. К вопросу модификации структуры и свойств гипсовых материалов углеродными нанотрубками // Материалы XV Академических чтений РААСН – Межд. н/т конф. «Достижения и проблемы материаловедения и модернизации строительной индустрии». Т. II. – Казань, 2010. – С. 272-274.

7. Jung Inn Sohn, Seonghoon Lee, Yoon-Ho Song, Sung-Yool Choi, Kyoung-Ik Cho, Kee-Soo Nam. Patterned selective growth of carbon nanotubes and large field emission from vertically well-aligned carbon nanotube field emitter arrays.// Applied physics letters, 2001, № 7. – С. 901-903.

REFERENCES

1. Lesovic V.S. Nano systems in biulding materials – breakthrough in the future. // Technologist, 2008, № 8.
2. Arrangement for construction materials: the patent 2281262 Russian Federation. № 2005102277/03; It is declared 31.01.05; it is published 10.08.06. The bulletin № 22 (II part);
3. Ponomarev A.N. High-quality concrete. Analysis of possibilities and practice of using methods of nanotechnology // Construction Engineering Magazine, 2009, № 6. – P. 25-33.
4. Yudovich M.E., Ponomarev A.N., Gareev S.I. Surface-active properties of nanomodificated plasticizer // Construction materials, 2008, № 3. – P. 2-3.
5. Perfilov V.A., Alatortseva U.V., Dmitruk M.I., Zhoga I.L. Application of modifying nano-additives for increased strength of fiber concrete // Proceedings of the universities. Construction, 2009, № 8. – P. 17-20.
6. Buryanov A.F. On the question of modifying the structure and properties of gypsum materials carbon nanotubes // Proceedings XV Academic Readings RAACS – Int. s/t conf. «Achievements and Problems of Materials Science and modernization of the construction industry». P.II. – Kazan, 2010. – P. 272-274.
7. Jung Inn Sohn, Seonghoon Lee, Yoon-Ho Song, Sung-Yool Choi, Kyoung-Ik Cho, Kee-Soo Nam. Patterned selective growth of carbon nanotubes and large field emission from vertically well-aligned carbon nanotube field emitter arrays // Applied physics letters, 2001, № 7. – P. 901-903.

УДК 691.33
Изотов В.С. – доктор технических наук, профессор
E-mail: V_S_izotov@mail.ru
Ибрагимов Р.А. – аспирант
E-mail: rusmag007@yandex.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКИ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА

АННОТАЦИЯ

В работе приводятся данные о влиянии новой комплексной добавки на основе эфиров поликарбоксилатов на долговечность тяжелого бетона. Рассмотрено влияние комплексной добавки на усадку, набухание и сульфатостойкость цементных композиций, морозостойкость, водонепроницаемость и показатели пористости тяжелого бетона.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: комплексная добавка, тяжелый бетон, долговечность.

Izotov V.S. – doctor of technical sciences, professor
Ibragimov R.A. – post-graduate student
Kazan State University of Architecture and Engineering

INFLUENCE OF THE COMPLEX ADDITIVE ON DURABILITY OF HEAVY CONCRETE

ABSTRACT

In the work the data about influence of a new complex additive on the basis of ethers polycarboxylates on durability of heavy concrete is cited. Influence of a complex additive on contraction, swelling and sulfate resistance cement compositions, frost resistance, water resistance and indicators of porosity of heavy concrete is considered.

KEYWORDS: complex additive, heavy concrete, durability.

В настоящее время развитие технологии бетона и проблемы повышения качества, долговечности, а также экономичности бетонов решаются путем применения различного рода химических добавок. Введение органических и неорганических соединений в состав бетона позволяет в широком диапазоне менять его физико-механические показатели, состав и структуру, а также оказывает положительное влияние на долговечность бетонных и железобетонных конструкций [1]. Особое внимание в последнее время уделяется разработке комплексных добавок, позволяющих одновременно целенаправленно регулировать сразу несколько свойств цементных бетонов.

С появлением высокоэффективных гиперпластификаторов наблюдается тенденция в разработке комплексных добавок на их основе, позволяющих получать высокопрочные и высококачественные бетоны с низким водоцементным отношением, отличающиеся пониженной величиной капиллярной пористости, от которой зависит долговечность бетона.

Ранее нами была получена комплексная добавка (КД) на основе гиперпластификатора, ускорителя твердения и гидрофобизатора и оптимизирован ее состав. В качестве гиперпластификатора использована добавка Одолит-К на основе эфиров поликарбоксилата (ООО «Сервис-Групп»), в качестве ускорителя твердения – сульфат натрия (СН), в качестве гидрофобизатора – водонерастворимый кремнийорганический олигомер ФЭС-50 (Чебоксарский Химпром). На основе математического планирования эксперимента определены оптимальные дозировки компонентов комплексной добавки, которые составили: гиперпластификатор – 1 %, ускоритель твердения – 1,5 %, гидрофобизатор – 0,1 % от массы цемента.

Выявлено влияние оптимального содержания комплексной добавки и ее компонентов на кинетику усадочных деформаций цементно-песчаного раствора состава 1:3. По результатам исследования видно (рис. 1), что добавка Одолит-К снижает усадку раствора в возрасте 180 суток в 1,8 раза, по сравнению с составом без добавки, усадка образцов с добавками СН и ФЭС-50 в указанном возрасте составляет 0,89 и 0,81 мм/м соответственно и несущественно отличается от контрольного. Оптимальное содержание компонентов в составе комплексной добавки наиболее существенно снижает усадку раствора в возрасте 180 суток – в 2,5 раза, по сравнению с контрольным.

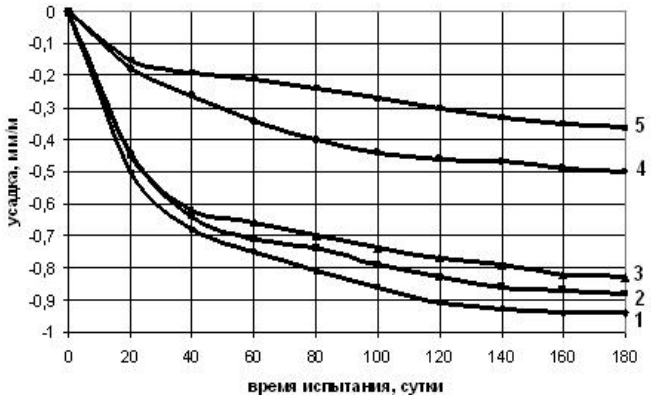


Рис. 1. Усадка цементно-песчаного раствора с исследуемыми добавками: 1 – без добавки; 2 – содержание СН 1,5 %; 3 – содержание ФЭС-50 – 0,1 %; 4 – содержание Одолит-К 1 %; 5 – содержание комплексной добавки 2,6 %

Известно, что разрушение цементных композиций под действием жидких агрессивных сред происходит вследствие растворения составляющих цементного камня с одной стороны, или образования в цементном камне продуктов взаимодействия гидратных новообразований с агрессивной средой, имеющих больший объем, чем сумма объемов исходных соединений. Увеличение объема гидратных новообразований вызывает появление внутренних напряжений, сопровождающихся образованием трещин, приводящих к разрушению бетона [2].

В связи с этим нами изучено влияние исследуемых добавок на сульфатостойкость цементно-песчаного раствора состава 1:3, изготовленного из равнопластичных смесей. Результаты проведенных исследований изменения свойств цементно-песчаных составов от введения добавок на прочность и химическую стойкость представлены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние комплексной добавки и ее компонентов на сульфатостойкость цементно-песчаного раствора

Вид и содержание добавок в % от массы цемента	В/Ц	Результаты испытания образцов через 180 суток:				
		в воде		в 5 % растворе сульфата натрия		Кс
		прочность, МПа:				
		$R_{сж}$	$R_{изг}$	$R_{сж}$	$R_{изг}$	
-	0,42	29,54	4,96	15,95	2,69	0,54
1,5 СН	0,42	31,76	5,06	19,72	3,15	0,62
1 Одолит-К	0,31	54,2	7,05	49,87	6,48	0,92
0,1 ФЭС-50	0,42	30,68	5,02	27,3	4,46	0,89
2,6 КД	0,29	56,8	7,46	54,53	7,16	0,96

Как видно из данных табл. 1, комплексная добавка и все ее компоненты повышают сульфатостойкость цементно-песчаного раствора, при этом, как и следовало ожидать, наибольшее повышение сульфатостойкости достигается в составе с комплексной добавкой – на 78 %, по сравнению с составом без добавки.

Для установления влияния комплексной добавки и ее компонентов на деформации набухания в агрессивной среде определялась кинетика деформаций набухания цементно-песчаного раствора состава 1:3 в 5 % растворе сульфата натрия. Установлено, что деформации набухания цементно-песчаного раствора с комплексной добавкой в 2,2 раза ниже состава без добавки. При этом все компоненты комплексной добавки влияют на снижение деформаций набухания во все сроки испытания. Так, деформации набухания с добавкой Одолит-К в 1,7, с добавкой ФЭС-50 в 1,3 раза ниже состава без добавки. Более низкое значение деформации набухания в составе с комплексной добавкой свидетельствует о более низкой пористости, в первую очередь, капиллярной, по сравнению с составом без добавки, за счет водоредуцирующего эффекта, оказываемого гиперпластификатором в составе комплексной добавки, что приводит к снижению водоцементного отношения на 30 %.

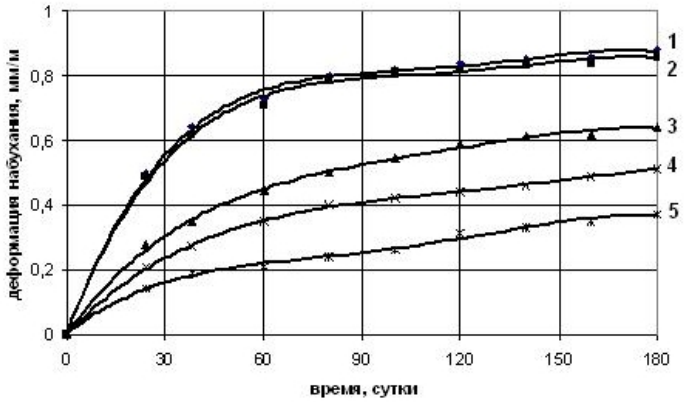


Рис. 2. Кинетика набухания цементно-песчаного раствора с добавками в 5 % растворе сульфата натрия:
1 – без добавки; 2 – содержание СН – 1,5 %; 3 – содержание ФЭС-50 – 0,1 %;
4 – содержание Одолит-К – 1 %; 5 – содержание комплексной добавки – 2,6 %

Как известно, снижение В/Ц отношения повышает плотность и снижает общую пористость бетона, что неизбежно сказывается не только на водопоглощении, но и на изменении физико-механических свойств, морозостойкости и водонепроницаемости. Для определения влияния комплексной добавки и ее компонентов на показатели пористости бетона, а также на морозостойкость и водонепроницаемость, проведен следующий эксперимент. На разных составах бетона, отличающихся расходом портландцемента, определялись показатели пористости бетона по методике ГОСТ 12730.4-78 [3]. Морозостойкость тяжелого бетона определяли на образцах-кубах 10х10х10 см по ГОСТ 10060.3-95 на приборе «Бетон-Фрост». Водонепроницаемость бетона определяли по приложению 4 ГОСТ 12730.5 на приборе «Агама-2РМ». Результаты экспериментальных исследований приведены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели пористости и долговечности бетона с комплексной добавкой и ее компонентами

№ п/п	Содержание добавок, %			Состав бетона, кг/м³			В/Ц	Показатели поровой структуры, %			W, марка	F, циклы
	Одолит-К	СН	ФЭС-50	Ц	П	Щ		Полный объем пор, $П_п$	Объем открытых капиллярных пор, $П_о$	Объем условно закрытых пор, $П_з$		
1	-	-	-	300	645	1240	0,42	15,3	9,8	2,1	W2	100
2	1	-	-	300	645	1240	0,33	12,5	7,2	2,1	W6	300
3	-	-	0,1	300	645	1240	0,42	13,4	9,1	2,3	W6	150
4	1	1,5	0,1	300	645	1240	0,32	9,1	4,8	2,4	W10	400
5	-	-	-	450	595	1140	0,38	14,2	7,4	1,8	W4	150
6	1	-	-	450	595	1140	0,28	11,3	4,8	1,7	W10	400
7	-	-	0,1	450	595	1140	0,38	12,6	6,2	1,9	W12	200
8	1	1,5	0,1	450	595	1140	0,28	6,4	3,2	2,1	W14	550
9	-	-	-	600	545	1040	0,32	9,2	4,6	1,6	W6	200
10	1	-	-	600	545	1040	0,21	7,4	3,1	1,6	W12	500
11	-	-	0,1	600	545	1040	0,32	7,9	4,2	1,8	W14	300
12	1	1,5	0,1	600	545	1040	0,21	5,1	2,2	1,9	W20	800

Как следует из данных табл. 2, максимально высокая пористость характерна для бетона контрольного состава без добавок. Такой бетон характеризуется повышенным водоцементным отношением, что способствует формированию более пористой капиллярной структуры затвердевшего бетона. Низкая капиллярная пористость в составах с комплексной добавкой свидетельствует о том, что капиллярные поры в матрице очень малы. Изменение общей и капиллярной пористости является следствием того, что увеличивается степень гидратации цемента и количество низкоосновных гидросиликатов кальция C-S-H [4], что подтверждается

исследованиями, выполненными в работе [5]. Очень низкие показатели пористости, в частности, пониженная доля капиллярных пор, увеличение закрытой пористости за счет снижения капиллярной, приводит к существенному повышению морозостойкости и водонепроницаемости бетона. Вода в таких порах замерзает при температуре значительно ниже -20 °С.

Введение комплексной добавки приводит к снижению общей пористости на 40-45 %, по сравнению с составом без добавки. Одновременно доля капиллярных пор уменьшается на 52 % при расходе цемента 600 кг/м³, на 57 % – при расходе цемента 450 кг/м³, на 51 % – при расходе цемента 300 кг/м³, в то время как доля капиллярных пор в бетоне без добавок составляет в среднем 55 % от общей пористости. Растет доля объема условно-закрытых пор в бетоне с комплексной добавкой на 14 % при расходе цемента 300 кг/м³, на 16 % – при расходе цемента 450 кг/м³, на 18 % – при расходе цемента 600 кг/м³, по сравнению с составами без добавок.

Для подтверждения результатов по определению пористой структуры бетона проведен эксперимент по оценке влияния комплексной добавки и ее компонентов – Одолит-К и ФЭС-50 – на водопоглощение при капиллярном подсосе по ГОСТ 31356-2007. Результаты испытаний приведены в табл. 3.

Таблица 3

Водопоглощение при капиллярном подсосе цементно-песчаного раствора с комплексной добавкой и ее компонентами

№ п/п	Содержание добавок, %			В/Ц	$W_{КП}$, кг/(м^2·ч^{0,5})
	Одолит-К	СН	ФЭС-50		
1	-	-	-	0,42	3,55
2	1	-	-	0,305	2,8
3	-	-	0,1	0,41	2,5
5	1	1,5	0,1	0,29	0,7

Из табл. 3 видно, что водопоглощение при капиллярном подсосе $W_{КП}$ с комплексной добавкой на 80 % меньше, чем в составе без добавок. При этом наибольшее значение в снижении капиллярной пористости вносит гидрофобизатор (на 30 %), затем гиперпластификатор (на 22 %).

Одновременно на образцах, подготовленных для определения величины капиллярного подсоса, определялась кинетика водопоглощения по массе в течение 48 часов. График водопоглощения по массе цементно-песчаного раствора с комплексной добавкой и ее компонентами представлен на рис. 3.

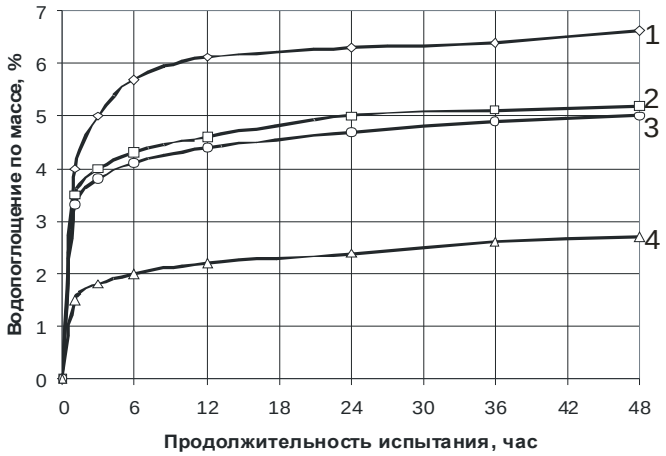


Рис. 3. Кинетика водопоглощения по массе цементно-песчаного раствора с добавками в возрасте 28 суток, твердевших в нормальных условиях: 1 состав – без добавки; 2 состав – гиперпластификатор (1 %); 3 состав – гидрофобизатор (0,1 %); 4 состав – комплексная добавка (2,6 %)

По данным, приведенным на рис. 3, видно, что комплексная добавка снижает величину водопоглощения цементно-песчаного раствора через 48 часов на 60 %, по сравнению с

составом без добавки. Следует отметить, что из всех компонентов комплексной добавки наибольший вклад в снижение водопоглощения вносит гидрофобизатор.

Основные **выводы:**

1) введение комплексной добавки снижает усадку цементного раствора в 2,5 раза;

2) сульфатостойкость цементных композиций с комплексной добавкой на 78 % выше состава без добавки, деформации набухания состава с комплексной добавкой в 5 % растворе сульфата натрия ниже в 2,2 раза, по сравнению с составом без добавки;

3) модификация тяжелого бетона комплексной добавкой способствует существенному повышению морозостойкости (до F 800) и водонепроницаемости (до W20);

4) в составах с комплексной добавкой водопоглощение при капиллярном подсосе ниже на 80 %, а водопоглощение по массе – на 60 %, по сравнению с составом без добавок;

5) повышение прочности и долговечности модифицированного бетона обусловлено формированием специфической структуры, отличающейся пониженной общей пористостью на 40-45 %, капиллярной пористостью на 51-57 % и увеличением доли закрытых пор на 14-18 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика. 2-е изд., перераб. и доп. – М., 1998. – 768 с.
2. Цилосани З.Н. Усадка и ползучесть бетона. – Тбилиси, 1979. – 255 с.
3. ГОСТ 12730.4-78. Бетоны. Методы определения показателей пористости.
4. Баженов Ю.М., Демьянова В.С., Калашников В.И. Модифицированные высококачественные бетоны / Научное издание. – М.: Издательство АСВ, 2006. – 368 с.
5. Изотов В.С., Ибрагимов Р.А. Особенности процесса гидратации цемента с комплексной добавкой // Известия КазГАСУ, 2010, № 2 (14). – С. 229-233.

REFERENCES

1. Batracov V.G. Modified concrete. Theory and practice. 2 edition, reslave and added. – M.: 1998. – 768 p.
2. Zilosani Z.N. Strinkage and creep of concrete. – Tbilisi, 1979. – 255 p.
3. GOST 12730.4-78. Concrete. Methods of definition of indicators of porosity.
4. Bazhenov Ju.M., Demyanova V.S, Kalashnikov V.I. The modified high-quality concrete / Scientific edition. – M.: Publishers ASV, 2006. – 368 p.
5. Izotov V.S, Ibragimov R.A. Features of process of hydration of cement with the complex additive//Izvestija KazGASU, 2010, № 2 (14). – P. 229-233.

УДК 539.3
Каюмов Р.А. – доктор физико-математических наук, профессор
E-mail: kayumov@mail.ru
Страхов Д.Е. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: strahov@kgasu.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИИ ВО ВРЕМЕНИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

АННОТАЦИЯ

Разработана методика экспериментального определения деформативных характеристик полимерного материала с памятью формы. Построены экспериментальные зависимости деформации от времени при разных температурах и нагрузках и соответствующие регрессионные функции. Определены коэффициенты температурно-временной редукции, позволившие прогнозировать поведение рассматриваемого полимерного материала при других температурах. Полученная модель проверена на контрольном образце.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: композитные материалы, муфты, эффект памяти формы, температурно-временная аналогия, температурно-временная редукция, поведение во времени, прогнозирование деформации.

Kayumov R.A. – doctor of physical and mathematical sciences, professor
Strahov D.E. – candidate of technical scinces, associate professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

PREDICTION OF DEFORMATION IN THE TIME OF POLYMER MATERIALS AT DIFFERENT TEMPERATURES

ABSTRACT

A method for experimental determination of deformation characteristics of polymer material with shape memory. Experimental plots of deformation versus time for different temperatures and loads and the corresponding regression function are worked out . The coefficients of temperature-time reduction that will predict the behavior of the polymer material under consideration at other temperatures are determined. The resulting model is tested on a control sample.

KEYWORDS: composite materials, couplings, the shape memory effect, the temperature-time analogy, temperature-time reduction, behavior in time, predicting the deformation.

Развитие современной техники тесно связано с производством композитных материалов (КМ) и изделий из них, а также с созданием новых КМ с внедрением их в различные отрасли промышленности.

К новым композитным материалам относятся материалы с эффектом памяти формы, используемые для соединения разнородных труб муфтами из этих материалов. Одной из актуальных задач при этом является задача прогнозирования деформации таких муфт во времени, причем при различных температурах.

При выборе исходных материалов использована конструктивная идея сочетания алифатических и ароматических фрагментов [1] в процессе формирования эпоксидных полимеров, обеспечивающих свойства термоусаживаться [2]. В качестве составляющей, включающей алифатические (эластичные) фрагменты, использован реакционноспособный эпоксикаучук – олигоэпоксиуретан (ПЭФ-3АГ), так как введение каучуков в ЭП оказывает существенное влияние на их упруго-деформационные и релаксационные свойства [3-6]. Установлено [1], что стабильный эффект термоусадки обеспечивается при содержании в жесткой матрице 15-25 % ЭК, при значениях молекулярных масс эпоксиполимеров в интервале 1200-1900 кг/кмоль. В качестве отверждающей системы был использован отвердитель аминного отверждения – диэтилентриаминометилфенол (УП-583Д), сочетающий в строении алифатические и ароматические фрагменты. Рассмотренные эпоксиполимеры имели соотношение эпоксиднодиановый олигомер – 80 %, олигоэпоксиуретан – 20 % [7].

Образцы для проведения испытаний имели вид лопаток с поперечным сечением 0,5х0,2 мм и рабочей длиной 30 мм.

Испытания проводились на разрывной машине МРС-500, при одноосном растяжении с различными температурами и напряжениями. Нагрев образцов осуществлялся в муфельной вертикально расположенной термокамере с тремя секциями нагревателя и отверстиями для захвата образцов (тип КК-1М).

С помощью регуляторов напряжения устанавливались токи в секциях термокамеры, так, чтобы обеспечивался наименьший градиент температур по высоте рабочего пространства.

Наблюдение за образцами и измерение их деформации осуществлялось через предусмотренные в корпусе термокамеры застекленные смотровые окна.

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 ±0,0015 мм.

При проведении замеров сравнивалась измеряемая длина (расстояние между двумя точками объекта) со шкалой прибора путем последовательного визирования зрительной трубы на граничные точки измеряемого отрезка.

Зависимости деформации от времени при разных температурах и нагрузках, полученные в процессе испытания, представлены на рис. 1.

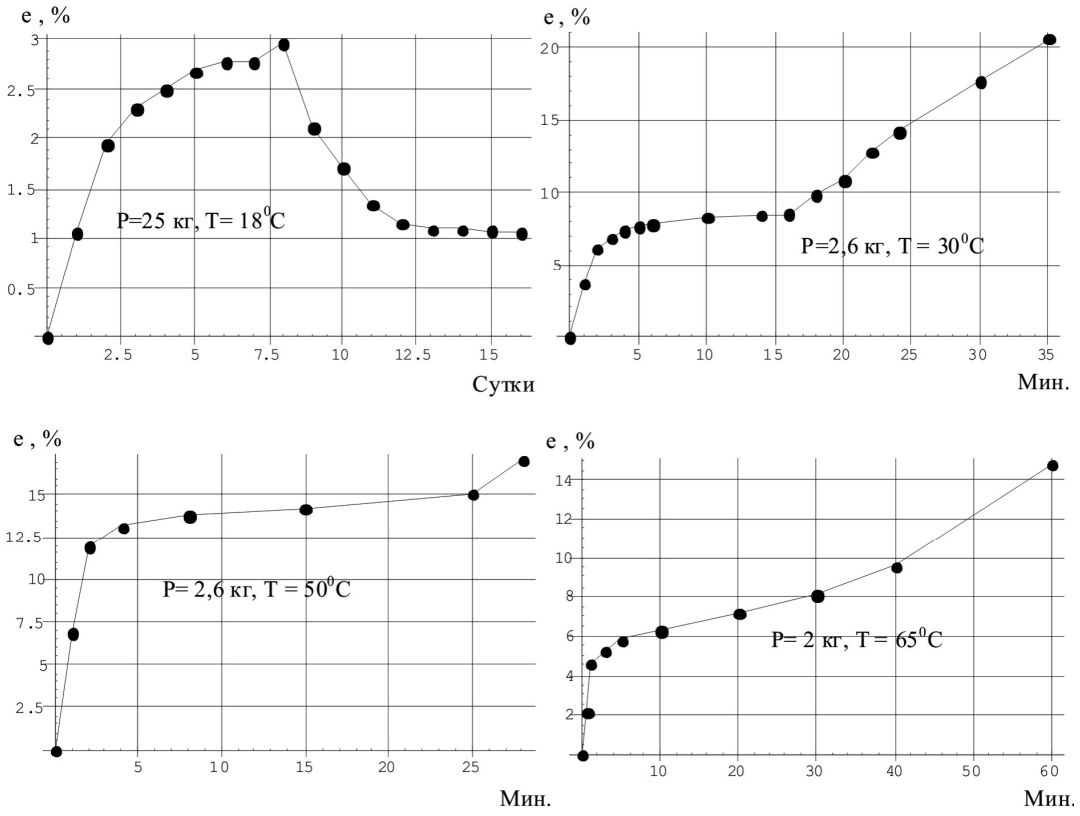


Рис. 1. Деформации образцов во времени при различной нагрузке и температуре

Для разработки модели деформирования использовались только первые два участка диаграммы – участок упрочнения и участок установившейся ползучести.

Для прогнозирования длительной ползучести выбран метод аналогий (суперпозиций), основанный на использовании факторов, ускоряющих релаксационные процессы. Согласно принципу температурно-временной аналогии, температура и время деформирования взаимосвязаны и взаимно эквивалентны [8].

При использовании метода аналогий задача прогнозирования ползучести для заданных значений температуры и напряжений сводится к отысканию коэффициентов редукции, на основе проведенных экспериментов, устанавливающих соответствующие масштабы времени

деформирования. Для описания процесса поведения полимера была принята модель наследственно-упругого материала с ядром ползучести Абеля:

$$e = \frac{s}{E} + \int_0^t \frac{C \cdot s(t)}{(t-t)^l} dt \ , \qquad (1)$$

где $C > 0$, $0 < \alpha < 1$.

Здесь было принято, что C = const, α = const. После обработки полученных экспериментальных данных построены регрессионные функции, описывающие поведение полимерного материала в виде (1). Графики регрессионных функций представлены на рис. 2. Для отыскания C и α был использован метод минимизации квадратичной невязки между экспериментальными и численными значениями деформаций в различные моменты времени.

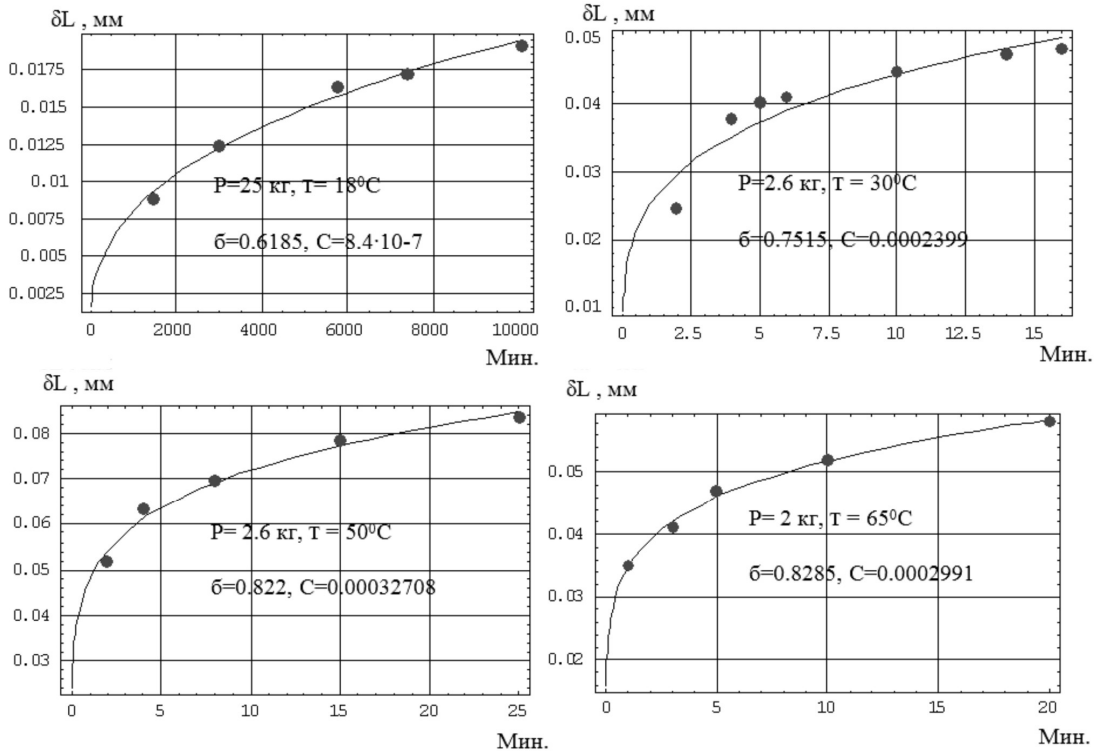


Рис. 2. Графики регрессионных функций при различных нагрузках и температурах

Для прогнозирования деформаций при различных температурах использовалось предположение о том, что материал является «простым». Это означает, что деформацию ползучести можно определить по следующей формуле:

$$e^{cr} = \int_0^{t^*} \frac{C(T_0) \cdot s(t^*)}{(t^* - t^*)^a} dt^*, \ t^* = \frac{t}{a_T} \cdot \qquad (2)$$

Здесь a_T – коэффициент температурно-временной аналогии, T_0 – температура приведения, T – текущая температура.

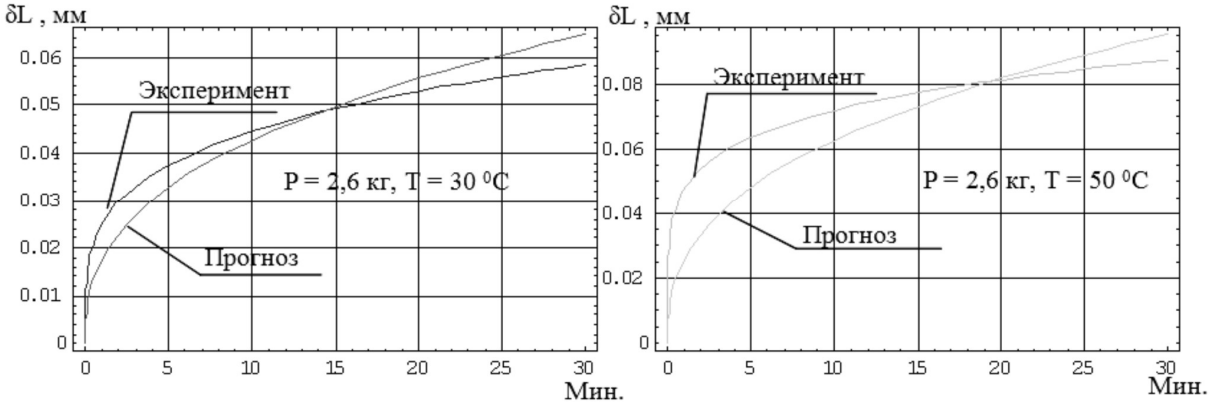
Располагая коэффициентом редукции, можно решать задачу предсказания поведения материала в условиях, наиболее близких к эксплуатационным, например для больших значений временного интервала или значений более высоких температур.

Для аппроксимации коэффициента температурно-временной редукции выбрана зависимость в виде [8]:

$$\ln(a_T) = \frac{a_1(T - T_0)}{a_2 + (T - T_0)}, \qquad (3)$$

где a_1 и a_2 – эмпирические коэффициенты.

Снова с использованием метода квадратичной невязки по результатам численного анализа трех экспериментов с температурами T = 18 °C, 30 °C и 50 °C получены оптимальные значения коэффициентов a_1 = -16.7236 и a_2 = 1.35578. За температуру приведения принято значение T_0 = 18 °C.



а) б)

Рис. 3. Прогнозируемые зависимости удлинений, полученные из трех первых регрессионных функций с помощью коэффициента температурно-временной аналогии из условия минимизации невязки между ними

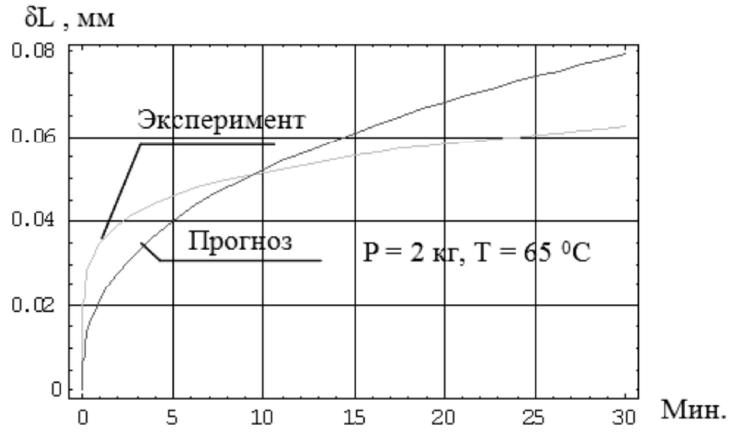


Рис. 4. Результаты сравнения регрессионной функции и прогноза для контрольного эксперимента

На рис. 3 а и 3 б приведены прогнозируемые зависимости удлинений при T=30°C, T=50°C, полученные с помощью соотношения (2). На рис. 4 приведены результаты сравнения регрессионной функции и прогноза для контрольного эксперимента.

Полученные значения прогноза и экспериментов показывают, что порядок квадратичной невязки между экспериментальными и расчетными значениями деформаций одинаков для всех случаев.

Таким образом, по результатам проведенных экспериментов и численного анализа можно считать, что рассматриваемый полимерный материал относится к классу «простых» материалов, что позволяет, зная коэффициент температурно-временной аналогии a_T, прогнозировать его поведение во времени при различных температурах и различном времени эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Страхов Д.Е. Разработка эпоксидных композиций, технологий получения термоусаживающихся муфт, муфто-клеевых соединений трубопроводов на их основе // Дисс. на соискан. уч. ст. к.т.н. – Казань, 2004. – 140 с.
2. Білошенко В.О., Строганов В.Ф., Шелудченко В.І. Спосіб одержания виробів термоусадоіо/ Патент Укр. № 10299, бюл. № 4, 1996.

3. Кадырмятова Ф.М., Готлиб Е.М., Соколова Ю.А. и др. Об особенностях модифицирующего эффекта реакционно способных эпоксиуретановых олигомеров./ Высокомолек. соед. том. 23 б, 1981, № 4. – С. 311-313.
4. Готлиб Е.М., Кисилева Р.С., Соколова Ю.А., Воскресенский В.А. Изучение динамических, механических свойств эпоксиполисульфидных компаундов. // Изв. вузов. Химия и хим. технология, 1975, т. 18, вып. 8. – С. 1270-1273.
5. Строганов В.Ф., Белошенко В.А., Строганов И.В., Страхов Д.Е. Влияние строения эпоксидных олигомеров на способность отвержденных полимеров к усадке. // Тез. докл. Седьмая междунар. конф. по хим. и физикохим. олигомеров. – Москва – Пермь – Черноголовка, 2000. – 235 с.
6. Строганов В.Ф., Страхов Д.Е., Строганов И.В., Сундуков В.И., Хакимов А.М. Физико-механические характеристики и ядерная релаксация в эпоксидных полимерах./ Тез. докл. Структура и динамика молекулярных систем. – Казань – Москва – Йошкар-Ола – Уфа, 2003. – 288 с.
7. Строганов В.Ф., Страхов Д.Е., Строганов И.В., Алексеев К.П. Композиция для изготовления термоусаживающихся изделий. / Патент РФ № 2253659, 2005.
8. Уржумцев Ю.С., Максимов Р.Д. Прогностика деформативности полимерных материалов. – Рига: Знание, 1975. – 416 с.

REFERENCES

1. Strakhov D.E. Development of epoxy compositions, technologies for producing heat-shrinkable sleeves, couplings, of adhesive joints of pipelines at their base / Diss. on soiskan. uch. Art. Ph. D. – Kazan, 2004. – 140 p.
2. Biloshenko V.A., Stroganov V.F., Sheludchenko V.I. /sposib oderzhaniya virobiv termousadoio / Patent Ukr. № 10299, Bul. № 4, 1996.
3. Kadyrmyatova F.M., Gottlieb E.M., Sokolova Y.A. etc. On the singularities of modifying effect of reactivity epoksiuretanovyh oligomers. Vysokomol. conn, 1981, tom. 23 b, № 4. – P. 311-313.
4. Gottlieb E.M., Kisileva R.S., Sokolova Y.A., Voskresenskij V.A. Study of the dynamic, mechanical properties of epoksipolisulfid compounds. Izvestija Vuzov Chemistry and Chemical Engineering. Technology, 1975, t. 18, v. 8. – P. 1270-1273.
5. Stroganov V.F., Beloshenko V.A., Stroganov I.V., Strakhov D.E. Effect of the structure of epoxy oligomers on the ability of cured polymers to shrinkage. Proc. Proceedings. Seventh Int. Conf. in Chemical Engineering and fizikohim oligomers. – Moscow – Perm – Chernogolovka, 2000. – 235 p.
6. Stroganov V.F., Strakhov D.E., Stroganov I.V., Sundukov V.I., Khakimov A.M. Physical and mechanical properties and nuclear relaxation in epoxy polymers. Proc. Proceedings. Structure and dynamics of molecular systems. – Kazan – Moscow – Yoshkar – Ola – Ufa, 2003. – 288 p.
7. Stroganov V.F., Strakhov D.E., Stroganov I.V., Alekseev K.P. Composition for the manufacture of heat-shrinkable products. Patent RF № 2253659, 2005.
8. Urzhumtsev J.S., Maximov R.D. prediction deformability of polymer materials. Riga: «Knowledge», 1975. – 416 p.

УДК 620.3+691.3
Королев Е.В. – доктор технических наук, профессор
E-mail: korolevEV@mgsu.ru
Московский государственный строительный университет

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

АННОТАЦИЯ
В работе представлен анализ проблем применения нанотехнологии в строительном материаловедении, сформулированы задачи, решение которых обеспечивает реализацию нанотехнологии в строительстве.
КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: нанотехнология, строительное материаловедение.

Korolev E.V. – doctor of technical sciences, professor
Moscow State University of Civil Engineering

CHALLENGES AND PROSPECTS OF THE NANOTECHNOLOGY IN CIVIL ENGINEERING

ABSTRACT
The review of the problems arising during practical application of the nanotechnology in material science is presented. The main goals are formulated, which have to be solved for successful application of nanotechnology in civil engineering.
KEYWORDS: nanotechnology, material science.

Проблемы и перспективы нанотехнологии в строительстве обсуждаются весьма широко. Результаты экспериментальных исследований и некоторый практический опыт призваны убедить общественность в перспективах и достижениях, которые ожидаются от применения структурообразования на атомно-молекулярном уровне. Попытки ряда исследователей [1, 2] сформулировать постановочные вопросы о перспективах и областях применения нанотехнологии в настоящее время не находят должного внимания в силу отсутствия надлежащего понимания сущности этой новой технологии.

Для нанотехнологии свойственны мифы и заблуждения [3, 4]. В нанотехнологии строительных материалов также имеются заимствованные и собственные заблуждения, которые порождают проблемы её понимания и применения.

Заблуждение № 1. Нанотехнология или нанотехнологии?

Существует мнение, что нанотехнологий много. Это первое и безобидное заблуждение, но которое также должно быть раскрыто. Разберемся в дефинициях. Технология (от греч. techne – искусство, мастерство, умение и ...логия), совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материала или полуфабриката, осуществляемых в процессе производства продукции; научная дисциплина, изучающая физические, химические, механические и другие закономерности, действующие в технологических процессах. Технологией называют также сами операции добычи, обработки, транспортировки, хранения, контроля, являющиеся частью общего производственного процесса [5]. Приставка «нано» – первая составная часть наименований единиц физических величин, служащая для образования наименований дольных единиц, равных миллиардной доле исходных единиц [6]. Отсюда можно заключить, что нанотехнология – это совокупность методов получения продукции (изделий) посредством организации вещества на наноуровне, который занимает особое положение на метрической шкале: между атомами (1…3 Å; 1 Å = 10^{-10} м) и макромолекулами полимеров (10^{-5} м). Такие ансамбли атомов и молекул (в иностранной литературе используется термин «macromolecules») обладают свойствами, которые существенно отличаются как от свойств отдельных атомов (молекул), так и от свойств макротел. Кроме того, они обладают избыточной энергией, что позволяет существенно снизить затраты на проведение химических и

других процессов. Поэтому объект технологии, посредством которого организуется получение продукции, единственный – нанообъект, а приложений нанотехнологии может быть множество: в химии, металлургии, электронике, строительстве, энергетике и т.д. Таким образом, существует только нанотехнология со множеством приложений.

Заблуждение № 2. Нанотехнология начинается с размеров объектов меньше 100 нм

Классически нанотехнология имеет границы от 1 до 100 нм в одном из направлений. Этот условный размерный диапазон широк и требует уточнения размеров нанообъектов, при которых проявляется размерный эффект. Важно также понимать физическую причину возникновения размерного эффекта. Она заключается в следующем. Все законы химии и молекулярной физики являются статистическими, т.е. проявляющимися точно только на большом количестве атомов или молекул. При этом не все атомы и молекулы обладают требуемыми характеристиками для выполнения рассматриваемого закона (например, ориентации дипольных молекул в магнитном поле). Число таких атомов или молекул пропорционально

$$n \approx \sqrt{N}$$

(где N – общее количество атомов или молекул), а относительная доля с увеличением N уменьшается:

$$\lim_{N\to\infty} \frac{\sqrt{N}}{N} \to 0 .$$

Это означает, что для больших групп атомов или молекул законы выполняются полностью и их отклонение незначительно или неопределимо, а для небольших групп (нанообъектов) отклонение от закона существенно и его величина возрастает с уменьшением объекта (рис. 1 а). Причем направленность отклонения не регулируется.

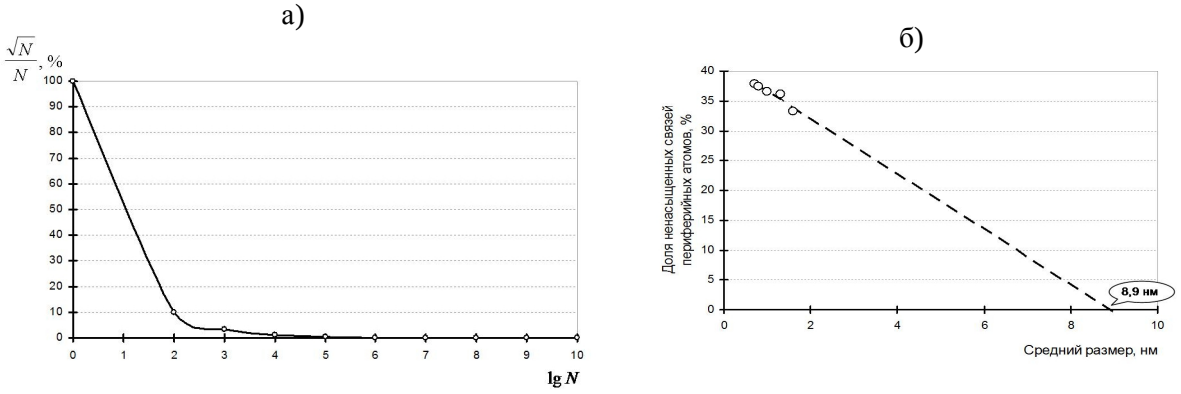


Рис. 1. Определение верхней границы размера нанообъектов

Существует два подхода к определению верхней границы размеров нанотехнологии: феноменологический и структурный. Они предполагают определение относительного количества атомов на поверхности объекта (феноменологический подход) или количества ненасыщенных связей периферийных атомов (структурный подход). Проведем расчет соотношения количества атомов, располагающихся на поверхности нанообъекта, и в его объеме. Количество атомов на поверхности равно:

$$N_s = a_g \left(\frac{L}{a_o} \right)^2 ,$$

где L – линейный размер нанообъекта; a_o – эффективный размер атома;
a_g – геометрический фактор нанообъекта.
Количество атомов в объеме нанообъекта равно:

$$N_V = \left(\frac{L}{a_o} - 2 \right)^3 .$$

Сопоставимые количества атомов на поверхности и в объеме достигаются при L/a_o=10 или при N=1000. Аналогичные результаты получаются при структурном подходе (рис. 1 б) [7, 8].

Таким образом, существенные размерные эффекты можно наблюдать только при размерах нанообъектов менее 10 нм. Однако частицы такого размера сохраняют активность микро- и миллисекунды, а обеспечение их агрегативной устойчивости требует проведения специальных мероприятий (охлаждение до низких температур 50-100 К и/или применение специальных веществ и т.д.) [8]. Отсюда очевидно, что синтез материалов на основе таких нанообъектов в настоящее время может быть реализован только на весьма ограниченном перечне веществ (например, углероде [7]) и их применение ограничено специальными приложениями.

Заблуждение № 3. Утверждается, что применение нанотехнологии позволит получить лёгкие и прочные строительные материалы

Считается, что применение нанотехнологии позволит создать материалы, которые будут обладать высокой прочностью и малой средней плотностью. Эти два свойства связаны в показателе удельной прочности (единица измерения – [Дж/кг]) или в коэффициенте конструктивного качества K_f (единица измерения – [Па]). Прочность изотропного материала определяется количеством связей в единице объема N [9]:

$$R = \gamma f_c N^{2/3},$$

где γ – константа; f_c – прочность единичного контакта.

Используя линейную аппроксимацию между координационным числом и плотностью упаковки, $R = f(N)$ представим

$$R = \gamma f_c \left[27{,}25 \left(\frac{\rho - \rho_m}{\rho_f - \rho_m} \right) - 13{,}95 \right]^{2/3}$$

(здесь ρ – плотность материала; ρ_f, ρ_m – плотность структурного элемента и дисперсионной среды), из которого следует, что с увеличением плотности материала его прочность возрастает (рис. 2 а).

а) б)

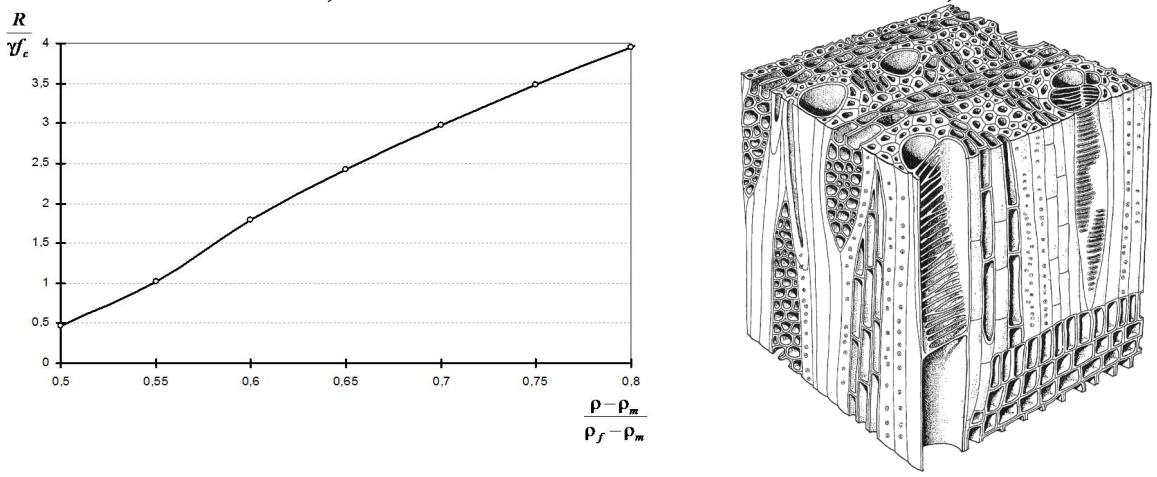


Рис. 2. Зависимость прочности материала от его плотности (а) и структура древесины (б)

Реализация сформулированного заблуждения возможна при организации направленных сотовых структур, аналогичных строению древесины (рис. 2 б). Элементами таких структур могут быть синтезированные наноуглеродные, алюмосиликатные и другие полые структуры (трубки). При этом длина таких трубок должна быть сопоставима с геометрическими размерами изделия. Кроме того, материал с такой структурой будет обладать выраженной анизотропией, так как прочность трубок будет существенно превосходить прочность контакта между ними. Обеспечение разнонаправленного расположения структурных элементов на несколько порядков усложнит технологический процесс изготовления материала.

Безусловно, существуют и другие заблуждения, которые порождают трудности в изучении и продвижении нанотехнологии в строительстве. Однако возможность реализации и перспективность нанотехнологии в строительных материалах определяется идентичностью процессов, протекающих при получении материала, с процессами синтеза нанообъектов.

Внедрение нанотехнологии в строительство требует решения нескольких приоритетных задач, а именно:

1) Провести технико-экономическое обоснование внедрения нанотехнологии.

2) Установить влияние нанообъектов на здоровье человека.

3) Определить рациональную траекторию наноструктурирования строительных материалов.

Очевидно, что развитие нанотехнологии будет формулировать перед исследователями новые задачи, которые направлены на получение новых знаний и преодоление возникающих технологических задач, что в совокупности будет характеризовать направленный поиск научно обоснованных инженерных решений. Указанные вопросы являются центральными, определяющими перспективы и области применения нанотехнологии в строительстве.

Задача № 1. Методология технико-экономической оценки внедрения нанотехнологии в строительство

Считается, что целесообразность внедрения разработки достаточно обосновывать только расчетом финансовых потоков. Этого критерия достаточно только при условии внедрения нового достижения, технические показатели которого не подвергаются сомнению. Отсутствие технического анализа увеличивает вероятность появления продукта, незначительно отличающегося по характеристикам от существующих изделий и являющегося их тиражированием, что может при внедрении нанотехнологии оказывать неблагоприятное влияние на мнение потребителя и, следовательно, на внедрение и продвижение этой технологии. Поэтому целесообразно при внедрении нанотехнологии проводить технико-экономическую оценку. Для этого необходимо разработать критерий, позволяющий учитывать технические достижения и величину экономических затрат на внедрение технологии. Таким показателем является соотношение:

$$k_{ec} = \frac{\overline{F}}{\overline{C}},$$

где $\overline{F}$ – относительное изменение качества материала; $\overline{C}$ – относительное изменение стоимости технологии.

Относительные изменения должны рассчитываться с учетом ближайших аналогов – базовых технологий материалов:

$$\overline{F} = \frac{\Phi_k - \Phi_{k,0}}{\Phi_{k,0}}; \qquad \overline{C} = \frac{C_t - C_{t,0}}{C_{t,0}},$$

где $\Phi_{k,i}$ – обобщенный критерий качества; $C_{t,i}$ – стоимость технологии с учетом затрат на внедрение, эксплуатацию и утилизацию; индекс «0» обозначает базовую технологию (материал).

Указанное соотношение фактически определяет эффективность вложения финансовых средств в новую технологию. В фазовом пространстве $\overline{F}$ и $\overline{C}$ можно определить граничные значения, определяющие эффективность внедрения новой технологии (рис. 3).

		$\overline{F}$		
		↓	0	↑
$\overline{C}$	↓	(−)	(+)	(?)(?)
	0	(−)	0	(+)
	↑	(−)	(−)	(?)

Рис. 3. Технико-экономические эффекты в фазовом пространстве $\overline{F}$ и $\overline{C}$

Знаком «+» отмечены области достижений традиционных технологий: как правило, изменения $\overline{F}$ или $\overline{C}$ незначительны. Знаком «??» обозначена область приоритетных технологий, для которых уменьшение стоимости технологии приводит к повышению качества материала – продукта технологии. В этой области указаны развивающиеся прогрессивные технологии. Такие технологии на современном этапе также имеют незначительные изменения $\overline{F}$ и $\overline{C}$. Знаком «?» отмечена область, эффект которой определяется соотношением величин $\overline{F}$ и $\overline{C}$. Очевидно, что предпочтительны значения $k_{ec} > 1$. В этой области обозначены новые технологии, в том числе нанотехнологии. Отсюда верно, что развитие нанотехнологии потребует вложения средств, эффективность использования которых зависит от выбора базовой технологии (материала).

Очевидно, что предложенная методология оценки технико-экономической эффективности внедрения нанотехнологии определяет необходимость решения новых подзадач, а именно:

1) Разработать методики расчета экономических показателей, учитывающих весь жизненный цикл работы материала.

2) Сформулировать обобщенные критерии качества материала. Примером такого критерия может быть аддитивная функция, содержащая мультипликативные члены:

$$\Phi_k = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \sqrt[m]{\prod_{j=1}^{m} \frac{f}{f_*}},$$

где α_i – коэффициенты весомости; f, f_* – фактическое и контрольное значение свойства; n – количество групп свойств (например, технологические, механические, теплофизические и т.д.); m – количество свойств, характеризующих группу свойств.

Все показатели, входящие в состав обобщенного критерия качества, должны быть сформулированы для каждого материала. Это потребует не только проведения классификации, но и разработки новых методик определения свойств материалов.

3) Установить значения свойств материалов f. Для решения указанной задачи необходима системная работа и консолидация усилий специалистов многих областей знаний, способных сформулировать требования к новым энергоэффективным и безопасным зданиям и сооружениям.

Задача № 2. Токсикологическое влияние нанообъектов на здоровье человека

Медицинские исследования, проведенные с применением наночастиц (3D-объекты) различной природы (углеродные нанотрубки, фуллерены, наночастицы серебра и титана), на использовании которых базируются современные отечественные приложения нанотехнологии, показывают, что наночастицы могут попасть в организм человека различными путями: кишечно-желудочный тракт, органы дыхания и др. Причём негативные эффекты от попадания нанотрубок превосходят результаты воздействия асбеста и кристаллического кремнезёма. То же выявлено при использовании наночастиц титана и серебра [10]. Отсюда очевидно, что синтез наночастиц, как самостоятельных объектов и являющихся продуктом, может привести к серьезным экологическим проблемам и существенным экономическим расходам. Поэтому рационально получать продукты, являющиеся лиофильными коллоидными дисперсными системами, дисперсионная среда в которых хорошо совместима с технологическими жидкостями, используемыми при производстве строительных материалов. Здесь также возникает несколько подзадач:

1) Подобрать способы и режимы обработки, обеспечивающие однородное распределение наночастиц по объему среды-носителя и строительного материала.

В настоящее время для гомогенизации дисперсных систем, содержащих наночастицы, используют ультразвуковую обработку[*]. При этом считается, что параметры и режим проводимой обработки обеспечивают получение однородных дисперсных систем. Очевидно, что для определения указанных характеристик необходимо иметь систему генерации звуковой волны с заданными параметрами и систему контроля эффективности воздействия. Для определения параметров звуковой волны, обеспечивающей диспергирование агрегатов наночастиц, необходима физическая модель процесса (рис. 4).

[*] Библиография по указанному вопросу весьма обширна, см. например [11, 12].

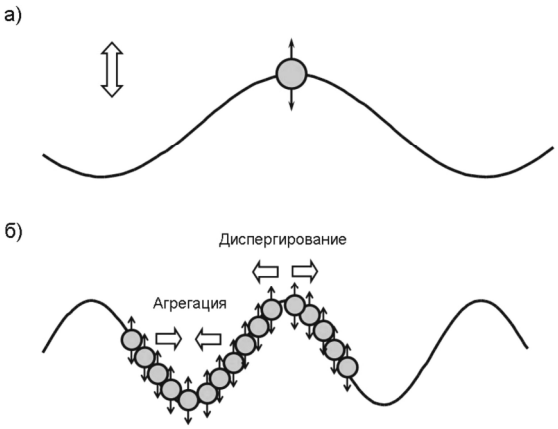


Рис. 4. Влияние параметров звуковой волны на диспергирование агрегатов наночастиц:
а) при $\lambda > L_{ar}$; б) при $\lambda < L_{ar}$ (здесь λ – длины волны; L_{ar} – геометрический размер агрегата)

При длине звуковой волны больше линейного размера агрегата наночастиц воздействие ультразвука неэффективно (рис. 4 а). Например, при скорости распространения υ=1500…2000 м/с и частоте генерируемой волны ν = 44 кГц (наиболее часто встречающиеся значения параметров) длина волны (при условии отсутствия дифракции, интерференции и отражения), а следовательно, минимальный линейный размер агрегата будет равен

$$\lambda = \frac{\vartheta}{\nu} = 34\ldots45 \text{ мм}.$$

Уменьшение длины волны, которое может также может происходить вследствие многократного отражения и преломления первоначальной волны, будет приводить к протеканию конкурирующих процессов: агрегирования и диспергирования (рис. 4 б). При обработке ультразвуком могут возникать также более сложные явления, например, кавитация, генерирующая нерегулярное звуковое поле, в локальных зонах которого может возникать резонанс, приводящий к физическим и химическим преобразованиям в веществе (в частности, к дегазации, повышению температуры). Одновременно в других областях звукового поля могут генерироваться колебания наночастиц с фазовым сдвигом, что будет приводить к их агрегации [13]. Максимальная частота ультразвука для эффективного диспергирования нанообъектов размером 10-100 нм должна составлять 15-200 ГГц. Это область гиперзвука, который быстро поглощается средой-носителем, а энергия расходуется на преобразование вещества, в том числе активацию химических реакций. Необходимо отметить, что промышленных аппаратов, генерирующих такие частоты ультразвука, нет.

2) Подобрать вспомогательные вещества, обеспечивающие агрегативную стабильность коллоидных систем и удаляющиеся для реализации потенциала наночастиц. Необходимо отметить, что это наиболее эффективный способ повышения эффективности диспергирования и агрегативной устойчивости коллоидных и других дисперсных систем. Адсорбция на поверхности частиц молекул поверхностно-активного вещества приводит к снижению поверхностного натяжения σ_{wg} и улучшению смачиваемости поверхности твердого тела

$$\cos(\theta) = \frac{\sigma_{tg} - \sigma_{tw}}{\sigma_{wg}},$$

где σ_{tg} – поверхностное натяжение на границе раздела «твердая фаза – газовая фаза»; σ_{tw} – то же «твердая фаза – жидкость»; σ_{wg} – то же «жидкость – газовая фаза».

При этом молекулы поверхностно-активного вещества блокируют активную поверхность наночастицы и препятствуют использованию ее энергетического потенциала:

$$E = \pi\sigma r^2 + kT(C_r - C_\infty),$$

где σ – поверхностное натяжение; r – радиус наночастицы; k – постоянная Больцмана; T – температура; C_∞ – концентрация вакансий в макротеле; C_r – концентрация вакансий в наночастице:

$$C_r = C_\infty \exp\left(\frac{2\sigma}{r\Delta VkT}\right),$$

здесь ΔV – изменение объема кристалла при замене атома на вакансию.

Первое слагаемое характеризует вклад поверхностной энергии, а второе – вакансий. При нанесении поверхностно-активного вещества снижается поверхностное натяжение и, соответственно, энергетический потенциал будет уменьшаться пропорционально уменьшению этой величины. Поэтому важно подобрать вещества, которые удалялись с поверхности наночастиц.

Задача № 3. Определить рациональную траекторию наноструктурирования строительных материалов

Фактически существует две траектории наноструктурирования и наномодифицирования строительных композиционных материалов:

1) Введение в материал синтезированных нанообъектов.

2) Синтез нанообъектов в материале в процессе его изготовления.

Первая стратегия имеет очевидные преимущества, связанные с решением задачи стандартизации нанообъектов. Однако для широкого ее внедрения необходимо решить задачу № 2. Некоторые обнадеживающие результаты показывает способ привития на поверхности нанообъектов функциональных групп, облегчающих совмещение с технологическими жидкостями. При этом вопросы обращения с нанообъектами на этапе приготовления полуфабрикатов для модифицирования строительных материалов не решены. Также не решен вопрос устойчивости технологического процесса производства многокомпонентных строительных материалов к случайному варьированию их рецептуры, что особенно актуально для материалов, содержащих нанообъекты.

Вторая траектория является предпочтительной, позволяющей решить практически все технологические и экологические задачи нанотехнологии. Сущность этой стратегии заключается в использовании реактивов (прекурсоров), которые полностью совмещаются с технологической жидкостью и способны в процессе изготовления материала претерпевать физические или химические преобразования и синтезировать наноразмерные объекты, участвующие в его структурообразовании.

В качестве примеров реализации второй траектории приведем результаты зарубежных исследований, которые могут быть реализованы в строительстве.

Пример № 1.

Наноструктурные композиты на основе взаимопроникающих полимерных сеток [14]. Эти нанокомпозиты получают посредством синтеза взаимопроникающих полимерных сеток типа полиуретанов, эпоксидных смол и акрилата с SiO_2, TiO_2 и других оксидов металлов, добавляемых в жидкую технологическую фазу. Использование принципа взаимопроникающих полимерных сеток в производстве композитных материалов дает уникальную возможность управлять как микро-, так и наноструктурными свойства. Разработка нового класса нанокомпозитных материалов характеризуется отсутствием загрязнений при производстве IPN-полимеров. Главным компонентом такой технологии компания «Polymate» предлагает использовать (дендро)-аминосиланы. Гидролиз аминосилановых олигомеров создает вторичные наноструктурированные полимерные сетки, которые улучшают эксплуатационные свойства материала. Такие (дендро)-аминосилановые отвердители – это новое направление в модификации эпоксидной смолы, циклокарбонатов и акриловых смол, которые широко применяются в строительстве.

Пример № 2.

Нанокомпозиты на основе гибридной органосиликатной матрицы [15]. Используя принцип формирования наноструктуры, основанный на необходимости создания наночастиц в течение технологического процесса в жидкой фазе, компания «Polymate» разработала соединения, состоящие из нескольких разновидностей растворимых силикатов. Существенное увеличение прочности и ударной вязкости матрицы силиката достигается объединением специальных жидких добавок, типа TFS, которые на технологической стадии выступают в качестве микрокристаллической затравки и в дальнейшем обеспечивают кольматацию пор матрицы силиката. В последних разработках главным образом применяется новый тип разработанных силикатов с содержанием органических катионов.

Пример № 3.

Полимерные нанокомпозиты с очень низкой проницаемостью и высоким сопротивлением агрессивным средам [16]. Новые химические стойкие полимерные материалы разработаны с добавлением наноразмерного неорганического активного наполнителя, реагирующего с агрессивной средой и формирующего новую фазу, состоящую из гидрата высокой прочности. Компания «Polymate» разрабатывает обширную номенклатуру изделий с активными нанонаполнителем для модификации широко применяемых полимеров, являющихся основой для материалов, эксплуатирующихся в разнообразных агрессивных средах, включая кислоты, морскую воду, фтор, щелочи и многие другие.

Пример № 4.

Водно-дисперсионные краски с биоцидными свойствами на основе нанопорошка серебра [17]. Биологическое воздействие краски с добавлением наночастиц серебра было изучено на следующих микроорганизмах:

- Escherichia coli в роли обычной модели бактериального загрязнения окружающей среды;
- Coliphage как модель вирусной инфекции, включая грипп А и В, гепатит А и другие;
- Земляные грибы как модель представителя микрофлоры и модели противогрибковых загрязнений;
- Споры.

Испытания подтверждают преимущества разработанных водных акриловых биологически активных покрытий.

Представленные результаты убедительно свидетельствуют о перспективности нанотехнологии для повышения качества строительных материалов.

Важно отметить также задачи, решение которых будет способствовать широкому внедрению нанотехнологии в строительстве, а именно: подготовка кадров, способных организовать производство строительных материалов по нанотехнологии, а также развитие научно-образовательных центров. В Московском государственном строительном университете в рамках реализации федеральной целевой программы «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в Российской Федерации на 2008-2015 годы» проводится техническое перевооружение научно-образовательного центра по направлению «нанотехнологии». Центр оснащается современным научно-исследовательским оборудованием, позволяющим проводить исследования в различных областях строительного материаловедения: композиционные материалы общестроительного и специального назначения на минеральных и органических вяжущих веществах, керамика различного назначения, дорожные бетоны, модификаторы для бетонов и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов Ю.М., Королев Е.В. Технология наномодифицирования в строительном материаловедении // Журнал «Региональная архитектура и строительство», 2008, № 1 (4). – С. 4-7.
2. Баженов Ю.М., Королев Е.В. Оценка технико-экономической эффективности нанотехнологий в строительном материаловедении // Журнал «Строительные материалы», 2009, № 6. – С. 66-67.
3. «Нано» мифы. Мифы о нанотехнологии // http://antic-r.narod.ru/nano-myth.htm.
4. Эрхих Г. Нанотехнологии: мифы, блефы и реалии // www.promved.ru/articles/article.phtml?id=2013&nomer=67.
5. Большой энциклопедический словарь. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1998. – 1456 с.
6. Крысин Л.П. Толковый словарь иностранных слов. – М.: Изд-во Эксмо, 2005. – 994 с.
7. Волков Г.М. Объемные наноматериалы. – М.: Кнорус, 2011. – 168 с.
8. Сергеев Г.Б. Нанохимия. – М.: КДУ, 2009. – 336 с.
9. Ребиндер П.А. Физико-химическая механика дисперсных структур. – М.: Наука, 1966. – 347 с.
10. Фатхутдинова Л.М., Халиуллин Т.О., Залялов Р.Р. Токсичность искусственных наночастиц // Казанский медицинский журнал, 2009, № 4, том 90. – С. 578-584.

11. Лукутцова Н.П. Наномодифицирующие добавки в бетон // Журнал «Строительные материалы», 2010, № 9. – С. 101-104.
12. Ашрапов А.Х., Абдрахманова Л.А., Низамов Р.К. Разработка эффективных способов введения наномодификаторов в ПВХ композиции // Материалы XV Академических чтений РААСН – Международной научно-технической конференции: Достижения и проблемы материаловедения и модернизация строительной индустрии. Том 2. – Казань: КГАСУ, 2010. – С. 267-271.
13. Ультразвук. Маленькая энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия, 1979. – 400 с.
14. Figovsky O.: Active Fillers for Composite Materials: Interaction with Penetrated Media, Encyclopedia of surface and colloid science, N.Y. vol. 1, 2006. – P. 94-96.
15. Figovsky O., Shapovalov L.: Nanocomposite Coatings Based on Nonisocyanate Polyurethanes and Hybrid Binder. Proceedings of the 80th JSCM Anniversary Conference «New Fields in Colour and Coatings», Tokyo, Japan, 2007. – P. 34-37.
16. Figovsky O., Blank N.: Nanocomposite Based on Polymer Matrixes with Increasing Durability. Abstracts of the 12th Israel Materials Engineering Conference, Beer-Sheva, Israel, 2006. – P. 102.
17. Kudryavtzev B., Figovsky O., Egorova E., Revina A., Buslov F., Beilin D.: The use of nanotechnology in production of bioactive paints and coatings, J. Scientific Israel-Technology Advantages, vol. 5, № 1-2, 2003. – P. 209-215.

REFERENCES

1. Bazhenov Ju.M., Korolev E.V. Nanomodification's technology in material science // Journal «Regionalnaya arhitektura i stroutelstvo», 2008, № 1 (4). – P. 4-7.
2. Bazhenov Ju.M., Korolev E.V. Estimation of cost efficiency of nanotechnologies' application in material science // Journal «Stroitelnye materialy», 2009, № 6. – P. 66-67.
3. «Nano» myth. Myth about nanotechnology // http://antic-r.narod.ru/nano-myth.htm.
4. Erhih G. Nanotechnology: myth and reality // www.promved.ru/articles/article.phtml?id=2013&nomer=67.
5. Big encyclopedic thesaurus, 2nd ed. – M.: Bolshaya Rossiyskaya Enciklopedia, 1998. – 1456 p.
6. Krysin L.P. Explanatory dictionary of foreign words. – M.: Eksmo, 2005. – 994 p.
7. Volkov G.M. Volumetric nanomaterials. – M.: Knorus, 2011. – 168 p.
8. Sergeev G.B. Nanochemistry. – M.: KDU, 2009. – 336 p.
9. Rebinder P.A. Physical & chemical mechanic of disperse structures. – M.: Nauka, 1966. – 347 p.
10. Fathuddinova L.M., Haliullin T.O., Zalyalov R.R. Toxic properties of artificial nanoparticles // Kazanskiy medicinskiy journal, 2009, № 4, v. 90. – P. 578-584.
11. Lukutcova N.P. Nanomodifiers for concrete // Journal «Stroitelnye materialy», 2010, № 9. – P. 101-104.
12. Ashrapov A.H., Abdrahmanova L.A. Nizamov R.K. Development of efficient method of addition of nanomodifiers in PVC-compositions // Proc. of XV Academic reports of the RAACS – International scientific conference: Successes and problems of material science and reconstruction of construction's industry, v. 2. – Kazan: KSUAE, 2010. – P. 267-271.
13. Ultrasound. Small encyclopedia. – M.: Sovetskaya Enciklopediya, 1979. – 400 p.
14. Figovsky O. Active Fillers for Composite Materials: Interaction with Penetrated Media, Encyclopedia of surface and colloid science, N.Y. vol. 1, 2006. – P. 94-96.
15. Figovsky O., Shapovalov L. Nanocomposite Coatings Based on Nonisocyanate Polyurethanes and Hybrid Binder. Proceedings of the 80th JSCM Anniversary Conference «New Fields in Colour and Coatings», Tokyo, Japan, 2007. – P. 34-37.
16. Figovsky O., Blank N. Nanocomposite Based on Polymer Matrixes with Increasing Durability. Abstracts of the 12th Israel Materials Engineering Conference, Beer-Sheva, Israel, 2006. – 102 p.
17. Kudryavtzev B., Figovsky O., Egorova E., Revina A., Buslov F., Beilin D.: The use of nanotechnology in production of bioactive paints and coatings, J. Scientific Israel-Technology Advantages, vol. 5, № 1-2, 2003. – P. 209-215.

УДК 666.3.046.44
Миндубаев А.А. – аспирант
E-mail: almaz123@list.ru
Габидуллин М.Г. – доктор технических наук, профессор
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ВЫСОКОМАРОЧНЫЙ КЛИНКЕРНЫЙ КИРПИЧ

АННОТАЦИЯ
Представлены опытные результаты получения клинкерного кирпича на основе смеси легкоплавких, огнеупорных глин и добавок. Получен оптимальный состав на основе местных глин РТ. Определены технико-эксплуатационные показатели полученных изделий.
КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: клинкерный кирпич, высокопрочный, глина, перлит.

Mindubaev A.A. – post-graduate student
Gabidullin M.G. – doctor of technical sciences, professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

HIGH-QUALITY CLINKER BRICK

ABSTRACT
Presented experimental results of obtaining clinker bricks from a mixture of fusible, fire clay and additives. An optimal composition based on local clays is given. The technical and operational parameters of obtained products are defined.
KEYWORDS: clinker brick, high strength, clay, perlite**.**

Дефицит мощностей по производству кирпича в РТ составляет 529 млн. шт. стенового и 120 млн. шт. лицевого кирпича к 2015 г. и дополнительно 608 млн. шт. стенового и 120 млн. шт. лицевого к 2030 г. Наряду с этим в Татарстане ожидается выбытие старых мощностей по выпуску стеновой керамики в объеме 240 млн. шт. усл. кирпича в год. Наиболее значительным локальным дефицитом мощностей по производству кирпича – 386 млн. шт. к 2015 г. и еще 359 млн. шт. к 2030 г. характеризуется Казань и прилегающие районы на северо-западе Татарстана [1]. Поэтому необходимо наращивать производство керамических кирпичей.

Наличие в узлах современных стен высокотеплопроводных материалов в сочетании с утеплителем приводит к повышению влажностного режима и концентрации напряжений на некоторых участках. Эти процессы оказывают доминирующее влияние на снижение долговечности кирпичной кладки. Особые эксплуатационные условия в облицовочном слое наружных стен с вентилируемым воздушным зазором создаются в результате двухстороннего контакта с наружным воздухом, что приводит к повышенному влагосодержанию кладочного раствора и кирпича в пасмурную погоду и при дожде. В результате влажность лицевого кирпича может достигать значения максимального водопоглощения. Лицевой кирпич разрушается при заморозках и оттепелях с обеих сторон. Поэтому предлагается облицовочный слой при наличии воздушного зазора выполнять из полнотелого кирпича с маркой по морозостойкости F100 независимо от уровня теплоизоляции стены [2]. Например, клинкерным кирпичом, который имеет достаточные показатели по морозостойкости.

Ранее была показана возможность получения клинкерного кирпича из смесей легкоплавких и огнеупорных глин [3]. Известен ряд работ по разработке клинкерного кирпича с добавками перлита [4-7]. Например, известна сырьевая смесь [4] для керамических клинкерных изделий, включающая перлит, отличающаяся тем, что с целью повышения прочности она дополнительно содержит доломит. Сырьевые материалы подвергают дроблению, помолу в шаровых мельницах. Образцы прессуют из увлажненной до 10 % шихты методом полусухого прессования. Обжиг производят в печи при температуре 1100 ^{o}C с выдержкой в течение трех часов. Физико-механические показатели клинкерного кирпича: предел прочности при изгибе 55 МПа, предел прочности при сжатии 130 МПа. К сожалению,

авторы не указывают химический состав и вид сырья, поэтому сложно установить закономерности влияния характеристик основного сырья на свойства кирпича.

На кафедре строительных материалов КГАСУ проведена работа по разработке составов многокомпонентных шихт для получения клинкерного кирпича. Было выдвинуто предположение, что модификация легкоплавких глин огнеупорными глинами и плавнями позволит улучшить свойства керамического кирпича за счет увеличения интервала спекания.

Материалы, использованные в исследованиях

Глина Калининского месторождения – легкоплавкая, среднепластичная (П-17,5), среднечувствительная к сушке, неспекающаяся, содержание крупных фракций до 20 %. Минеральный состав: кварц – 35 %, плагиоклаз – 7 %, полевой шпат – 7 %, глинистые минералы: монтмориллонит – 42 %, слюда – 5 %, хлорит и каолинит – 4 %, а также отмечается примесь гетита.

Глина Нижне-Увельского месторождения – огнеупорность 1610-1630 °С, высокопластичная глина (П=20-30), глинистая фракция (<0,001мм) 50-70 %, тяжелая фракция в среднем 0,014 % и представлена преимущественно лимонитом. Остаток на сите 0,056 мм < 6 %, содержание крупнозернистых включений (0,5мм) – < 1 %. Воздушная усадка 5-10 %, спекаемость 1100-1200 °С, водопоглощение < 6 %. Цвет черепка светло-серый, до кремового. Минеральный состав: каолинит 50-55 %; монтмориллонит 5-8 %; гидрослюда 1-2 %; свободный кремнезем 30-32 %; прочие до 5 %.

Перлит – вспученный мелкий перлитовый песок белого цвета М75 по ГОСТ 10832-91.

Химический состав материалов представлен в таблице.

Таблица

Химический состав материалов

Наименование	Содержание оксидов в пересчете на сухое вещество, %								
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	SO_3	K_2O+Na_2O	ппп
Нижне-Увельская	60-65	20-23	2,5-3,5	1,2	0,1-3,6	0,8-1,26	-	0,6-1,2	7,5-8,5
Калининская	65-71	12,55-13,12	5,88-7,02	1-1,2	1,55-2,02	1,09-2,12	0,12-0,25	2,2-2,7	2,15-3,50
Перлит	65-75	10-16	До 3	-	До 2	До 1	-	До 9	-

Лабораторно-технологические исследования

Лабораторно-технологические исследования проводились в следующей последовательности. Глины заранее отмучивались в чанах в течение 48 часов в воде с температурой 20 °С, шликер пропускался через сито 0,315 мм и высушивался до полного удаления влаги. Затем легкоплавкая глина размалывалась в шаровой мельнице до удельной поверхности 2500 $см^2/г$ и просеивалась через сито 0,14 мм. Огнеупорная глина подвергалась помолу в вибрационной мельнице СВМ-3 до удельной поверхности 7000 $см^2/г$. Смешение компонентов шихты производили ручным способом в чашах, добавляли 19 % воды и вылеживали массу, упакованную в герметичных полиэтиленовых пакетах, в течение 24 часов. После этого шихту разминали и формовали контрольные образцы. Сушку образцов осуществляли в сушильной камере СНОЛ до остаточной влажности менее 4 %, а обжиг в лабораторной высокотемпературной электрической печи по следующему режиму: медленный подъем температуры до 1100 °С с выдержкой в течение 2 часов, медленное остывание образцов до 40 °С производили вместе с печью.

Обожженные образцы подвергали стандартным испытаниям. Были проведены исследования основных физико-механических свойств: водопоглощение и плотность по ГОСТ 7025-91, прочность на сжатие по ГОСТ 8462-85. Результаты испытаний приведены в виде зависимостей на рисунке 1.

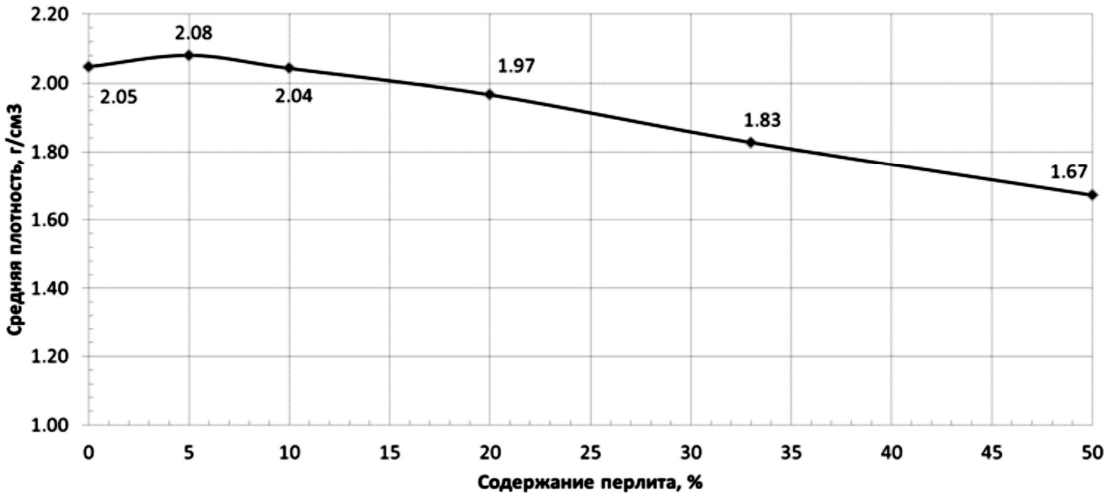


Рис. 1. Зависимости изменения средней плотности обожженных образцов от содержания перлита

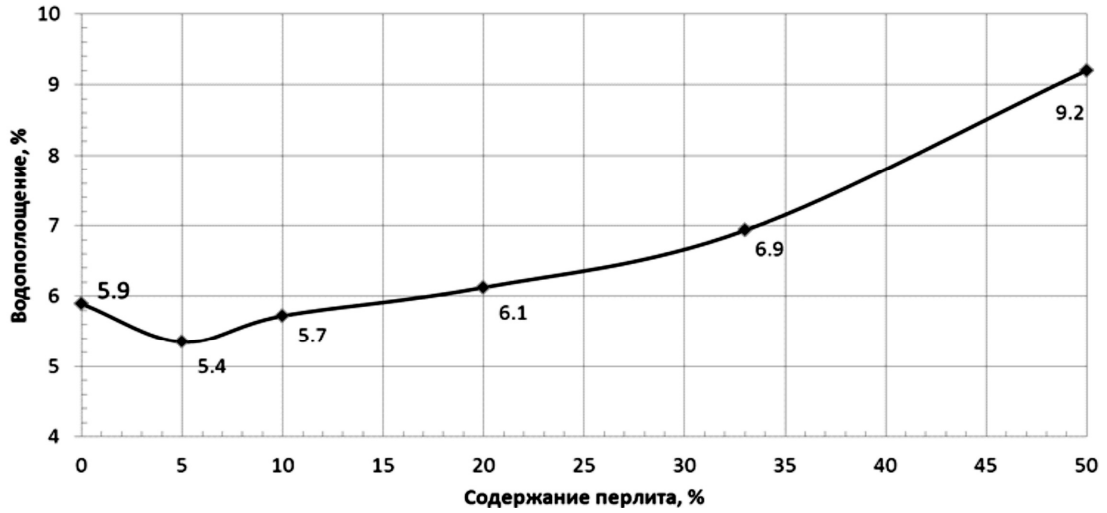


Рис. 2. Зависимости изменения водопоглощения обожженных образцов от содержания перлита

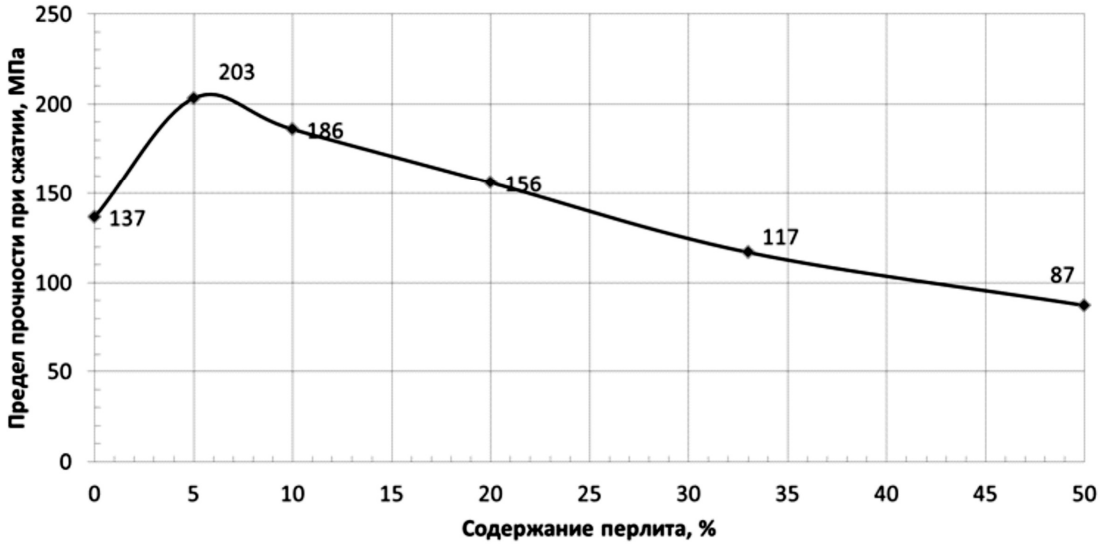


Рис. 3. Зависимости изменения предела прочности
при сжатии обожженных образцов от содержания перлита

Анализ характера кривых, представленных на рис. 1, показывает, что при малом количестве перлита до 5 % обожженный образец становится плотнее, это связано с

формированием дополнительной стеклофазы при обжиге. При большем количестве перлита структура становится рыхлой и соответственно менее плотной. Такой же эффект наблюдается и на зависимости водопоглощения от содержания перлита (рис. 2). При 5 % минимальное значение, которое свыше 5 % возрастает. Этот эффект подтверждается и зависимостью предела прочности при сжатии (рис. 3). При добавке 5 % перлита прочность максимальна и составляет 203 МПа.

Анализ проведенных исследований позволяет сформулировать следующие **выводы:**

1. Разработанные составы и технологии позволяют получить на основе местных легкоплавких глин высокомарочный клинкерный кирпич.
2. Установлен оптимальный состав клинкерного кирпича, обеспечивающий получение черепка со следующими свойствами:
   - Предел прочности при сжатии – 203 МПа;
   - Водопоглощение – 5,4 %;
   - Средняя плотность – 2,08 г/см^3.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перспективы развития инвестиционно-строительного комплекса Республики Татарстан / Под ред. Файзуллина И.Э.: монография. – Казань: Центр инновационных технологий, 2008. – С. 198-199.
2. Лобов О.И., Ананьев А.И., Долговечность облицовочных слоев наружных стен многоэтажных зданий с повышенным уровнем теплоизоляции // Строительные материалы, 2008, № 4. – С. 56-59.
3. Миндубаев А.А, Габидуллин М.Г., Сафина А.А., Миронова М.А. Лабораторно-технологическая апробация получения клинкерного кирпича на основе местного сырья республики Татарстан // Материалы V Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. – Пенза: ПГУАС, 2010. – С. 162-167.
4. А.с. № 1184837А, Яралова К.С., Казарян Р.А., Андреасян М.К., НПО «Камень и силикаты», 26.08.83.
5. А.с. № 617433, Данилевич Т.А., Зотов С.Н., Государственный научно-исследовательский институт строительной керамики, Керамическая масса, 29.06.76.
6. А.с. № 485092, Кутателадзе К.С., Хизанишвили И.Г, Шушанашвили А.И., Тогонидзе К.Д., Хачидзе Р.Д., Керамическая масса, 20.11.75.
7. А.с. 1534034 А1, Комплексный научно-исследовательский институт стройматериалов «ГрузНИИстром, Какабидзе Г.М., Гварцители Г.С., Элиозишвили Г.И., Лосаберидзе М.В., Хачидзе Р.Д., Гонгадзе Р.Н., «Керамическая масса для изготовления клинкера», 07.01.1990, Бюл. № 1.

REFERENCES

1. Perspectives of investment-construction complex development of Republic of Tatarstan. / Ed. Faizullin I.E.: monograph. – Kazan: Center for Innovative Technology, 2008. – P. 198-199.
2. O.I. Lobov, A.I. Ananiev, Durability facing layers of external walls of multi-storey buildings with a high level of insulation // Building Materials, № 4, 2008. – P. 56-59.
3. Mindubaev A.A., Gabidullin M.G., Safina A.A., Mironov M.A. Laboratory-technology testing obtaining clinker, based on local raw materials of Republic of Tatarstan // Reports of the V All-Russian Conference of Students and young scientists. – Penza: PGUAS, 2010. – P. 162-167.
4. AS Number 1184837A, Yaralova K.S., Kazarian R.A., Andreasyan M.K. NPO «Stone & Silicates», 08/26/1983.
5. AS № 617433, Danilevich T.A., Zotov S.N., State Scientific-Research Institute of Construction Ceramics, Ceramic, 6/29/1976.
6. AS № 485092, Kutateladze K.S., Khizanishvili I.G., Shushanashvili A.I., Togonidze K.D., Khachidze R.D., Ceramic, 20/11/1975.
7. AS 1534034 A1, Complex Research Institute of Construction Materials «GruzNIIstrom, Kakabidze G.M., Gvartsiteli G.S., Eliozishvili G.I., Losaberidze M.V., Khachidze R.D., Gongadze R.N., ceramic mass for production of clinker», 07.01.1990, Bull. № 1.

УДК 691.328.5
Мухаметрахимов Р.Х. – аспирант, ассистент
E-mail: muhametrahimov@mail.ru
Изотов В.С. – доктор технических наук, профессор
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ВЛИЯНИЕ АКТИВНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА ГИДРАТАЦИЮ ВЯЖУЩЕГО И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФИБРОЦЕМЕНТНЫХ ПЛИТ

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты экспериментальных исследований влияния активных минеральных добавок на гидратацию вяжущего и физико-механические свойства фиброцементных плит.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: активные минеральные добавки, гидратация вяжущего, фиброцементные плиты.

Mukhametrakhimov R.Kh. – post-graduate student, assistant
Izotov V.S. – doctor of technical sciences, professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

EFFECT OF ACTIVE MINERAL ADDITIVES ON HYDRON OF BINDER TATSIYU AND PHYSICAL-MECHANICAL PROPERTIES OF FIBER-CEMENT PLATES

ABSTRACT

In the article suggest the results of experimental studies of the effect of active mineral additives on the hydration of binder and the physical and mechanical properties of fiber-cement boards.

KEYWORDS: active mineral supplements, hydration of binder, fiber cement boards.

Одной из важнейших задач современной промышленности строительных материалов является развитие отечественного производства высокоэффективных строительных материалов, среди которых важное место занимают материалы автоклавного твердения [1], а также разработка и внедрение энерго- и ресурсосберегающих технологий [2]. Исследования, направленные на частичную замену цемента, как дорогостоящего компонента вяжущего вещества, на наиболее доступные и дешевые минеральные материалы – минеральные добавки – ведутся на протяжении многих лет. К минеральным добавкам для вяжущих материалов относятся многие вещества преимущественно неорганического состава, не растворимые в воде. Тонкомолотые дисперсные компоненты различной минеральной природы, входящие в состав системы «цемент-наполнитель», существенным образом могут повлиять на реологические и структурно-механические свойства вяжущих [3] и долговечность бетонов на их основе [4].

Настоящая работа посвящена изучению влияния активных минеральных кремнеземсодержащих добавок (АМД) на кинетику гидратации смешанного вяжущего и прочность фиброцементных плит автоклавного твердения на его основе.

Фиброцементные плиты (ФЦП) представляют собой искусственный композиционный каменный строительный материал, получаемый в результате затвердевания смеси, состоящей из цемента, волокон (≈ 5-20 % от массы цемента) и воды.

Для установления общих закономерностей влияния активных минеральных добавок на свойства цементно-песчаного раствора и фиброцементных плит использовали портландцемент ПЦ500Д0 Вольского завода и ПЦ400Д20 Ульяновского завода, состав которых приведен в табл. 1.

Таблица 1

Составы портландцементов

Цемент	Процентное содержание главных окислов				Содержание основных минералов			
	SiO_2	AI_2O_3	Fe_2O_3	CaO	C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF
Вольский завод ПЦ500Д0	22,0	4,79	5,32	66,2	62	17	4	14
Ульяновский завод ПЦ400Д20	22,1	5,0	9,0	64	54	20	11	12

В качестве мелкого заполнителя использовали молотый кварцевый песок Камского месторождения, $S_{уд}$=192 м^2/кг. В качестве активных минеральных добавок были использованы промышленные отходы металлургической промышленности: гранулированный доменный шлак ($S_{уд}$=230м^2/кг), ферросилиций ($S_{уд}$=391м^2/кг), алюмосиликат ($S_{уд}$=350м^2/кг), а также каолин ($S_{уд}$=1357м^2/кг, ГОСТ 19608-84) и трепел Джабужского месторождения Калужской области (аморфный SiO_2=52,22 %, $S_{уд}$=1194м^2/кг). Дифференциальные кривые распределения радиусов частиц показаны на рис. 1.

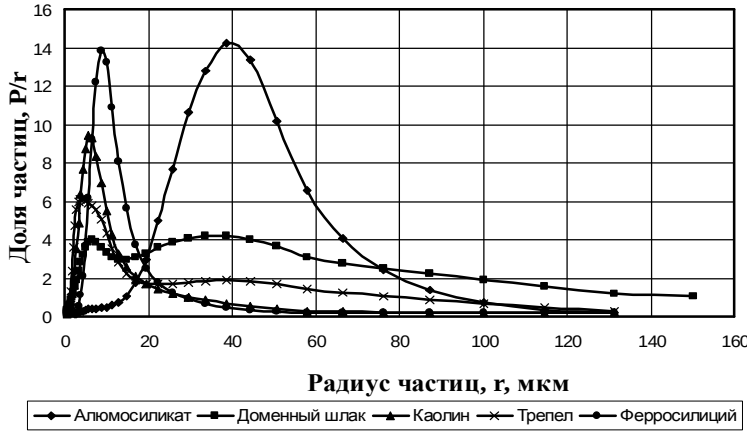


Рис. 1. Дифференциальные кривые распределения радиусов частиц АМД

Изучено влияние активных минеральных добавок на физико-механические характеристики фиброцементных плит автоклавного твердения. В качестве армирующих волокон использовали целлюлозу хвойную сульфатную небеленую марок НСК, производства ОАО «Соломбальский ЦБК» (ТУ 13-00279189-06-2001) по технологии, описанной в работе [5]. Результаты исследований влияния добавок на предел прочности при изгибе ФЦП по ГОСТ 8747-88 приведены на рис. 2.

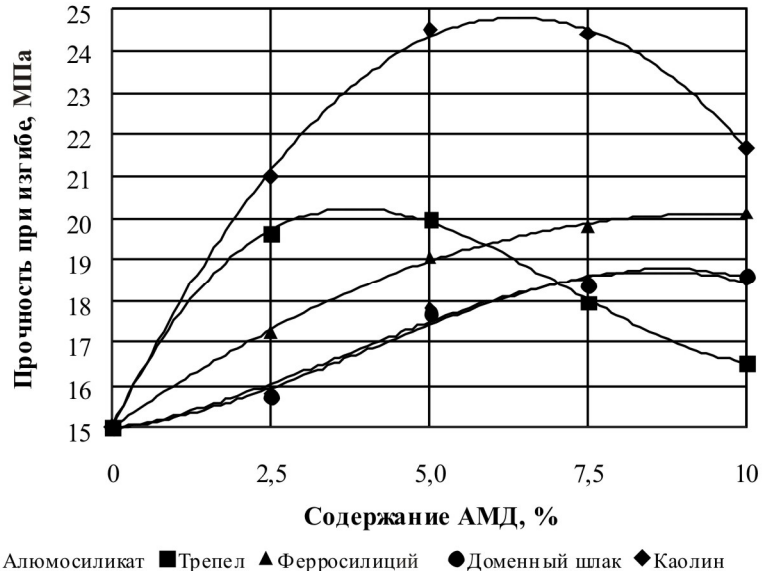


Рис. 2. Зависимости относительного предела прочности при изгибе ФЦП от содержания АМД

По результатам испытаний получены математические зависимости предела прочности при изгибе ФЦП от содержания АМД ($R_{изг}$), которые выражаются полиномами второй и третей степени с доверительной вероятностью (R^2) следующего вида:

для каолина: $R_{изг}(к)= –1,504x^2 + 10,7x + 5,762$; $R^2=0,998$; (1)

для трепела: $R_{изг}(т)= 0,409x^3 - 4,719x^2 + 16,02x + 3,274$; $R^2=0,998$; (2)

для феросилиция: $R_{изг}(ф)= -0,355x^2 + 3,408x + 11,93$; $R^2=0,998$; (3)

для доменного шлака: $R_{изг}(д)= -0,141x^3 + 1,107x^2 - 1,351x + 15,34$; $R^2=0,986$; (4)

для алюмосиликата: $R_{изг}(а)= -0,13x^3 + 0,967x^2 - 0,902x + 15,00$; $R^2=0.976$. (5)

Из рис. 2 видно, что введение исследуемых добавок в состав фиброцементной смеси позволяет существенно повысить предел прочности при изгибе. Так, добавки алюмосиликата и доменного шлака повышают прочность на 25 %, ферросилиция на 32-34 % при их содержании 7,5-10 %, добавка трепела на 31-34 % при содержании 2,5-5 %, добавка каолина на 65 % при содержании 5-7,5 %.

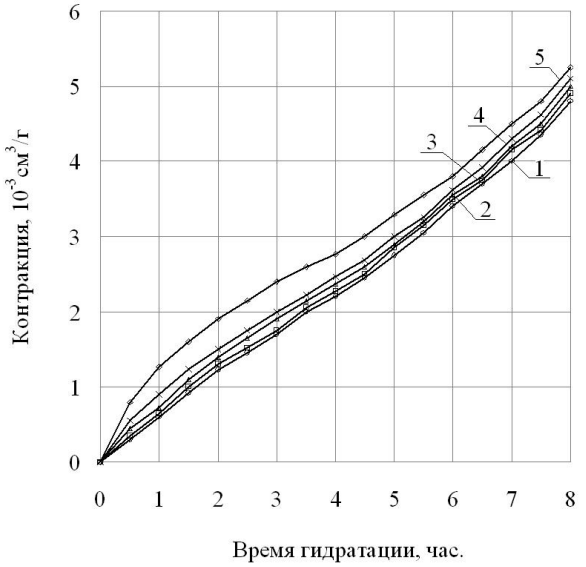


Рис. 3. Контракция смешанного вяжущего с добавкой каолина при температуре 20 °С:
1 – портландцемент; 2 – вяжущее, содержащее 10 % АМД; 3 – то же, 20 %; 4 – то же, 30 %; 5 – то же, 40 %

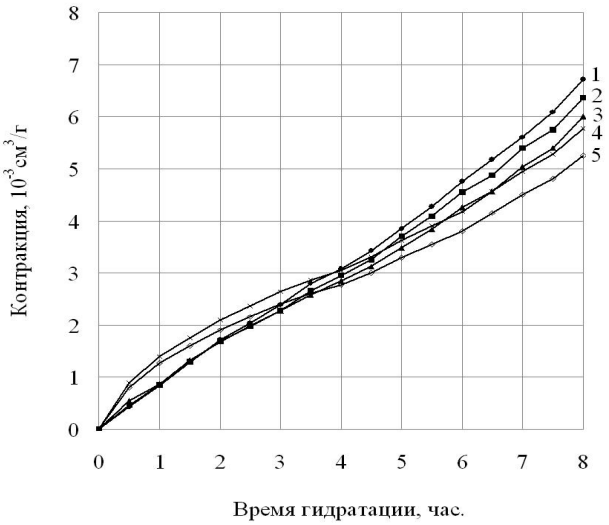


Рис. 4. Контракция смешанного вяжущего в пересчете на клинкерную часть.
1 – портландцемент; 2 – вяжущее, содержащее 10 % АМД; 3 – то же, 20 %; 4 – то же, 30 %; 5 – то же, 40 %

Твердение цементов с активными минеральными добавками является результатом сложных физико-химических процессов, которые происходят при взаимодействии вяжущего с

водой и продуктов его гидратации с АМД. Комплекс физико-химических процессов, протекающих при структурообразовании цементных смесей, может быть наиболее полно описан кинетикой тепловыделения [6] и контракцией [7]. Кинетика гидратации смешанного вяжущего изучалась при помощи термосной калориметрии и контракции. Результаты измерения контракции вяжущего приведены на рис. 3 и 4. Объем контракции рассчитан на 1 г вяжущего ($V_в$) и на 1 г его клинкерной части ($V_к$).

Как видно из данных, приведенных на рис. 3, 4, скорость гидратации смешанного вяжущего зависит от его состава. Чем больше в смешанном вяжущем активной минеральной добавки, тем выше скорость гидратации вяжущего и выше конечное значение величины контракции в пересчете на единицу клинкерной части вяжущего (рис. 4).

Определение теплоты гидратации смешанного вяжущего проводили калориметрическим методом по ГОСТ 310.5-80. Изучали влияние количества каолина как наиболее активной минеральной добавки в составе смешанного вяжущего на кинетику тепловыделения и характер изменения температуры гидратации. Результаты исследований приведены в табл. 2. Анализ кинетики тепловыделения показывает, что введение каолина в состав смешанного вяжущего оказывает влияние как на температуру, так и на ход процесса гидратации вяжущего. Температура гидратации зависит от содержания активной минеральной добавки. Так, с увеличением содержания каолина температура гидратации снижается. Однако, сопоставляя кривые тепловыделения портландцемента и смешанного вяжущего, можно сделать вывод, что уменьшение температуры гидратации не пропорционально содержанию добавок. При содержании каолина 10 % от массы вяжущего температура его гидратации на 3-5 °С выше, чем у портландцемента. Более раннее достижение температурного максимума на кривых гидратации смешанного вяжущего с содержанием каолина до 10 % свидетельствует об интенсификации процесса гидратации в начальный период твердения. Увеличение количества каолина в составе вяжущего, особенно более 10 %, приводит к замедлению процесса гидратации и снижению температурного максимума. Максимальная температура гидратации смешанного вяжущего с содержанием каолина до 10 % превышает максимальную температуру гидратации портландцемента. Это связано с более высокой степенью гидратации смешанного вяжущего, по сравнению с исходным портландцементом.

В табл. 3 приведены результаты расчета удельного количества выделившегося тепла при гидратации смешанного вяжущего в термосном калориметре. За удельное тепловыделение принято количество выделившегося тепла, отнесенного к одному грамму вяжущего (над чертой) и к одному грамму клинкерной части вяжущего (под чертой).

Как видно из данных табл. 2, удельное тепловыделение в пересчете на грамм вяжущего растет с увеличением содержания активной минеральной добавки до 10 % и снижается при дальнейшем увеличении ее дозировки. Аналогичная картина наблюдается при анализе изменения удельного тепловыделения в пересчете на единицу клинкерной части вяжущего.

Таблица 2

Тепловыделение смешанного вяжущего

№	Доля каолина в вяжущем, %	Удельное тепло-выделение, (кал/г)	Температурный максимум, °С	Время достижения темпер. максимума, мин	Снижение (повышение) тепловыделения, %
1	-	-/64	67,0	660	-
2	10	74/82	71,5	645	+16,4(+29,3)
3	20	53/65	63,5	690	-16(+5,1)
4	30	43/57	53,0	750	-32,3(-3,24)

Выводы:

1. При оптимальном содержании минеральной добавки в составе смешанного вяжущего формируется оптимальная капиллярно-пористая структура цементного камня и повышенный объем гидратных новообразований. При повышенном объемном содержании АМД происходит формирование неоптимальной капиллярно-пористой структуры камня, приводящей к

снижению эффективности использования вяжущих свойств цемента и снижению физико-механических свойств ФЦП на основе данного состава вяжущего.

2. Введение исследуемых добавок в состав фиброцементной смеси позволяет существенно повысить предел прочности при изгибе. Так, добавки алюмосиликата и доменного шлака повышают прочность на 25 %, ферросилициума на 32-34 %, трепела на 31-34 %, каолина на 65 %.

3. Исследование добавок на кинетику гидратации смешанного вяжущего показало, что чем больше в смешанном вяжущем активной минеральной добавки, тем выше скорость гидратации вяжущего и выше конечное значение величины контракции в пересчете на единицу клинкерной части вяжущего. Удельное тепловыделение в пересчете на грамм вяжущего растет с увеличением содержания активной минеральной добавки до 10 % и снижается при дальнейшем увеличении ее дозировки. Аналогичная картина наблюдается при анализе изменения удельного тепловыделения в пересчете на единицу клинкерной части вяжущего.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудеярова Н.П. Вяжущие автоклавного твердения: Учеб. Пособие. – 2-е изд., доп. и перераб. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2005. – 135 с.
2. Урханова Л.А., Содномов А.Э., Костромин Н.Н. Пути повышения эффективности строительных материалов на основе активных вяжущих веществ // Строительные материалы, 2006, №1. – С. 34-35.
3. Демьянова В.С., Дубошина Н.М., Черкасов В.Д., Краснощеков А.А., Казанцева И.А. Моделирование состава и оптимизация процессов структурообразования смешанного вяжущего. – 4-е Академические чтения РААСН // Материалы Междунар. научн.-техн. конф., часть 2. – Пенза, 1998. – 188 с.
4. Изотов В.С. Особенности формирования структуры и свойств смешанных вяжущих // Приволжский научный журнал, 2009, № 1. – С. 52-56.
5. Мухаметрахимов Р.Х., Изотов В.С. Технология получения цементно-волокнистого композиционного материала для изготовления фиброцементных плит // Сборник статей VIII международной научно-технической конференции «Материалы и технологии XXI века». – Пенза, 2010. – С. 105-106.
6. Мчедлов-Петросян О.П. Химия неорганических строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1971. – 224 с.
7. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества. – М.: Стройиздат, 1979. – 476 с.

REFERENCES

1. Kudeyarova N.P. Binders of autoclave solidification: Ucheb. Posobiye, 2-e izd., dop. i pererab. – Belgorod: Izd-vo BGTU im. V.G. Shukhova, 2005. – 135 p.
2. Urkhanova L.A., Sodnomov A.E., Kostromin N.N. Ways to improve efficiency of building materials on the basis of active binders // Stroitelnyye materialy, 2006, № 1. – P. 34-35.
3. Demyanova V.S., Duboshina N.M., Cherkasov V.D., Krasnoshchekov A.A., Kazantseva I.A. Simulation and optimization of the structure forming the mixed binder. – IV Akademic readings of RAACS // Materialy Mezhdunar. nauchn.-tekhn. konf., chast 2. – Penza, 1998. – P. 188.
4. Izotov V.S. Features of structure formation and properties of mixed binders // Privolzhskiy nauchnyy zhurnal, 2009, № 1. – P. 52-56.
5. Mukhametrakhimov R.Kh., Izotov V.S. Technology for producing cement-fiber composite material for the manufacture of fiber-cement boards // Sbornik statey VIII mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Materialy i tekhnologii XXI veka». – Penza, 2010. – P. 105-106.
6. Mchedlov-Petrosyan O.P. Chemistry of nonorganic building materials. – M.: Stroyizdat, 1971. – 224 p.
7. Volzhenskiy A.V. Mineral binding substance. – M.: Stroyizdat, 1979. – 476 p.

УДК 666.943
Рахимов Р.З. – доктор технических наук, профессор
Рахимова Н.Р. – доктор технических наук, доцент
Фатыхов Г.А. – аспирант
E-mail: abdul0686@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

К КОМПЛЕКСНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ШЛАКОВ И БЕТОННОГО ЛОМА В ПРОИЗВОДСТВЕ ШЛАКОЩЕЛОЧНЫХ ВЯЖУЩИХ

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты экспериментальных исследований влияния добавок молотого портландцементного камня – компонента бетонного лома – на свойства теста и камня композиционного шлакощелочного вяжущего. Выявлена эффективность введения добавок молотого портландцементного камня от 2,5 до 10 % при получении композиционного шлакощелочного вяжущего, заключающаяся в повышении прочности камня на его основе от 17,2 до 86 % в зависимости от условий твердения портландцементного камня и сроков твердения камня композиционного шлакощелочного вяжущего.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: композиционное шлакощелочное вяжущее, бетонный лом.

Rakhimov R.Z. – doctor of technical sciences, professor
Rakhimova N.R. – doctor of technical sciences, associate professor
Fatykhov G.A. – post-graduate student
Kazan State University of Architecture and Engineering

TO THE COMPLEX USE OF SLAGS AND CONCRETE WASTE IN PRODUCTION OF SLAG-ALKALINE BINDINGS

ABSTRACT

The results of experimental studies of the effect of additives of ground portland stone – a component of concrete scrap on the properties of tests and stone composite slag-alkaline binder are given in the article. The effective introduction of additives ground Portland stone from 2,5 to 10 % upon receipt of the composite slag-alkaline binder is to increase the strength of stone at its base from 17,2 to 86 % depending on the conditions of hardening of Portland stone and the timing of hardening stone composite slag-alkaline binder.

KEYWORDS: composite slag-alkaline binding, concrete waste.

Современные проблемы обеспечения дальнейшего устойчивого развития земной цивилизации, в том числе и строительной индустрии, связаны с решением задач сбережения природных сырьевых ресурсов, энергосбережения и охраны окружающей среды. Решение этих задач в строительной отрасли во многом зависит от уровня разработок научных основ и технологических решений эффективного использования отходов различных отраслей промышленности взамен природного минерального сырья в производстве строительных материалов [1]. Одним из наиболее многотоннажных отходов промышленности являются металлургические шлаки, применение которых в производстве шлаковых вяжущих и изделий на их основе подтверждено результатами научных исследований и опыта применения и эксплуатации [2, 3]. Наибольший интерес в решении упомянутых выше проблем представляет комплексное использование при производстве шлаковых вяжущих шлаков и других отходов промышленности, в том числе – строительной индустрии. Ранее нами была показана эффективность использования в сочетании со шлаком молотого боя керамического кирпича [4].

Одной из многотоннажных разновидностей отходов строительной отрасли являются отходы бетонного лома, образующегося при разборке зданий, которых в настоящее время в нашей стране накопилось более 40 млн. т, а ежегодное его образование в ближайшие годы достигнет 15-17 млн. т [5]. Производство бетонных и железобетонных изделий в мире достигло 3 млрд. куб. м [6], и проблема их рециклинга как в виде изделий и продуктов их дробления – одна из актуальных мировых проблем.

В настоящее время часть бетонного лома после дробления используется в качестве заполнителей для бетонов и для отсыпки оснований при строительстве дорог, часть вывозится в отвалы или зарывается в землю. К настоящему времени известны зарубежные и отечественные нормативные документы (RILEM, НИИЖБа, ВНИИСтромсырье [7, 8]), в которых содержатся требования к щебню для бетонов, полученному при дроблении бетонного лома.

При дроблении бетонного лома образуется до 50 % объема отсев мелких фракций, содержащих большое количество пылевидных частиц и мельчайших остатков цементного камня. Отсев состоит из аморфной и кристаллической фаз в соотношении (50-60 %):(40-50 %) и включает в себя минералы: кварц, полевые шпаты, кальцит, доломит, портландит, эттрингит, гидросиликаты кальция и минералы негидратированных остатков цементного клинкера [9]. Естественно, что минеральный состав и соотношение кристаллической и аморфной фаз и минералов отсева дробления бетонного лома отличаются в зависимости от состава и степени гидратации цемента, вида заполнителей и минеральных добавок. Вместе с тем, любой состав бетонного лома после его помола позволяет получить полиминеральную массу, которая может представлять интерес в качестве вяжущего, способного к самостоятельному твердению, как добавка в сырьевую смесь при производстве цементного клинкера и как минеральная добавка при получении композиционных вяжущих. Перспективным является использование молотых продуктов бетонного лома и в качестве наполнителей при получении композиционных вяжущих веществ и строительных материалов на основе таких вяжущих. Актуальность этого направления отвечает современным тенденциям преимущественного развития исследований, разработок и производства композиционных вяжущих веществ. Разработка научных и технологических основ получения и эффективного использования молотого бетонного лома в качестве наполнителей и минеральных добавок является целесообразной в рамках отдельного научного направления. Это связано с широким многообразием разновидностей бетонов и с многофакторностью проблемы изучения влияния на их свойства, закономерностей гидратации, структурообразования и твердения портландцементов с различным минералогическим составом и различными минеральными и химическими добавками, других разновидностей минеральных вяжущих, добавок молотого бетонного лома из бетона с различными свойствами, различными плотными и пористыми заполнителями на основе различных вяжущих веществ и с различными химическими добавками.

Известно значительное количество исследований по использованию в качестве минеральных добавок молотого боя различных видов бетонов с гранитным, карбонатным и керамзитовым заполнителем [10-16]. Исследования влияния добавок молотого боя бетона определенного состава, режима укладки и твердения, условий и продолжительности и эксплуатации на свойства вяжущих и бетонов имеют, однако, частную значимость, так как по их результатам не представляется возможным прогнозировать влияния на свойства вяжущих и бетонов молотого боя бетонов других составов, режимов укладки и твердения, условий и продолжительности эксплуатации. Это осложняется и тем, что в отдельных работах, посвященных исследованию эффективности введения в состав вяжущих и бетонов добавок тонкодисперсных фракций бетонного лома, не указываются состав и предыстория бетона.

Влияние добавки тонкодисперсного бетонного лома на свойства вяжущих и бетонов зависит от его минерального состава, степени гидратации и структуры цементного камня, содержания аморфной и кристаллической фаз, которые являются индивидуальными для каждого вида бетона в зависимости от их состава, режимов уплотнения и твердения, условий и продолжительности эксплуатации и хранения. Прогнозирование влияния тонкодисперсных добавок бетонного боя на свойства вяжущих и бетонов с учетом этих факторов должно базироваться на результатах систематических исследований влияния на них на первом этапе раздельно состава, структуры, дисперсности и содержания молотых камня бездобавочного вяжущего различного минерального состава и степени гидратации, искусственных и природных заполнителей различного минерального состава, структуры и свойств.

На основе результатов первого этапа таких исследований становится возможным упомянутое прогнозирование на принципе учета аддитивного вклада компонентов добавки тонкодисперсного боя бетонов на свойства вяжущих и бетонов. Полученные при этом закономерности целесообразно уточнять проведением на последующих этапах отдельных исследований совместного влияния на свойства вяжущих и бетонов добавок тонкодисперсной растворной части бетонов и бетонов в целом с различным соотношением компонентов с учетом возможного их синергетического влияния.

Особенностью шлакощелочных вяжущих (ШЩВ), по сравнению с клинкерными, является присутствие в их составах щелочных элементов первой группы периодической

системы Д.И. Менделеева или смеси щелочных и щелочноземельных оксидов, имеющих несравненно большую растворимость, чем клинкерные минералы, и способных создавать в водных растворах щелочную среду с достаточно высоким значением pH среды, что обеспечивает гидратацию обычно устойчивых к гидролитической деструкции силикатных, алюминатных и алюмосиликатных фаз вяжущего. Данная особенность обеспечивает возможность использования тонкодисперсных продуктов измельчения бетонов в качестве эффективной полиминеральной добавки при производстве шлакощелочных вяжущих.

В настоящей работе представлены результаты исследований влияния на свойства теста и камня ШЩВ добавок молотого цементного камня – одного из компонентов бетонного лома.

В качестве основного компонента для получения композиционного шлакощелочного вяжущего (КШЩВ) использован доменный шлак Челябинского металлургического комбината.

Химический состав шлака в % на абсолютно сухую навеску: SiO_2 – 36,51-37,49; Al_2O_3 – 11,58-12,50; CaO – 34,6-36,22; MgO – 8,61-9,12; Na_2O – 0,53-0,64; K_2O – 0,75-0,95; TiO_2 – 1,1-1,8; Fe_2O_3 – 0,09-0,16; MnO – 0,50-0,61; P_2O_5 < 0,01; SO_3 – 1,82-0,914; Ma – 0,309-0,342.

В соответствии с требованиями нормативных документов по химическому составу и коэффициенту качества шлак относится к 3-му сорту. Насыпная и истинная плотность шлака равна соответственно: 1200-1300 кг/м^3 и 2900-3000 кг/м^3. Шлак подвергали совместному помолу до дисперсности 300-320 м^2/г в соответствии с нормативными документами НИИЖБ на шлакощелочные вяжущие.

В качестве второго компонента КШЩВ использовался молотый портландцементный камень (МПЦК), изготовленный из теста нормальной густоты на основе бездобавочного цемента ПЦ500ДО Ульяновского цементного завода, твердевший в течение 28 суток в нормально-влажностных условиях (НВУ) и подвергнутый тепловлажностной обработке (ТВО) по режиму 4+3+6+3 часов при температуре изотермического прогрева 95$\pm$5^{0}С.

Добавки МПЦК приводят к резкому сокращению сроков схватывания ШЩВ, а при содержании МПЦК более 10 % получение теста КШЩВ не представляется возможным из-за быстрого схватывания. В связи с этим КШЩВ получали введением в их состав замедлителя схватывания – буры в количестве 4 % по массе от молотого шлака.

Исследования влияния тонкости помола добавки ПЦК на свойства теста и камня КШЩВ показали, что комплекс наиболее высоких показателей его достигается при удельной поверхности МПЦК 400 м^2/кг. В связи с этим при дальнейших исследованиях применялся МПЦК с такой дисперсностью.

Для затворения КШЩВ применялся раствор жидкого стекла (Мс=1,5; с=1,3 г/см^3).

Для получения раствора использовалось жидкое стекло, соответствующее требованиям ГОСТ 13078-81 «Стекло жидкое натриевое».

Исходные материалы предварительно высушивались в лабораторном сушильном шкафу до остаточной влажности не более 1 %. Компоненты вяжущих размалывались раздельно в лабораторной планетарной мельнице МПЛ-1. Определение удельной поверхности и молотых материалов производилось на приборе ПСХ-9.

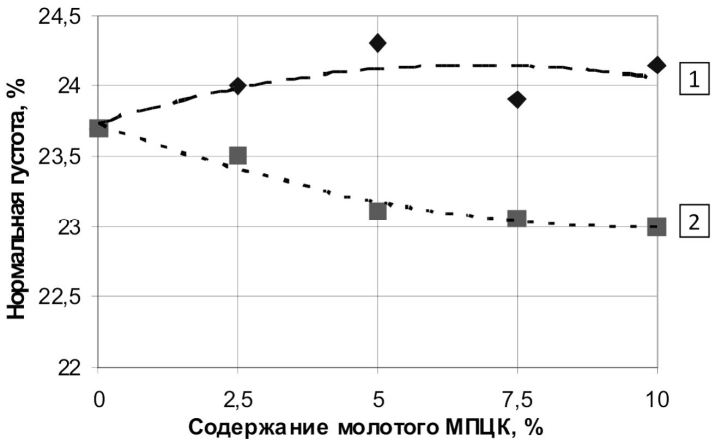


Рис. 1. Влияние содержания добавок МПЦК на нормальную густоту КШЩВ:
1 – ПЦК нормально-влажностного твердения, 2 – ПЦК тепловлажностной обработки

Для исследований свойств камня ШЩВ без и с добавками молотого ПЦК изготовлялись и испытывались на прочность при сжатии из теста нормальной густоты образцы размером 20х20х20 мм.

На рис. 1 приведены результаты исследований изменения нормальной густоты теста КШЩВ в зависимости от содержания добавок МПЦК.

Анализ приведенных на рис. 1 данных исследований показывает, что добавки МПЦК до 10 % по массе приводят к незначительному изменению нормальной густоты ШЩВ. Нормальная густота ШЩВ, по сравнению с бездобавочным составом ШЩВ, меняется соответственно при введении 10 % добавки: МПЦК, твердевшего в НВУ с 23,7 % до 23,1 %, а твердевшего при ТВО с 23,7 % до 24,1 %.

На рис. 2 приведены результаты исследований влияния содержания добавок МПЦК нормально-влажностного твердения и подвергнутого ТВО на прочность КШЩВ после 28 суток твердения при НВУ. Приведенные на рис. 2 результаты исследований показывают, что добавки МПЦК повышают прочность ШЩВ с увеличением их содержания от 2,5 % до 10 % независимо от условий твердения ПЦК.

Увеличение прочности КШЩВ происходит при содержании 7,5-10 % МПЦК, твердевшего в НВУ до 20 %, а твердевшие при ТВО до 30 %.

На рис. 3 приведены результаты исследований влияния добавок МПЦК на свойства камня КШЩВ, подвергнутого ТВО.

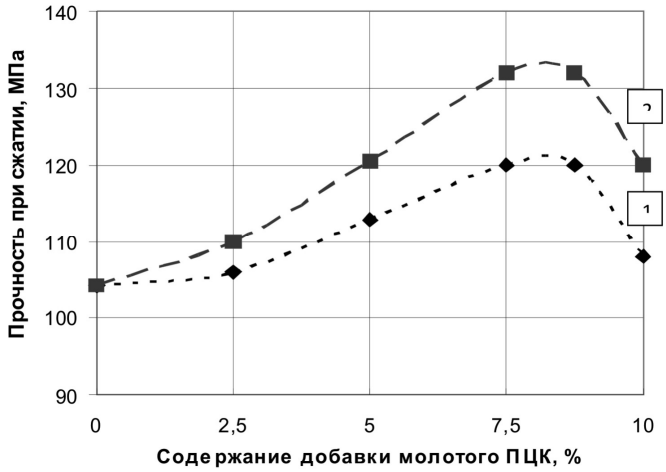


Рис. 2. Влияние содержания МПЦК на прочность
при сжатии камня КШЩВ нормально-влажностного твердения:
1 – ПЦК нормально-влажностного твердения, 2 – ПЦК тепловлажностной обработки

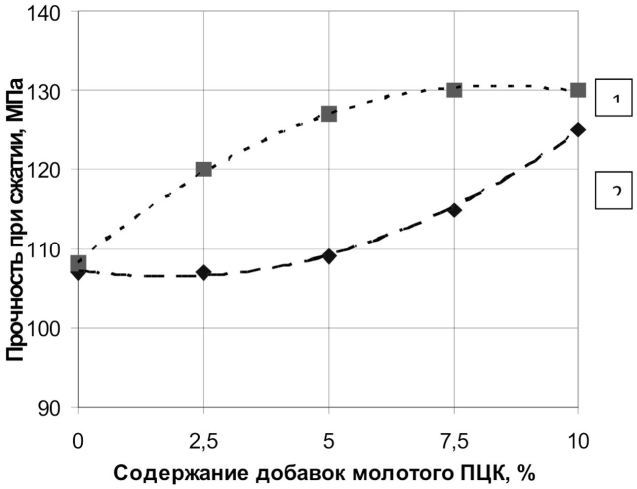


Рис. 3. Влияние на свойства камня ШЩВ тепловлажностной обработки содержания добавок молотого ПЦК: 1 – ПЦК нормально-влажностного твердения; 2 – ПЦК тепловлажностной обработки

Анализ приведенных на рис. 3 данных показывает, что введение МПЦК независимо от условий его твердения приводит к повышению прочности камня КШЩВ, при его тепловлажностной обработке. Прочности камня КШЩВ примерно равны при твердении в НВУ и при ТВО, при содержании 10 % добавки молотого МПЦК соответствующих условий твердения. Однако, влияние низкого содержания добавок молотого ПЦК от 2,5 до 5 % более значительно отражается на повышении прочности камня КШЩВ при его тепловлажностной обработке. Так, при 2,5 % добавки молотого ПЦК тепловлажностного твердения прочность камня КШЩВ при ТВО составляет 120,0 МПа, а при НВУ – 110,0 МПа.

Исследования кинетики твердения камня КШЩВ в зависимости от содержания МПЦК показали, что прочность при сжатии камня 28-суточного нормально-влажностного твердения КШЩВ, по сравнению с прочностью камня бездобавочного ШЩВ, повышается со 104,3 МПа при введении 10 % молотого ПЦК, твердевшего при НВУ и ТВО соответственно, до 123,2 МПа и 130,0 МПа, наиболее значительное увеличение прочности камня КШЩВ с добавками МПЦК, по сравнению с прочностью камня бездобавочного ШЩВ, наблюдается в ранние сроки твердения. Так, при твердении в течение первых двух суток прочность камня КШЩВ выше прочности камня бездобавочного ШЩВ на 35,8 % и 46,1 % при введении 10 % молотого ПЦК, твердевшего соответственно при НВУ и ТВО.

Полученные результаты исследований позволяют сделать следующие **выводы:**

1. Выявлена эффективность введения добавок от 2,5 до 10 % компонента бетонного лома – молотого портландцементного камня при получении композиционного шлакощелочного вяжущего.

2. Введение добавок молотого цементного камня до 10 % повышает прочность со 104,3-107,1 МПа до 120,3-132 МПа камня шлакощелочного вяжущего, твердеющего в различных условиях на величину от 17,2 до 30 % в зависимости от условий твердения портландцементного камня.

3. Наибольшее увеличение прочности композиционного шлакощелочного вяжущего с добавками молотого портландцементного камня, по сравнению с бездобавочным шлакощелочным вяжущим, происходит в начальные сроки твердения: в 2-хсуточном возрасте в зависимости от содержания добавки от 20 до 86 %.

4. При введении до 10 % добавок молотого портландцементного камня, у камня композиционного шлакощелочного: средняя плотность уменьшается на 4,3-5,3 %, водопоглощение увеличивается на 7,7-8,2 %, нормальная густота теста меняется от 23,7 до 23,2-24,2 % в зависимости от условий твердения портландцементного камня.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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. // Материалы межд. конгресса «Наука и инновации в строительстве SIB-2008». Современные проблемы строительного материаловедения и технологии, 2008. – С. 441-448.
2. Шлакощелочные и щелочно-щелочноземельные гидравлические вяжущие и бетоны / Под ред. Глуховского В.Д. – Киев: Вища школа, 1979. – 232 с.
3. Рахимова Н.Р. Состояние и перспективные направления развития исследований и производства композиционных шлакощелочных вяжущих, растворов и бетонов // Строительные материалы, 2008, № 9. – С. 77-80.
4. Рахимова Н.Р., Рахимов Р.З. Использование доменных шлаков и боя керамического кирпича в производстве шлакощелочных вяжущих // Экология и промышленность России, 2008, № 4. – С. 10-12.
5. Рахимов Р.З., Хабибуллина Н.Р. Достижения, проблемы и перспективные направления развития исследований производства шлакощелочных вяжущих и бетонов // Сб. докл. X Академических чтений РААСН «Достижения, проблемы и направления развития теории и практики строительного материаловедения». – Пенза-Казань, 2006. – С. 57-59.
6. Арсентьев В.А., Мартандян В.В., Добромыслов Д.Д. Современные технологические линии для строительного рециклинга // Строительные материалы, 2006, № 8. – С. 64-66.
7. Михайлов А.В., Волков Ю.С. Сборный железобетон. История и перспективы // Строительные материалы, 2006, № 1. – С. 7-9.
8. ТУ 5711-006-00283227-96.
9. ТУ 5711-007-00283227-96.

10. Головин Н.Г., Алимов Л.А., Воронин В.В. Использование отсевов дробления бетонного лома // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, 2005, № 9. – С. 26-27.
11. Баженов Ю.М., Демьянова В.С., Калашников В.Н. Модифицированные высококачественные бетоны. – М.: Изд-во АСВ, 2006. – 368 с.
12. Недавний О.И., Петров Г.Г., Герасимов А.В. Использование молотого некондиционного и демонтируемого керамзитобетона в качестве вяжущего // Известия вузов. Строительство, 1999, № 12. – С. 43-44.
13. Assal H.H. Utilisation of demolished in building materials // Silicat. Ind., 2002, № 9-10. – P. 115-120.
14. Mobius A., Lander S., Muller A. Ezhartung von zementen min Zusatzen aus gemahlenem Betonabbrunch. Ausbereit Techn., 1999, № 3. – P. 102-104, 106-109.
15. Mymrin M., Correa S.H. New construction material from concrete production and demolition wastes and lime production waste // Construction and Building materials, 2007, № 3. – P. 578-582.
16. Mobius A., Muller A. Untersuchungen zur Nutzung von zementgebundenem Recyclingmaterial als Primar unnd Sekundarbindemittel. – Ibausil: 14 International Baustofftagung. – Weimar. – 20-23 Sept., 2000. – P. 2/0351-0360.
17. Hu Shu-guang, He Yong-jia. Influence of the recycled building materials on the hydration of Portland cement. – Wuhanligong daxue xuebao, 2006, № 10. – P. 4-7.

REFERENCES

1. Rakhimov R.Z., Magdeev U.H., Yarmakovsky V.N. Ecology, scientific achievements and innovations in the production of building materials based on and using of technogenic materials. // Proceedings of the International Congress «Science and innovation in the construction of SIB-2008», Current problems in building materials and technologies, 2008. – P. 441-448.
2. Slag-alkaline and alkali-alkaline earth hydraulic binders and concretes, Ed. Glukhovski V.D. – Kiev: Highest School, 1979. – 232.
3. Rakhimova N.R. State and future directions of research and production of composite slag-alkaline binders, mortars and concrete // Building Materials, 2008, № 9. – P. 77-80.
4. Rakhimova N.R., Rakhimov R.Z. The use of blast-furnace slag, and the battle in the manufacture of ceramic bricks slag-alkaline binding // Ecology and industry of Russia, 2008, № 4. – P. 10-12.
5. Rakhimov R.Z., Rakhimov R.Z. Achievements, problems and perspective directions of research production slag-alkaline binders and concretes. Collection of reports of the 10th Academic Readings RAASN «Achievements, problems and directions of development theory and practice of building materials». – Penza – Kazan, 2006. – P. 57-59.
6. Arsentyev V.A., Martandyan V.V., Dobromyslov D.D. Modern technological lines for recycling of construction // Building Materials, 2006, № 8. – P. 64-66.
7. Mikhailov A.V., Volkov Yu.S. Precast concrete. History and Prospects // Building Materials, 2006, № 1. – P. 7-9.
8. TU 5711-006-00283227-96.
9. TU 5711-007-00283227-96.
10. Golovin N.G., Alimov L.A., Voronin V.V. Use of screenings of crushing concrete scrap // Building Materials, Equipment, Technologies of the XXI century, 2005, № 9. – P. 26-27.
11. Bazhenov Yu.M., Demyanova V.S., Kalashnikov V.N. Modified high-quality concrete. – Moscow: Publishing House of the ASV, 2006. – 368 p.
12. Nedavnvny O.I., Petrov G.G., Gerasimov A.V. Using a ground unconditioned and dismantled expanded-clay concrete gravel as a binder // News of higher educational institutions. Building, 1999, № 12. – P. 43-44.
13. Assal H.H. Utilisation of demolished in building materials // Silicat. Ind., 2002, № 9-10. – P. 115-120.
14. Mobius A., Lander S., Muller A. Ezhartung von zementen min Zusatzen aus gemahlenem Betonabbrunch. Ausbereit Techn., 1999, № 3. – P. 102-104, 106-109.
15. Mymrin M., Correa S.H. New construction material from concrete production and demolition wastes and lime production waste // Construction and Building materials, 2007, № 3. – P. 578-582.
16. Mobius A., Muller A. Untersuchungen zur Nutzung von zementgebundenem Recyclingmaterial als Primar unnd Sekundarbindemittel. – Ibausil: 14 International Baustofftagung. – Weimar. – 20-23 Sept., 2000. – P. 2/0351-0360.
17. Hu Shu-guang, He Yong-jia. Influence of the recycled building materials on the hydration of Portland cement. – Wuhanligong daxue xuebao, 2006, № 10. – P. 4-7.

УДК 691.175
Старовойтова И.А. – кандидат технических наук, ассистент
E-mail: irina-starovoitova@yandex.ru
Хозин В.Г. – доктор технических наук, профессор
E-mail: khozin@kgasu.ru
Абдрахманова Л.А. – доктор технических наук, профессор
E-mail: laa@kgasu.ru
Кузнецова Л.М. – старший преподаватель
Ягунд Э.М. – кандидат химических наук, доцент
E-mail: emj@rambler.ru
Фахрутдинова В.Х. – кандидат химических наук, доцент
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГИБРИДНЫХ СВЯЗУЮЩИХ МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ *

АННОТАЦИЯ

В настоящей работе представлены закономерности влияния модифицирующей добавки на химическую структуру гибридных связующих на основе полиизоцианата и полисиликата натрия. Методом ИК-спектроскопии установлены степень конверсии –NCO-групп и основные направления химических реакций.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гибридные связующие, полимерные композиционные материалы, модифицирование, химическая структура, ИК-спектроскопия.

Starovoitova I.A. – candidate of technical sciences, assistant
Khozin V.G. – doctor of technical sciences, professor
Abdrakhmanova L.A. – doctor of technical sciences, professor
Kuznetsova L.M. – senior lecturer
Yagund E.M. – candidate of chemical sciences, assistant professor
Fakhrutdinova V.H. – candidate of chemical sciences, assistant professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

RESEARCH OF STRUCTURE MODIFIED HYBRID BINDERS BY IR-SPECTROSCOPY

ABSTRACT

In the present research regularities of influence of modification additive on the chemical structure of hybrid binders on the base of polyisocyanate and polysilicate of sodium are presented. The degree of conversion –NCO-groups and basic directions of reactions by IR-spectroscopy is established.

KEYWORDS: hybrid binders, polymeric composition materials, modification, chemical structure, IR-spectroscopy.

Введение

В работе [1] было изучено влияние различных модифицирующих добавок (анионактивных ПАВ, алюмозоля и кремнезоля) на комплекс технологических и эксплуатационно-технических характеристик гибридных связующих на основе полиизоцианата (ПИЦ) и полисиликата натрия (ПН). Установлено, что с позиций достижения максимальных значений большинства эксплуатационно-технических свойств наиболее эффективной модифицирующей добавкой является суперпластификатор С-3. В связи с этим представляет интерес изучение химической структуры гибридных связующих, модифицированных данным ПАВ.

* Работа выполнена в рамках реализации Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (государственный контракт № П221 от 22.07.2009 г.)

Согласно литературным данным [2-4], в системах на основе изоцианатов и жидких стёкол (водных растворов силикатов натрия) возможно протекание следующих основных реакций:

- уретанообразование:

$$OCN\text{-}R\text{-}NCO + NaO - Si^{o} \rightarrow -R\text{-}NNa - COOSi^{o}; \quad (1.1)$$

$$-R-NNa - COOSi^{o} + H_2O \rightarrow -\mathbf{R\text{-}NH} - \mathbf{COOSi}^{o} + NaOH; \quad (1.2)$$

$$-R\text{-}NHCOOSi^{o} + NaOH \rightarrow -R\text{-}NHCOONa + HO\text{-}Si^{o}; \quad (1.3)$$

$$-R\text{-}NHCOONa + H_2O \rightarrow -R\text{-}NH_2 + NaHCO_3; \quad (1.4)$$

$$-R\text{-}NH\text{-}COOSi^{o} + H_2O \rightarrow -R\text{-}NH\text{-}COOH + HO\text{-}Si^{o} \rightarrow -R\text{-}NH_2 + CO_2\uparrow \quad (1.5)$$

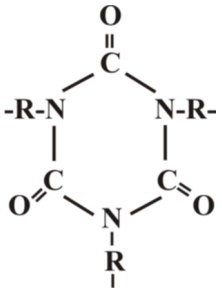
- мочевинообразование:

$$OCN\text{-}R\text{-}NCO + H_2O \rightarrow [-RNHCOOH] \rightarrow -R\text{-}NH_2 + CO_2\uparrow; \quad (2.1)$$

$$OCN\text{-}R\text{-}NCO + -R\text{-}NH_2 \rightarrow -\mathbf{R\text{-}NH\text{-}CO\text{-}NH\text{-}R}- \quad (2.2)$$

- циклотримеризация полиизоцианата:

$$3\ R\text{-}(NCO)_2 \rightarrow \quad (3)$$



- образование поликремниевой кислоты (поликонденсация):

$$\equiv SiOH^{-} + OH^{-} \rightarrow \equiv SiO^{-} + H_2O; \quad (4.1)$$

$$\equiv SiO^{-} + \equiv SiOH^{-} \rightarrow \equiv \mathbf{Si - O - Si} \equiv \quad (4.2)$$

Следует отметить, что из-за несовместимости полиизоцианата и жидкого стекла практически все реакции протекают на границе раздела фаз. При этом конверсия изоцианатных (–NCO-) групп не превышает 70-75 %.

Отличие наших систем от исследованных авторами работ [2-4] состоит в следующем:

- во-первых, в качестве неорганического компонента связующего нами выбран полисиликат натрия (СМ = 4-4,1);

- во-вторых, для отверждения связующих использовалась тепловая обработка;

- в-третьих, для улучшения комплекса характеристик нами были использованы модифицирующие добавки – С-3, АРОС, алюмозоль и кремнезоль.

Методика приготовления образцов и методы исследования

Полиизоцианат и полисиликат натрия (водный раствор силиката натрия с СМ=4,0) смешивались в течение 2-3 минут на лопастной мешалке (1000-1500 об/мин). При приготовлении модифицированного связующего С-3 смешивали с полисиликатом натрия в течение 3-5 минут, затем добавляли полиизоцианат и перемешивали ещё 2-3 минуты. Тепловую обработку связующих проводили после 15-20 часов выдержки при комнатной температуре согласно режиму: 0,5-1 ч – 80 ^{0}С, 5-8 ч – 100 ^{0}С.

Для изучения кинетики протекающих реакций, идентификации образующихся органических соединений, степени конверсии –NCO-групп был использован метод ИК-спектроскопии. ИК-спектры снимали на ИК-Фурье спектрометре марки Spectrum 65 производства PerkinElmer (США) в области частот от 4000 до 450 см$^{-1}$.

За ходом реакции следили по изменению интегральной интенсивности полосы 2272 см$^{-1}$, отвечающей за колебания изоцианатной группы. В качестве «внутреннего стандарта» была

выбрана общая интегральная интенсивность полос в области 1568-1623 $см^{-1}$, отвечающих поглощению бензольных ядер.

Спектры связующих в жидком состоянии, которые представляют собой микрогетерогенные эмульсии, снимали между окнами KBr (сразу после приготовления, через 1, 3, 5, 7, 10 и 15-20 часов после приготовления). Каждый спектр снимали на образце, взятом из объёма отверждающейся смеси. Образцы отверждённого связующего для исследования измельчали на вибрационной мельнице до получения тонкодисперсного порошка. Их спектры снимали в вазелине между окнами KBr через каждый час тепловой обработки.

Экспериментальная часть

В ИК-спектре, снятом сразу после смешения компонентов, присутствуют полосы поглощения изоцианатных (2272 $см^{-1}$), гидроксильных (3422 $см^{-1}$) и уретановых (1700-1730 $см^{-1}$) групп (рис. 1, спектр 1). При комнатной температуре через 3-5 часов в спектре 2 (рис. 1) появляется полоса поглощения 1650-1660 $см^{-1}$, свидетельствующая о появлении в системе мочевинных групп. После тепловой обработки в области поглощения карбонильных групп (C=O) проявляется сложный контур (рис. 1, спектр 4), состоящий из нескольких налагающихся друг на друга полос (диапазон частот поглощения изменяется от 1640 $см^{-1}$ до 1730 $см^{-1}$). Наличие диапазона связано со смещением полосы поглощения карбонильной группы в зависимости от типа соединения, в которое она входит. Появление в системе полосы поглощения триизоциануратных циклов (с максимумом при 1680-1690 $см^{-1}$) между полосами поглощения мочевинных и уретановых групп приводит к наложению этих полос и образованию сложного контура.

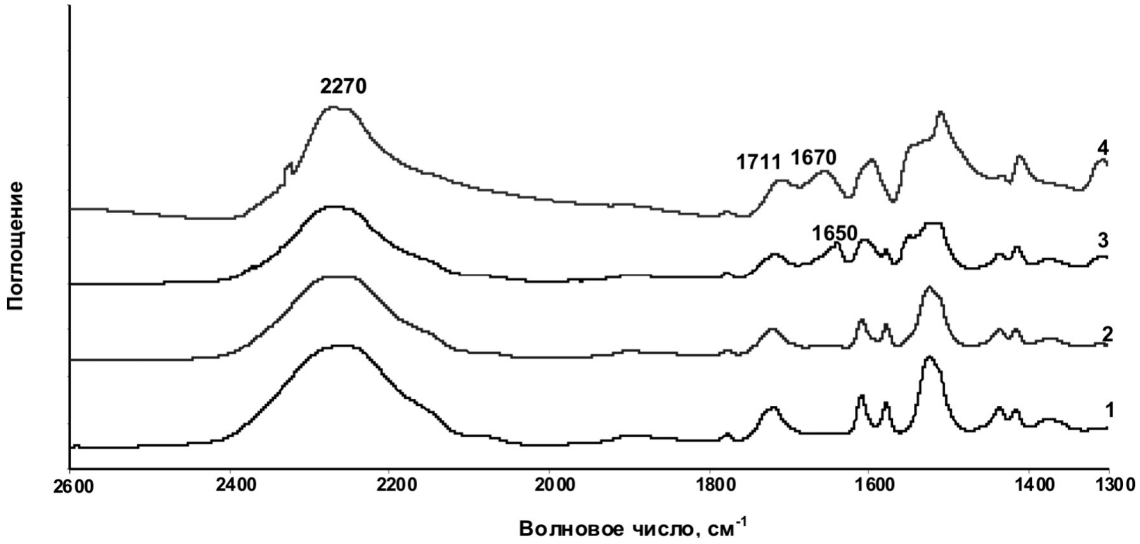


Рис. 1. ИК-спектры поглощения образцов связующих:
1 – через 10-15 мин после смешения компонентов; 2 – через 5 часов после смешения;
3 – через 16-18 часов после смешения; 4 – после тепловой обработки

Преимущественным направлением реакций сразу после смешения компонентов (в течение первых 3-5 часов) является уретанообразование (реакции 1.1-1.2), которое сопровождается постепенным накоплением в системах диамина (реакции 1.3-1.4 и 1.5) и выделением углекислого газа. Кроме того, начинает протекать реакция образования поликремниевой кислоты (ПКК), сопровождающаяся выделением воды (реакции 4.1-4.2). Через 3-5 часов в системах начинает интенсивно протекать реакция мочевинообразования, что обусловлено выделением при поликонденсации силиката воды и возросшей концентрацией диамина. Непосредственно перед тепловой обработкой (через 15-20 часов после смешения компонентов, спектр 3, рис. 1) количество непрореагировавших изоцианатных групп составляет 75-90 %, в системах присутствуют уретан, мочевина, диамин, триизоцианурата нет. Тепловая обработка уже при 80 ^{0}C значительно ускоряет расходование –NCO-групп, в системах появляется триизоцианурат. В процессе тепловой обработки значительно возрастает доля триизоцианурата, при этом относительное содержание уретана и мочевины уменьшается.

На рис. 2 представлена кинетика расходования изоцианатных групп в процессе отверждения для четырёх составов связующих. Из представленных данных следует, что введение в гибридное связующее модифицирующей добавки С-3 в количестве 0,3-0,5 масс. % (кривые 2, 3 на рис. 2) приводит к более интенсивному расходованию –NCO-групп, как в процессе выдержки при комнатной температуре, так и в условиях тепловой обработки при 80-100 ^{0}С. При этом количество непрореагировавших –NCO-групп сокращается в 2,5 раза – с 25 % (для немодифицированного связующего) до 8-10 % (для связующего, содержащего С-3 в количестве 0,3-0,5 масс. %). Дальнейшее увеличение содержания модификатора нецелесообразно ввиду уменьшения степени конверсии и увеличения количества непрореагировавших изоцианатных групп до 20 % (кривая 4, рис. 2).

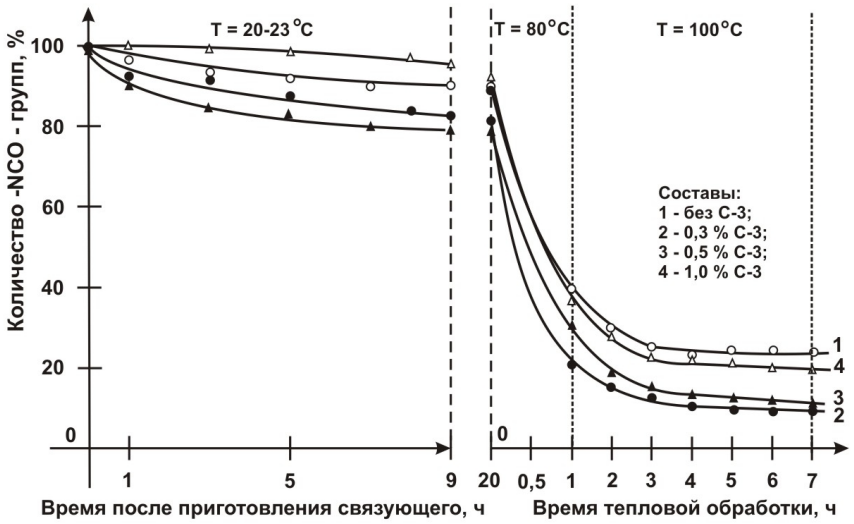


Рис. 2. Кинетика расходования изоцианатных групп в процессе отверждения связующих

Далее был изучен состав основных органических продуктов взаимодействия полиизоцианатов и водных растворов силикатов натрия в отверждённых связующих.

Из образующихся органических продуктов наибольшей прочностью, тепло- и термостойкостью обладают триизоцианураты, а наименьшими характеристиками – уретаны, ввиду содержания слабого алкоксильного кислорода с низкой энергией активации разрыва этой связи.

Разделение сложного контура полосы Амид I на составляющие проводилось с помощью программного комплекса для регистрации и обработки ИК-спектров «ВИАЛ». В качестве начального приближения задавался контур, состоящий из трёх гауссовых пиков с максимумами и интенсивностями, наиболее точно приближёнными к их значениям в экспериментальном спектре. Аппроксимация реального спектра осуществлялась программой по методу наименьших квадратов до тех пор, пока значение среднеквадратичного отклонения между исследуемым и аналитическим распределением не становилось менее 0,01.

Зависимость вклада компонент полосы Амид I от содержания С-3 в отверждённых гибридных связующих представлена в таблице.

Оптимальной с точки зрения комплекса свойств будет являться молекулярная структура, включающая максимальное количество триизоцианурата и минимальное – уретана. Следует отметить, что при введении С-3 в количестве от 0,05 до 1,0 масс. % в состав связующего доля триизоцианурата значительно возрастает. Каталитическое воздействие модифицирующей добавки на реакцию циклотримеризации в условиях повышенных температур обусловлено высоким содержанием в С-3 солей натрия, которые являются катализаторами данной реакции. По полученным данным (таблица) оптимальной молекулярной структурой характеризуется образец гибридного связующего, содержащий 0,3 масс. % С-3. Минимальное количество триизоцианурата характерно для образца связующего без модифицирующей добавки. Максимальное количество уретана наблюдается у немодифицированного связующего и связующего, содержащего 0,05 масс. % С-3. Оптимальная молекулярная структура коррелирует с максимальной степенью конверсии –NCO-групп (рис. 2), т.к. максимальной степенью конверсии (90-92 %) характеризуются составы связующих, содержащих 0,3-0,5 масс. % С-3.

Таблица

Результаты разложения полосы Амид I (C=O) на составляющие

№ п/п	Содержание С-3, масс. %	Относительное содержание, %:		
		уретановых групп	триизоцианурата	мочевинных групп
1	0	46,4	35,8	17,8
2	0,05	47,0	47,0	6,0
3	**0,3**	**30,6**	**64,0**	**5,4**
4	0,5	41,0	48,0	11,0
5	1,0	44,3	51,5	4,2

Таким образом, изучение кинетики протекающих реакций и химического строения продуктов совмещения полиизоцианата и полисиликата натрия методом ИК-спектроскопии подтверждает протекание реакций (1-3) и позволяет сделать следующие выводы:

1. После смешения компонентов связующего (полиизоцианата и полисиликата натрия) в системах начинает протекать реакция уретанообразования, через 3-5 часов – начинает образовываться полимочевина, а в процессе тепловой обработки связующих при 80-100 ^{0}C в системах появляется триизоцианурат, что обусловлено протеканием реакции циклотримеризации;
2. Конверсия –NCO-групп зависит от содержания в гибридном связующем модифицирующей добавки: введение С-3 в количестве 0,3-0,5 масс. % приводит к максимальной степени конверсии изоцианатных групп – 92 %;
3. После 4 часов тепловой обработки при 100 ^{0}C (с предварительной выдержкой в течение 1 ч при 80 ^{0}C) расходование –NCO-групп прекращается, что свидетельствует об отверждении связующего;
4. Относительное содержание органических продуктов, образующихся в процессе химических взаимодействий, зависит от содержания в связующем С-3. Оптимальная молекулярная структура, характеризующаяся максимальной долей триизоцианатов и минимальной – уретанов в продуктах отверждения, формируется при содержании модифицирующей добавки 0,3 масс. %.

Полученные данные хорошо согласуются с данными физико-механических и теплофизических испытаний, представленных в работе [1]: максимальной прочностью (100-105 МПа), твёрдостью (235-270 кг/см^2) и теплостойкостью (283 ^{0}C) обладают гибридные связующие, содержащие С-3 в количестве 0,3-0,5 масс. %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Старовойтова И.А., Хозин В.Г., Пилипенко Н.А., Халикова Р.А. Влияние модифицирующих добавок на свойства гибридных связующих на основе полиизоцианата и полисиликата натрия // Известия КазГАСУ, 2011, № 2 (16). – С. 229-234.
2. Веселовский Р.А., Ищенко С.С., Новикова Т.И., Файнерман А.А. Изучение взаимодействия в системе 2,4-толуилендиизоцианат – жидкое стекло методом ИК-спектроскопии // Композиционные материалы, 1987, № 33. – С. 56-61.
3. Ищенко С.С., Придатко А.Б., Новикова Т.И., Лебедев Е.В. Взаимодействие изоцианатов с водными растворами силикатов щелочных металлов // Высокомолек. соед., серия А, 1996, т. 38, № 5. – С. 786-791.
4. Веселовский Р.А., Збанацкая Н.Л. Исследование процессов формирования композита на основе полиизоцианата и жидкого стекла // Пластические массы, 1998, № 9. – С. 21-27.

REFERENCES

1. Starovoitova I.A., Khozin V.G., Pilipenko N.A., Khalikova R.A. Influence of modifying additives on the properties of hybrid binders on the base of polyisocyanate and polysilicate of sodium // News of the KSUAE, 2011, № 2 (16). – P. 229-234.
2. Veselovskii R.A., Ishenko S.S., Novikova T.I., Fainerman A.A. Studying of interaction in system 2,4-tolyilendiisocyanate – liquid glass by IR-spectroscopy // Composite materials, № 33, 1987. – P. 56-61.
3. Ishenko S.S., Pridatko A.B., Novikova T.I., Lebedev E.V. Interaction isocyanates with water solutions of silicates alkaline metals // Vysokomolekulyarnye soedineniya, series A, 1996, t. 38, № 5. – P. 786-791.
4. Veselovskii R.A., Zbanazzkaya N.L. Processes of formation of composite on the basis of polyisocyanate and liquid glass research // Plasticheskie Massy, 1998, № 9. – P. 21-27.

УДК 691.175
Старовойтова И.А. – кандидат технических наук, ассистент
E-mail: irina-starovoitova@yandex.ru
Хозин В.Г. – доктор технических наук, профессор
E-mail: khozin@kgasu.ru
Пилипенко Н.А. – инженер
Халикова Р.А. – инженер
E-mail: r.i.z.i.d.a@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ГИБРИДНЫХ СВЯЗУЮЩИХ НА ОСНОВЕ ПОЛИИЗОЦИАНАТА И ПОЛИСИЛИКАТА НАТРИЯ *

АННОТАЦИЯ

В настоящей работе представлены закономерности влияния модифицирующих добавок на технологические и эксплуатационные свойства гибридных связующих на основе полиизоцианата и полисиликата натрия.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гибридные связующие, полимерные композиционные материалы, модифицирование, добавки, вязкость, время гелеобразования, плотность, прочность, твёрдость, теплостойкость.

Starovoitova I.A. – candidate of technical sciences, assistant
Khozin V.G. – doctor of technical sciences, professor
Pilipenko N.A. – engineer
Khalikova R.A. – engineer
Kazan State University of Architecture and Engineering

THE INFLUENCE OF MODIFICATION ADDITIVES ON THE PROPERTIES OF HYBRID BINDERS ON THE BASE OF POLYISOCYANATE AND POLYSILICATE OF SODIUM

ABSTRACT

In the present research regularities of influence of modification additives on technological and operational properties of hybrid binders on the base of polyisocyanate and polysilicate of sodium are presented.

KEYWORDS: hybrid binders, polymeric composition materials, modification, additives, viscosity, gelatination time, density, compression strength, hardness, thermal stability.

В настоящее время разработке и исследованиям структуры и свойств органо-неорганических систем и материалов уделяется значительное внимание [1-4]. В материаловедении основной целью таких исследований является получение композитов, обладающих уникальным сочетанием свойств полимерных и неорганических материалов. Ранее [5] нами были разработаны гибридные органо-неорганические связующие и композиционные материалы на их основе, обладающие высокими физико-механическими характеристиками, водостойкостью, тепло- и термостойкостью.

Технологическим недостатком разработанных связующих при их использовании в составах композиционных материалов (в частности, армированных пластиков) является длительное время отверждения – до 30-40 суток, обусловленное протеканием в гибридных системах целого ряда конкурирующих химических реакций (поликонденсация силиката, уретанообразование, мочевинообразование, тримеризация полиизоцианата и др.). Тепловая обработка гибридных

* Работа выполнена в рамках реализации Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (государственный контракт № П221 от 22.07.2009 г.)

связующих (после предварительной выдержки при комнатной температуре в течение 16-20 часов) позволила уменьшить время отверждения композиций до 8-10 часов.

В качестве органического компонента в составах гибридных связующих был использован полиизоцианат производства ООО «Эластокам» (г. Нижнекамск) с содержанием реакционноспособных NCO-групп 31-32 %, а в качестве неорганического компонента – водные растворы силиката натрия производства НПЦ «Номак» (г. Казань) с СМ=2,8-5,0 и содержанием воды 55-75 %.

Разработанное гибридное связующее является типичной высокодисперсной системой как на стадии приготовления (эмульсия – прямая или обратная), так и после отверждения (твёрдый композит матричного типа с высокой удельной поверхностью раздела фаз). Поэтому свойства гибридного связующего не могут не зависеть от межфазной границы и межфазного взаимодействия, которые можно изменять добавками поверхностно-активных веществ (ПАВ) или наноразмерных систем, например, различными золями, а также интенсивным механическим воздействием (акустическим, гидродинамическим, вибрационным и др.).

В связи с этим для улучшения комплекса свойств гибридных связующих и дополнительной интенсификации процессов отверждения в данной работе были апробированы модифицирующие добавки различной природы:

- суперпластификатор С-3 – (ТУ 6-36-0204229-625-90*) – анионактивное поверхностно-активное вещество (ПАВ), представляющее смесь олигомерных и полимерных соединений, образующихся при конденсации сульфокислот нафталина с формальдегидом. Содержание активного вещества в пересчете на сухой продукт по ТУ 6-36-0204229-625-90* не менее 69 %, pH (2,5 %-ного водного раствора) – 7-9, содержание воды не более 10 %;

- суперпластификатор АРОС – продукт на основе сульфированных ароматических отходов промышленности органического синтеза (ТУ 025739-008-39389126-02), представляет собой натриевую соль продуктов конденсации сульфированных отходов производства фенола с формальдегидом, содержит SO_3-группы в составе бензольного кольца;

- алюмозоль – коллоидный раствор оксида алюминия производства ОАО «КазХимНИИ» (г. Казань) с pH=4,7 и плотностью 1,013 г/см^3 (размер частиц – 3,5-4 нм);

- кремнезоль – коллоидный раствор оксида кремния производства ОАО «КазХимНИИ» (г. Казань) с pH=9,9-10,0 и плотностью 1,128 г/см^3 (диаметр частиц 8 нм).

Приготовление модифицированных гибридных связующих осуществлялось следующим образом. Модифицирующие добавки вводились в раствор полисиликата натрия в количестве от 0,05 до 2,0 масс. % (от массы связующего), смесь перемешивали в течение 3-5 мин. на лопастной мешалке со скоростью около 1500 об/мин. Затем добавляли полиизоцианат и смесь перемешивали в течение 2-3 мин. Тепловую обработку связующих проводили при 100 ^{0}С (с предварительной выдержкой в течение 0,5-1 ч при 80 ^{0}С).

На первом этапе было изучено влияние модифицирующих добавок на технологические свойства гибридных связующих: вязкость, время гелеобразования, краевой угол смачивания и время отверждения при тепловой обработке.

Вязкость бинарных и модифицированных гибридных связующих с течением времени постепенно возрастает, вплоть до полной потери текучести. Для выявления периода времени, в течение которого композиции могут использоваться в качестве связующих при изготовлении композиционных материалов, было определено время гелеобразования связующих (рис. 1) и изменение вязкости во времени.

При введении С-3 и АРОС время гелеобразования связующих значительно сокращается с увеличением содержания добавок – с 270 мин. (для бинарного связующего) до 60-100 мин. (при 2%-ном содержании добавок). Введение кремнезоля практически не влияет на время гелеобразования связующего, а введение алюмозоля приводит к экстремальному изменению времени гелеобразования с увеличением содержания добавки.

Вязкость связующих при введении пластифицирующих добавок (С-3 и АРОС) монотонно возрастает в течение 2 часов после приготовления, далее наблюдается резкий рост вязкости, связанный с приближением к точке гелеобразования. Вязкость связующих при введении гидрозолей кремния и алюминия в течение 1,5-2 часов после приготовления практически не изменяется, далее наблюдается резкий рост вязкости, связанный с наступлением гелеобразования.

Пластифицирующие добавки (С-3 и АРОС) в исследуемых системах играют роль поверхностно-активных веществ и концентрируются на границе раздела фаз. Снижение поверхностного натяжения полисиликата натрия и формирование ориентированного слоя из отрицательно заряженных

силанольных групп на поверхности частиц кремнезёма способствует лучшей диспергации последнего в объёме органической фазы (дисперсионной среды). Таким образом, введение этих добавок приводит к образованию тонкодисперсных эмульсий и стабилизирует их оптимальную дисперсность.

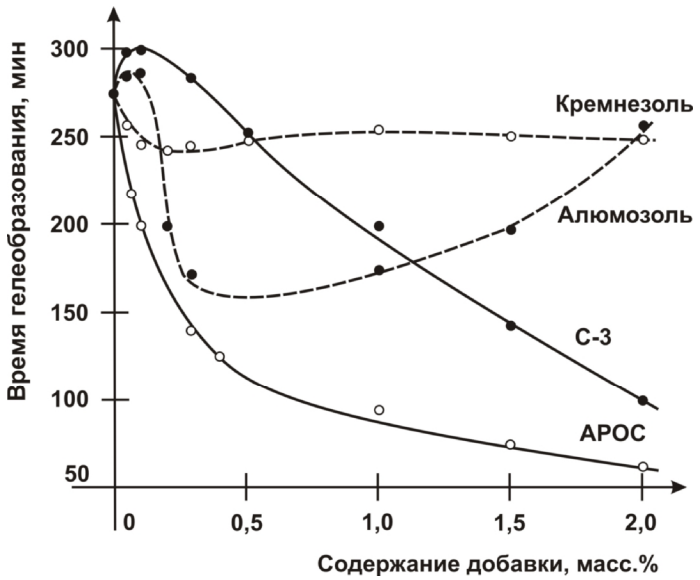


Рис. 1. Зависимость времени гелеобразования связующих от содержания модифицирующих добавок

Смачивающая способность связующих оценивалась по краевому углу смачивания жидкими композициями стеклянной и металлической пластин. Во всём диапазоне концентраций модифицирующих добавок (0,05-2 %) краевой угол смачивания связующих составляет 20-30^0, что свидетельствует о хорошей смачивающей способности разработанных композиций.

Время тепловой обработки при введении всех модифицирующих добавок сокращается (рис. 2), что обусловлено ускорением физико-химических процессов отверждения связующих.

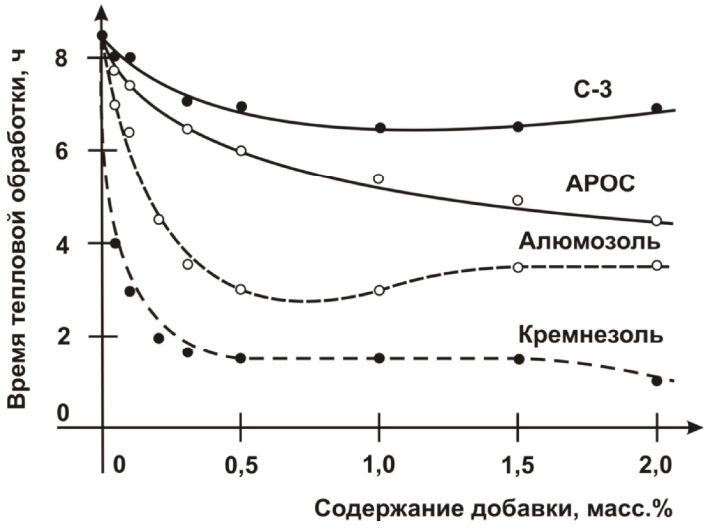


Рис. 2. Зависимость времени тепловой обработки связующих от содержания модифицирующих добавок

Наиболее резко время тепловой обработки сокращается при введении алюмозоля и кремнезоля – с 8-8,5 часов до 1-3 часов, что свидетельствует о каталитическом влиянии указанных добавок на протекающие химические реакции в условиях повышенных температур.

На втором этапе было изучено влияние модифицирующих добавок на комплекс свойств отверждённых связующих: плотность, прочность при сжатии, твёрдость, теплостойкость по Вика и водостойкость.

Плотность всех исследованных составов отверждённых связующих составляет 0,90-1,16 г/см^3, твёрдость и водопоглощение приведены в таблице. Из представленных данных следует, что твёрдость связующих при введении пластифицирующих добавок (С-3 и АРОС) в количестве до 0,5 масс. % возрастает, а затем снижается. Введение коллоидных растворов оксида алюминия и оксида кремния приводит к некоторому снижению твёрдости связующих и значительному увеличению их водопоглощения. Водопоглощение связующих при введении С-3 и АРОС в количестве 0,3-0,5 масс. % уменьшается на 35-60 %.

Таблица

Твёрдость и водопоглощение связующих

Наименование модифицирующей добавки	Содержание модифицирующей добавки, масс. %	Твёрдость, кг/см^2	Водопоглощение за 24 ч, масс. %
Без модификатора	-	189	1,66
С-3	0,05	185	1,2
	0,1	207	1,18
	0,2	210	1,09
	0,3	235	0,96
	0,5	273	0,69
	1,0	173	2,00
	1,5	157	2,43
	2,0	143	2,44
АРОС	0,05	170	0,92
	0,1	173	0,90
	0,2	188	1,82
	0,3	240	0,80
	0,5	272	1,10
	1,0	226	1,45
	1,5	155	1,55
	2,0	138	1,77
Алюмозоль	0,05	155	2,97
	0,1	148	3,29
	0,2	136	3,68
	0,3	134	2,55
	0,5	140	2,00
	1,0	132	3,04
	1,5	118	3,34
	2,0	107	3,50
Кремнезоль	0,05	196	3,12
	0,1	204	3,52
	0,2	200	5,23
	0,3	188	4,6
	0,5	192	4,0
	1,0	185	3,7
	1,5	179	3,0
	2,0	164	2,66

Зависимости прочности при сжатии и теплостойкости от содержания модифицирующих добавок носят экстремальный характер (рис. 3, 4).

Максимальной прочностью при сжатии характеризуются образцы, содержащие 0,2-0,3 масс. % модификаторов. В области изученных составов наибольшей прочностью обладают связующие, модифицированные С-3 (100-102 МПа), а наименьшей – связующие, модифицированные кремнезолем (60-63 МПа).

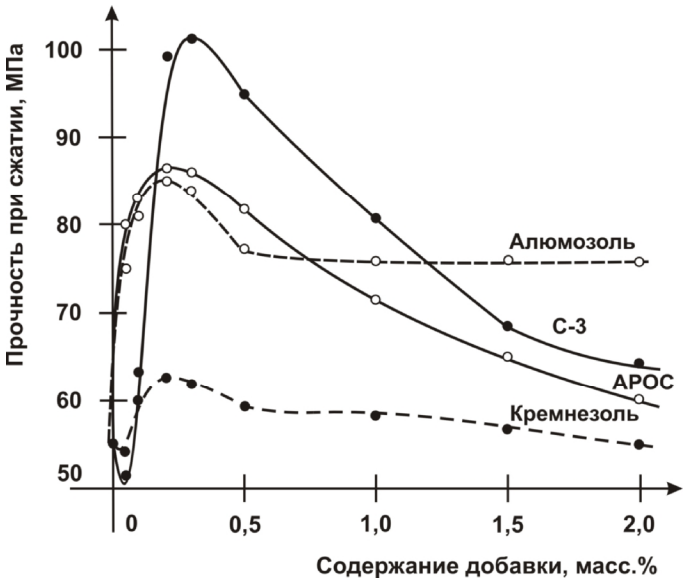


Рис. 3. Зависимость прочности при сжатии связующих от содержания модифицирующих добавок

При введении С-3, алюмозоля и кремнезоля до 0,3-0,5 масс. % теплостойкость связующих резко возрастает на 25-40^0, а затем снижается, что, очевидно, связано с изменением количественного соотношения полимерных продуктов (полиуретана, полимочевины и полиизоцианурата), составляющих матрицу композита. Наибольшей теплостойкостью обладают связующие, содержащие в составе кремнезоль (около 300 ^{0}C) и алюмозоль (285 ^{0}C). Введение АРОС до 0,3 масс. % практически не влияет на теплостойкость связующего, а дальнейшее увеличение его содержания приводит к монотонному снижению теплостойкости.

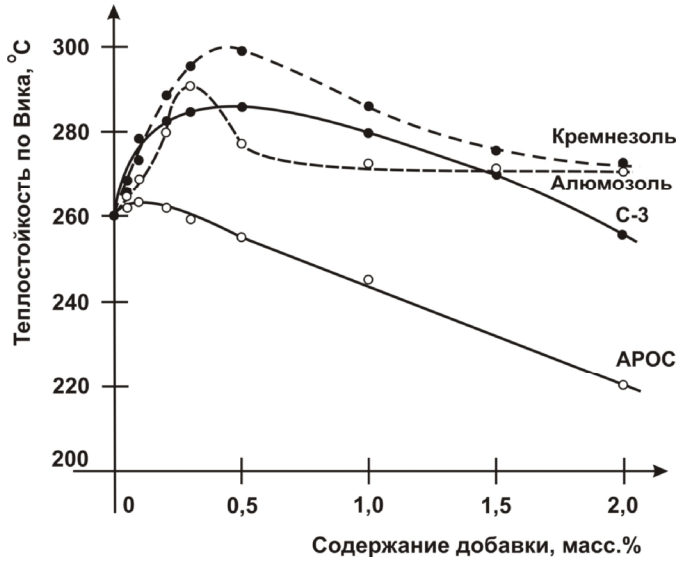


Рис. 4. Зависимость теплостойкости по Вика от содержания модифицирующих добавок

Таким образом, введение в состав гибридных связующих модифицирующих добавок (С-3, АРОС, алюмозоля и кремнезоля) оказывает значительное влияние на технологические характеристики связующих и технические свойства отверждённых композитов. С позиций достижения максимальных значений всех эксплуатационно-технических характеристик наиболее эффективной модифицирующей добавкой является С-3. С точки зрения достижения высоких прочностных характеристик эффективными модификаторами являются также АРОС и алюмозоль. Для создания тепло- и термостойких композиционных материалов интерес представляют гибридные связующие, модифицированные кремнезолем: теплостойкость достигает 300 ^{0}C (при 0,5 %-ном содержании добавки).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Chujo H., Saegusa T. Organic polymer hybrids with silica gel formed by means of sol-gel method // Adv. Polym. Sci., V. 100, 1992. – P. 11-29.
2. Wang S., Ahmad Z., Mark J.E. Polyimide-silica hybrid materials modified by incorporation of organically substituted alkoxysilane // Chem. Mater., V.6, 1994. – P. 943-946.
3. Ahmad Z., Mark J.E. Polyimide-ceramic hybrid composites by the sol-gel route // Chem. Mater., V. 13, 2001. – P. 3320-3330.
4. Chen S., Sui J., Chen L. Positional assembly of hybrid polyurethane nanocomposites via incorporation of inorganic building blocks into organic polymer // Colloid. Polym. Sci, V. 283, 2004. – P. 66-73.
5. Старовойтова И.А. Гибридные связующие на основе полиизоцианатов и водных растворов силикатов натрия для композиционных материалов строительного назначения // Автореферат канд. дисс. на соискание степени канд. техн. наук. – Казань, 2008. – 25 с.

REFERENCES

1. Chujo H., Saegusa T. Organic polymer hybrids with silica gel formed by means of sol-gel method // Adv. Polym. Sci., V. 100, 1992. – P. 11-29.
2. Wang S., Ahmad Z., Mark J.E. Polyimide-silica hybrid materials modified by incorporation of organically substituted alkoxysilane // Chem. Mater., V.6, 1994. – P. 943-946.
3. Ahmad Z., Mark J.E. Polyimide-ceramic hybrid composites by the sol-gel route // Chem. Mater., V. 13, 2001. – P. 3320-3330.
4. Chen S., Sui J., Chen L. Positional assembly of hybrid polyurethane nanocomposites via incorporation of inorganic building blocks into organic polymer // Colloid. Polym. Sci, V. 283, 2004. – P. 66-73.
5. Starovoitova I.A. Hybrid binders on the base of polyisocyanate and water solutions of polysilicate of sodium for composite building materials // Avtoref. cand. diss. – Kazan, 2008. – 25 p.

УДК 628.4.038:658.567.1

Стефаненко И.В. – кандидат технических наук, генеральный директор ООО «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго»
E-mail: red_scorpion@list.ru
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПЕРЕРАБОТКЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

АННОТАЦИЯ

Промышленность строительных материалов – ресурсоемкая отрасль.

Предлагается резко сократить расход минерального сырья, топлива и электроэнергии за счет широкого внедрения ресурсосберегающих технологий при условии частичной замены природного сырья отходами промышленности и населения: золами, шлаками, фосфогипсом, скопом, изношенными автомобильными шинами и т.п.

Исследования показали, что радиационная технология характеризуется высокими технико-экономическими показателями и может внести существенный вклад в решение основных задач отрасли.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: эффективные технологии, строительные материалы, ресурсосберегающие технологии, отходы промышленности, золы, шлаки, фосфогипс, скоп, изношенные шины.

Stefanenko I.V. – candidate of technical sciences, general director Limited Liability Company «Lukoil-Volgogradenergo»
Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering

EFFECTIVE TECHNOLOGIES IN RECYCLING OF MANUFACTURING WASTE AND DOMESTIC HOUSEHOLD WASTE

ABSTRACT

The industry of building materials is a resource – intensive field.

It is suggested to shorten sharply the spending of minerals, fuel, and electric energy by large-scale implementation of resource-saving technologies provided that natural raw material will be partly replaced by manufacturing waste and domestic household waste, for example, refuse burnout, cinders, phosphogypsum, savings, worn – out auto tires etc.

The research has indicated that radiation technology with high technical and economic performances can contribute greatly to the solution of major problems of the field.

KEYWORDS: effective technologies, building materials, resource-saving technologies, manufacturing waste, calces, cinders, phosphogypsum, savings, used tires.

Промышленность строительных материалов – ресурсоемкая отрасль. Она – одна из крупнейших в стране потребителей природного сырья, топлива, электроэнергии и др. В этой отрасли ежегодно перерабатывается свыше 3 млрд. $м^3$ природного сырья, потребляется свыше 70 млн. т условного топлива, 50 млрд. кВт·ч электроэнергии [1]. Расходы на сырье, топливо и электроэнергию составляют более 60 % от общих затрат на производство строительных материалов; на долю топливно-энергетических ресурсов в структуре материальных затрат приходится 36 % [2]. Для рационального расходования природного сырья планируется широко использовать материалы попутной добычи, вторичные продукты в производстве цемента, кирпича, ячеистого бетона, пористых наполнителей, отходы термопластов, отходы бумажной промышленности и др., обеспечить экономию органического топлива в результате использования возобновляемых источников энергии. Планируется резко сократить расход минерального сырья, топлива и электроэнергии за счет широкого внедрения ресурсосберегающих технологий, снижения расхода материалов и трудоемкости выпуска продукции, устранения потерь сырья, топлива и энергии. При ежегодном потреблении около 3 млрд. т природного сырья промышленность

строительных материалов может существенно улучшить состояние охраны окружающей среды при условии частичной замены природного сырья отходами промышленности и населения: золами, шлаками, фосфогипсом, скопом, изношенными автомобильными шинами и т.п.

При использовании такого сырья себестоимость материалов в отрасли может быть снижена на 4-5 % с одновременным увеличением доли производства строительных материалов в общем выпуске до 20 % в год.

Краткое рассмотрение проблем промышленности строительных материалов [1, 3-5] показывает, что радиационная технология (РТ) может внести существенный вклад в решение основных задач отрасли с высокими технико-экономическими показателями. Из всего многообразия применяемых наиболее перспективных процессов РТ в промышленности строительных материалов следует выделить процессы радиационного модифицирования древесины, бетона, асбестоцементных материалов, отделочных плиток, производства полимерных труб и других сантехнических изделий, элементов отопительных систем, радиационного отверждения покрытий [5].

Для планируемого жилого, промышленного, общественного, сельского и гидротехнического строительства необходимо производить около 200 млн. $м^3$ бетона и железобетона в год. При обеспечении, например, выпуска изделий из бетонополимера в объеме 1 % от указанного объема производства это может фактически заменить 4-6 % объема конструкций из железобетона, сэкономить более 0,6 млн. т проката и позволит отказаться от строительства 2/3 крупных металлургических заводов.

Производство 300 тыс. т радиационно-модифицированных полиэтиленовых труб и сантехнических изделий позволит заменить 1,5-2 млн. т металлических труб, что составит более 1,5 % программы 2010 г. по всем водопроводным и газовым трубам.

Крупным вкладом в решение задач стройиндустрии может быть внедрение радиационной технологии отверждения лакокрасочных покрытий на поверхности различных отделочных материалов. При отверждении каждого млн. $м^2$ покрытий ускоренными электронами будет сэкономлено более 3 млн. кВт·ч электроэнергии.

Курс на гуманизацию общества позволит сильнее заострить внимание на создании экологичного и удобного жилища, что повысит требования к отделке. Например, ежегодно в мире производится свыше 1200 млн. $м^2$ керамической отделочной плитки, причем около 60 % её производства приходится на страны Западной Европы, 18 % – на страны Южной Америки и около 5 % – на страны Северной Америки. По производству керамической отделочной плитки Россия отстает от передовых стран Западной Европы. В 2000 г. отечественной промышленностью было произведено 60 млн. $м^2$ керамической глазурованной плитки для внутренней облицовки стен, что составило чуть больше 3,5 % ее мирового производства, в 2001-2002 гг. ~ 2 %.

Жилищное и культурно-бытовое строительство требует значительного снижения себестоимости традиционных облицовочных материалов и разработки новых. Они должны быть по качеству не хуже традиционных облицовочных плиток, а по себестоимости – ниже.

Производство радиационно-модифицированных материалов и изделий за последние годы существенно расширилось и продолжает расширяться. За последние 30 лет в мире наблюдается увеличение общего объема производства модифицированных материалов и изделий [1, 3, 5, 7-9].

Анализируя тенденцию роста производства рассматриваемых материалов, следует отметить, что интенсивность их изготовления значительно увеличилась с 70-х годов, а расширение способов, методов и устройств переработки материалов в результате активной изобретательской работы в этой области – с 80-х годов. Интерес к этим работам и объем производства продолжает нарастать, судя по увеличению объема информации [1, 5].

Прогнозирование развития и применения радиационно-модифицированных строительных материалов и изделий показывает, что их производство к началу 2010 г. увеличено более чем вдвое, по сравнению с 1985 г. [2].

Данные по числу выданных патентов и авторских свидетельств в России, США, Великобритания, Японии, Франции, Финляндии, Канаде и в др. развитых странах, относящиеся к практической реализации процессов модифицированных материалов и изделий, свидетельствуют, что в период до 1965 г. по радиационной технологии производства материалов в мире было выдано всего 280 патентов и авторских свидетельств [5], к 1985 г. – около 3300, к концу 2000 г. – около 6000 [2], а к концу 2010 г. – более 8000.

Далеко не все патентные решения нашли практическое применение, однако большое число (более 1800) патентов, выданных только в период 1975-1985 гг., свидетельствуют о значительном развитии работ в области радиационной технологии производства и активного применения в стройиндустрии этих перспективных новых материалов (на основе отходов).

Основными стимулирующими факторами развития РТ являются: возможность получения новых композиционных материалов с высокими физико-химическими параметрами и организация безотходного производства, широкое использование отходов промышленности; высокая экономическая эффективность процессов, экологическая чистота (отсутствие загрязнения воздуха и воды), возможность организации производства практически в любых районах мира. Значительное место в области переработки и использования отходов промышленности занимают отходы деревообрабатывающей и бумажной промышленности (опилки, стружки, щепа, кора, листья, скоп и т.п.), а также отходы сельскохозяйственного растениеводства (биомасса хлопчатника, льна, конопли, подсолнечника, сахарного тростника и др.). В регионах нашей страны такие отходы ежегодно составляют десятки миллионов тонн [1]. В них содержится от 40 % до 60 % целлюлозы и других ценных компонентов, обеспечивающих при прессовании и обработке достаточные прочностные характеристики строительных материалов без дополнительного введения в их состав (в начальной стадии подготовки исходных изделий) различных смол. Это существенно сказывается на экономике производства строительных материалов и экологии региона.

В России в 1990 г. разработан проект промышленной линии с годовой производительностью 1,4 млн. $м^2$ радиационно-модифицированных волокнистых плит [5].

Отходы древесины или биомасса растений, измельченные до 3-5 мм, подаются через дозаторы в массбассейн, там перемешиваются с распущенной макулатурой, скопом, пигментом, различными добавками (в зависимости от состава сырья) и при необходимости придания плитам специальных свойств. После перемешивания смесь подается гидросистемой в отливочную машину непрерывного действия, где она постепенно обезвоживается. Вода возвращается в массбассейн для повторного использования. Отлитый таким образом волокнистый ковер в поддонах транспортируется конвейером в многоэтажный пресс, где одновременно прессуются 20 плит размером 2500х1200х4 мм (толщина плит может быть задана в пределах 3-20 мм). После прессования плиты обладают достаточными прочностными характеристиками: плотность не менее 900 кг/$м^3$; предел прочности при изгибе не менее 15 МПа, влажность не более 6 %; набухание 60 %; водопоглощение 85 %.

Плиты обрезают по размеру, часть их укладывается роботом в кассеты для дальнейшей переработки, другая часть подается на склад готовой продукции.

Плиты в кассетах транспортируются для загрузки в радиационный аппарат (РА), представляющий собой герметичную емкость размерами 2500х1500х300 мм. РА имеет входы для подачи инертного газа, создания форвакуума и подачи пропитывающих составов. Заполненный РА направляется в пропиточную камеру, а после пропитки – в рабочую камеру гамма-установки на облучение. Для пропитки плит могут использоваться виниловые мономеры.

Основные свойства
древесных радиационно-модифицированных волокнистых (ДВП) плит:

плотность, не менее ……...1200 кг/$м^3$;
влажность, не более …….....2 %;
водопоглощение по массе за 24 ч., не более ……6 %;
набухание по толщине, не более ……..4 %;
предел прочности при изгибе, не менее……...40 МПа;
степень истираемости ……..0,11 г/$см^2$;
сопротивление удару……..0,69 Дж/$м^3$;
твердость по Брюннелю……..98,1 МПа.

Радиационно-модифицированные волокнистые плиты могут применяться для покрытий полов жилых, производственных и животноводческих помещений, кровли зданий вместо шифера и железа, а также в виде конструкционного материала для обшивки стен и перегородок домов садовых участков, изготовления мебели, дверных проемов и встроенных шкафов жилых и производственных помещений.

Как известно, характеристику бетона определяет его структура, которая, в свою очередь, обусловливается структурой цементного камня и заполнителей. В теле камня имеются

многочисленные поры. Пористость существенно влияет на прочность и долговечность, определяет газо- и водонепроницаемость, морозостойкость камня. Для улучшения свойств бетона необходимо улучшать его структуру, т.е. увеличивать плотность и уменьшать пористость. Разработаны различные методы улучшения этих свойств [1, 5].

Радиационный способ получения БПМ, туфополимерных (ТПМ) и асбестоцементных материалов (АЦПМ), по сравнению с другими, способствует приданию им более высоких (на 7-15 %) физико-механических свойств. Прочностные показатели БПМ зависят от марок исходного бетона [1].

Технология получения БПМ, ТПМ и АЦПМ очень близка к технологии производства ДВП. Разработка технологии ДВП ускорила развитие прикладных работ по созданию изделий из других капиллярно-пористых материалов.

Технология производства БПМ, ТПМ, АЦПМ сводится к следующим операциям: изготовлению бетонных, асбестоцементных изделий или изделий из туфа по обычной технологии; сушке исходных изделий; охлаждению; загрузке изделий в РА; герметизации аппарата; вакуумированию РА; заполнению РА пропиточным составом; сливу остатка пропиточного состава; подаче инертного газа в РА; подаче РА с изделиями в рабочую камеру; радиационной полимеризации; извлечению РА из рабочей камеры облучения; продувке РА инертным газом; разгрузке РА; подаче изделий на склад готовой продукции.

Следует подчеркнуть, что для изготовления основы изделий, вместо песка и крупного заполнителя, например, в бетоне используются отходы производств, что не влияет на класс конечного изделия. Введение в бетон небольшого количества (при массовом содержании примерно 5 %) полимеров обусловливает значительное улучшение свойств готового изделия. Расчеты показывают [1], что с учетом свойств БПМ строительные конструкции из них могут быть облегчены на 25-30 %, что позволяет снизить расход цемента, металла и других материалов.

Гипс среди строительных материалов может занимать одно из ведущих мест. Это обусловлено большими запасами в России природного гипса и фосфогипса. Однако гипсовые материалы имеют низкие характеристики: водонестоек, низкие показатели к морозостойкости и др.

В последнее время расширяется использование радиационного метода в производстве гипсополимерных изделий [5]. Технологический процесс производства гипсополимерных мраморовидных облицовочных плит [1, 5] состоит из двух стадий: изготовление исходной гипсовой плиты и её радиационного модифицирования.

Изделия из гипса значительно изменяют свои свойства после пропитки их синтетическими смолами. Работы в этом направлении интенсивно ведутся и за рубежом [2, 5-9]. Предварительно отформованные гипсовые изделия пропитывают мономерами или олигомерами и подвергают полимеризации в порах материала термокаталическим или радиационным методом. Радиационный способ помогает получить материал с более высокими физико-механическими свойствами; реакции полимеризации протекают при комнатной температуре и без участия химических инициаторов. Мономер можно использовать многократно, потери снижаются его только за счет испарения.

Технология производства гипсополимерных мраморовидных облицовочных плит предусматривает применение в качестве дополнительного компонента смеси фосфогипса [1, 5].

В этом случае фосфогипс используют в качестве добавки (как наполнитель) к обычному гипсовому вяжущему в массовой доле 20-70 %. При этом прочность исходных гипсовых плит значительно снижается. Однако после модифицирования фосфогипсополимерные плиты обладают прочностными характеристиками, сравнимыми с гипсополимерным материалом.

Важное свойство гипсо- и фосфогипсополимерных мраморовидных облицовочных плит – повышенная устойчивость к атмосферным и агрессивным воздействиям. Сокращение проникновения влаги и агрессивных веществ в эти материалы связано с заполнением пор и капилляров гипсовой матрицы пропитывающим мономером. После облучения прочность гипсополимера в 3-4 раза превышает прочность исходных прессованных гипсовых плит и изделий.

Проблема утилизации техногенных и бытовых отходов может быть решена без нарушения экологических зон воздуха, воды и муниципальных путеотводов жидких отходов районов и города в целом. Эту проблему можно решить комплексно с учетом уже имеющихся скоплений и ежегодного их роста.

Вся технология утилизации может быть разделена на стадии.

Первая стадия включает: грубую сортировку всех «лежалых» и «свежих» отходов, доставленных из города во время сбора. Эта сортировка предполагает разделение на зоны площади свалки и раздельное складирование техногенных отходов и бытовых строительного и химического происхождения, ведение учета адресата-отправителя и массы, сортировка техногенных отходов на «органические» и «неорганические», удаление жести и железа (магнитными ловушками).

Вторая стадия включает: удаление отходов строительного происхождения в овраги, на создаваемые дамбы, котлованы и др. (с учетом планирования застройки района). Диспетчерский информационный пункт управляет движением потоков грузов. Производится сушка органических и бытовых отходов. После сушки материалы поступают на промежуточные склады, либо сразу измельчаются до необходимой фракции, а затем поступают на склады сырья. Техногенные отходы строительного происхождения, не удаленные с территории полигона, также измельчаются и поступают на склад. В период работ на этих двух стадиях осуществляется радиационный и химический контроль отходов.

Этим заканчивается подготовительная сортировка отходов к следующим технологическим переделам.

Все техногенные отходы растительного происхождения независимо от места сбора измельчаются до 3-5 мм рубильной машиной, отсеиваются грохотом и собираются в бункер-накопитель. Далее через расходный бункер-дозатор отходы поступают в массный бассейн для перемешивания с добавками (макулатурой, красителями и др.), после чего подаются в отливочную машину, где убирается вода обратно в бассейн.

При активности гамма-установки 150 тыс. Ки производительность модифицированных плит составляет 300 тыс. $м^2$/год, толщиной 4-20 мм. Длительность прессования 10-20 мин., привес мономера 30-40 %, поглощенная доза 15-20 кГр, длительность облучения 18-20 часов.

В качестве вяжущего материала для каменных и стекольных отходов в производстве модифицированных плит предлагается использовать гипс низких сортов. Отходы измельчаются до 3-7 мм. Со склада эти отходы через дозатор поступают в смеситель. Одновременно в смеситель поступает гипс и вода (30 % – гипса, 40 % – отходов, 30 % – воды). Для придания цветности изделиям могут применяться красители. Смесь поступает в пресс-формы. Окончательное уплотнение смеси и формование изделий, придание им гладкой поверхности осуществляют прессованием в гидравлическом прессе. Длительность прессования 2 мин., давление прессования 6 МПа. Плиты выталкивателем извлекают из пресс-форм и укладывают манипулятором в кассету. Кассета с плитами подается в сушильную камеру. Далее кассету с высушенными плитами устанавливают в РА, пропитывают ММА (привес мономера 14 %) и облучают на гамма-установке. Поглощенная доза 10 кГр, длительность облучения 20 час. Готовые плиты подаются на склад.

Использование каменных отходов крупных фракций (до 40 мм) производится при приготовлении бетонных блоков, колонн и др. конструкций (по технологии производства бетонов). Такие отходы целесообразно использовать на предприятиях ЖБИ. По статистике средний объем таких отходов на каждом полигоне составляет 5-10 %.

В производстве изделий с наполнителями используются термопластичные и термореактивные полимеры (бутылки, банки, посуда разового использования и др.). Выбор смол для производства осуществляется с учетом производимых на химических заводах региона изделий и их цен.

При использовании термопластичных полимеров (поливинилхлорида, полистирола) наполнители – высушенные бытовые отходы и измельченные до 0,5 мм после фракционирования – смешиваются с полимером в горячем состоянии. Температура зависит от температуры расплава данного полимера. Изделия производят литьем под давлением, шприцеванием, экструзией и вальцеванием. После раскроя изделия подаются на поток декорирования или на склад готовой продукции.

При использовании термореактивных полимеров (карбомидных, КФЖ и др.) для отверждения смолы применяется раствор хлористого аммония (1 % от массы смолы). Для повышения прочности при сжатии в состав композиции вводят порошкообразное вещество с развитой поверхностью, а для повышения прочности на изгиб – волокнистые наполнители.

Технологическое оборудование для производства плиток с термопластичными или термореактивными полимерами отличается только на стадии их формования. Изделия на основе термореактивов формуются методом горячего прессования, а на основе термопластичных – методом литья под давлением (т.е. могут использоваться роторные и быстродействующие литьевые машины).

Готовые плитки проходят участок декорирования для придания им любой цветности и рисунка. Для этого изделия подаются на пластинчатый транспортер, на поверхность плитки наносят полиэфирный грунт с красителем толщиной 30-50 мкм, затем рисунок и полиэфирный лак. Изделия после нанесения лака и декоративного покрытия подаются под пучок электронов.

Указанные термопластические средства – типовые и изготавливаются в РФ. Участок декорирования может обработать изделия до 2 млн. $м^2$ /год.

Таким образом, можно использовать все отходы, поступающие на полигоны городов и населенных пунктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козлов Ю.Д., Путилов А.В. Основы радиационной технологии в производстве строительных материалов. – М.: Изд. дом «Руда и металлы», 2001.
2. Доклады IV Международной конференции «Ядерная энергетика в промышленности». – Обнинск, 25-29 июня 2000, Ядерное общество, 2000.
3. Козлов Ю.Д., Путилов А.В. Технология использования ускорителей заряженных частиц в индустрии, медицине и сельском хозяйстве. – М.: Энергоатомиздат, 1997.
4. Козлов Ю.Д. Радиационно-химическая технология в производстве строительных материалов и изделий. – М.: Энергоатомиздат, 1989.
5. Козлов Ю.Д., Стефаненко И.В., Ермолаев С.В. и др. Высокие технологии с использованием источников ионизирующих излучений в промышленности: Учебное пособие. – М.: Энергоатомиздат, 2006.
6. Transactions of the Second International Meeting on Radiation Processing // Ibid. 1979, vol. 14, № 1-6.
7. Fourth International Meeting on Radiation Processing // Invited Papers. October 4-8, 1982, Dubrovnic, Yugoslavia, 1982.
8. Радиационно-химическая модификация полимерных материалов. // Сборник докладов симпозиума СЭВ, Т. 1-2. – Варшава: Изд-во Института ядерных исследований, 1978.
9. Доклады четвертого Всесоюзного совещания по применению ускорителей заряженных частиц в народном хозяйстве (Ленинград, 28-30 сентября 1982 г.), т. 1-4. – Л.: НИИЭФА им. Д.В. Ефремова, 1982. – 1045 с.

REFERENCES

1. Kozlov Yu.D., Putilov A.V. Basics of radiating technology in manufacture of building materials. – M: Publishers «Ruda i metally», 2001.
2. Reports of IV International conference «Nuclear power in the industry». – Obninsk, on June, 25-29th 2000, the Nuclear society, 2000.
3. Kozlov Yu.D., Putilov A.V. Technology of the use of accelerators of charged particles in industry, medicine and agriculture. – M: Energoatomizdat, 1997.
4. Kozlov Yu.D. Radiation-chemical technology in manufacture of building materials and products. – M: Energoatomizdat, 1989.
5. Kozlov Yu.D., Stefanenko I.V., Ermolaev S.V., etc. High technologies with use of sources of an ionizing radiation in the industry: The manual. – M: Energoatomizdat, 2006.
6. Transactions of the Second International Meeting on Radiation Processing // Ibid. 1979, vol. 14, № 1-6.
7. Fourth International Meeting on Radiation Processing // Invited Papers. October 4-8, 1982, Dubrovnic, Yugoslavia, 1982.
8. Radiation-chemical updating of polymeric materials. // The collection of reports of symposium Council for Mutual CMEA, vol. 1-2. – Warsaw: Publishers Institute of nuclear researches, 1978.
9. Reports of the fourth All-Union meeting on application of accelerators of the charged particles in a national economy (Leningrad, on September, 28-30th, 1982), vol. 1-4. – L: NIIEFA of D.V. Efremova, 1982. – 1045 p.

УДК 691.175
Сулейманов А.М. – доктор технических наук, профессор
E-mail: sulejmanov@kgasu.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОСТАРЕНИЯ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ. ЧАСТЬ 1. ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ*

АННОТАЦИЯ

Проведены экспериментально-теоретические исследования с целью разработки аналитического инструментария для выявления латентных связей между микроструктурными изменениями и макросвойствами полимерных материалов, а также построения корреляционных зависимостей между ними, для прогнозирования их эксплуатационных свойств.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: фотостарение, фотостабилизация, УФ-радиация, ПВХ, ускоренные климатические испытания, прогнозирование эксплуатационных свойств.

Suleymanov A.M. – doctor of technical sciences, professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

RESEARCH OF PHOTOAGING OF POLYVINYLCHLORIDE MATERIALS. PART 1. CHANGE OF PHYSICAL-MECHANICAL PROPERTIES

ABSTRACT

Experimentally-theoretical researches for the purpose of working out of analytical toolkit for revealing of latent communications between microstructural changes and macroproperties of the polymeric materials, and also constructions of correlation dependences between them, for forecasting of their operational properties are conducted.

KEYWORDS: photoaging, photostabilization, UV-radiation, PVC, accelerated climatic tests, forecasting of operational properties.

В существующих монографиях по фотохимии полимеров [1, 2], в том числе окрашенных [3], сделан обширный обзор по фотодеструкции и фотоокислению полимеров разных классов. В этих работах рассмотрены вопросы фотопревращения полимеров, фотофизические процессы, особенности кинетики химического превращения в полимерных матрицах. Показаны общие принципы светостабилизации, механизм защитного действия различных светостабилизаторов.

Механизм светостабилизации заключается в поглощении УФ-радиации, а именно ее активного участка в отношении данного полимера. За счет этого скорость фотодеструкции или фотоокисления падает в несколько раз или даже на несколько порядков. При этом механизм светостабилизации может быть основан как на физических, так и на химических процессах, а также на совместных. *Физический механизм* действия светостабилизаторов заключается в поглощении УФ-радиации, т.н. экранировании, и «тушении» возбужденного состояния самого полимера или других ингредиентов, присутствующих в композите. *Химический механизм* заключается в ингибировании вторичных (темновых) реакций. В этих реакциях участвуют, например, свободные радикалы, образовавшиеся от воздействия УФ-радиации, продукты превращения полимеров и др.

Светостабилизаторами могут быть различные неорганические пигменты, органические соединения различных структур, содержащие хромофорные группы, металлоорганические соединения, стабильные радикалы и др. Для подбора светостабилизаторов и прогнозирования светостойкости различных полимерных материалов используются различные методы климатических испытаний, как в натурных, так и лабораторных условиях. Тем не менее, даже при ускоренных лабораторных климатических испытаниях затрачивается очень много времени и

* Работа выполнена в рамках реализации Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (государственный контракт № П2462 от 19.11.2009 г.)

средств, особенно если отслеживать изменение только макросвойств исследуемого материала, например прочность, относительное удлинение, модуль упругости и т.п. Очевидно, для оперативного прогноза, на ранней стадии климатических испытаний, необходимо совместно анализировать кинетику структурных изменений и макросвойств полимерной системы.

Задачей настоящих экспериментально-теоретических исследований является разработка *аналитического инструментария* для выявления латентных связей между структурными изменениями и макросвойствами полимерных материалов, а также построение корреляционных зависимостей между ними с целью прогнозирования эксплуатационных свойств по данным структурных исследований. Для этого очень удобно использовать математические методы многомерного анализа, которые будут применены позднее (во второй части данной работы).

Для экспериментальных исследований были изготовлены образцы ПВХ пленок толщиной δ = 0,1 мм с тремя типами светостабилизаторов (табл.).

Таблица

№	Наименование составных частей материала	Содержание компонентов, м.ч. на 100 м.ч. ПВХ		
		№ 1	№ 2	№ 3
1	ПВХ С7068М	100	100	100
2	Мел	5,0	5,0	5,0
3	TiO_2	2,0	2,0	2,0
4	Кемигум	40,0	40,0	40,0
5	Интерстаб	7,0	0,0	0,0
6	ДОФ	60,0	60,0	60,0
7	Стеариновая кислота	0,0	0,5	0,5
8	Стеарат Са	0,0	2,0	0,0
9	Силикат свинца	0,0	4,0	0,0

Изготовленные образцы плёнок старились по разработанным автором методике и установке ускоренного климатического старения [4].

В процессе старения контролировались такие физико-механические показатели старения, как:

- прочность σ_p и относительное удлинение при разрыве ε_p;
- начальный модуль упругости Е;
- цвет Δ Е;
- блеск $Б_п$;
- светопроницаемость $к_{сп}$;
- краевой угол смачивания θ.

Эти показатели неразрывно связаны и должны положительно или отрицательно коррелировать между собой в процессе старения. Так, например, изменения механических характеристик должны быть связаны как с поверхностными изменениями в материале (блеск, краевой угол смачивания) в процессе старения, так и со структурными изменениями, которые в некоторой степени может характеризовать коэффициент светопропускания.

На рис. 1-7 представлены изменения физико-механических параметров ПВХ плёнок в процессе их старения.

Кинетика изменения остаточной прочности, представленная на рис. 1, имеет немонотонный характер. В начальный период старения рост прочности связан с несколькими факторами. Во-первых, с ориентационными явлениями в структуре полимера (за этот период образцы удлинились на 50 %). Во-вторых, к росту прочности также приводит удаление пластификатора из пластифицированных ПВХ-плёнок. Затем происходит снижение прочности, что связано с началом деструктивных процессов. Далее в результате структурирования полимера прочность несколько возрастает. На более поздних стадиях старения прочность монотонно падает за счёт накопления повреждённостей.

По скорости изменения механических свойств (прочность и начальный модуль упругости) (рис. 1, 2) выбранные рецептуры можно расположить в ряд: № 1 < № 2 < № 3. При этом если у образцов № 2 и № 3 происходит немонотонное изменение прочности, связанное с процессами, описанными выше, то у образца № 1 (содержащего более эффективный светостабилизатор – Интерстаб) эти процессы начинают проявляться на более поздних стадиях.

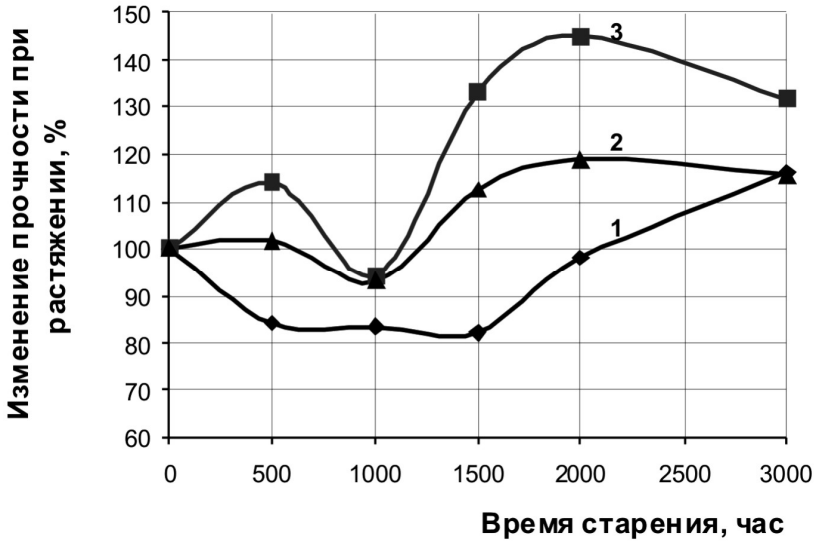


Рис. 1. Изменение прочности при растяжении

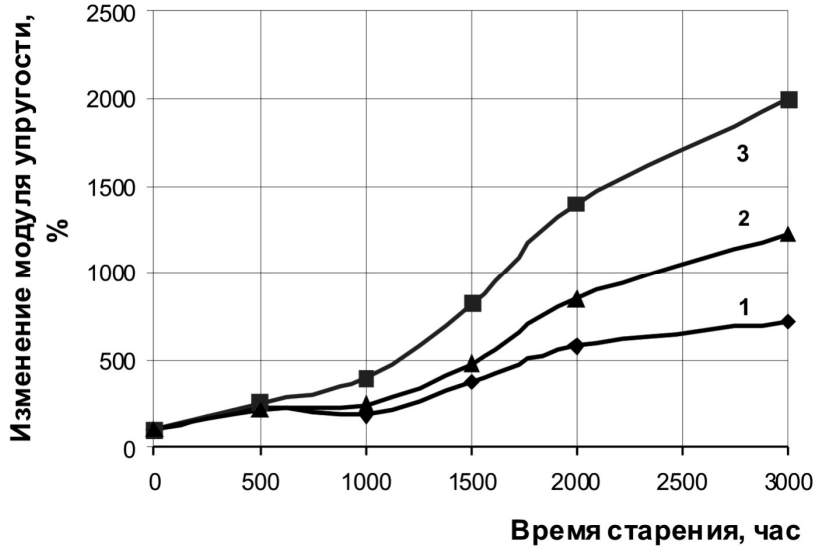


Рис. 2. Изменение модуля упругости при старении

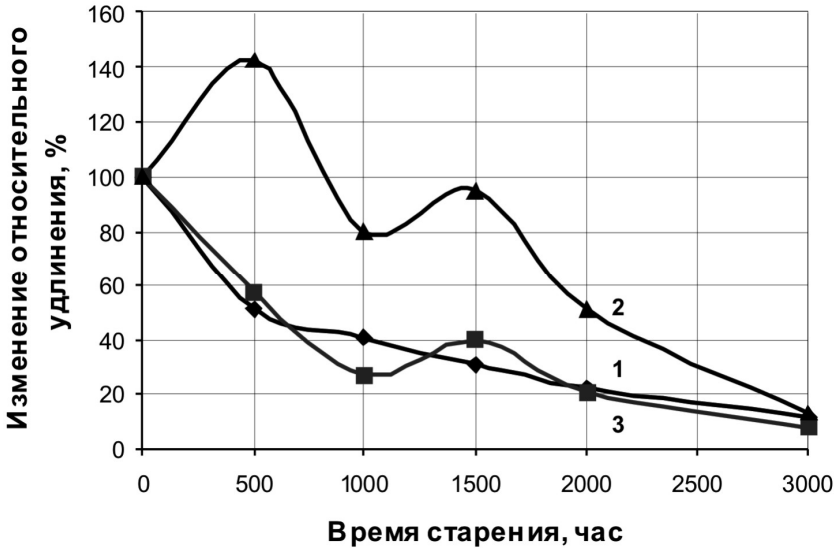


Рис. 3. Изменение относительного удлинения при разрыве

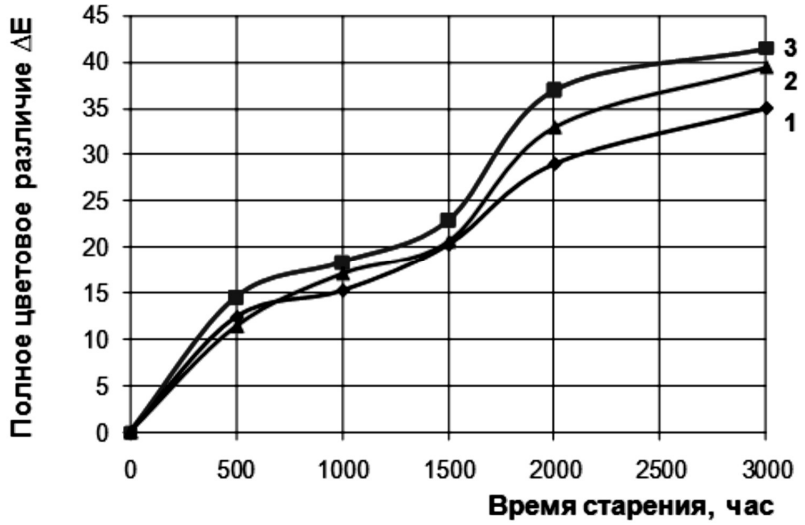


Рис. 4. Изменение цвета

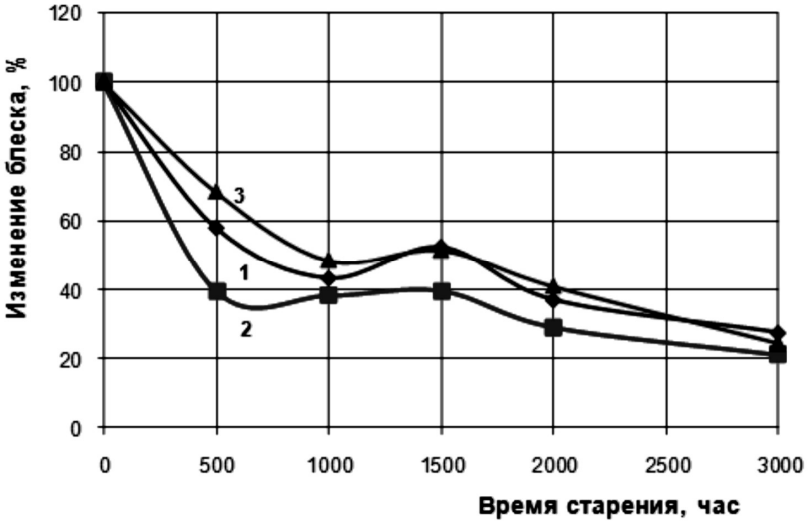


Рис. 5. Изменение блеска

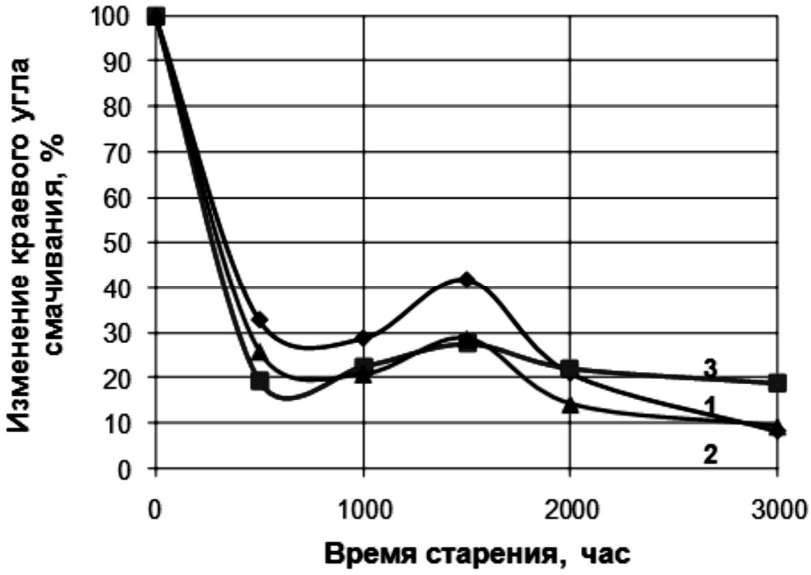


Рис. 6. Изменение краевого угла смачивания

Рис. 7. Изменение коэффициента светопропускания

На рис. 4-7 представлены зависимости изменения физических характеристик (полного цветового различия, блеска, краевого угла смачивания и коэффициента светопропускания) от времени старения ПВХ-плёнок. Изменение цвета образцов ПВХ-материалов в процессе старения обусловлено структурными изменениями (образованием C=C связей, фотоокислительными и др. процессами), которые также обуславливают снижение блеска (рис. 5) и уменьшение коэффициента светопропускания (рис. 7). Снижение краевого угла смачивания (рис. 6) связано с накоплением поверхностных повреждённостей и положительно коррелирует с изменением блеска и коэффициента светопропускания в процессе старения. Следует отметить, что наличие и вид светостабилизатора на изменение рассмотренных физических характеристик в процессе старения оказывает меньшее влияние, чем на изменение механических свойств.

Таким образом, установлено значительное изменение физико-механических характеристик плёночных ПВХ-материалов в процессе старения в течение 3000 часов и влияние выбранных светостабилизаторов.

Однако, для решения поставленной задачи – разработки аналитического инструментария по прогнозированию эксплуатационных свойств – необходимо получить данные по структурным изменениям полимера в процессе его старения, а также выбрать адекватный решаемой проблеме математический метод. Результаты этих исследований представлены во второй части настоящей работы [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ренби Б., Рабек Я. Фотодеструкция, фотоокисление, фотостабилизация полимеров. – М.: Мир, 1978. – 676 с.
2. Шляпинтох В.Я. Фотохимические превращения и стабилизация полимеров. – М.: Химия, 1979. – 344 с.
3. Кричевский Г.Е. Фотохимические превращения красителей и светостабилизация окрашенных материалов. – М.: Химия, 1986. – 248 с.
4. Сулейманов А.М. Установка для моделирования воздействия эксплуатационных факторов на материалы мягких оболочек // Заводская лаборатория. Диагностика материалов, 2005, том 71, № 12. – С. 44-46.
5. Сулейманов А.М. Исследование фотостарения поливинилхлоридных материалов. Часть 2. Структурные изменения // Известия КГАСУ, 2011, № 2 (16). – С. 246-250.

REFERENCES

1. Renbi B., Rabek J. Fotodestruktsija, photooxidation, photostabilization of polymers /. – M: the World, 1978. – 676 p.
2. Shljapintoh V. Ja. Photochemical metamorphosis and stabilisation of polymers. – M.: Chemistry, 1979. – 344 c.
3. Krichevsky G.E. Photochemical metamorphosis of dyes and light stabilisation of the coloured materials. – M.: Chemistry, 1986. – 248 c.
4. Sulejmanov A.M. Installation for modelling of influence of operational factors on stuffs of soft covers //Factory laboratory. Diagnostics of stuffs, 2005, 71, № 12. – P. 44-46.
5. Suleymanov A.M. Study of Photoaging of PVC materials. Part 2. Structural Changes / Izvestija KGASU, 2011, № 2 (16). – P. 246-250.

УДК 691.175
Сулейманов А.М. – доктор технических наук, профессор
E-mail: sulejmanov@kgasu.ru
Ягунд Э.М. – кандидат химических наук, доцент
E-mail: emj@rambler.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОСТАРЕНИЯ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ЧАСТЬ 2. СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ*

АННОТАЦИЯ

Проведены экспериментально-теоретические исследования с целью разработки аналитического инструментария для выявления латентных связей между микроструктурными изменениями и макросвойствами полимерных материалов, а также построения корреляционных зависимостей между ними, для прогнозирования их эксплуатационных свойств.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: фотостарение, фотостабилизация, поливинилхлорид (ПВХ), ускоренные климатические испытания, прогнозирование эксплуатационных свойств.

Suleymanov A.M. – doctor of technical sciences, professor
Yagund E.M. – candidate of chemical sciences, assistant professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

RESEARCH OF PHOTOAGING OF POLYVINYLCHLORIDE MATERIALS PART 2. STRUCTURAL CHANGES

ABSTRACT

Experimentally-theoretical researches for the purpose of working out of analytical toolkit for revealing of latent communications between microstructural changes and macroproperties of the polymeric materials, and also constructions of correlation dependences between them, for forecasting of their operational properties are conducted.

KEYWORDS: photoaging, photostabilization, polyvinylchloride (PVC), accelerated climatic tests, forecasting of operational properties.

Для исследования структурных изменений в плёночных ПВХ-материалах (с различными светостабилизаторами), происходящих в процессе старения, был использован метод ИК-спектроскопии (ИКС).

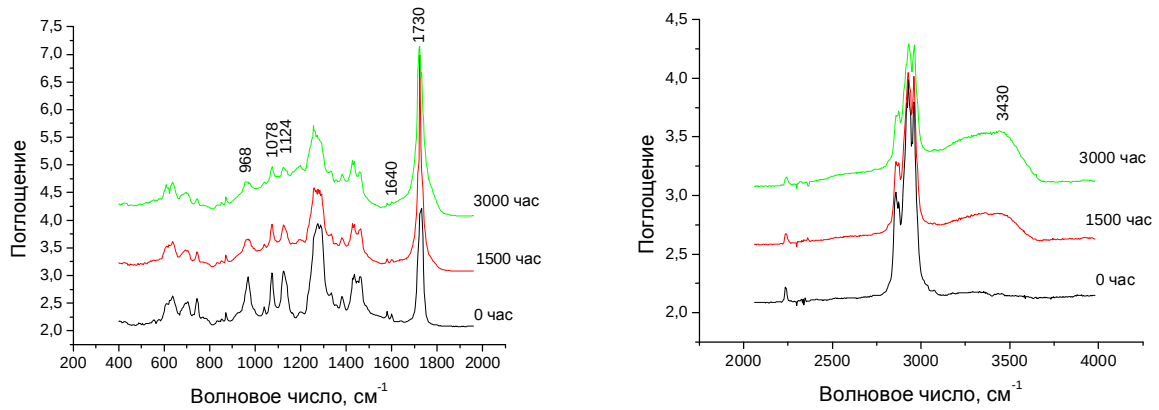
Для регистрации ИК-спектров готовились образцы рецептур № 1, № 2, № 3 (см. табл. 1 в [1]) на лабораторных вальцах на кафедре технологии строительных материалов, изделий и конструкций КазГАСУ. Образцы представляли собой тонкие пленки толщиной 30-50 мкм. ПВХ плёнки старились по предложенной автором методике на разработанной установке ускоренного климатического старения [2].

Регистрация и обработка ИК-спектров в области 4000-400 $см^{-1}$ производилась с помощью автоматизированного комплекса «АКРОС», разработанного и смонтированного на базе серийного спектрофотометра SPECORD M-80 фирмы «Карл Цейс» и ПЭВМ типа PC-486-SX на кафедре физики КазГАСУ. Использовались стандартные параметры регистрации: щелевая программа 12, время накопления 5 сек, скорость записи 10 сек. Градуировка прибора проводилась по стандартной полистирольной пленке толщиной 30 мкм. При количественной обработке спектров за полосу «внутреннего стандарта» принимался стабильный изолированный пик на частоте 2236 $см^{-1}$.

Изменения, происходящие в ИК-спектрах образцов, по мере увеличения времени старения, можно проследить по рис. 1 (спектры представлены для образца состава № 1, аналогичные спектры получены для образцов составов № 2 и № 3). Как видно из

* Работа выполнена в рамках реализации Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (государственный контракт № П2462 от 19.11.2009 г.)

представленных спектров, в процессе старения происходит заметное увеличение интенсивности широкой полосы с максимумом около 3430 $см^{-1}$, рост полосы 1730 $см^{-1}$ и уменьшение интенсивности полос 1640, 1130, 1080, 970 $см^{-1}$, а также ряда других. Широкая полоса в высокочастотной области 3000-4000 $см^{-1}$ отвечает гидроксильным ОН группам, связанным различными видами Н-связи, а пик в области 1730 $см^{-1}$ – карбонильным группам С=О, входящим в различные функциональные группировки (сложноэфирные, карбоксильные, уретановые и т.д.), которые обычно также бывают ассоциированы водородной связью.



а) б)

Рис. 1. ИК-спектры состава № 1 в области: а) 400-2000$см^{-1}$; б) 2000-4000$см^{-1}$

На рис. 2 (а, б) приведены графики зависимости относительной интенсивности этих полос (площадь соответствующей полосы в спектре, отнесенная к площади полосы «внутреннего стандарта») от времени облучения.

Как видим, для обоих пиков наблюдается быстрый рост интенсивности, что свидетельствует об увеличении содержания этих групп в образцах. При этом одновременный рост интенсивности полос ОН и С=О, возможно, говорит о том, что в процессе фотодеструкции образуются карбоксильные группы СООН, ассоциированные водородной связью. Необходимо отметить, что в интервале времени экспозиции от 0 до 500 ч для всех образцов рост концентрации этих групп быстрый, практически линейный. Во временном интервале от 500 до 1500 ч для образцов № 1 и № 3 наклон графиков уменьшается, приближаясь к горизонтали, а для образца № 2 остается практически линейным. И, наконец, после 1500 ч старения для всех образцов вновь начинается резкое увеличение интенсивности этих полос. Эти результаты, по-видимому, свидетельствуют, что в интервале 500-1500 ч старения для образцов № 1 и № 3 наблюдается некоторая стабилизация химической структуры и, как следствие, стабилизация эксплуатационных свойств (см. рис. 1, 2 и 4-6 в [1]). Образец № 3 наименее устойчив к воздействию атмосферных факторов и его свойства линейно ухудшаются во времени. Отметим также, что в этом образце абсолютное количество ОН и С=О групп максимально, т.к. на рис. 2 в, г) графики, отвечающие третьему образцу, идут выше двух других.

Далее был проведён количественный анализ по основным характеристическим полосам пластификатора ДОФ. Молекула ДОФ, имеющая брутто-формулу C_6H_4-($COOC_8H_{17}$), имеет в ИК-спектре достаточно много характеристических полос поглощения. Наиболее интенсивна полоса поглощения карбонила на 1732 $см^{-1}$, полосы «пульсационных» колебаний бензольного ядра на 1600 и 1580 $см^{-1}$, также пики 1430 $см^{-1}$ (деформационное колебание метиленовых групп), 1124-1078 (дублет), 968 $см^{-1}$, отвечающие валентному колебанию простой эфирной связи С-О-С [3]. Карбонильная полоса непригодна для анализа, т.к. она накладывается на поглощение карбонильных групп, образующихся при окислении, метиленовая накладывается на поглощение CH_2-групп, входящих в полимерную цепь. Наиболее пригодны для анализа пики простой эфирной связи, тем более, что именно связь С-О-С наименее стабильна (имеет минимальную энергию активации при разрыве).

На рис. 2 в приведены графики зависимости относительной интегральной интенсивности дублета 1124-1078 $см^{-1}$ (с общей базовой линией) от времени старения. Как видим, для всех

трех образцов в промежутке 0-500 ч наблюдается быстрое линейное уменьшение интенсивности этой полосы, затем в интервале 500-1500 ч выход на плато, которое для образца № 1 сохраняется вплоть до 3000 ч. Для образцов № 2 и № 3 после 1000 ч наблюдается дальнейшее уменьшение содержания пластификатора.

Помимо рассмотренных полос поглощения в исходных спектрах всех изученных образцов присутствует слабая полоса на 1640 $см^{-1}$, которая отвечает двойной связи С=С. При старении ПВХ происходит как образование, так и раскрытие этой связи, приводящее к образованию трехмерной сетки (сшиванию), что, в свою очередь, приводит к увеличению жесткости материала (см. рис. 2 в [1]).

Была изучена зависимость удельного содержания связей С=С от времени старения. График зависимости относительной интегральной интенсивности полосы 1640 $см^{-1}$ от времени экспозиции приведен на рис. 2 г. Как видим, для образцов № 1 и № 3 сначала наблюдается быстрое уменьшение интенсивности этой полосы, затем в интервале 500-1500 ч – выход на плато, и затем дальнейшее ее уменьшение практически до нуля, что свидетельствует о полном раскрытии аллильных связей. Вполне закономерно, что для образца № 3 (без стабилизатора) содержание С=С связей практически не зависит от времени и даже имеет некоторую тенденцию к росту.

Для анализа существующих связей в исследуемой системе и прогнозирования изменения эксплуатационных свойств ПВХ пленок была разработана многомерная математическая модель. При этом были использованы все экспериментальные данные структурных изменений и физико-механических свойств композита в процессе старения в матричной форме. Построение модели проводилось с использованием пакета программ ***Unscrambler***. Для анализа существующих связей в исследуемой системе использовался *Метод Главных Компонент (МГК)*. Все исследованные образцы были представлены в новой системе координат – системе главных компонент, представляющих собой направления максимального изменения в данных.

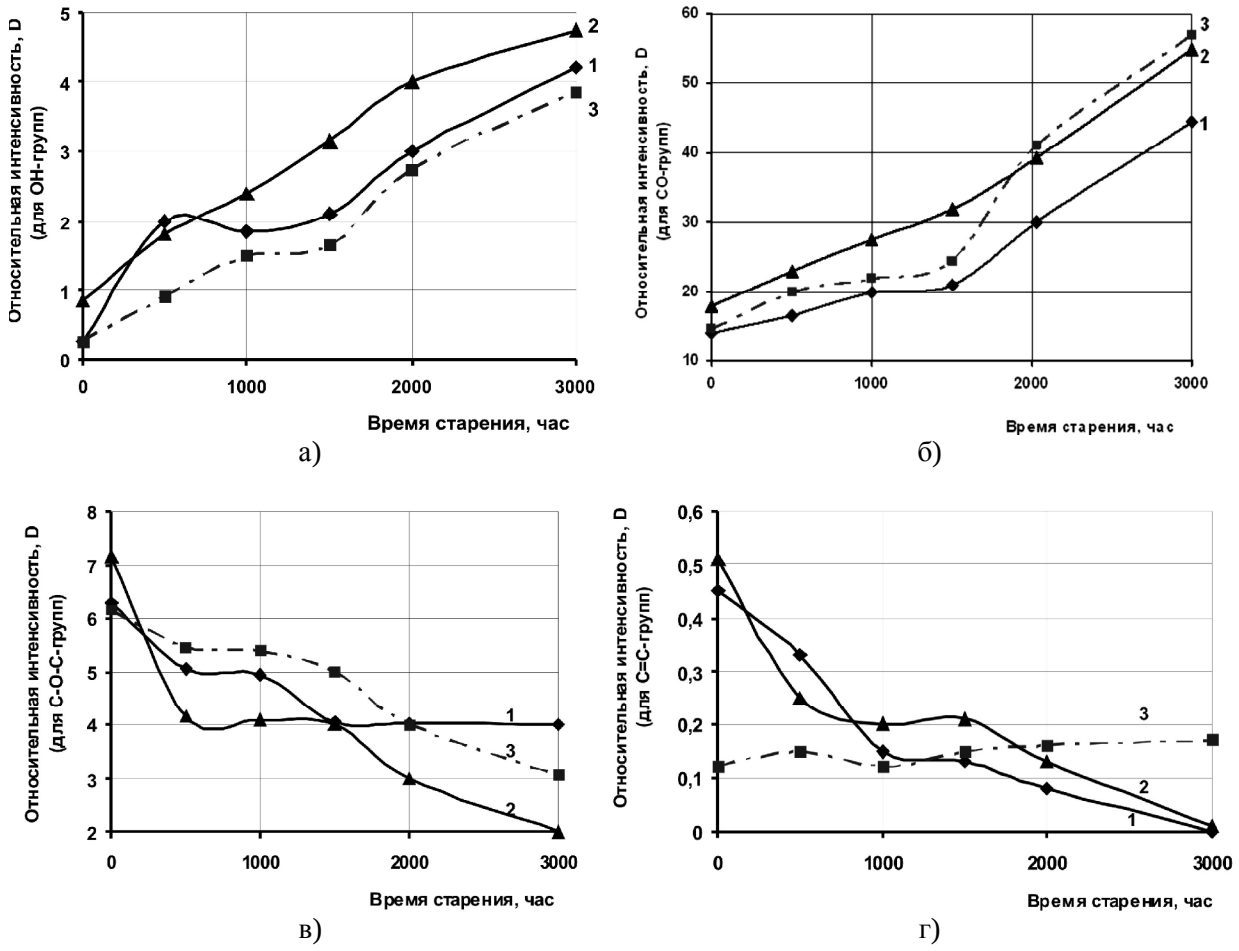


Рис. 2. Графики зависимости относительной интенсивности полос от времени старения:
а) ОН; б) С-О; в) С-О-С; г) С=С групп

Некоторые результаты многомерного моделирования приведены на рис. 3 – графике нагрузок в осях старших главных компонент (ГК1-ГК2). График нагрузок обычно используется для предварительного выявления существующих в системе связей и взаимовлияния отдельных факторов. Как видно из графика нагрузок, для ряда эксплуатационных и физико-механических характеристик образцов прослеживается корреляция (положительная или отрицательная) с данными, полученными из анализа ИК-спектров этих систем. Например, такие параметры, как прочность при растяжении, модуль упругости, изменение цвета, время старения положительно коррелируют между собой и с концентрацией C=O и O-H групп, образующихся при окислении систем (левая часть графика). Отрицательная корреляция наблюдается между прочностью, модулем упругости и относительным удлинением, временем старения и содержанием C=C и C-O-C групп, временем старения и некоторыми физическими характеристиками (блеском, коэффициентом светопропускания и краевым углом смачивания).

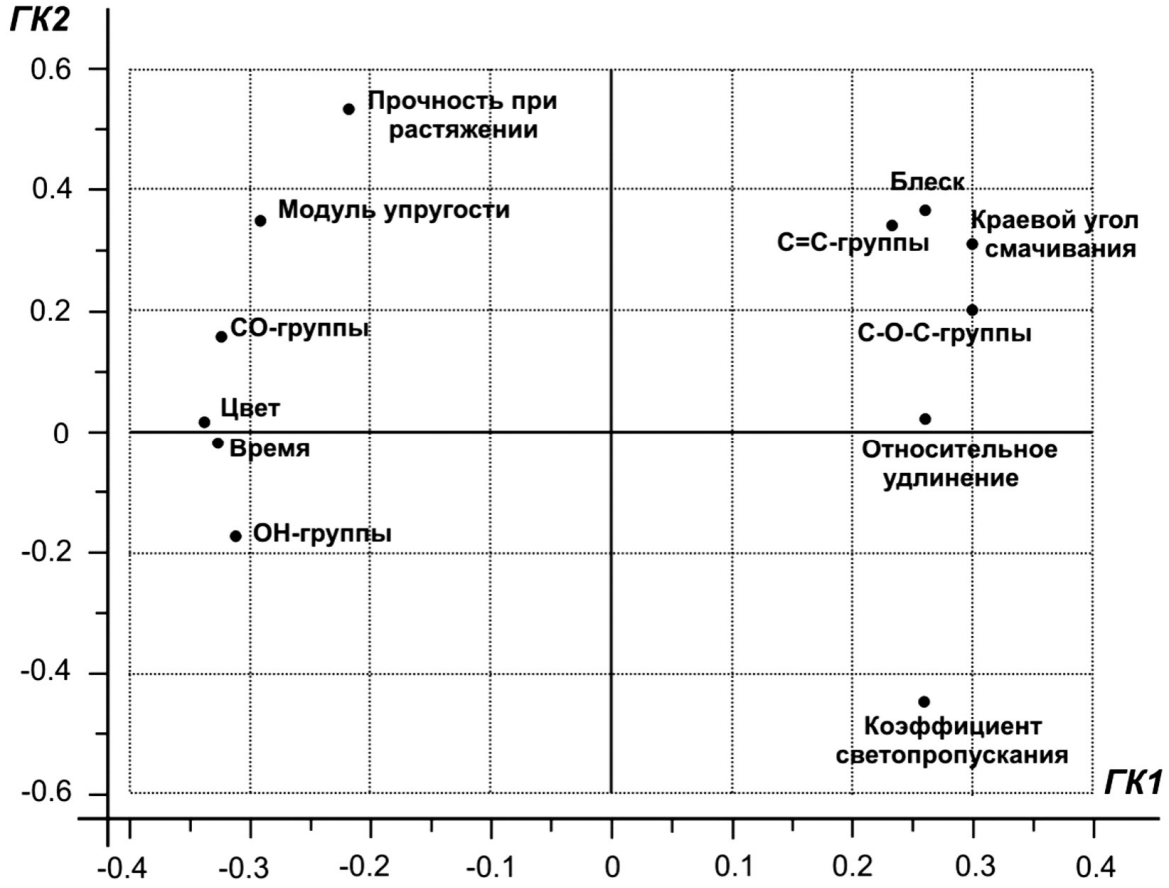


Рис. 3. Графики нагрузок в осях ГК1-ГК2

Таким образом, в процессе старения в течение 3000 часов структурные изменения (рост содержания CO и OH групп, уменьшения концентрации C-O-C групп, а также образование и раскрытие C=C связей с образованием поперечных сшивок) приводят к некоторому росту прочностных характеристик (прочности при растяжении и модуля упругости) и жёсткости материала, снижению его эластичности (относительного удлинения при разрыве), ухудшению декоративных характеристик (снижаются – коэффициент светопропускания, краевой угол смачивания, блеск, возрастает изменение цвета).

Для прогнозирования эксплуатационных свойств ПВХ материалов по данным структурных изменений использован метод *Проекции на Латентные Структуры (ПЛС)*, а полученные результаты будут изложены в третьей части настоящей работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сулейманов А.М. Исследование фотостарения поливинилхлоридных материалов. Часть 1. Изменения физико-механических свойств // Известия КГАСУ, 2011, № 2. – С. 241-245.
2. Сулейманов А.М. Установка для моделирования воздействия эксплуатационных факторов на материалы мягких оболочек // Заводская лаборатория. Диагностика материалов, 2005, том 71, № 12. – С. 44-46.
3. Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул. – М.: Изд. иностр. лит., 1963. – 590 с.

REFERENCES

1. Suleymanov A.M. Study of photoaging of PVC materials. Part 1. Changes in the physical-mechanical properties // Izvestija KGASU, 2011, № 11. – P. 241-245.
2. Suleymanov A.M. Setup for simulation of the effect of operational factors on the material soft shells / Factory laboratory. Diagnosis of materials, 2005, tom 71, № 12. – P. 44-46.
3. Bellamy L. Infrared spectra of complex molecules. – M.: Ed. inostr. lit., 1963. – 590 p.

УДК:622.355:691+622.368.24:691
Шелихов Н.С. – кандидат технических наук, профессор
E-mail: shelihov@kgasu.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

О РАСШИРЕНИИ ИНТЕРВАЛА ПРИГОДНОСТИ КАРБОНАТНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДОЛОМИТОВОГО ЦЕМЕНТА

АННОТАЦИЯ

На примере нескольких месторождений РТ показана и доказана возможность использовать местное карбонатное сырье с различным содержанием MgO для производства доломитового цемента.

Представлены экспериментальные зависимости характеристик доломитового цемента от содержания в сырье оксида магния.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: карбонатное сырье, состав, обжиг, доломитовый цемент.

Shelikhov N.S. – candidate of technical sciences, professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

ABOUT EXPANSION OF AN INTERVAL OF SUITABILITY CARBONATE OF RAW MATERIAL FOR MANUFACTURE OF DOLOMITE CEMENT

ABSTRACT

On an example of several deposits of RT is shown and the opportunity is proved to use local carbonate raw material with the various contents MgO for manufacture of dolomite cement. The experimental dependences of the characteristics of dolomite cement from the contents in raw material MgO are submitted.

KEYWORDS: carbonate of raw material**,** composition, high temperature treatment, dolomite cement.

Одним из типов воздушных вяжущих веществ являются магнезиальные вяжущие, основной компонент которых – активный оксид магния (MgO), полученный умеренным обжигом магнезита, брусита или доломита с последующим измельчением до тонкости помола портландцемента.

Возможность производства магнезиальных вяжущих из магнезитов и бруситов в РФ ограничена районами месторождений. В основном они все за Уралом [1]. Территории России до Урала, в том числе и Татарстан, могут использовать для производства магнезиальных вяжущих только местное сырье в виде доломитов и доломитизированных известняков.

Для существенного увеличения сырьевой базы и безотходного, экономичного использования местного минерального сырья, за счет интенсивного применения в производстве строительных материалов карбонатных пород с широким диапазоном содержания MgO, весьма актуальной задачей является установление научно-практических основ процесса производства магнезиальных вяжущих на местном карбонатном сырье с различной степенью доломитизации. Процесс производства должен обеспечить максимальный выход главных компонентов вяжущего, которые, в свою очередь, обеспечивают как наибольшую активность вяжущего, так и оптимальный режим твердения и структурообразования, исключающий аномальные эффекты.

В работе [2] показано, что карбонатные породы РТ доломитизированы. Степень доломитизации даже в пределах одного месторождения различна, от доломитистых известняков (MgO не менее 1,1 %) – до доломитов известковистых (MgO до 20,6 %) и даже чистых доломитов (MgO до 21,5 %). Отметим, что сырье с содержанием MgO менее 19 % считается не перспективным для получения магнезиальных вяжущих, в частности доломитового цемента.

С целью изучения возможности расширения интервала пригодности доломитизированных карбонатных пород для получения магнезиальных вяжущих в работе проанализированы результаты обжига карбонатного сырья месторождений РТ различного состава по содержанию MgO. Обжиг проведен по режимам, установленным авторами ранее в работах [3-5].

Дополнением к ранее установленным режимам явилось определение базовой температуры обжига. Для этого была установлена зависимость структурных особенностей синтезированного MgO от режимов обжига сырья. Обжигался доломит Матюшенского

месторождения (табл. 1). Минеральный состав исходного материала и вяжущего изучался при помощи рентгенографических исследований на автоматизированном дифрактометре ДРОН-3М.

Степень кристалличности MgO единственной фазы, обуславливающей вяжущие свойства доломитового цемента, оценивалась по полуширине основного диагностического дифракционного максимума MgO с d_{020} = 21 нм., характеризующей области когерентного рассеяния (ОКР). Она возрастает с увеличением температуры обжига (не показано) и его продолжительности (рис. 1). Такая рентгенографическая характеристика MgO, по которой рассчитывается размер областей когерентного рассеяния (ОКР) минералов [6], существенно зависит от его реакционной способности. Экспериментально установлено, что реакционная способность периклаза, равно как и его скорость преобразования в минералы цементного камня, обратно пропорциональна размеру его ОКР (рис. 1). Из сказанного следует, что режимы обжига доломитового сырья влияют не только на минеральный состав синтезируемого вяжущего, но и на структурные особенности его основного минерала – периклаза.

Даже небольшое повышение температуры и продолжительности обжига доломитов приводит к снижению реакционной способности MgO и увеличению размеров ОКР минерала. Увеличение размеров ОКР MgO происходит вследствие известного явления твердофазной перекристаллизации, приводящей к укрупнению зерен благодаря межблочной и межкристаллической диффузии ионов [7]. Наиболее интенсивно перекристаллизация происходит при температурах, соответствующих температуре обжига исходного материала.

На рис. 1 представлена не только качественная, но и количественная характеристика процесса – количество активной фазы, в зависимости от длительности обжига. Оценивая совместно два показателя, можно определить интервал оптимальной продолжительности обжига по суммарному эффекту. Прямому эффекту – от количества MgO и обратному эффекту – от размера ОКР MgO. Интервал находится в пределах 2-3 часов.

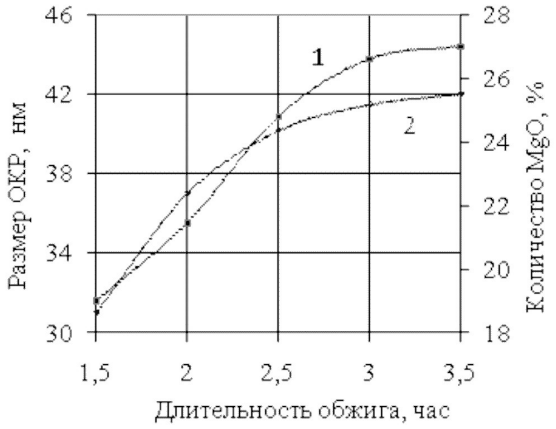


Рис. 1. Изменение ОКР и количества MgO в зависимости от времени обжига:
1 – количество MgO в вяжущем, %; 2 – размер ОКР MgO, нм

Процесс разложения доломита при нагревании и процесс образования цементирующего вещества (MgO) – это два конкурирующих процесса. Если первый восходящий процесс (степень разложения пропорциональна температуре и времени обжига), то второй – нисходящий (активность образующегося MgO обратно пропорциональна температуре и времени обжига). Иллюстрацией вышесказанного является график на рис. 2, являющийся развитием графической интерпретации рисунка 1, где представлена кинетика процессов в условных единицах (долях от максимального).

Общий эффект оценивается суммой эффектов. Максимальный суммарный эффект соответствует температуре обжига 750 ^{0}C и составляет 1,75 условных единиц (при этом $CaCO_3$ остается не разложившимся и в расчет эффекта не входит). Температуру обжига доломита 750 ^{0}C можно считать базовой для всех режимов термообработки сырья.

Используя ранее применяемые авторами методики и полученные данные, параметры обжига представлены следующими позициями.

Параметры обжига:

- температура – 750 ^{0}C;

- временной интервал обжига – 0,5-5 часов;
- фракционный состав – 0,63-1,5 мм;
- аппаратное исполнение – муфельная печь МП-2У.

Для обжига использовалось карбонатное сырье семи разрабатываемых месторождений Татарстана (табл. 1).

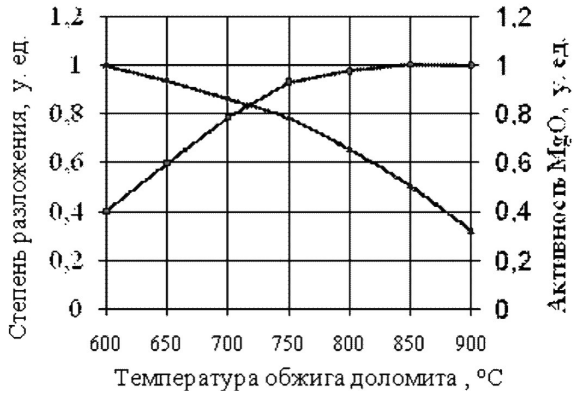


Рис. 2. Степень диссоциации сырья (■) и активность MgO (▲)

Таблица 1

Состав и свойства карбонатного сырья разрабатываемых месторождений РТ

№ п.п.	Месторождение РТ	Содержание, %		Средняя плотность, т/м^3	Средняя прочнсть, МПа или марка	Мрз
		MgO	CaO			
1.	Матюшинское	13,84-21,17	22,3-32,07	1,9-2,3	33,9-166,6 в.н.с	25
2.	Б. Кармалинское	до 21	до 49	1,7-2,5	6,8-92,7 в.н.с	25
3.	Пелевское	16,3-21,5	30,06-35,3	1,7-2,0	400	15-25
4.	Бутыркинское	до 19,5	до 54	1,9-2,6	35,2-121,2 в.н.с.	25-50
5.	Никифоровское	15,12-18,51	30,89-34,90	2,1-2,2	200-300	20
6.	Н. Чегодайское	11,67-4,52	25,2-29,38-	-	200	15
7.	Куркачинское II	4,96-15,69	34,89-3,56	ср. 2,34	200-1000	15-50

Примечание: в.н.с. – водонасыщенное состояние

Из отобранных на месторождениях проб карбонатного сырья формировались обжиговые пробы нормированного состава в интервале содержания MgO от 10 до 21 %. Состав проб контролировался химическим анализом. Удалось достигнуть следующего состава усредненных проб в пересчете на содержание MgO:

Пелевское месторождение – 21,5 %
Матюшинское месторождение – 19,7 %
Никифоровское месторождение – 18,6 %
Бутыркинское месторождение – 16,3 %
Б. Кармалинское месторождение – 14,1 %
Н. Чегодайское месторождение – 12,4 %
Куркачинское II месторождение – 10,2 %

Обжиг доломитового камня в пробе массой 1 кг сухого вещества осуществлялся в лабораторной муфельной печи, предварительно нагретой до заданной температуры. Охлаждение обожженного продукта осуществлялось на воздухе. Обожженные пробы размалывались на пружинном дезинтеграторе до удельной поверхности 250 м^2/кг. Минеральный состав обожженных проб изучался при помощи рентгенографических исследований на автоматизированном дифрактометре ДРОН-3М.

На основе расшифровки дифракционных картин, полученных от образцов обожженных доломитов, установлено, что фазовый состав продуктов термической диссоциации основного породообразующего минерала этих горных пород – доломита – меняется в весьма широких

пределах. Состав на различных стадиях процесса для богатой по содержанию MgO пробы (Матюшенское месторождение) представлен данными табл. 2.

Таблица 2

Минеральный состав продуктов обжига доломита

Режим обжига	Минеральный состав, %			
	доломит	кальцит	MgO	CaO
750 °С х 0,5 ч	54	33	13	-
750 °С х 1,0 ч	40	43	17	-
750 °С х 2,0 ч	31	48	21	-
750 °С х 2,5 ч	17	60	24	-
750 °С х 3,0 ч	6	67	27	-
750 °С х 3,5 ч	-	72	28	-
750 °С х 4,0 ч	-	69	28	3
750 °С х 4,5 ч	-	68	28	4
750 С х 5,0 ч	-	67	28	5

В зависимости от режимов обжига в них присутствуют следующие минералы: реликтовый доломит, не подвергшийся термической деструкции, и новообразованные фазы, образовавшиеся в результате термической диссоциации доломита кальцит, оксид магния (периклаз) и оксид кальция. Наиболее оптимальный состав вяжущего, в котором присутствуют лишь оксид магния (периклаз) и кальцит, получается при температурах обжига 750 ^{0}С и длительности 3,5 часа.

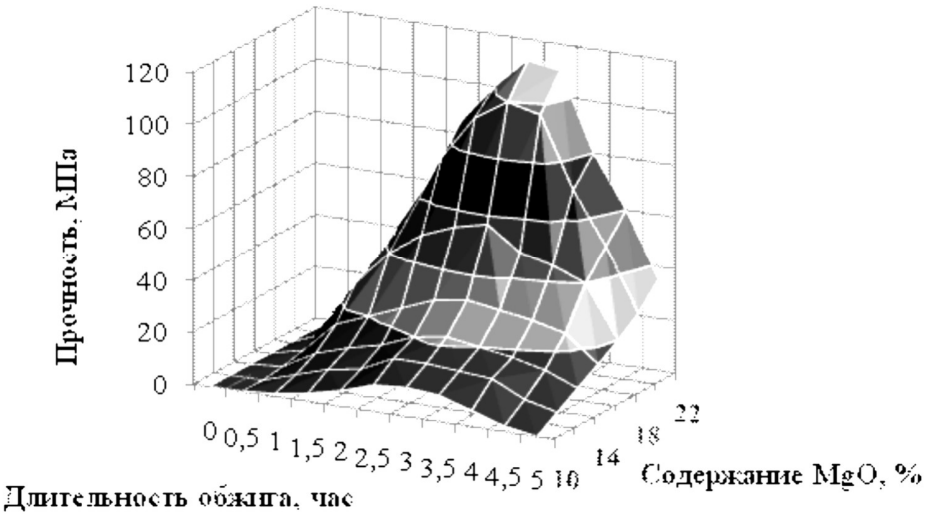


Рис. 3. Зависимость прочности от длительности обжига и содержания MgO

Как видно, временной интервал несколько сдвинулся вправо, по сравнению с интервалом, определенным выше. Очевидно, временной интервал обжига является «плавающей» величиной и зависит не только от содержания MgO, но и от наличия примесей.

Более низкие температуры обжига и меньшая длительность не приводят к полной диссоциации доломита, а более высокие и более длительные приводят к появлению за счет разложения кальцита оксида кальция, считающегося вредным.

Для установления прочностных свойств цементного камня из теста нормальной густоты изготавливались образцы-кубики 2х2х2 см. Образцы хранились в нормальных температурно-влажностных условиях, а по достижении 28-суточного возраста определялась прочность при сжатии.

Результаты прочностных испытаний представлены на трехкоординатном графике в виде поверхности (рис. 2). Как следует из графика, наибольшая прочность достигается во временном интервале обжига 2,5-3,5 часа. В этом интервале при базовой температуре образуется вяжущее оптимального состава. Сама вяжущая фаза достаточно активна и её количество почти достигает максимума (27-28 %), табл. 2.

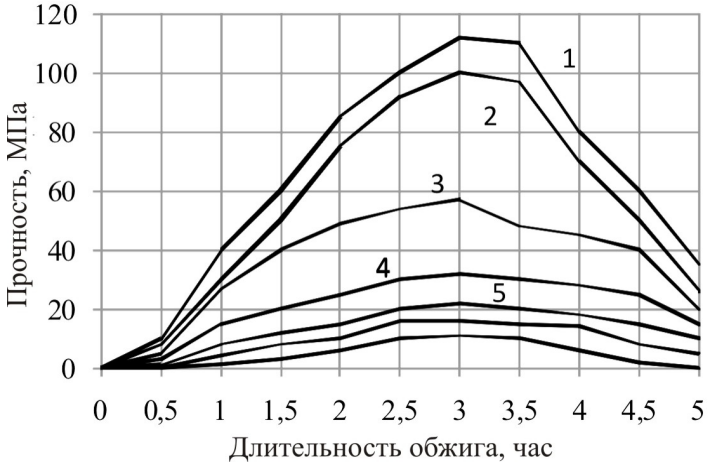


Рис. 4. Зависимость прочности от длительности обжига
и содержания MgO: 1 – 21,5 %; 2 – 19,7 %; 3 – 18,6 %; 4 – 16,3 %; 5 – 14,1 %

Проводя секущие плоскости по поверхности (рис. 3) перпендикулярно оси значений MgO, получим графическую интерпретацию (рис. 4) в виде кривых, характеризующих интервал пригодности сырья.

Как видно из графика, при содержании MgO от 18,6 до 21,5 % (кривые 3-1) прочность доломитового цемента находится в пределах от 59 до 112 МПа. По существующему мнению минимальное содержание MgO в сырье должно составлять не менее 19 %. Но в нашем случае даже при содержании MgO 18,5 % достигается значительная прочность. А при содержании оксида магния в сырье 16,3 % (такое содержание вообще никем не рассматривалось) прочность доломитового цемента выше прочности наибольших марок гипса и сопоставима с маркой ШПЦ 300.

Заключение

Результаты работы на примере семи месторождений местного карбонатного сырья РТ показали возможность расширения интервала его пригодности для получения доломитового цемента по содержанию MgO. Считавшийся ранее нижний предел содержания MgO в сырье 19 % предлагается изменить в сторону уменьшения до 16 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еремин Н.И. Неметаллические полезные ископаемые. 2-е издание, испр. и доп. – М.: МГУ, 2004. – 525 с.
2. Шелихов Н.С., Рахимов Р.З. Особенности карбонатного сырья Татарстана и его применение для производства местных строительных материалов // Известия КГАСУ, 2010, № 2. – С. 297-302.
3. Бирюлева Д.К., Шелихов Н.С., Рахимов Р.З., Морозов В.П. Влияние продолжительности обжига доломита и структурных особенностей MgO и $MgCl_2x3Mg(OH)_2x8H_2O$ на прочность и водостойкость доломитового цемента // Известия вузов. Строительство, 2000, № 4. – С. 32-37.
4. Шелихов Н.С., Рахимов Р.З., Бахтин А.И., Морозов В.П. Состав и структурные особенности минералов каустического доломита и механизм его твердения // Известия вузов. Строительство, 1997, № 7. – С. 54-57.
5. Шелихов Н.С., Рахимов Р.З. Технологические аспекты получения магнезиальных вяжущих с позиции ресурсо- и энергосбережения // Труды годичного собрания РААСН «Ресурсо- и энергосбережение как мотивация творчества в архитектурно-строительном процессе». – Казань, 2003. – С. 419-423.
6. Липсон Г., Стипл Г. Интерпретация порошковых рентгенограмм. – М.: Мир, 1972. – 384 с.
7. Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.Н., Расторгуев Л.Н. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. – М.: Металлургия, 1982. – 632 с.

REFERENCES

1. Eremin N.I., Unmetal minerals. 2-nd edition corrected and complemented. – M.: MGU, 2004. – 525 p.
2. Shelikhov N.S., Rakhimov R.Z. Characteristics carbonate of raw material of Tatarstan and its application for manufacture local materials // Izvestia KGASU, 2010, № 2. – P. 297-302.
3. Biruleva D.K., Shelikhov N.S., Rakhimov R.Z., Morozov V.P. Influence of duration high temperature treatment of dolomite and structural features MgO and $MgCl_2x3Mg(OH)_2x8H_2O$ on durability and water resistance of dolomite cement // Izvestia vuz. Stroitelstvo, 2000, № 4. – P. 32-37.
4. Shelikhov N.S., Rakhimov R.Z., Bahtin A.I., Morozov V.P. Structure and structural features of minerals of caustic dolomite and mechanism it to set solid // Izvestia vuz. Stroitelstvo, 1997, № 7. – P. 54-57.
5. Shelikhov N.S., Rakhimov R.Z. Technological aspects of reception of magnesia binders with a position savings of energy and resources // Works of year assembly RAASN. – Kazan, 2003. – P. 419-423.
6. Lipson G., Stipl G. Interpretation powder X-ray patterns. – M.: Mir, 1972. – 384 p.
7. Umansky Y.S., Skakov U.A., Ivanov A.N., Rastorguev L.N. Crystallography, X-raying diffraction and electronic microscopy. – M.: Metallurgiya, 1982. – 632 p.

УДК 625.731:624.138
Хабибуллина И.Н. – кандидат технических наук, профессор
Бешенов М.Е. – аспирант
E-mail: 7-makc-25@rambler.ru
Гелеверя Т.И. – инженер
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УКРЕПЛЕННЫХ ГРУНТОВ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ПРОТИВОПУЧИНИСТЫХ СЛОЕВ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются условия строительства автомобильных дорог РТ на пучинистых грунтах. При эксплуатации дорог на пучинистых грунтах происходят деформации земляного полотна и конструкций дорожных одежд.

Для снижения влияния морозного пучения были исследованы свойства грунтов, укрепленных гидрофобизаторами на основе продуктов нефтедобывающей промышленности (нефтешлама).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: пучинистость грунта, укрепление (стабилизация) грунтов, гидрофобизаторы, нефтешлам, известь, цемент.

Khabibullina I.N. – candidate of technical sciences, professor
Beshenov M. E. – post-graduate student
Geleverya T.I. – engineer
Kazan State University of Architecture and Engineering

THE USE OF STRENGTHENING SOIL FOR DEVICE PROTIVOPUCHINISTYH OF LAYERS ON HIGHWAYS

ABSTRACT

The article outlines the context of highway construction on the RT heaving soils. When operating on roads heaving soils occurring strain of subgrade and road construction.

To reduce the effects of frost heaving, we studied the properties of soils, the addition of fortified hydrophobizator product-based oil industry (oil sludge).

KEYWORDS: heaving soils, consolidation (stabilization) of soil, water repellents, oil sludge, lime, cement.

Значительная часть автомобильных дорог РТ подвержена деформациям в результате морозного пучения грунтов. Пучины на дорогах возникают при одновременном сочетании трех факторов:

1) наличие пучинистых грунтов;
2) интенсивное влагонакопление;
3) медленное и глубокое промерзание грунтов под дорожной одеждой (на глубину более 0,5 м).

При отсутствии любого из перечисленных факторов пучины не возникают.

Наиболее радикальным способом устранения пучин является замена грунта верхней части земляного полотна слоем 0,5-0,6 м песками с коэффициентом фильтрации не менее 2 м/сут. Однако песчаные слои со временем заиливаются, в связи с этим необходима укладка противозаиливающих прослоек из геосинтетических материалов. Кроме того, на доставку дренирующего материала потребуются значительные транспортные затраты.

Целесообразнее меры по укреплению или стабилизации пучинистых грунтов вяжущими материалами, реагентами, синтетическими смолами. Укрепленные грунты в зависимости от примененных добавок могут выполнять функции гидроизоляционных, теплоизолирующих или морозозащитных слоев.

В большинстве природно-климатических районов Российской Федерации необходимо предусматривать устройство морозозащитных слоев в качестве обязательного условия эксплуатации дорожных одежд.

За рубежом (Канада, Скандинавские государства) конструкция дороги, расположенная в зоне сезонного промерзания, устраивается только из непучинных грунтов. В России строительство дорог с использованием пучинистых грунтов допускается, если деформация дорожного покрытия от пучин не превышает допустимых значений. Нормы ОДН 218.046-01 позволяют определить характеристики морозного пучения косвенным методом – по гранулометрическому составу и некоторым физическим показателям (влажность на границах пластичности и т.п.). Однако практика показывает, что только лишь данные о гранулометрическом составе дают грубый результат оценки пучинистости грунтов. Многие факторы, влияющие на величину морозного пучения, косвенными методами не учитываются. В частности, минеральный состав глинистых фракций может изменить величину морозного пучения в 4-8 раз, а состав обменных катионов в 4,5 раза [1].

В грунтах, после насыщения различными катионами (одно-, двух- и трехвалентными), миграция воды и пучение при промерзании усиливаются в соответствии с валентностью катионов.

В сильно пучинистых грунтах, преимущественно пылеватых, основная масса льда скапливается в верхней зоне земляного полотна. В гидрофобных грунтах нет смачивания и перераспределение воды при промерзании отсутствует лишь в первых циклах замерзания и оттаивания. При повторных циклах происходит резкое уменьшение льдовыделения. При этом имеет место практически необратимая коагуляция, вследствие которой, например, тяжелая глина часто превращается в супесь [2].

Использование гидрофобизаторов, по мнению некоторых авторов, является одним из наиболее радикальных физико-химических приемов борьбы с пучением. Гидрофобизаторы вызывают максимальное понижение поверхностной энергии минеральных частиц, препятствуют миграции воды в зону промерзания и пучение грунта значительно снижается.

Добиться устойчивой гидрофобизации грунтов довольно сложно, т.к. через некоторое время гидрофильность грунтов восстанавливается. Кроме того, вызывает технологические трудности процесс обработки гидрофобизирующими веществами. Но в связи с переспективностью этого способа разработки и совершенствованием приемов гидрофобизации грунтов для борьбы с пучением специалисты продолжают изучать эти проблемы.

К числу низкозатратных гидрофобизаторов грунтов относятся техногенные отходы нефтеперерабатывающей промышленности – нефтешламы твердой и вязкой консистенций.

Для стабилизации и укрепления грунтов было использовано вяжущее, полученное путем обезвоживания нефтешламов негашеной известью. В соответствии с требованиями ГОСТ, предъявляемыми к физико-механическим свойствам укрепленных грунтов, был подобран оптимальный состав смеси, содержащий, масс. ч:

- грунт (супесь легкая пылеватая) – 100 %;
- порошкообразный нефтешлам – 20 %;
- цемент М400 – 5,5 %;
- вода – 16 % от массы сухой смеси.

Важнейший показатель для обеспечения противопучинистых свойств грунтов – морозостойкость – также соответствовал требованиям ГОСТ, т.к. количество циклов замораживания оттаивания было не менее 15 при 19 %-ой потере первоначальной прочности укрепленного грунта.

При реконструкции пучинистых участков автомобильных дорог слои оснований дорожных одежд и верхней части земляного полотна из грунтов, укрепленных оптимальным составом, могут быть использованы повторно.

В процессе повторных испытаний переформованных образцов смесей были определены оптимальные условия их хранения. Анализ результатов испытаний регенерированных смесей свидетельствует о возможности повторного применения укрепленных грунтов, но с учетом снижения первоначальных показателей свойств: остаточная прочность при сжатии водонасыщенных образцов составила 27 %, растяжение при изгибе – 46 %. У образцов, хранившихся в воздушно-влажных условиях, влажность и плотность имели лучшие показатели, в сравнении с образцами воздушно-сухого хранения, что свидетельствует о необходимости ухода за уплотняемым слоем укрепленного грунта путем обеспечения нормального водно-теплового режима для структурообразования материала (табл. 1).

Таблица 1

Физико-механические свойства укрепленного грунта

№ п/п	Наименование показателей физико-механических свойств	Ед. изм.	Условия хранения образцов в течение 7 суток		
			Исходная укрепленная смесь	Регенерированная грунтовая смесь (переформованные образцы)	
			в воздушно-влажной среде	в воздушно-влажной среде	в воздушно-сухой среде
1	Предел прочности на сжатие водонасыщенных образцов	МПа	2,2	1,6	1,1
2	Предел прочности на растяжение при изгибе водонасыщенных образцов	МПа	1,3	0,7	0,3
3	Водонасыщение по объему	%	0,8	1,0	16,2
4	Плотность	г/см^3	2,1	1,9	1,7
5	Коэффициент морозостойкости	%	0,8	0,93	разруш.

Как и следовало ожидать, при повторном использовании свойства укрепленных грунтов ухудшаются. Однако введение в грунтовые смеси небольших добавок вяжущего позволит восстановить и даже улучшить свойства материала.

В соответствии с требованиями ГОСТ 28622-90 степень пучинистости грунта определяют по величине относительной деформации морозного пучения ε_{fh}, полученной при испытании образцов грунта в заданном температурном и влажностном режимах. Степень пучинистости определяют по следующим группам, в зависимости от деформации морозного пучения (табл. 2).

Таблица 2

Группа	Степень пучинистости грунта	Относительная деформация пучения грунта
I	Непучинистый	$\varepsilon_{fh} < 0{,}01$
II	Слабопучинистый	$0{,}01 \le \varepsilon_{fh} < 0{,}04$
III	Среднепучинистый	$0{,}04 \le \varepsilon_{fh} < 0{,}07$
IV	Сильнопучинистый	$0{,}07 \le \varepsilon_{fh} < 0{,}10$
V	Чрезмернопучинистый	$0{,}10 \le \varepsilon_{fh}$

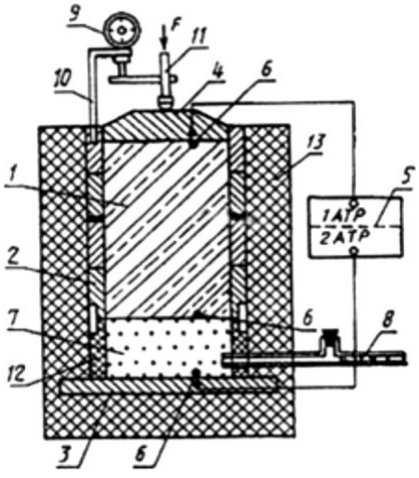


Рис. 1. Принципиальная схема установки для определения степени пучинистости грунтов:
1 – образец грунта; 2 – обойма; 3 – нижняя термостатированная плита;
4 – верхняя термостатированная плита; 5 – блок автоматического терморегулирования;
6 – датчики температуры; 7 – капиллярно-пористый материал; 8 – устройство для подачи воды;
9 – индикатор перемещения; 10 – кронштейн; 11 – шток механизма для нагружения образца грунта;
12 – поддон обоймы; 13 – теплоизоляционный кожух

Значение деформации ε_{fh} определяют как средний арифметический результат испытаний не менее трех образцов размерами $d = 100$ *мм*, $h=150\pm5$ *мм*, которые формуют под прессом. Образцы грунта помещают в обойму установки для испытаний. Предварительно их промораживают и оттаивают при подтоке воды в промерзающий грунт. Число циклов промораживания-оттаивания должно быть не менее двух.

Относительную деформацию морозного пучения образцов грунта определяют с точностью 0,01 по формуле:

$e_{fh} = \frac{hf}{d_i}$, где hf – вертикальная деформация образца грунта в конце испытания, мм; d_i – фактическая толщина промерзшего слоя образца грунта, мм.

Принципиальная схема установки приведена на рис. 1.

Результаты определения степени пучинистости естественных и укрепленных грунтов приведены в табл. 3, из которой следует: естественный грунт (суглинок легкий пылеватый) относится к IV группе по степени пучинистости (сильнопучинистый). После укрепления грунт был оценен как непучинистый.

Таблица 3

№ п/п	Наименование грунта	Укрепляющая добавка	Вертикальная деформация пучения h_f, мм	Толщина промерзшего слоя d_i, мм	Относительная деформация пучения	Степень пучинистости
1	Естественный грунт	-	2,8	40	0,07	Сильнопучинистый
2	Укрепленный грунт	Порошок нефтешлама с известью – 25 % Цемент – 5,5 %	0,8	0	0	Непучинистый

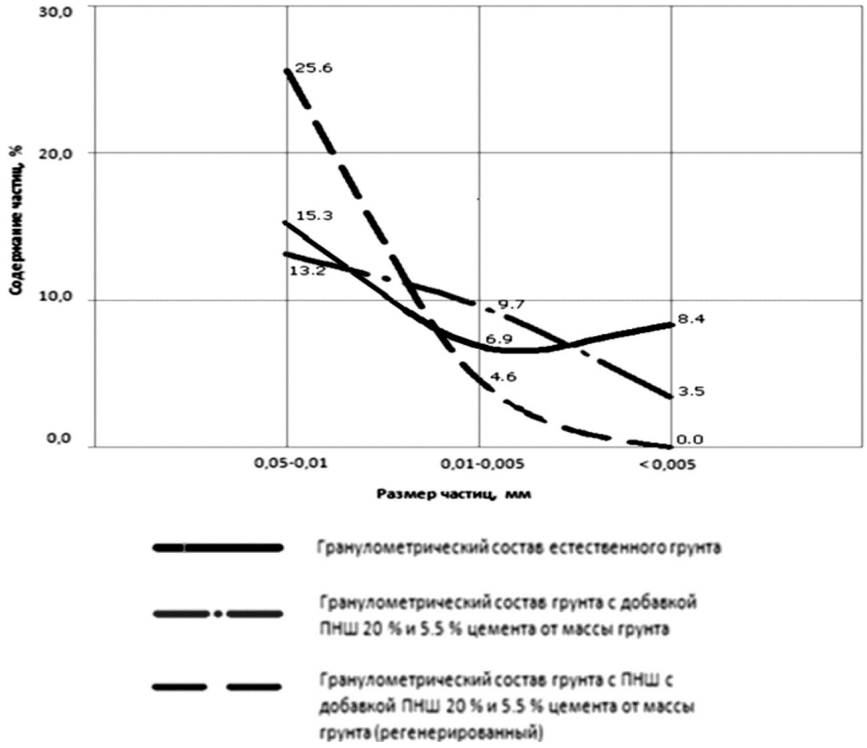


Рис. 2. Изменение гранулометрического состава пылевато-глинистой фракции естественных и укрепленных грунтов

Одновременно с определением степени пучинистости был выполнен анализ гранулометрического состава пылевато-глинистой фракции естественных и укрепленных грунтов (рис. 2).

График изменения гранулометрического состава свидетельствует об укрупнении частиц пылевато-глинистых (ПГ) фракций и дальнейшем «опесчанивании» обработанных грунтов. При сравнении результатов анализа гранулометрического состава исходного грунта установлено: в регенерированном грунте процессы агрегации ПГ частиц проходят более интенсивно.

Таким образом, процесс пучинообразования как в земляном полотне, так и в основании дорожной одежды можно приостановить. Кроме того, устройство противопучинных слоев позволит снизить толщину дорожных одежд и улучшить водно-тепловой режим земляного полотна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шорин В.А., Каган Г.Л. и др. Совершенствование методики определения пучинистых свойств грунтов. // Современные научно-технические проблемы транспортного строительства: Сборник научных трудов Всероссийской научно-технической конференции. – Казань: КГАСУ, 2007. – 246 с.
2. Нерсесова З.А. Морозное пучение грунтов и способы защиты сооружений от его воздействия. – М.: Транспорт, 1967. – 187 с.

REFERENCES

1. Shorin V.A., Kagan G.L. et al. Improvement of methods for determining heaving properties of soil. // Modern scientific and technical problems of transport construction: Proceedings of the All-Russian scientific-technical conference. – Kazan: KGASU, 2007. – 246 p.
2. Nersesova Z.A. Frost heaving of soils and how to protect facilities from exposure. – Moscow: Transport, 1967. – 187 p.

УДК 628.16.087
Захватов Г.И. – доктор технических наук, профессор
E-mail: avtel@kgasu.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

РЕГЕНЕРАЦИЯ РАСТВОРОВ КАК МЕТОД СОЗДАНИЯ ЗАМКНУТЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЦИКЛОВ

АННОТАЦИЯ

Рассматривается проблема регенерации растворов как один из вариантов создания замкнутых технологических циклов. Особенностью регенерационных процессов является специфическое действие обработки, не затрагивающее основных компонентов раствора. На примере метода электронейтрализации показана возможность регенерации различных растворов обезжиривания. Определены характеристики процесса и различные варианты технического решения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: регенерация растворов, замкнутые циклы, электронейтрализационный метод, растворы обезжиривания.

Zahvatov G.I. – doctor of technical science, professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

THE REGENERATION OF SOLUTIONS AS A METHOD FOR CREATION EXCLUSIVE TECHNOLOGIC CYCLES

ABSTRACT

The problem of regeneration as one of the variants for creation exclusive cycles are considered. Special feature of regeneration process is a specification of the treatment, no touching the basic solution components. The possibility of regeneretion for example electroneutraliation method are showed.

The characteristictics of process and a different variants of technical solutions are established.

KEYWORDS: redeneration solutions, exlusive cycles, electronutralization method, degreasing solutions.

Исследования процессов регенерации жидкофазных систем занимают довольно скромное место в промышленной экологии, по сравнению с процессами очистки и нейтрализации. Между тем, регенерация растворов и других жидкофазных систем позволяет решить не только экологические проблемы, как в случае использования технологии очистки, но и дает существенный экономический эффект. Создание замкнутых технологических циклов на основе регенерационных процессов позволяет вернуть в эксплуатацию те компоненты растворов, которые в случае очистки или нейтрализации теряются, создавая к тому же большое количество побочных отходов.

В отработанных растворах может содержаться до 70-90 % веществ от их исходного состава. Разумеется, далеко не все растворы могут быть регенерированы. Для обеспечения регенерационного процесса необходимо выполнение двух обязательных условий:

- удаление побочных веществ, образуемых в процессе эксплуатации растворов, и сохранение основных компонентов. Эта задача может решаться только при использовании «мягких» методов обработки, не влияющих на основные компоненты растворов.

Для регенерации ряда моющих и обезжиривающих растворов нами исследован электронейтрализационный метод (1, 2). Сущность метода заключается в разрушении устойчивости органических эмульсий в переменном электрическом поле с использованием нерастворимых электродов. Рассмотрим этот метод на примере регенерации растворов обезжиривания. Следует отметить, что метод может быть применен для регенерации некоторых моющих растворов.

Прежде чем рассматривать результаты лабораторных исследований, необходимо отметить некоторые особенности объекта исследования. Сюда следует отнести высокую концентрацию органических загрязнений и повышенную устойчивость эмульсий, образуемых отработанными растворами обезжиривания. Повышенная устойчивость вызвана щелочным характером растворов, а для ряда из них – наличием веществ, стабилизирующих эмульсию.

Анализ состава растворов показывает, что применяемые растворы обезжиривания могут быть разделены на несколько групп: растворы, содержащие свободную щелочь; не содержащие свободные щелочи; и растворы, содержащие органические добавки.

К первой группе относятся растворы состава ($г \cdot л^{-1}$):

$$Na\ OH\ 15–\ 50;\ Na_3PO_4 –0\text{-}100;\ Na_2SiO_3–10\text{-}20;\ Na_2CO_3–\ 20\text{-}30.$$

Ко второй группе относятся растворы состава ($г \cdot л^{-1}$):

$$Na_3PO_4 – 30\text{-}100;\ Na_2SiO_3–10\text{-}20;\ Na_2CO_3–30\text{-}50.$$

Щелочной характер растворов этой группы связан со щелочным характером образующих его компонентов. К третьей группе относятся растворы состава ($г \cdot л^{-1}$):

Na_3PO_4 –50-70; Na_2CO_3–0-30; Na_2SiO_3–10-60; ОП7, ОП10, другие моющие средства – 3-10.

Прямое применение метода электронейтрализации не обеспечивает высокого уровня очистки от органических загрязнений. Учитывая это, был использован ряд специальных приемов для повышения эффективности процесса. Так, в частности, использовалось слабое подкисление растворов до pH = 9,0-9,5 для растворов, содержащих свободную щелочь. Это существенно улучшает эффект очистки, но усложняет технологию процесса.

Одним из направлений является ужесточение электрического режима процесса. Следует, однако, отметить, что ужесточение электрического режима, как и любое другое форсирование метода, можно использовать при условии сохранности основных компонентов раствора, ибо, в противном случае, теряется сам смысл регенерационного процесса. В связи с этим обстоятельством использование плотности тока свыше $1А \cdot дм^{-2}$ является нецелесообразным, не говоря уже о возрастании энергетических затрат на процесс электрообработки.

Кроме того, устойчивость применяемых титановых электродов в этих условиях оказывается недостаточной, так как при этом происходит прогрессирующее окисление титана, а, следовательно, и возрастание напряжения при электрообработке. Возможны, однако, другие варианты использования метода. На основе выполненных лабораторных исследований было установлено весьма существенное влияние на процесс контактного эффекта. Контактный эффект возникает в приэлектродной зоне (в двойном электрическом слое), что вызывает силовое электрическое разрушение поверхностного заряда частиц эмульсии и последующую фокуляцию частиц.

Для достижения контактного эффекта целесообразно использование многоэлектродных (многосекционных) установок. С целью уменьшения энергозатрат на процесс электрообработки расстояние между электродами уменьшается таким образом, чтобы уменьшить напряжение между электродами, а, следовательно, и энергозатраты. Однако, расстояние 4-5 см в качестве межэлектродной дистанции следует признать минимально допустимым вследствие того, что при малых расстояниях увеличивается эффект струйного течения раствора, между электродами, что уменьшает контактный эффект, и, кроме того, сокращается время объемной электрообработки. В связи с этим расстоянием между электродами 6-8 см следует признать близким к оптимальному.

Испытание метода проводилось на установках с различной конфигурацией электродной системы. Большинство экспериментов выполнены на установках с вертикальной электродной системой. Максимальное количество электродов, использованных в экспериментальных установках, составляло – 18. Испытания показали, что при использовании 12-18 секционных установок с дополнительным отставанием удается снизить содержание органических загрязнений – с $400\text{-}1000 м \cdot гл^{-1}$ до 20-30, что приемлемо с практической точки зрения, учитывая, что свежеприготовленный раствор содержит примерно такое не остаточное содержание органических веществ.

Следует, однако, отметить, что для растворов, содержащих свободную щелочь, необходимо предварительное подкисление раствора до pH =9,0-9,5.

Что же касается растворов, содержащих ПАВы, то данный вариант следует признать неэффективным ввиду особо высокой устойчивости образуемых ими эмульсий. Использование повышенных плотностей тока 0,6-1,0 $А \cdot дм^{-2}$ является необходимым условием реализации процесса; ввиду высокой электропроводности раствора, напряжение при электрообработке

находится в пределах 8-15В, что определяет достаточно умеренные энергозатраты на процесс. Некоторые типичные результаты приведены в таблицах 1-3 (линейная скорость эмульсии во всех экспериментах -2,5см·мин$^{-1}$, межэлектродная дистанция 6 см).

Электрообработка отработанного раствора обезжиривания состава, (г·л$^{-1}$):

Na_3PO_4 – 70; Na_2CO_3 – 30; Na_2SiO_3 – 20

Таблица 1

Условия процесса		Содержание органических загрязнений (мг л$^{-1}$)		
Плотность тока, А·дм$^{-2}$	Напряжение, В	Исходное	После электрообработки	С дополнительным отстаиванием
0,2	4,1	840	94	65
0,4	6,4	-- // --	61	30
0,6	8,6	-- // --	52	26
0,8	10,9	-- // --	48	24
1,0	12,9	-- // --	44	24

Na_3PO_4 – 50; Na OH – 50; Na_2CO_3 – 30; Na_2SiO_3 – 40.

Электрообработка отработанных растворов обезжиривания состава, (г·л$^{-1}$), (15-электродная установка).

Таблица 2

Условия электрообработки		Содержание органических загрязнений (мг л$^{-1}$)			
Плотность тока, А·дм$^{-2}$	Напряжение, В	Исходное	После эл. обработки без подкисления	После эл. обработки и подкисления до pH 9,0-9,5	После эл. обработки с подкислением и доп. отстаиванием
0,2	2,9	920	362	112	106
0,4	4,6	-- // --	226	94	60
0,6	6,2	-- // --	188	66	42
0,8	8.3	-- // --	168	62	32
1,0	10,9	-- // --	162	58	28

Na OH–15; Na_3PO_4–70; Na_2CO_3 – 22; Na_2SiO_3 – 20;

Электрообработка обработанных растворов обезжиривания состава (г·л$^{-1}$), (18-электродная установка)

Таблица 3

Условия электрообработки		Содержание органических загрязнений (мг л$^{-1}$)			
Плотность тока, А·дм$^{-2}$	Напряжение, В	Исходное	После эл. обработки без подкисления	После эл. обработки с подкислением	После эл.обработки с подкислением и доп. отстаиванием
0,2	3,5	1120	884	662	620
0,4	5,9	-- // --	688	428	412
0,8	8,0	-- // --	626	386	342
1,0	11,1	-- // --	644	412	402

По данным исследования необходимо отметить следующее:

1. Неэффективность метода во всех случаях для растворов, содержащих моющие средства. Эти данные подтверждены и для добавок различных ПАВов при их значительном содержании в растворе.

2. Растворы, не содержащие свободную щелочь, достаточно эффективно очищаются, но целесообразно использование дополнительного тридцатиминутного отстаивания, увеличивающего эффект очистки примерно в 2 раза. Следует отметить, что увеличение времени очистки (лабораторные исследования) свыше 30 минут не дает существенного возрастания эффекта очистки.

3. Растворы, содержащие щелочь, требуют обязательного предварительного подкисления.

4. Следует также отметить, что эффективность очистки достигается при плотностях тока от 0,4А·дм$^{-2}$ и выше. Приведенные в таблицах 1-3 значения напряжения – это установившиеся значения, изменяющиеся от начального не более чем на 2-8 %.

5. В приведенных данных отсутствует влияние скорости движения раствора в межэлектродном пространстве. Эффективность процесса достигается при скоростях движения менее 5 см·мин$^{-1}$. Целесообразно выбрать скорость движения в пределах 2-3 см·мин$^{-1}$. При дальнейшем уменьшении скорости движения раствора возрастают габариты установки и энергозатраты, что не компенсируется существенным возрастанием эффекта очистки.

Следует отметить, что для использования данного метода на практике может быть использована конструкция регенератора, разработанного ранее для других целей (3).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захватов Г.И., Никитин Ю.В. Регенерация растворов как направление по созданию малоотходных и безреагентных технологий. // X международная научная конференция «Экономика природопользования и природоохраны». Сб. статей. – Пенза, 2007. – С. 35-38.
2. Захватов Г.И., Никитин Ю.В. «Регенерация растворов гальванохимического производства» // XI Международная научная конференция «Экономика природопользования и природоохраны». Сб. статей. – Пенза, 2010. – С. 42-44.
3. Захватов Г.И., Хабибуллин М.Г. Установка для регенерации растворов. Патент РФ № 2058431. Гос. регистр. 20 апреля 1996.

REFERENCES

1. Zahvatov G.I, Nikitin U.V. Regeneration of solutions, as the direct for creation a smollvaste and a unvaste technologles. // X international scientific conference «Economics of naturusing and naturedefence». Coll. of the articles. – Penza, 2007. – P. 35-38.
2. Zahvatov G.I, Nikitin U.V. Regeneration of solutions for galvanochenistry using. // XI international sciehtific conference «Economics of natureusing and naturedefence». Coll. of articles. – Penza, 2007. – P. 42-44.
3. Zahvatov G.I., Habibullin M.G. The supply for regeneration of solutions. Patent RF № 2058431. Gos. Register april, 20, 1996.

УДК 378.1
Строганов В.Ф. – доктор химических наук, профессор
E-mail: svf@kgasu.ru
Байгузин Ф.А. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: umns_inform@rambler.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Филина М.П. – аспирант
E-mail: filina_mariya@mail.ru
ООО Инженерно-внедренческий центр «Инжехим», г. Казань

СТРАТЕГИЯ И ЗАДАЧИ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ-ЭКОЛОГОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены некоторые аспекты профессиональной деятельности инженеров-экологов в строительной отрасли. Проведен анализ преподавания профильных дисциплин для студентов специальности «Инженерная защита окружающей среды» в строительном вузе. Обозначены общая стратегия и взаимосвязи общеобразовательных и инженерных дисциплин при подготовке специалистов-экологов для строительной отрасли. Предложены изменения для структуры рассматриваемых дисциплин, как в рамках подготовки инженеров, так и для двухуровневой подготовки студентов по специальности «Инженерная защита окружающей среды» для строительной отрасли.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: преподавание, экология, строительство, инженер-эколог, специальность.

Stroganov V.F. – doctor of chemical sciences, professor
Bayguzin F.A. – candidate of technical sciences, associate professor
Kazan State University of Architecture and Engineering
Filina M.P. – post-graduate student
LLC Engineering-Promotional Center «Ingehim», Kazan

STRATEGY AND PROBLEMS OF EDUCATION OF ENGINEERS-ECOLOGISTS FOR BUILDING BRANCH

ABSTRACT

Some aspects of professional work of environmental engineers in building branch are examined. The analysis of teaching of profile disciplines for students of a speciality «Engineering protection of environment» in architecture and civil engineering higher school is carried out. The general strategy and interrelations of general and engineering disciplines in education of experts-ecologists for building branch are designated. The changes in structure of considered disciplines, as for the education of engineers, as for two-level education of students on a speciality «Engineering protection of environment» for building branch are proposed.

KEYWORDS: teaching, ecology, building, the engineer-ecologist, a speciality.

Ранее при изложении научно-методических основ развития специальности «Инженерная защита окружающей среды» при подготовке инженеров-экологов в области строительства [1] подчеркивалась важность и актуальность формирования экологического мышления в профессиональной деятельности специалистов.

В данной работе рассматривается комплекс вопросов, связанных как с преподаванием специализированных инженерных дисциплин, так и с их взаимосвязью с общеобразовательными и общеинженерными дисциплинами. Затрагиваются некоторые аспекты профессиональной деятельности специалистов-экологов влияющие на общую стратегию их подготовки и определяющие круг задач, решение которых будет способствовать повышению качества получаемого ими образования.

Деятельность инженера эколога в строительной отрасли может быть условно дифференцирована по трем основным направлениям реализации:

- обеспечение экологической безопасности строительства;

- проработка экологических аспектов строительной документации, в том числе разработка документации для объектов, обеспечивающих экологическую безопасность действующих, реконструируемых и вновь проектируемых производств;

- обеспечение экологической безопасности функционирования предприятий отрасли строительных материалов, в том числе при разработке залежей сырья.

Первое из отмеченных направлений – обеспечение экологической безопасности строительства – как таковое наиболее актуально для Крайнего Севера, в связи с низкой способностью экосистемы этих регионов к регенерации. В последнее время наметилась тенденция к росту доли энергетики, потребляющей природный газ, основные месторождения которого локализованы на севере Тюменской области. Необходимость освоения новых месторождений обусловливает возрастающие объемы строительства в этих регионах и стимулирует рост потребности в обеспечении данного вида деятельности. Большая протяженность транспортных коммуникаций и сложность их обслуживания влечет за собой как эмиссию твердых отходов, так и нарушение естественных путей миграции диких и домашних животных региона. Кроме того, ввиду необходимости обеспечения строительства материалами с удаленно расположенных предприятий, при их транспортировке неизбежно возникают отходы, утилизация которых становится масштабной проблемой для всех строительных организаций региона. Еще одна проблема строительства в северных регионах обусловлена неустойчивостью грунтов, сезонными колебаниями несущей способности почвы и невозможностью заглубления коммуникаций. Перечисленные факторы вынуждают проводить мероприятия по укреплению грунта на площадках строительства и неизбежно влекут за собой разработку местных нерудных материалов, что также осложняет экологическую обстановку данных регионов.

Второе направление – строительство инженерных сооружений, обеспечивающих защиту окружающей среды – сопряжено с проработкой экологической составляющей проектных решений, что особенно значимо для химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей и нефте-газодобывающей отраслей промышленности [2]. Разделы, касающиеся экологических аспектов функционирования потенциально опасных производственных объектов, являются весьма значимыми в составе проектной документации. При этом в технической документации необходимо учитывать как вероятное воздействие на окружающую среду самого производства, так и возможное возникновение аварийных ситуаций и связанные с ними негативные последствия для окружающей среды. Деятельность инженера-эколога в данном направлении должна быть направлена не только на обеспечение нормативных параметров защитных сооружений, но и на учет внешних факторов (геодезических, геологических и метеорологических условий). Глубокая проработка экологических разделов проектной документации сказывается, в конечном счете, на экономической привлекательности строительства в целом.

Ряд задач данного направления связаны с экологическим аудитом как действующих, так и вновь проектируемых производств. Специалист-эколог, обладающий навыками проведения аудитов производства, способен устанавливать причины возникновения негативных факторов воздействия на окружающую среду и минимизировать затраты по реализации защитных мер, применяя их к причинам возникновения выбросов, а не устраняя последствия их возникновения. Аудит производства требует от специалиста комплексного применения знаний и навыков, при этом отдельные направления деятельности в данной сфере (анализ проектных и оценка эффективности технологических решений) неразрывно связаны между собой. Глубокий анализ работы производства должен производиться на основе единого подхода к выявлению скрытых резервов и разработке предложений по повышению эффективности производства. Специалист, работающий в данной сфере, должен обладать навыками по первичной экономической оценке технического предложения и формированию технико-экономического обоснования инвестиционного проекта, что возможно лишь при всестороннем рассмотрении сущности проекта с учетом не только экологической, но и технологической, энергетической его составляющих. Особое внимание при подготовке специалистов для работы в данном направлении должно уделяться таким образовательным дисциплинам, как «Процессы и аппараты защиты окружающей среды», «Экологическое проектирование предприятий и экспертиза», а также «Экологическая экспертиза, оценка воздействия на окружающую среду и сертификация» с обозначением их взаимопроникновения и взаимосвязи и формированием, таким образом, экологического мышления [1].

Третье направление сопряжено с обеспечением экологической безопасности предприятий строительных материалов и изделий и направлено на внедрение эффективных методов очистки

выбросов и оптимизацию разработки нерудных материалов. Данный вид деятельности связан как с определением ущерба, наносимого окружающей среде, так и с проработкой возможных вариантов рационального использования природных ресурсов. Процессы подготовки сырья зачастую сопряжены с образованием стоков и твердых отходов, как правило, не оказывающих токсического воздействия на природу, однако угнетающих флору и фауну районов разработки. Наиболее неблагоприятными с экологической точки зрения являются предприятия отрасли, производящие цемент и другие связующие материалы, вследствие значительных пылевых выбросов, образующихся в процессах обжига минерального сырья. Следует также отметить, что ряд процессов производства строительных материалов оказывают косвенное влияние на экологическую обстановку. В частности, процессы обжига керамических изделий, нанося незначительный прямой ущерб окружающей среде, увеличивают выброс «парниковых» газов (CO_2, H_2O). При оптимизации производств стройматериалов необходимо учитывать указанные факторы и по возможности внедрять эффективные системы очистки отбросных газов, схемы рекуперации тепла и реализовывать замкнутый водооборотный цикл. Решению обозначенного круга задач при подготовке специалистов должна способствовать детальная проработка разделов, связанных с экологическим и технологическим аудитом.

Таким образом, подготовка специалистов-экологов в строительстве охватывает широкий круг задач и требует глубокой и комплексной проработки как общеинженерных дисциплин, так и специализированных курсов.

Наряду с общими задачами общеинженерной подготовки специалистов-экологов, на наш взгляд, необходимо остановиться на рассмотрении особенностей и содержании преподаваемых дисциплин, в том числе при двухуровневой подготовке бакалавров и магистров.

Деятельность специалиста-эколога в основном сопряжена с утилизацией и переработкой низкоконцентрированных, зачастую двухфазных, выбросов, что должно находить отражение при изучении таких дисциплин, как «Гидравлика и теплотехника», «Теоретические основы защиты окружающей среды» и «Процессы и аппараты защиты окружающей среды».

Как показывает практика, преподавание этих дисциплин в строительном вузе ограничивается проработкой студентами материалов, зафиксированных в образовательном стандарте. Однако необходимо отметить, что, охватывая широкий круг разделов указанных дисциплин, стандарт неизбежно дублирует часть материала, что негативно сказывается на глубине его проработки. Вместе с тем, недостаточно внимания уделяется материалам, формирующим общее представление о связях различных дисциплин в структуре знаний, приобретаемых специалистом-экологом, а также специфике деятельности инженера-эколога. Так, например, в курсе «Процессы и аппараты защиты окружающей среды» предусмотрены разделы, посвященные процессам ректификации, кристаллизации, сушки, которые не являются первостепенными для специалиста-эколога. В то же время, на наш взгляд, недостаточно внимания уделяется процессам разделения гетерогенных потоков, специфика которых обуславливает их широкое применение для защиты окружающей среды в промышленной практике. Другой недостаток данного курса заключается в том, что теоретические разделы изучаются одновременно с выполнением курсового проекта, что фактически приводит к необходимости самостоятельной и своевременной проработки студентом теоретического материала, связанного с заданием на курсовое проектирование. При выполнении курсового проекта студенты сталкиваются также с проблемами при выполнении графической его части. Данная проблема обусловлена недооценкой значения для специалиста-эколога таких общеинженерных дисциплин, как инженерная графика, начертательная геометрия, автоматизированное проектирование и др.

Следует отметить, что дисциплина «Процессы и аппараты защиты окружающей среды» является также инструментом, позволяющим как решать задачи технологического аудита производства, так и осуществлять проработку инженерных решений. Однако спецификой строительной отрасли является малая эмиссия не характерных для окружающей среды веществ и, несмотря на наличие большого количества разделов в курсе, большинство из них остается недостаточно востребованными для строительной отрасли. Вместе с тем, эти разделы являются важными при осуществлении технологического аудита. Для наиболее успешного усвоения данного курса особое внимание следует уделять выявлению причинно-следственных связей между свойствами участвующих в процессах систем, физической сущностью процесса, конструкцией и методикой расчета соответствующего оборудования, выстраивая, таким образом, единую концепцию изучения курса.

Переходя к дисциплине «Гидравлика и теплотехника», отметим, что в соответствии с требованиями образовательного стандарта она включает в себя, кроме собственно гидравлики, гидромеханических и тепловых процессов, также разделы, посвященные массообмену. Значительная часть этих разделов не только дублирует по сути курс «Процессы и аппараты защиты окружающей среды», но и содержит аналогичные проблемы. Так, на подробное рассмотрение динамики двухфазных потоков, специфичных для промышленных выбросов, времени выделяется недостаточно. Тепловые процессы рассматриваются достаточно подробно, несмотря на довольно ограниченное применение материалов данного раздела в области защиты окружающей среды. Разделы курса, посвященные теоретическим основам массообменных процессов, а также специфике различных массообменных процессов, дублируются, как указывалось выше, в дисциплинах «Теоретические основы защиты окружающей среды», «Процессы и аппараты защиты окружающей среды». Перечисленные особенности необходимо учитывать как в структуре лекционного, так и практического материала. Соответствующие корректировки, на наш взгляд, целесообразно было бы внести и в образовательный стандарт.

Подводя итог анализу проблем изучения вышеуказанных дисциплин, отметим, что материалы рассматриваемых предметов достаточно сложны для усвоения студентами, и первостепенной задачей в подготовке специалистов-экологов на ранних этапах обучения становится общеобразовательная подготовка по естественно-научным дисциплинам (высшей математике, физике, химии, инженерной графике и др.), на что, в свою очередь, необходимо также обратить особое внимание.

Переходя к рассмотрению проблем, возникающих при двухуровневой подготовке специалистов, следует отметить, что в этом случае необходимо предусмотреть разграничение как самих дисциплин, так и материалов внутри курсов с учетом уровня подготавливаемого специалиста. Так, при подготовке бакалавров курс «Теоретические основы защиты окружающей среды» теряет свою значимость, а необходимые для освоения курса «Процессы и аппараты защиты окружающей среды» материалы могут быть включены в разделы последнего. При этом большее внимание при подготовке бакалавров необходимо уделять практическим вопросам функционирования инженерных систем защиты окружающей среды с выявлением достоинств и недостатков той или иной системы, а также обозначением области ее применения. В рамках «Экологической экспертизы, оценки воздействия на окружающую среду и сертификации» также необходимо изучение разделов, связанных с практическим применением навыков оценки экологического ущерба, вызванного деятельностью промышленного предприятия. При этом в рамках подготовки бакалавров целесообразно освоение норм и методов контроля загрязнений воздуха, почвы, а также поверхностных и грунтовых вод. Для успешного освоения курса «Экологическая экспертиза, оценка воздействия на окружающую среду и сертификация» студенту необходимы знания, получаемые в курсах «Аналитическая химия», а также «Физическая и коллоидная химия», на качество проработки которых, в свою очередь, также необходимо обратить особое внимание.

Для подготовки магистров актуальна детальная проработка специальных инженерных дисциплин, в первую очередь «Экологического проектирования предприятий и экспертизы» с освоением современных норм проектирования и технических нормативов в сфере экологической и промышленной безопасности. Кроме того, в рамках подготовки магистров необходима глубокая проработка дисциплины «Процессы и аппараты защиты окружающей среды». При этом, важно не только рассмотрение теоретических аспектов процессов массопередачи, но и методов интенсификации процессов защиты окружающей среды, а также закрепление и развитие навыков инженерной оценки эффективности применения того или иного метода, в зависимости от свойств и объемов выбросов, подлежащих переработке. Магистр должен также обладать навыками современного автоматизированного проектирования с применением вычислительной техники. В частности, в рамках дисциплины «Экологическое проектирование предприятий и экспертиза» необходимо освоение современных CAD пакетов прикладных программ, позволяющих выполнять трехмерное построение технологических установок, таких как SOLID works, Компас 3D и др. В рамках «Теоретические основы защиты окружающей среды» также необходимо освоение математического моделирования и современных навыков расчета оборудования с применением пакетов прикладных программ для автоматизированного проектирования технологических процессов, таких как Chemcad, Hysys, Aspen и др.

Таким образом, при подготовке специалистов-экологов всех уровней для строительной отрасли необходима корректировка таких дисциплин, как «Экологическое проектирование

предприятий и экспертиза», «Экологическая экспертиза, оценка воздействия на окружающую среду и сертификация», «Гидравлика и теплотехника», «Теоретические основы защиты окружающей среды», «Процессы и аппараты защиты окружающей среды», с учетом требований образовательных стандартов и особенностей деятельности будущих специалистов, а также более четкое разграничение объема и содержания родственных материалов по дисциплинам. Кроме того, взаимосвязь дисциплин также должна находить отражение в каждом из данных курсов, реализуя, таким образом, общую стратегию подготовки специалиста. На наш взгляд, изложенный опыт может быть полезен и при разработке рабочих программ по рассмотренным дисциплинам и для двухуровневой системы подготовки в рамках строительной специализации.

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. Матишов Г.Г., Никитин Б.А., Сочнев О.Я. Экологическая безопасность и мониторинг при освоении месторождений углеводородов на арктическом шельфе. – М.: «Газоил пресс», 2001. – 232 с.

REFERENCES

1. Stroganov V.F., Zavyalova N.B., Sharafutdinova A.V., Skibinskaya A.A.. Scientifically-methodical bases of development of «Engineering protection of environment» speciality for preparation of engineers – ecologists in the field of building // Izvestija KazGASU, 2007, № 1 (7). – P. 105-108.
2. Matishov G.G., Nikitin B.A., Sochnev O.Ya., Ecological safety and monitoring at development of deposits of hydrocarbons on the Arctic shelf. – M.: «Gasoil press», 2001. – 232 p.

УДК 338.465.2
Загидуллина Г.М. – доктор экономических наук, профессор
Клещева О.А. – кандидат экономических наук, ассистент
E-mail: olgaklescheva@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

АННОТАЦИЯ

В работе рассматриваются основные аспекты развития инновационной инфраструктуры инвестиционно-строительного комплекса. К задачам инновационной инфраструктуры относится создание благоприятных условий для совершенствования процесса инновационного развития инвестиционно-строительного комплекса. В работе подробно рассмотрены механизмы влияния инновационной инфраструктуры на процесс внедрения инноваций в инвестиционно-строительном комплексе.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: инновации, инновационная инфраструктура, инвестиционно-строительный комплекс.

Zagidullina G.M. – doctor of economic sciences, professor
Klescheva O.A. – candidate of economic sciences, assistant
Kazan State University of Architecture and Engineering

THE DEVELOPMENT OF INNOVATION INFRASTRUCTURE OF INVESTMENT-BUILDING COMPLEX

ABSTRACT

In this paper the main aspects of the development of innovation infrastructure of investment-building complex are considered. To problems of innovation infrastructure pertains creation the favourable conditions for improvement of the process of innovation developments of investment-building complex. Mechanisms of the influences of innovation infrastructure to the process of innovation introduction in investment-building complex are considered in detail.

KEYWORDS: innovation, innovation infrastructure, investment-building complex.

Одним из направлений стимулирования инновационной активности является создание и поддержка инновационной инфраструктуры инвестиционно-строительного комплекса. Инфраструктура – совокупность отраслей, предприятий и организаций, входящих в эти отрасли, направленной деятельности, призванных создавать условия для нормального функционирования производства и обращения товаров, а также жизнедеятельности людей. В программе развития инновационной деятельности в Республике Татарстан на 2004-2010 годы приводится следующее определение: «инновационная инфраструктура – это организации, способствующие осуществлению инновационной деятельности».

Инновационная инфраструктура в Республике Татарстан отличается развитой научно-технической и научно-образовательной сферой. Научно-технический потенциал региона представлен технопарками, бизнес-инкубаторами, технополисами, вузами, венчурными фондами.

Инновационная инфраструктура способствует повышению конкурентоспособности каждого конкретного предприятия. Нередко подобные учреждения способствуют налаживанию связей между предприятиями и поставщиками, организуют выгодные условия контрактов для инновационных предприятий, тем самым укрепляя связи в инвестиционно-строительном комплексе. Механизм влияния элементов инновационной инфраструктуры на деятельность предприятий инвестиционно-строительного комплекса представлен на рис.

Стремительное развитие и бурный рост числа таких элементов инновационной инфраструктуры, как бизнес-инкубаторы, свидетельствуют об их эффективности и решении таких задач, как повышение деловой активности через развитие внутренних рынков, диверсификацию регионов, рост числа малых предприятий и повышение их жизнеспособности,

наиболее полное использование ресурсов и расширение налогооблагаемой базы регионов, повышение инновационной активности, создание и укрепление связей между малым бизнесом и другими секторами экономики, а также межрегиональных и международных связей, рост занятости и уровня жизни населения.

Рис. Механизм влияния инновационной инфраструктуры на процесс внедрения инноваций в инвестиционно-строительном комплексе

Бизнес-инкубатор – это организация, занимающаяся поддержкой малого предпринимательства путем создания благоприятных условий и предоставления производственных, информационных, финансовых и других ресурсов для частных предпринимателей и малых предприятий на этапах становления и развития бизнеса. Работа бизнес-инкубатора нацелена на то, чтобы основные усилия предпринимателей сосредотачивались на их бизнесе, а не тратились на противодействие враждебной окружающей среде. Различные внешние факторы в той или иной степени влияют на малое предприятие на всех стадиях развития, и ему бывает порой не под силу противостоять им в одиночку. Площади, сдаваемые в аренду малым предприятиям, – традиционный товар бизнес-инкубатора, и их содержание, как правило, составляет наибольшую долю капитальных и оперативных расходов бизнес-инкубатора. От правильного проектирования и использования производственных площадей напрямую зависит эффективность работы бизнес-инкубатора – как с точки зрения поддержки малых предприятий, для которых бизнес-инкубатор должен стать домом, так и с позиции финансовой окупаемости – программ инкубации.

На данный момент в Республике Татарстан зарегистрированы следующие бизнес-инкубаторы: бизнес-инкубатор «Свияга», муниципальный бизнес-инкубатор г. Альметьевска «Импульс», бизнес-инкубатор «Поволжский инновационно-технологический центр легкой промышленности», бизнес-инкубатор КГТУ им. А.Н. Туполева (КАИ), бизнес-инкубатор г. Набережные Челны, бизнес-инкубатор г. Елабуги, бизнес-инкубатор г. Чистополя.

Бизнес-инкубатор «Свияга» осуществляет обеспечение разработчиков оснащенными рабочими местами, офисными услугами, профессиональными консультациями, опытно-экспериментальным оборудованием; содействует разработчикам в подготовке бизнес-планов коммерциализации идей, проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, создании опытных образцов, изыскании средств на проведение работ по проектам,

участии на выставках, конференциях, семинарах, презентациях; обеспечивает правовую защиту разработок; предоставляет проектантам оборудованное рабочее место, телефон, оргтехнику, выход в Интернет, услуги по делопроизводству, секретарские и иные услуги. В бизнес-инкубаторе «Импульс» г. Альметьевска участники имеют возможность получить профессиональные консультации и помощь по всем вопросам ведения бизнеса: бухгалтерии, экономики. Для того чтобы стать участником, необходимо подготовить бизнес-план, который отличался бы новизной идеи и реальностью воплощения. С авторами перспективных планов заключается договор на аренду помещения со всеми перечисленными услугами.

Технопарк – это специальная территория, на которой объединены научно-исследовательские организации, объекты индустрии, деловые центры, выставочные площадки, учебные заведения, а также обслуживающие объекты: средства транспорта, подъездные пути, жилой поселок, охрана. Смысл создания технопарка в том, чтобы сконцентрировать на единой территории специалистов общего профиля деятельности. Содействуя созданию новых пользующихся спросом продуктов, технопарк способствует увеличению взаимных связей в пределах региона, а, следовательно, интеграции предприятий. На территории Республики Татарстан действуют: территориально-распределенный технопарк «Строитель» ФГОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», научно-технологический парк «Центр инновационной деятельности КГУ», ОАО «Инновационно-производственный Технопарк «ИДЕЯ», ООО «Инновационно-производственный технопарк «ИДЕЯ-Юго-Восток», научно-технологический парк ГОУ ВПО «Казанский государственный технологический университет» (Технопарк «Форсайт»), научно-технологический парк КГТУ им. А.Н. Туполева (КАИ), научно-производственное некоммерческое партнерство «Технопарк Прикамья», ОАО «Технопарк «Восток».

Ведущим объектом инновационной инфраструктуры инвестиционно-строительного комплекса является технопарк «Строитель», созданный на базе Казанского государственного архитектурно-строительного университета. В числе основных направлений деятельности технопарка можно выделить: строительное материаловедение и ресурсосберегающие технологии, совершенствование конструктивных решений зданий, сооружений и инженерных систем в строительстве. Технопарк «Строитель» является промежуточной стадией между производством и наукой.

Нашими учеными были разработаны следующие инновационные проекты: комплексная химическая добавка «Гексолит», программно-технический комплекс «Concret», новый дорожно-строительный материал с применением нефтешлама, технология использования серы в дорожном строительстве.

К направлениям деятельности Научно-технологического парка «Центр инновационной деятельности КГУ» относятся: электроника, автоматизация, программирование, проектирование компьютерных сетей, технологии энергосбережения, экология.

Научно-технологический парк ГОУ ВПО «Казанский государственный технологический университет» осуществляет поиск партнеров и инвестиций, экспертизу проектов и их аудит, защиту интеллектуальной собственности, консультационные услуги, программное обеспечение. Научно-производственное некоммерческое партнерство «Технопарк Прикамья» занимается: поддержкой инновационных проектов, экспертизой бизнес-планов, подготовкой и обучением, комплексной поддержкой малых научно-технических фирм, менеджментом, маркетингом, стандартизацией и сертификацией.

Среди направлений деятельности ООО «Инновационно-производственный технопарк «ИДЕЯ-Юго-Восток» можно отметить переработку и утилизацию вторичного сырья. К целевым направлениям технопарка относятся: сельское хозяйство, производство нефтяного оборудования, производство полимеров, производство строительных материалов.

В научных учреждениях закладываются основы инноваций: проводятся фундаментальные, прикладные и поисковые исследования. Однако необходимо разрабатывать гибкие механизмы, позволяющие различным предприятиям активнее участвовать в инновационных процессах на базе технопарков.

Вузом, составляющим инновационную инфраструктуру строительного комплекса Республики Татарстан, является Казанский государственный архитектурно-строительный университет. Многие научные результаты, полученные его сотрудниками, используются в производстве строительных материалов и изделий, в работах, связанных с мероприятиями по

тепло- и энергосбережению, безопасностью труда в строительстве, в разработке эксплуатационных нормативов по ремонту и содержанию автомобильных мостов и дорог и др.

Инновационно-технологические центры (ИТЦ) являются связующим звеном между наукой и производством, разработчиками наукоемкой продукции и инвесторами. В ИТЦ ведутся разработки бизнес-планов инновационных проектов и их экспертиза, финансирование, последующее консалтинговое и информационное сопровождение, возможное участие инвесторов в управлении инновационной программой. В Республике Татарстан действует инновационно-технологический центр ОАО «КНИАТ» (ИТЦ-КНИАТ). Среди направлений его деятельности можно выделить: телекоммуникации, нестандартное оборудование, контрольно-измерительная техника, технологии защитных покрытий, изделия из полимерных композиционных материалов для автопрома, компьютерные технологии Anysoft, маркетинг и реклама инновационной продукции, организация выставок и семинаров по инновационной тематике, сдача площадей в аренду и весь комплекс офисных услуг, консультации: трансферт технологий, защита интеллектуальной собственности, поиск партнеров и инвесторов.

Индустриальный парк – это разновидность бизнес-парка, инженерно подготовленные земельные участки, производственные и складские здания, предназначенные для размещения в основном производственно-складских комплексов и крупных производств. Действующие на территории Республики Татарстан индустриальные парки – это: индустриальный парк «Химград» нефтехимического кластера на площадке ОАО «Тасма-Холдинг», ОАО «Камский индустриальный парк «Мастер», индустриальный парк «Мастер», ООО «УК Индустриальный парк Камские поляны».

Технополис – это одна из форм свободных экономических зон на базе интеграции высокоразвитого производства, науки и образования. Технополисы пользуются различными льготами, что наряду с развитой инфраструктурой обеспечивает эффективную разработку и внедрение современных технологий [1]. Технополис «Химград» работает в тесной связи с крупными республиканскими нефтехимическими предприятиями, ведущими вузами Республики Татарстан. «Химград» предлагает своим резидентам существенные льготы и развитую инфраструктуру комплекса, гарантирующую технологическое обеспечение производства, транспорт и логистику. Основной структурной составляющей технополиса является Индустриальный парк, ориентированный на создание всех условий, включая и строительство производственных помещений, для развития собственного производства малых и средних компаний. Кроме того, в составе технополиса будут представлены парк высоких технологий, корпоративный университет, логистический центр, сырьевая биржа, объекты социально-бытовой инфраструктуры. На базе «Химграда» работают десять предприятий, относящихся к отрасли производства строительных материалов.

Финансовая составляющая инновационной инфраструктуры предназначена для обеспечения сквозного финансирования инновационного цикла, с переходом от бюджетного финансирования к привлечению частных средств в высокотехнологичные инновационные проекты по мере продвижения результатов научно-технической деятельности к рынку. Государство финансирует фундаментальные исследования, научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы и, таким образом, берет на себя риски, связанные с возможным отрицательным результатом работ. В настоящее время в инновационной сфере действует государственный Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (Фонд содействия), а также внебюджетные фонды (Российский фонд технологического развития), отраслевые и межотраслевые внебюджетные фонды финансирования НИОКР, всего около 30 фондов. Фонд содействия финансирует НИОКР, выполняемые малыми инновационными предприятиями, ориентированные на введение в хозяйственный оборот результатов научно-технической деятельности и выведение на рынок новых наукоемких продуктов. Внебюджетные фонды финансирования НИОКР мобилизуют внебюджетные источники финансирования и осуществляют поддержку прикладных НИОКР на этапе продвижения технологий в производство и рынок.

Однако на сегодняшний день отсутствует развитая инфраструктура финансирования наукоемких проектов на предкоммерческой стадии и инфраструктура финансирования малых высокотехнологичных предприятий, находящихся на начальном этапе развития. Необходима разработка механизмов финансирования сферы услуг для малого инновационного предпринимательства (консалтинг, тренинг, информационное обеспечение, патентование и

др.). Система фондов должна скоординированно действовать в научно-технической инновационной сфере от фундаментальной науки, прикладных исследований и разработок до выведения конкурентоспособной наукоемкой продукции на рынок и создания быстроразвивающихся высокотехнологичных компаний, способных в дальнейшем стать привлекательным объектом для венчурных, гарантийных фондов, частных инвесторов и кредитно-финансовых учреждений. В силу специфики деятельности этих фондов их формирование должно происходить с участием государственных финансовых средств.

Венчурные фонды – это совокупность региональных и отраслевых фондов, имеющих своей целью привлечение частного капитала в инновационный сектор экономики, создание конкурентоспособных производств. Венчурные фонды осуществляют финансирование процесса коммерциализации научно-технических результатов на тех стадиях, на которых невозможно участие финансово-кредитных организаций в силу высокой рискованности таких инвестиций.

В Республике Татарстан действуют следующие венчурные фонды: государственная некоммерческая организация «Инвестиционно-венчурный фонд Республики Татарстан», закрытый паевой инвестиционный фонд «Региональный венчурный фонд инвестиций в малые предприятия в научно-технической сфере Республики Татарстан», закрытый паевой инвестиционный фонд особо рисковых (венчурных) инвестиций «Региональный венчурный фонд инвестиций в малые предприятия в научно-технической сфере Республики Татарстан (высоких технологий)». При Казанском государственном архитектурно-строительном университете открыто представительство государственной некоммерческой организации «Инвестиционно-венчурный фонд Республики Татарстан». Таким образом, реализуется сотрудничество между отраслевым вузом и другим субъектом инновационной инфраструктуры.

Среди направлений деятельности государственной некоммерческой организации «Инвестиционно-венчурный фонд Республики Татарстан» [2] выделяются: поддержка инновационной деятельности, подготовка и освоение производства принципиально новых видов продукции и технологий; участие в формировании рынка научно-технической продукции; развитие приоритетных отраслей экономики Республики Татарстан; поддержка субъектов среднего и малого предпринимательства Республики Татарстан; привлечение инвестиционного и венчурного капитала в инвестиционно-привлекательные проекты в приоритетных отраслях экономики Республики Татарстан; осуществление выставочной деятельности с целью повышения инвестиционного потенциала Республики Татарстан. К совместным проектам Фонда относятся: лизинговая компания малого бизнеса Республики Татарстан; Кувейтско-татарстанская инвестиционная компания; фонд содействия развитию венчурных инвестиций в малые предприятия в научно-технической сфере Республики Татарстан. Некоммерческая организация «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере Республики Татарстан» направлена на развитие инфраструктуры венчурного финансирования субъектов малого предпринимательства в научно-технической сфере. Закрытый паевой инвестиционный фонд «Региональный венчурный фонд инвестиций в малые предприятия в научно-технической сфере Республики Татарстан» осуществляет финансирование венчурных проектов.

В состав сектора информационной инфраструктуры инновационной деятельности входят государственная система научно-технической информации (ГСПТИ), тематические порталы и сайты отраслевых ведомств и других участников инновационных процессов, Единая национальная система учета научных, научно-технических результатов, продукции и услуги контроля за их использованием, аналитические и экспертные центры, информационные сети, а также электронные биржи. В состав сектора информационной инфраструктуры Республики Татарстан входят [3]: ГУП Республики Татарстан «Татарстанский центр научно-технической информации»; ООО «Центр межотраслевых конструкторских исследований». Среди направлений его деятельности можно отметить развитие адаптированных технологий, функционирование бизнес-инкубатора.

Итогом создания информационной инфраструктуры станет создание единого информационного пространства и посредством этого объединение знаний и компетенций различных элементов национальной инновационной системы, и это, несомненно, будет способствовать процессу внедрения инноваций в инвестиционно-строительный комплекс. Важным инструментом выведения результатов научно-технической деятельности на рынок в дальнейшем должна стать биржа высоких технологий, предметом торгов на которой могут стать опционы на право приобретения прав на результаты научно-технической деятельности. Таким

образом, задача создания эффективной инновационной инфраструктуры имеет комплексный характер и требует консолидации ресурсов государства и администраций регионов в сочетании с необходимостью привлечения в этот сектор экономики значимых частных инвестиций.

Следует подчеркнуть, что особую роль в увеличении числа научных разработок, донесенных до конечного рыночного продукта, играет увеличение количества площадей инфраструктурной поддержки инновационных компаний. При этом именно сам факт размещения высокотехнологичных компаний на обособленных научно-производственных площадях инициирует формирование других необходимых элементов поддержки инновационного предпринимательства: консалтинговых и патентных служб, центров коммерциализации и трансфера технологий, лизинговых и кредитных организаций и т.д. Интеллектуальный и научно-исследовательский капитал концентрируется в упорядоченном секторе объектов инновационной инфраструктуры, образуется прозрачная инвестиционная среда для притока иностранного капитала.

При взаимодействии с высокотехнологичными компаниями образовательные учреждения получают возможность рыночно-ориентированной трансформации учебного процесса, включая формирование перспективных учебных дисциплин, открытие новых специальностей, расширение научно-лабораторной базы для практической работы студентов, привлечение ведущих специалистов компаний к преподавательской деятельности. В кооперации малого бизнеса и промышленности решается проблема нехватки инноваций, апробированных на крупных отраслевых предприятиях: существенно понижаются риски внедрения новой высокотехнологичной продукции в серийное производство. Собственные ресурсы промышленных предприятий сосредотачиваются на расширении производства, а ресурсы наукоемких компаний – на освоении новых видов инновационной продукции.

Интеграция инновационной инфраструктуры с образованием, наукой и промышленностью позволяет эффективно формировать отраслевые инновационные цепочки, реализующие полный цикл создания конкурентоспособного научно-технического продукта – «от научной идеи до серийного производства». Кооперация с субъектами высокотехнологичного предпринимательства придает рыночно ориентированный характер процессам использования и развития научного потенциала, производственно-технологической базы и кадровых ресурсов.

Среди мероприятий по созданию и развитию объектов инновационной инфраструктуры, обеспечивающей образовательное, производственно-технологическое, информационное, консалтинговое, маркетинговое обслуживание инновационных процессов в инвестиционно-строительный комплекс, можно отметить следующие [4]: расширение сети технопарков и бизнес-инкубаторов в других городах Татарстана; расширение сети инновационных учебно-технических и научно-технологических центров, созданных на базе крупных вузов или отраслевых НИИ; образование единого центра инновационной деятельности в инвестиционно-строительный комплекс (регионального или межрегионального в границах Приволжского федерального округа); создание малых инновационных предприятий; создание центров трансфера технологий; создание сети организаций по оказанию консалтинговых услуг в области инновационной деятельности, осуществляющих аудит (экспертизу) инноваций, касающихся развития инвестиционно-строительного комплекса; центров, обеспечивающих организацию защиты интеллектуальной собственности, патентования; создание специальных инновационных бирж в границах региональной экономики (или в границах Приволжского федерального округа); учреждение специальных премий и грантов за эффективную научно-техническую и инновационную деятельность в сфере деятельности инвестиционно-строительного комплекса; проведение на регулярной основе региональных и межрегиональных научно-технических и инновационных выставок, конференций и симпозиумов, имеющих направленность на развитие инвестиционно-строительного комплекса.

Инвестиционно-строительный комплекс Республики Татарстан имеет достаточное инфраструктурное обеспечение. Оно включает в себя технопарки, бизнес-инкубаторы, технополис, венчурные фонды, индустриальные парки, субъекты информационной инфраструктуры. Вместе с тем, следует сделать вывод о том, что для того, чтобы субъекты инновационной инфраструктуры давали больший эффект, необходимо совершенствовать механизмы их взаимодействия с предприятиями инвестиционно-строительного комплекса Республики Татарстан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сайт Технополиса «Химград». URL: http://www.himgrad.ru/technopolis/ (дата обращения: 30.01.2010).
2. Сайт Инвестиционно-венчурного фонда Республики Татарстан. URL: http://ivf.tatar.ru/rus/projekts.htm (дата обращения: 04.02.2010).
3. Сайт Министерства экономики Республики Татарстан. URL: http://mert.tatar.ru/ (дата обращения: 25.01.2010).
4. Программа «Развитие и размещение производительных сил Республики Татарстан на основе кластерного подхода до 2020 года и на период до 2030 года».

REFERENCES

1. Site of «Himgrad». URL: http://www.himgrad.ru/technopolis/ (data access: 30.01.2010).
2. Site of IVF RT. URL: http://ivf.tatar.ru/rus/projekts.htm (data access: 04.02.2010).
3. Site of Ministry for economy of the Republic of Tartarstan. URL: http://mert.tatar.ru/ (data access: 25.01.2010).
4. Program «Development and accomodation of production power of the Republic of Tartarstan on base of the cluster approach before 2020 and for a period of before 2030».

УДК 338.27
Зарипова А.В. – аспирант, ассистент
E-mail: zaripovaan@yandex.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ВЕНЧУРНОЕ ИНВЕСТИРОВАНИЕ КАК ФАКТОР ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ СТРАНЫ

АННОТАЦИЯ

Учитывая экономическую ситуацию России, необходим комплексный подход к обеспечению инновационного пути развития страны. В этих целях актуальным является использование современных финансовых инструментов и механизмов для привлечения в высокотехнологичную сферу экономики внебюджетных инвестиций, одним из которых является венчурное инвестирование.

В статье рассмотрено развитие венчурного инвестирования инновационной деятельности и организационно-экономический механизм ее реализации. Предложенные формы будут способствовать формированию экономико-правовой среды, благоприятной для функционирования венчурного капитала и развития малого инновационного предпринимательства, обеспечению качественного экономического роста страны.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: организационно-экономический механизм, перспективные инвестиции, инновационная деятельность, коммерциализация, венчурное инвестирование, риск, венчурная деятельность, инновационный путь.

Zaripova A.V. – post-graduate student, assistant
Kazan State University of Architecture and Engineering

VENTURE INVESTMENT AS THE FACTOR OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE COUNTRY

ABSTRACT

Considering an economic situation in Russia, the complex approach to maintenance of an innovative way of development of the country is necessary. In these purposes it is necessary to use the modern financial tools and mechanisms for attraction in hi-tech sphere of economy of the off-budget investments one of which is venture investment.

In article development of venture investment of innovative activity and the organizational-economic mechanism of its realization is considered. The offered forms will promote formation of the economic-legal environment favorable for functioning of the venture capital and development of small innovative business, maintenance of qualitative economic growth of the country.

KEYWORDS: the organizational-economic mechanism, perspective investments, innovative activity, commercialization, venture investment, risk, venture activity, innovative way.

Одной из ключевых проблем России является проблема развития конкурентоспособного технологического потенциала страны. Инновационный путь развития заставляет искать новые подходы к реализации научно-технического потенциала российских регионов. В значительной степени решение данной проблемы зависит от возможности и умения использовать современные финансовые инструменты и механизмы для привлечения в высокотехнологичную сферу экономики внебюджетных инвестиций. Одним из наиболее перспективных путей реализации наукоемких инновационных проектов, связанных с высоким риском, является венчурное инвестирование, эффективность которого подтверждена мировой практикой.

В начале 80-х годов XX века необходимость эффективного проведения в жизнь государственной инновационной политики была осознана во многих развитых и быстро развивающихся странах [1]. В период перехода к постиндустриальному развитию особое внимание уделялось поиску и поддержке наиболее динамичных предприятий, действующих в инновационной сфере. В этом отношении наиболее характерным является опыт США, где государственная

инновационная политика способствует широкому привлечению научно-технического потенциала малого бизнеса для решения важнейших национальных научно-технических проблем.

По объему инвестиций венчурного капитала США занимает лидирующие позиции. Так, с 1995 по 1997 гг. объем этих инвестиций вырос на 4,1 млрд. долл. В настоящее время на США приходится половина всего объема венчурных инвестиций в мире.

Наиболее эффективной и распространенной формой интенсивного использования инновационной деятельности в России в условиях рыночной экономики является венчурное финансирование инновационных проектов. Венчурная деятельность направлена на временное объединение капиталов нескольких юридических и физических лиц для создания небольших, но весьма мобильных и эффективных предприятий по доводке и коммерческой реализации отдельных инновационных проектов.

Венчурные фонды в России начали создавать в 1994 г. по инициативе Европейского Банка Реконструкции и Развития. Региональные Венчурные Фонды были образованы в 10 различных регионах России. В 1997 году 12 действующих на территории России венчурных фондов образовали Российскую Ассоциацию Венчурного Инвестирования (РАВИ). По данным «Financial Times», в 1997 г. в России действовали 26 специализированных фондов, инвестирующих в российские корпоративные активы с суммарной капитализацией в 1,6 млрд. долл., но в 1998 г. дефолт оказал негативное влияние и большинство фондов обанкротилось, их потери составили около 5 млрд. долл. [2].

В 2000 г. в Российской Федерации для формирования организационной структуры системы венчурного инвестирования был организован «Венчурный инновационный фонд» (ВИФ, Распоряжение Правительства РФ № 362-р от 10.03.00 г.).

В 2006 году решением Правительства Российской Федерации (Постановление № 516 от 24.08.2006 г.) было создано ОАО «Российская венчурная компания» – государственный фонд венчурных фондов Российской Федерации.

В 2010 году число инновационных компаний, в которые фонд РВК вложил денежные средства, составило 59. Совокупный объем этих средств составляет более 6 млрд. руб. Российской венчурной компанией подписано 18 соглашений о сотрудничестве с регионами Российской Федерации. За 2010 год объем инвестиций составил около 2,7 млрд. руб., что составляет 45 % от объема инвестиций, сделанных за весь срок работы РВК на рынке (рис. 1) и почти вдвое превышает объем инвестиций, сделанных в 2009 году, – 1,4 млрд. руб.

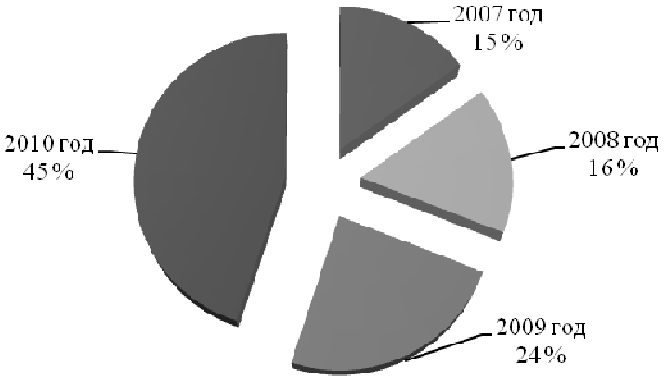


Рис. 1. Объем инвестиций фондов ОАО «Российская венчурная компания» за 2007-2010, %

Сущность венчурной деятельности в инновационной сфере заключается в риске привлечения частного капитала к взаимодействию с предпринимателями, обладающими организационным и интеллектуальным потенциалом с целью возможного получения в будущем прибыли от реализации инновационных идей и их дальнейшей коммерциализации без каких-либо гарантий на успех. Обобщающим показателем самых различных форм риска является финансовый риск предпринимателя и инвесторов, оцениваемый возможными потерями в случае неудачного завершения планируемого проекта. Основными составляющими этой деятельности являются венчурное финансирование, поиск перспективных инновационных идей и предпринимателей, способных их реализовать и успешно извлечь из них прибыль. Поэтому венчурный капитал чаще всего направляется в те отрасли, где проявляется

возможность быстрой и доходной реализации наукоемкой продукции, на которую уже есть или только формируется спрос, приносящий наибольшую прибыль.

Большинство фирм Венчурного Капитала работают по проектам, требующим инвестиций от 250 долл. до 1,5 млн. долл. Но наряду с этим, более 1000 запросов в год поступает в фирму Венчурного Капитала [3]. Как правило, 90 % из них будут отклонены, так как они не соответствуют политической ситуации Венчурной фирмы, а также из-за того, что документы имеют неточности. После более полных и более дорогих проверок остается только 3-4 проекта.

Экономическая ситуация способствует применению таких организационно-управленческих решений, которые должны содействовать реализации рискованных инновационных проектов, дальнейшему извлечению из них прибыли и позволили бы минимизировать финансовый риск отдельных инвесторов, сохранив при этом их заинтересованность в достижении поставленных целей. Этот подход получил отражение, в конечном итоге, в венчурных механизмах финансирования предпринимательских инновационных проектов. Венчурное финансирование сводится к способствованию роста конкретного инновационного бизнеса путем предоставления определенных денежных средств в обмен на долю в уставном капитале.

Принципиальной особенностью венчурного инвестирования является то, что распорядитель венчурного фонда, не вкладывая собственные средства в акции приобретаемой инновационной компании, является посредником между коллективными инвесторами и предпринимателем. Распорядитель фонда или венчурный капиталист самостоятельно принимает решение о выборе того или иного объекта для инвестирования, он участвует в работе совета директоров и всячески способствует росту и расширению деловой активности фонда. Однако окончательное решение о финансировании той или иной инновационной компании принимает инвестиционный комитет фонда, представляющий интересы инвесторов. В конечном итоге, получаемая венчурным фондом прибыль принадлежит только инвесторам, а не распорядителю фонда, который имеет право рассчитывать только на часть этой прибыли.

В 2009 году Минэкономразвития приняло решение о привлечении РВК к дополнительной экспертизе проектов региональных венчурных фондов с целью профессионализации контроля над процедурами, по которым управляющими компаниями региональных фондов отбираются проекты для инвестирования. Начиная с 2010 года, все проекты, являющиеся соискателями инвестиций региональных венчурных фондов инвестиций в малые предприятия в научно-технической сфере, в обязательном порядке направляются на экспертизу в ОАО «РВК».

В 2010 году в России насчитывается 22 региональных венчурных фонда инвестиций в малые предприятия в научно-технической сфере, созданных в 2006-2010 годах Минэкономразвития РФ совместно с администрациями регионов общим объемом 8,624 млрд. руб. Представители РВК входят в Попечительские советы этих фондов.

В 2010 году по отраслевому признаку фонды с участием капитала РВК инвестировали в основном в промышленное производство, медицину и информационные технологии (рис. 2).

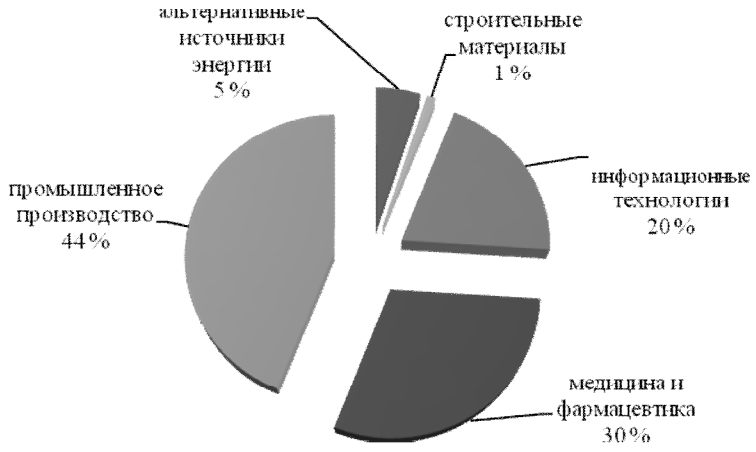


Рис. 2. Объем инвестиций фондов ОАО «Российская венчурная компания» в различные сектора экономики в 2010 г., %

Как видно из диаграммы (рис. 3), за 2010 год изменилась структура портфеля: добавилось два сектора экономики: «альтернативные источники энергии» и «строительные материалы».

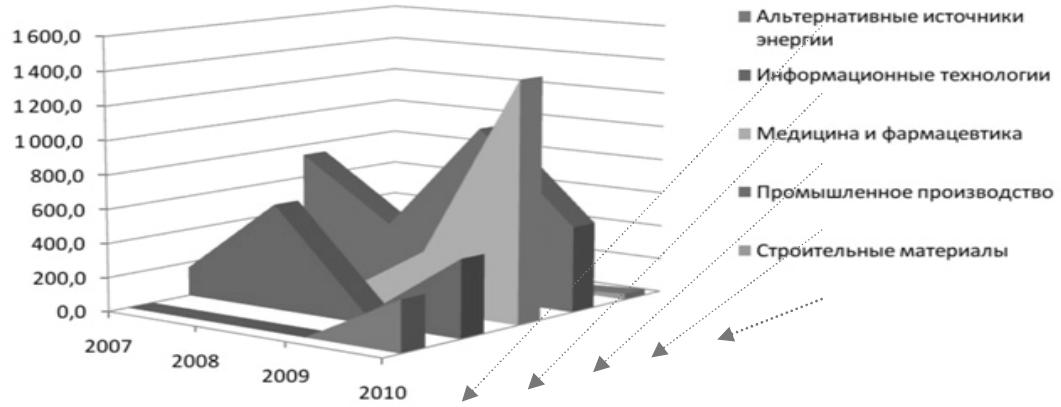


Рис. 3. Объем инвестиций фондов ОАО «Российская венчурная компания» по секторам и годам, млн. руб.

Одним из региональных партнеров ОАО «Российская венчурная компания» является Республика Татарстан. В связи с этим было подписано соглашение между Правительством Республики Татарстан и ОАО «Российская венчурная компания» о сотрудничестве и проведении совместных работ в области создания индустрии венчурного инвестирования и развития инновационных отраслей экономики Республики Татарстан (табл.) [5].

Таблица

Региональный венчурный фонд инвестиций в малые предприятия в научно-технической сфере (Республика Татарстан)

Название фонда	Управляющая компания	Размер Фонда, млн. руб.	Год создания
Республики Татарстан	Тройка Диалог	800	2006
Республики Татарстан (высоких технологий)	АК Барс капитал	300	2007

Для реализации Республиканской программы развития инновационной деятельности в РТ на 2004-2010 годы и поддержки внедрения инноваций в производство создана Государственная некоммерческая организация «Инвестиционно-венчурный фонд Республики Татарстан» (Постановление Кабинета Министров РТ № 928 от 17.11.2004 г.) [5].

Одна из важнейших функций венчурного финансирования в экономике – это поддержка малых инновационных предприятий, которые в дальнейшем развиваются и приносят большие прибыли как своим владельцам, так и экономике страны в целом. Венчурное финансирование заключается в долгосрочных инвестициях в акционерный капитал вновь создаваемых или действующих малых инновационных предприятий. Все такие операции таят высокую степень риска, поэтому венчурные капиталисты тщательно отбирают объекты для инвестирования и проводят одновременно несколько венчурных операций, создавая новые компании и работая с уже существующими. Решающая роль в успехе венчурного предприятия принадлежит как оригинальности конструктивной и технологической идеи нового продукта, так и качеству управления предприятием. Вот почему инвестор всегда проводит тщательный отбор инновационных идей в части их возможностей дальнейшей капитализации и детально оценивает состояние предприятия-реципиента и потенциал его управленческого звена. Венчурные инвесторы – создатели рисковых компаний, решившись на реализацию какой-либо идеи, организуют инициативную группу поддержки из числа известных менеджеров, юристов, ученых, специалистов-практиков и выделяют средства, необходимые для работы инвестируемой компании в течение первых двух-трех лет. В дальнейшем роль инвесторов ограничивается, в основном, оценкой пройденного периода и субсидированием следующих этапов, если имеются положительные промежуточные результаты. Особое внимание уделяется

выполнению заранее согласованного бизнес-плана, а соблюдение сроков завершения работ является условием получения дополнительных средств.

Из средств Инвестиционно-венчурного фонда Республики Татарстан осуществляется финансирование программы льготного микро-кредитования субъектов малого предпринимательства, так, в 2010 году их объем составил более 250 млн. руб.

Необходимость ускоренной коммерциализации наиболее перспективных инновационных разработок возникает в связи с постоянным обострением конкуренции на мировых рынках, в условиях бурного развития науки и техники, сопровождающегося огромным количеством новых идей, изобретений и открытий. Процесс извлечения прибыли из инноваций требует привлечения значительных инвестиций, эффективность вложения которых подвержена множеству рисков. Практически во всех странах с динамично развивающейся экономикой на основе достижений научно-технического прогресса малые предприятия лидируют в инновационной сфере деятельности, однако они не обладают достаточными ресурсными возможностями для успешной коммерциализации своих разработок.

Анализ зарубежного опыта позволяет сделать вывод о том, что для российской современной практики наиболее предпочтительны венчурные фонды с небольшими и средними активами. В США большое число фондов венчурного капитала насчитывают 10 и менее млн. долл. У этого явления есть плюсы и минусы. Чем крупнее фонд, тем он обладает большими финансовыми возможностями, а также способностью привлекать профессиональные консалтинговые фирмы для предварительного исследования получателя венчурного капитала. Поэтому создают мегафонды. Они концентрируют в себе от 2 до 4,5 и более млрд. долл. венчурного капитала. Но чем крупнее фонд, тем он менее готов рисковать, а также у него слабее связь с предпринимательским ресурсом [4]. Поэтому для российской региональной практики можно рекомендовать фонды размером 5-10 млн. долл. (150-300 млн. руб.), которые, на наш взгляд, в российских современных условиях наиболее устойчивы, и для них есть необходимые финансовые источники.

В настоящее время венчурный капитал является одним из основных и наиболее эффективных источников рискового финансирования инновационной деятельности. Это обусловлено как достаточно высокой избирательностью венчурного капитала в поисках наиболее перспективных инвестиций, так и возможностью получения повышенной нормы прибыли в случае успеха. С другой стороны, венчурный бизнес объединяет усилия инициативных владельцев свободного капитала с высоким профессионализмом предпринимателей и энтузиазмом новаторов и изобретателей. Этот сплав интересов и потенциальных возможностей позволяет отбирать многие перспективные идеи и изобретения, доводить их до уровня инноваций и затем успешно извлечь из них высокую прибыль.

Внедрение организационно-экономического механизма становления и развития венчурного инвестирования в комплексе иных мероприятий позволит создать систему венчурного инвестирования инновационной деятельности и позволит оказать существенное положительное влияние на развитие венчурного инвестирования как на микроуровне, так и на макроуровне.

Использование механизмов государственной поддержки венчурного инвестирования позволит создать региональную систему венчурного инвестирования, оказать существенное положительное влияние на развитие инновационной деятельности в целях обеспечения качественного экономического роста и повышения уровня жизни населения. На наш взгляд, для повышения эффективности результатов научной и научно-технической деятельности и внедрения новых технологий каждому субъекту Российской Федерации следует сформировать собственные венчурно-инновационные программы с использованием механизмов государственной поддержки.

Результаты научных разработок в подавляющем большинстве случаев нуждаются либо в экспорте новых технологий или наукоемкого продукта, либо в импорте оборудования, позволяющего эти результаты достичь. Но, несмотря на трудности, сохранен соответствующий научно-технический потенциал в России, что служит основой для успешной реализации начинаний правительства в инновационной области.

Таким образом, есть все основания говорить о том, что перспективы развития венчурного инвестирования в России как источника финансирования прикладных научных исследований и малых инновационных предприятий, их внедряющих, более чем обнадеживающие.

Приведенные и обоснованные в данной статье основные укрупненные направления формирования национальной системы венчурного инвестирования выделены по принципу их

наибольшего соответствия использованию венчурного капитала для развития инновационной активности, прежде всего, в производственной сфере, в научно-техническом и высокотехнологическом комплексах экономики России.

Если же в целом вести речь об активизации венчурного инвестирования в России, то можно вполне обоснованно назвать и ряд других направлений. Это и развитие посредничества между наукой и капиталом, и разработка целостного управления рисками, и развитие «культуры предпринимательства», инновационного менеджмента, самоорганизации населения и его экономической активности, стимулирование кооперации и другие.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основные направления политики Российской Федерации в области развития инновационной системы на период до 2010 года (утв. Письмом Правительства РФ от 05.08.2005 г. № 2473 п-П7).
2. Аммосов Ю.П. Венчурный капитализм: от истоков до современности. – СПб.: Феникс, 2005. – 372 с.
3. Семенова Е. Возможности инновационного типа развития // Экономист, 2006, № 3. – С. 14-26.
4. Инновационная деятельность / Законодательство субъектов РФ / Республика Татарстан / «Инновационный меморандум Республики Татарстан на 2008-2010 годы»: Инновации и предпринимательство.
5. Предварительные итоги инвестиционной деятельности фондов, созданных с участием капитала РВК, за 2010 год // Сайт о нанотехнологиях № 1 в России: URL: http: // www.nanonewsnet.ru / news/2010/predvaritelnye-itogi-investitsionnoi-deyatelnosti-fondov-sozdannykh-s-uchastiem-kapitala-r (дата обращения: 30.12.2010).

REFERENCES

1. The basic directions of a policy of the Russian Federation in the field of development of innovative system for the period till 2010 (it is confirmed by the Letter of the Government of Russian Federation from 08.05.2005 № 2473 p-P7).
2. Ammosov U.P. Venture capitalism: from sources to the present. – SPb.: Phenix, 2005. – 372 p.
3. Semenova E.T. Possibilities of innovative type of development // the Economist, 2006, № 3. – P. 14-26.
4. Innovative activity / the Legislation of subjects of the Russian Federation / Republic of Tatarstan / «The Innovative memorandum of the Republic of Tatarstan for 2008-2010»: Innovations and business.
5. Preliminary results of investment activity of the funds created with participation of capital PBK, for 2010 // The Site about nanotechnologies № 1 in Russia: URL: http: // www.nanonewsnet.ru / news / 2010 / predvaritelnye-itogi-investitsionnoi-deyatelnosti-fondov-sozdannykh-s-uchastiem-kapitala-r (reference date: 30.12.2010).

УДК 342+346+347
Ланцов В.М. – доктор химических наук, профессор
Киреева Т.М. – доцент
Афанасьева А.Н. – ассистент
Кириллова В.Э. – старший преподаватель
E-mail: sabirov@kgasu.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЖКХ В РОССИИ

АННОТАЦИЯ

Обоснованно выделен комплекс основных проблем управления в жилищно-коммунальных хозяйствах на базе многоквартирных домов, который возник в результате несовершенства действующего законодательства и создает угрозы осуществлению прав собственности россиян на жилище и жизнь. Выявление проблем рассматривается в качестве основания для их последующего решения на законодательном и гражданско-правовом уровне управления и выработки рекомендаций по их решению.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЖКХ, закон, управление, жилище, жилье, собственность, способ управления, управляющая организация.

Lantsov V.M. – doctor of chemical sciences, professor
Kireeva T.M. – associate professor
Afansieva A.N. – assistant
Kirillova V.E. – senior lecturer
Kazan State University of Architecture and Engineering

MODERN PROBLEMS OF HOUSING AND COMMUNAL SERVICES IN RUSSIA

ABSTRACT

Reasonably the complex of the basic problems of management in housing and communal services on the basis of apartment houses which has resulted from imperfection of the current legislation is allocated and creates threats to realization of the property rights of Russians on dwelling and a life. Revealing of problems is considered as the basis for their subsequent decision at legislative and civil-law level of management and development of recommendations about their decision.

KEYWORDS: housing and communal services, law, management, dwelling, habitation, the property, way of the management, the operating organization.

Анализ прогрессивного мирового наследия в создании ЖКХ и управлении в таких хозяйствах приводит к следующему выводу в отношении государственного регулирования собственности в ЖКХ. Осуществление гражданами собственности на многоквартирный дом как на единое жилищно-коммунальное хозяйство возможно только при условии, что такие граждане образуют общее коммунальное хозяйство на базе общего недвижимого имущества и внутри такого хозяйства создают частные (квартирные) жилищные хозяйства, на которые осуществляют частную собственность. Только при создании жилищной коммуны (коллективного собственника домовладения) или образованного ею юридического лица такие граждане вправе и способны осуществлять самоуправление охраной, содержанием и эксплуатацией общего имущества в своем общем доме. Те же граждане в роли собственников жилья не должны нести бремя осуществления общей коммунальной собственности. Они вправе осуществлять свободу личной жизни и свободу частной собственности внутри своих квартир, не нанося ущерба общей собственности и правам собственников других жилищных хозяйств в данном доме.

Если гражданам предоставить право собственности на жилые помещения (жилье) и изъять у этих граждан право собственности на общее имущество или (и) создать им препятствия для осуществления общей собственности на общее имущество в домовладении, то

общее имущество может стать бесхозным и власть над ним может быть захвачена разными сторонними лицами. В этом случае необходимо учитывать специфику общего недвижимого имущества в многоквартирном доме, без доступа к которому никто из собственников жилья не сможет получить доступ в свою квартиру и осуществлять частную собственность на жилье. Поэтому захват такого имущества (объектов естественной монополии) сторонними лицами может приводить к тому, что лица, захватившие такое имущество, будут требовать любую плату за пользование их имуществом, а не за неуплату таких поборов отбирать собственность на жилье и выселять бывших собственников жилья на улицу.

При таком характере распределения власти в многоквартирном доме возникнут проблемы у граждан – собственников жилья, у «управляющих домом организаций», у органов местного самоуправления и органов государственной власти. Выявление таких проблем и угроз праву граждан на жилище, на жилье и на создание домовладельцами самоуправленческих организаций для совместного решения вопросов охраны, содержания, эксплуатации и ремонта своего общего жилища оказалось чрезвычайно актуальным для современного состояния дел в российских ЖКХ.

Цель данной работы – выявление высших по иерархии проблем управления в жилищно-коммунальном хозяйстве России (в ЖКХ) в привязке к анализу действующего в России законодательства. Это позволит найти ключ к решению проблем, возникающих у разных участников российской системы управления в ЖКХ.

Авторы исходят из того, что высшим законом народного и гражданского самоуправления в Российской Федерации является Конституция. Согласно части 1 статьи 15 Конституции РФ ее нормы имеют высшую юридическую силу и прямое действие на всей территории Российской Федерации, а согласно статье 2 и нормам главы 2 защита прав и свобод человека и гражданина является обязанностью государства.

Высшим отраслевым законом управления в ЖКХ является Жилищный кодекс (ЖК РФ), который должен соответствовать Конституции РФ и не должен использоваться для изъятия у россиян прав на жилище и жизнь.

Прямым образом вопросы (само)управления в ЖКХ определены в статье 161 ЖК РФ, а также в главах 6, 11-14 ЖК РФ. В статье 161 установлено следующее правило: «Собственники помещений в многоквартирном доме обязаны выбрать один из способов управления многоквартирным домом:

1) непосредственное управление собственниками помещений в многоквартирном доме;
2) управление товариществом собственников жилья либо жилищным кооперативом или иным специализированным потребительским кооперативом;
3) управление управляющей организацией».

При попытке граждан – собственников жилья – исполнить данную норму закона возникает «понятийная проблема». Она возникает потому, что в законодательстве России нет ответов на вопросы:

- что такое «управление» и как применять это термин к управлению (движением?) недвижимого имущества?
- что такое «непосредственное (само)управление» и какое отношение такое «управление» имеет к деятельности «собраний собственников помещений», которые без организации юридического лица принимают решения большинством голосов, а не единогласием?
- почему собственники жилья, а не участники общей собственности на общее имущество, должны осуществлять общую собственность на многоквартирный дом и создавать систему (само)управления?
- на каком основании субъект, который назван «товариществом собственников жилья» (ТСЖ), не будучи собственником многоквартирного дома, вправе решать вопросы об управлении содержанием общего имущества в доме, если это имущество ему не принадлежит?
- что такое «жилищный кооператив», который не является собственником кондоминиума (не владеет неделимым паевым фондом), т.е. не является жилищным кооперативом, и который представляет собой неизвестную в истории права новую, не определенную законом организационно-правовую форму?
- кто такое «способы управления» и какое отношение они имеют к данному в статье 161 ЖК РФ перечислению? И т.д.

На основе детального анализа содержания, смысла, назначения и опыта применения ЖК РФ [1, 2] авторы выявили следующую группу основных проблем управления в российских ЖКХ.

Во-первых, в статьях 1, 15, 16 ЖК РФ осуществлена подмена понятия конституционного термина «жилище» на термины «жилое помещение», в статье 36 ЖК РФ – на термин «помещение». Руководствуясь опытом и здравым смыслом, авторы считают, что многоквартирный дом представляет собой конструкцию, внутри которой находятся жилые и иные помещения, не существующие вне конструкции дома. Без внутренней отделки и стационарного оборудования жилые помещения представляют собой воздушные пространства, объем которых ограничен стенами и перекрытиями, которые не входят в понятие «жилое помещение».

Во-вторых, при осуществлении собственности на многоквартирный дом совладельцы такого дома должны оставлять в общей («коммунальной») собственности все общее недвижимое имущество, обособляя в частную собственность права на помещения в доме. В результате договорного распределения прав на разные виды недвижимого имущества совладельцы многоквартирного дома превращают его в общее коммунальное хозяйство, внутри которого находится два и более частных (жилищных) хозяйства. С одной стороны, осуществляя общую собственность, совладельцы дома (домовладельцы) становятся участниками общей собственности (членами жилищной коммуны), а с другой – собственниками жилья в таком доме. Так должно быть, если признавать прогрессивный опыт создания ЖКХ и самоуправления общей собственностью в нем.

Подмена понятия «жилище» на понятие «жилье» привела к ликвидации института общей коммунальной собственности на общее имущество в многоквартирном доме. Домовладельцы превратились в собственников жилья, утратив статус объединения участников общей коммунальной собственности на общее имущество в многоквартирном доме. Общее имущество в таком доме превратилось в бесхозное имущество, не имеющее собственника, монопольно осуществляющего власть над таким имуществом. Автоматически ликвидирована необходимость самоуправления для осуществления такой власти (общей коммунальной собственности).

С позиций затрат на строительство многоквартирного дома у граждан – совладельцев дома – изъято право на имущество, цена которого составляет примерно 85 % от затрат на строительство общего многоквартирного дома.

В-третьих, в статье 36 ЖК РФ к вопросу о собственности на общее имущество в многоквартирном доме и в домовладении, при «объявлении» собственников жилых помещений «участниками общей долевой собственности» на общее имущество в домовладении, допущены следующие грубейшие политические и правовые ошибки.

Первое, собственник помещения и участник общей собственности – разные понятия, которые путать нельзя. Собственник помещения называется «собственником помещения» потому, что никакой другой собственностью он не обладает. В качестве собственника помещений он реализует свободу личной жизни в своем помещении и свободу частной собственности внутри своего помещения, неся бремя такой собственности. Участник общей собственности несет бремя только такой собственности. Гражданин может быть одновременно собственником помещения, участником общей коммунальной собственности, собственником других вещей, но нельзя собственника помещения называть участником общей собственности на дом или на иную вещь, чтобы потом заставлять его нести бремя собственника на не принадлежащую ему вещь.

Второе, объявив граждан – собственников жилья – участниками общей долевой собственности на общее имущество в многоквартирном доме, федеральный законодатель «забыл» фактически и юридически наделить таких граждан правом долевой собственности. Общее имущество в многоквартирном доме не передано в долевую собственность гражданам – собственникам жилья. Никаких правообразующих и правоустанавливающих такую собственность документов у таких граждан нет. У них имеются свидетельства о праве собственности на жилье, но нет документов, удостоверяющих право на долю в общем имуществе, включая земельный участок.

Третье, объявив граждан – собственников жилья – участниками общей долевой собственности на общее имущество в многоквартирном доме, федеральный законодатель «забыл» или не сумел определить формулу расчета такой «доли». В статье 37 ЖК РФ установлено, что «доля в праве общей собственности на общее имущество в многоквартирном доме собственника помещения в этом доме пропорциональна размеру общей площади указанного помещения». Законодатель «забыл» установить «коэффициент пропорциональности», создав проблему определения такого коэффициента и неопределенность при разрешении судебных споров [3]. В

результате возникновения такой проблемы органы местного самоуправления, граждане, являющиеся собственниками приватизированного жилья, не имеют законно определенной «доли в праве общей собственности на общее имущество в многоквартирном доме».

Четвертое, федеральный законодатель «забыл», что понятие «доля в праве общей собственности» носит условный характер, и никто из участников такой собственности не имеет права принимать самостоятельное решение в отношении общей собственности, поскольку монополистом в отношении власти над общим имуществом он не является. Только все вместе такие участники образуют одного единого собственника – монополиста. Только при единогласном решении такие участники могут осуществлять общую собственность в случае непосредственного осуществления собственности или должны создавать юридическое лицо, принимая решение большинством голосов согласно учредительным документам. При числе участников общей собственности более 4-5 создание юридического лица для осуществления общей собственности является необходимым для исключения «проблемы неуправляемости». Федеральный законодатель «забыл» о существовании такой проблемы и о необходимости создания такого юридического лица. Это означает, что даже при передаче гражданам – собственникам жилья – разумно определенной «доли в праве общей собственности» такие граждане не смогут справедливо и законно осуществлять такую собственность, если число собственников квартир будет более 4-5-ти.

В-четвертых, в статье 48 (часть 3) ЖК РФ установлено: «Количество голосов, которым обладает каждый собственник помещения в многоквартирном доме на общем собрании собственников помещений в данном доме, пропорционально его доле в праве общей собственности на общее имущество в данном доме». Это означает, что для того, чтобы решать вопросы о содержании и эксплуатации общего имущества в доме граждане – собственники жилья – должны иметь право голоса и число голосов для участия в таком собрании. Если такие граждане не обладают указанной долей, то они не обладают «правом голоса» и не имеют право решать вопросы о содержании и эксплуатации общего имущества и «выбирать способ управления многоквартирным домом», в том числе не имеют право создавать ТСЖ.

В-пятых. Общее имущество в многоквартирном доме представляет собой особый вид недвижимости, который получил название «объекты естественной монополии» (ОЕМ). Объектами естественной монополии называются такие виды недвижимого имущества, вне которого объекты частной собственности физически не существуют или не могут использоваться по назначению. Поэтому власть над такими объектами является не только властью над вещью, но и властью над людьми, которые не могут осуществлять права на частное имущество без доступа к ОЕМ. По этой причине собственность на такие объекты называется не общей собственностью, а «общей коммунальной собственностью». Лица, которые захватывают власть над ОЕМ в масштабе городов и государств получили, в Древней Греции название «олигархи». Изъятие у россиян прав на общее имущество в домовладении, которое в Древнем Риме было названо «кондоминиумом», и захват власти над ним разными «управляющими организациями» означает создание в России невиданной в истории человечества «армии домовладельческих олигархов». Это создает угрозу основам гражданской, народной, национальной и государственной безопасности.

Для выявления проблем граждан при осуществлении собственности на многоквартирный дом авторы провели анализ применения Жилищного кодекса РФ, условий и правил правоотношений собственников жилья с разными «управляющими организациями» в городах и районах Республики Татарстан, в г. Москва, а также в ряде других регионов России. Результаты такого анализа и некоторого опыта судебного разрешения споров опубликованы в работах [1, 3-5]. Анализ такого опыта подтверждает актуальность и значимость выявленных проблем и необходимость их решения.

На основе изучения условий и правил государственного директивного управления и регулирования деятельности граждан в качестве собственников жилища и жилья, а также на основе изучения опыта применения действующего законодательства авторы приходят к следующим **выводам:**

1) В законодательстве Российской Федерации отсутствуют нормы, позволяющие гражданам осуществлять самоуправление в многоквартирных домах в целях реализации прав собственности на жилище. За счет подмены конституционного понятия «жилище» на понятие «жилое помещение» у граждан России оказалось изъятым право на жилище, в том числе на большую часть жилища, и возникли проблемы «выбора способа управления домом» [1, 2, 4].

В сложившихся условиях граждане – собственники жилья – не имеют прав и возможности осуществлять самоуправление в своих многоквартирных домах, не способны и не должны соблюдать норму статьи 161 ЖК РФ о «выборе способа управления многоквартирным домом». До тех пор, пока такие граждане не станут владельцами долевых прав собственности, они не вправе осуществлять такой или иной «выбор» и создавать необходимую самоуправленческую организацию.

2) Общее имущество в многоквартирном доме, права на которое не доданы гражданам, приватизировавшим или построившим квартиры, превратилось в «бесхозное имущество», власть над которым незаконно захватывают разные управляющие организации. Эти организации в явочном порядке направляют в адрес собственников жилья «счета-фактуры», требуя с них «оплату коммунальных услуг» за содержание чужого имущества. За неоплату такого незаконного побора по-волюнтаристски установленным «тарифам» лиц, не являющихся собственником общего имущества, управляющие организации на основе решения суда могут выселять собственников из дома и жилья на улицу.

В условиях, когда нормами ЖК РФ фактически аннулировано правило статьи 40 (часть 3) Конституции РФ о праве малоимущих граждан на жилище, указанные незаконные поборы создают угрозу утраты прав на жилище для большинства граждан России. На основе оценки распределения граждан по доходам и темпов роста неправомерных поборов за жилище угроза выселения их жилища и жилья в недалеком будущем станет актуальной для 80-90 % россиян [6].

3) Налоговое регулирование прав граждан на жилище оказывается несправедливым. С граждан, обладающих правом только на жилье и не обладающих (фактически и юридически) правом собственности на общее имущество, налог взимается за не принадлежащее им общее имущество, в том числе на земельный участок под домом. Налогом на жилище обременены даже дети, в том числе грудные, если они являются собственниками жилья. Это несправедливо и создает проблему для воспроизводства россиян, для защиты детства и материнства [7-9].

4) Разрушение систем ЖКХ и самоуправления домовладельцев в многоквартирных домах сопровождается девальвацией и дискредитацией кооперативной формы собственности и угрозой возникновения «армии домовладельческих олигархов».

5) Необходимость решения выявленных проблем является крайне актуальной [1-4, 6-9] для органов государственной власти (федеральной, областной), для органов местного самоуправления, для всех «управляющих домами организаций», а также [10] для рядовых граждан – собственников и пользователей жилья.

В результате выявления указанных проблем в ЖКХ, а также при строительстве и создании ЖКХ, в том числе с использованием «ипотеки», авторы выработали и обнародовали [2, 7-9, 11, 12] ряд предложений, направленных на решение таких проблем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ланцов В.М., Шаймарданова А.Н., Киреева Т.М., Устинов А.Э. Жилищно-коммунальное хозяйство: основы теории и критический анализ российского опыта. – Казань: ЗАО «Новое знание», 2008. – 504 с.
2. Ланцов В.М., Киреева Т.М. Анализ Жилищного кодекса и его «коррупциогенности». Проект «Основ начал жилищного законодательства», нужных для защиты прав граждан на жилище. –Казань: ЗАО «Новое знание», 2010. – 420 с.
3. Ланцов В.М., Устинов А.Э., Ланцов М.В. Проблема определения доли в праве обшей собственности в многоквартирном доме // «Вестник Владимирского юридического института», 2010, № 1 (14). – С. 90-93.
4. Ланцов В.М., Сабиров С.И., Шаймарданова А.Н., Хусаинова Ф.Ш., Заббарова Р.Р. «Управление» многоквартирным домом: проблема выбора. – Казань: ЗАО «Новое знание», 2007. – 96 с.
5. Ланцов В.М., Киреева Т.М., Фаррахов А.Г., Фаизова Р.Р. Ростовщичество и лихва в кредитных договорах и в финансовой политике. – Казань: ЗАО «Новое знание», 2009. – 248 с.
6. Ланцов В.М., Шаймарданова А.Н. Стратегии России: примеры анализа. Учебно-методическое пособие. – Казань: ЗАО «Новое знание», 2005. – 204 с.
7. Ланцов В.М., Киреева Т.М., Афанасьева А.Н., Закиров И.Р, Зиятдинова Ф.Ф. Гражданская инициатива: проект изменения закона о «материнском капитале». – Казань: ЗАО «Новое знание», 2010. – 56 с.

8. Шаймарданова А.Н., Батькаева Р.Р. Разработка рекомендаций по изменению закона «О налоге на имущество физических лиц» // Сборник тезисов участников Всероссийского конкурса молодежи образовательных и научных учреждений на лучшую работу «Моя законодательная инициатива». Государственная Дума РФ. – М.: НО «Интеграция», 2006. – С. 531.
9. Сабиров С.И. Разработка рекомендаций по совершенствованию законодательства в жилищной сфере РФ / Сборник тезисов участников Всероссийского конкурса молодежи образовательных и научных учреждений на лучшую работу «Моя законодательная инициатива». Государственная Дума РФ. – М.: НО «Интеграция», 2006. – С. 531-532.
10. Афанасьева А.Н., Устинов А.Э., Ланцов М.В., Ланцов В.М. Метод экономико-правовой минимизации налога на жилище и на жилье // «Вестник Владимирского юридического института», 2010, № 2 (15). – С. 53-55.
11. Ланцов В.М., Ланцов М.В., Устинов А.Э. Гражданская инициатива: проект закона «Основные начала жилищного законодательства». – Казань: ЗАО «Новое знание», 2010. – 124 с.
12. Ланцов В.М., Янаков В.Н., Киреева Т.М., Ланцов М.В. Гражданская инициатива: почему и как необходимо изменить закон об ипотеке. – Казань: «Новое знание», 2010. – 172 с.

REFERENCES

1. Lantsov V.M., Shaymardanova A.N., Kireeva T.M., Ustinov A.E. Housing and communal services: bases of theory and critical analysis of the Russian experience. – Kazan: Joint-Stock Company «Novoe znaniye», 2008. – 504 p.
2. Lantsov V.M., Kireeva T.M. Analysis of the Housing code and its «corruption». The project «Bases of the beginnings of housing legislation», the rights of citizens necessary for protection to dwelling. – Kazan: Joint-Stock Company «Novoe znaniye», 2010. – 420 p.
3. Lantsov V.M., Ustinov A.E., Lantsov V.M. The problem to share definitions in the right of common ownership in an apartment house // «Vestnik Vladimirskogo yuridicheskogo instituta», 2010, № 1 (14). – P. 90-93.
4. Lantsov V.M., Sabirov S.I., Shaymardanova A.N., Khusainova F.S., Zabbarova R.R. «Management» of an apartment house: a choice problem. – Kazan: Joint-Stock Company «Novoe znaniye», 2007. – 96 p.
5. Lantsov V.M., Kireeva T.M., Farrakhov A.G., Faizova R.R. Usury and interest in credit contracts and in the financial policy. – Kazan: Joint-Stock Company «Novoe znaniye», 2009. – 248 p.
6. Lantsov V.M., Shaymardanova A.N. Strategy of Russia: analysis examples. The educational - methodical grant. – Kazan: Joint-Stock Company «Novoe znaniye», 2005. – 204 p.
7. Lantsov V.M., Kireeva T.M., Afanaseva A.N., Zakirov I.R, Ziyatdinova F.F. Civil initiative: the project of change the Law on «Parent capital». – Kazan: Joint-Stock Company «Novoe znaniye», 2010. – 56 p.
8. Shaymardanova A.N., Batkaeva R.R. Development of recommendations about law change «About the tax to property of physical persons» // The collection of theses of participants of the All-Russia competition of youth educational and scientific institutions for the best work «Moya zakonodatelnaya inisiativa». The State Duma of the Russian Federation. – M: NO «Integrasiya», 2006. – P. 531.
9. Sabirov S.I. Working of recommendations about legislation perfection in housing sphere of the Russian Federation / Collection of theses of participants of the All-Russia competition of youth educational and scientific institutions for the best work «My legislative initiative». State Duma of the Russian Federation. – M: NO «Integrasiya», 2006. – P. 531-532.
10. Afanaseva A.N., Ustinov A.E., Lantsov M.V., Lantsov V.M. Method of economic-legal minimization of the tax to dwelling and on habitation // «Vestnik Vladimirskogo yuridicheskogo instituta», 2010, № 2 (15). – P. 53-55.
11. Lantsov V.M., Lantsov M.V., Ustinov A.E. Civil initiative: a bill «Osnovniye nachala zhilishnogo zakonodatelstva». – Kazan: Joint-Stock Company «Novoe znaniye», 2010. – 124 p.
12. Lantsov V.M., Yanakov V.N., Kireeva T.M., Lantsov M.V. Civil initiative: why and how necessary to change the Law on the mortgage. – Kazan: «Novoe znaniye», 2010. – 172 p.

УДК 332.83:338.46
Миронова М.Д. – кандидат педагогических наук, доцент
E-mail: marg.mironova2011@yandex.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

АНАЛИЗ, СУЩНОСТЬ И ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ КАК МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОЙ СФЕРЫ

АННОТАЦИЯ

В исследовании выявлены и классифицированы риски в жилищно-коммунальной сфере, дана оценка убытков в стоимостном выражении при наступлении неблагоприятного события для предприятия ЖКХ. Рассмотрено влияние эффективных затрат на величину максимального ущерба, вызванного негативными факторами различной природы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: риски в жилищно-коммунальной сфере, эффективные затраты, максимальный ущерб.

Mironova M.D. – candidate of pedagogic sciences, associate professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

ANALYSIS, ESSENCE AND PRINCIPLES OF RISK MANAGEMENT AS THE METHODOLOGICAL BASIS OF INNOVATIVE DEVELOPEMENT OF HOUSING AND PUBLIC SERVICES ENTERPRISE MANAGEMENT SYSTEM

ABSTRACT

The risks in housing-and-municipal sphere are revealed and classified in this research. The estimation of losses in cost expression at approach of adverse event for the housing and communal services enterprise is given. Influence of effective expenses on size of the maximum damage caused by negative factors of the various nature is considered.

KEYWORDS: risks in housing-and-municipal sphere, effective expenses, the maximum damage.

Жилищно-коммунальное хозяйство как важнейшая отрасль экономики обеспечивает непрерывное производство жилищно-коммунальных услуг, формирует качественные показатели среды жизнеобеспечения человека. Эффективность экономических преобразований в жилищно-коммунальной сфере во многом определяется стратегической направленностью системы управления, позволяющей предприятиям ЖКХ адаптироваться к изменяющимся рыночным условиям. С целью создания условий успешного функционирования и развития отрасли необходимо провести классификацию и оценку вероятности наступления негативных событий. Данные негативные события являются проявлением потенциальной (скрытой, латентной) или реальной (явной) угрозы или опасности. В практике управления доминирует подход, при котором ожидаемые нежелательные события рассматриваются как угроза или риски. Согласно определению Л.Н. Тэпмана, риск «…является одним из видов опасности, связанной с политической, социальной и экономической деятельностью людей, реально осознаваемой, вероятностно оцениваемой, для минимизации которой имеются ресурсы и возможности» [1]. Таким образом, в основе категории «риск» лежит понятие «опасность». Это объективная закономерность, «…обуславливающая процессы количественного и качественного изменения мега-, макро-, мезо – и микросистем, воспринимаемых в форме угрозы жизненно важным интересам людей» [2]. Неблагоприятным событиям, относящимся к категории «рисков» присущи такие черты, как нежелательность, неопределенность, случайность. Последствия рисков чаще всего проявляются в виде финансовых потерь.

В научной литературе, посвященной теориям оптимального управления, риск рассматривается как «…атрибутивная общесоциологическая характеристика любого вида целесообразной деятельности человека, осуществляемой в условиях ресурсных ограничений и наличия возможности выбора оптимального способа достижения осознанных целей в условиях

информационной неопределенности. Никакая гениальность, никакие способности человека не могут уничтожить риск. Существуют лишь способы смягчить его последствия» [3].

Риски характеризуют вероятность наступления во времени событий, ведущих к изменению равновесий устойчивости социально-экономических систем. Их источник – условия и факторы, обусловливающие неопределенность информации, являющейся невосполнимым непроизводственным ресурсом, распределенным асимметричным образом.

В исследованиях по теории управления выделяется множество видов неопределенности. Большинство из них связано не с эффектом непосредственного воздействия на целевые показатели организации, а с временным параметром этого влияния. Неопределенность существует относительно того, когда это произойдет.

Теория системности рассматривает риски как свойство, присущее любым видам целесообразной деятельности. Оно проявляется в качестве вероятностной неопределенности реализации целевых функций, характер, содержание, направленность и условия, достижения которых до конца не ясны субъекту, принимающему решения.

Теории социально-экономической динамики позволяют оценивать и прогнозировать риски в условиях асимметричного распределения информации, исследовать их как постоянно меняющиеся во времени. Устойчивость и развитие экономических систем на микроуровне в значительной мере обусловлено изменениями в системах более высокого порядка, цели которых могут находиться в противоречии с экономическими интересами конкретных подсистем. Поэтому вероятность наступления и уровень большинства рисков находятся в зависимости от эффектов, имеющих полисистемный характер. Данные эффекты абсолютно не поддаются контролю со стороны лиц, принимающих решения по выбору инструментов экономической политики. Чем выше степень воздействия по времени полисистемных эффектов на экономические процессы, тем труднее прогнозировать динамическую вероятность и масштаб рисков на основе методов математической вероятности. Большинство полисистемных эффектов носят нестатистический характер. Теории социально-экономической динамики на основе различных методов оценки асимметричности распространения экономической информации и полисистемных эффектов позволяют более точно прогнозировать структуру и масштабы потребительских, отраслевых, территориальных, политических, социальных рисков. Данные риски оцениваются через систему качественных показателей и количественных долей.

В качестве другого направления исследования сущности рисков можно выделить работы, в которых риски рассматриваются как результат накопления регрессивного потенциала [4]. Данный подход своими корнями восходит к теориям исторического и технологического прогресса, в которых основное внимание было сосредоточено на исследовании таких характеристик деструктивных рисков, как:

1) невосполнимость утраты свойств, качеств, материальных и духовных ценностей, бывших полезными в прошлом, но исчезающих в настоящем;
2) появление новых свойств, качеств, материальных и духовных ценностей, масштаб угроз и регрессивный потенциал которых в будущем не определен;
3) снижение уровня пороговой безопасности по мере создания новых производств, технологий и распространения новых видов оружия;
4) возрастание экологических угроз и вызовов по мере роста промышленного потенциала.

При рассмотрении рисков в жилищно-коммунальной сфере наступление неблагоприятных событий влечет за собой не только невозможность получения ожидаемой прибыли, но и вероятность потерь в результатах производственной деятельности, выражающихся в недостаточном количестве и низком качестве производимых жилищно-коммунальных услуг.

Для предприятия ЖКХ негативные события способны нанести определенный ущерб, измеряемый в стоимостном выражении. В определенных ситуациях величина ущерба может стать катастрофической. В ситуации катастрофы величина ущерба в результате неблагоприятного события значительно превышает величину собственных средств предприятия.

Согласно полученным нами экспертным оценкам, в сфере ЖКХ наиболее высокие риски обусловлены событиями, представленными в таблице. Здесь также представлены количественные оценки величины материального ущерба $S_{ущ}$ и величины ущерба с учетом вероятности наступления неблагоприятного события $M_{ущ}$ в деятельности предприятий ЖКХ.

Таблица

Количественные оценки величины материального ущерба $S_{ущ}$ и величины ущерба с учетом вероятности наступления неблагоприятного события $M_{ущ}$ в процессе деятельности предприятия ЖКХ

N п/п	Событие, оказывающее негативное воздействие на показатели деятельности предприятий ЖКХ	Оценка риска, r	Оценка величины материального ущерба, $S_{ущ}$, млн. руб.	Оценка величины материального ущерба с учетом вероятности наступления неблагоприятного события, $M_{ущ}$, млн. руб.
1	Производственно-технологические риски			
1.1	Неисправность оборудования	0,034	10	0,34
1.2	Аварии основного оборудования	0,028	10	0,28
1.3	Недостаточное техническое перевооружение отрасли	0,023	10	0,23
1.4	Износ основных фондов	0,034	10	0,34
2	Риски, обусловленные субъективными факторами			
2.1	Недостаток квалифицированных кадров в отрасли	0,034	8	0,272
2.2	Недостаточное качество управленческих решений	0,034	5	0,17
2.3	Отсутствие у предприятий ЖКХ опыта осуществления инвестиционных проектов	0,023	6	0,138
3	Риски, обусловленные ограниченностью или недостатком ресурсов			
3.1	Введение ограничений на использование местных природных ресурсов	0,034	4	0,136
3.2	Перебои энергоснабжения и поставок топлива	0,027	4	0,108
4	Риски, обусловленные изменениями институциональной среды			
4.1	Ужесточение экологических требований в регионе хозяйствования предприятий	0,028	-	-
4.2	Падение платежеспособного спроса в географическом секторе рынка сбыта	0,026	-	-
4.3	Появление новых хозяйствующих субъектов-конкурентов в отрасли	0,026	-	-
4.4	Экономический кризис	0,026	-	-
4.5	Монополия отрасли	0,032	-	-
4.6	«Открытые возможности» для экономических преступлений и злоупотреблений	0,22	-	-
4.7	Инвестиционная неопределенность в связи с отсутствием четких правил игры	0,21	-	-
	Суммарная величина	0,45	67	2,014

Степень влияния различных факторов на эффективность деятельности предприятия ЖКХ можно оценить с помощью количественных показателей влияния величины эффективных затрат на снижение ущерба от вероятных негативных для отрасли событий.

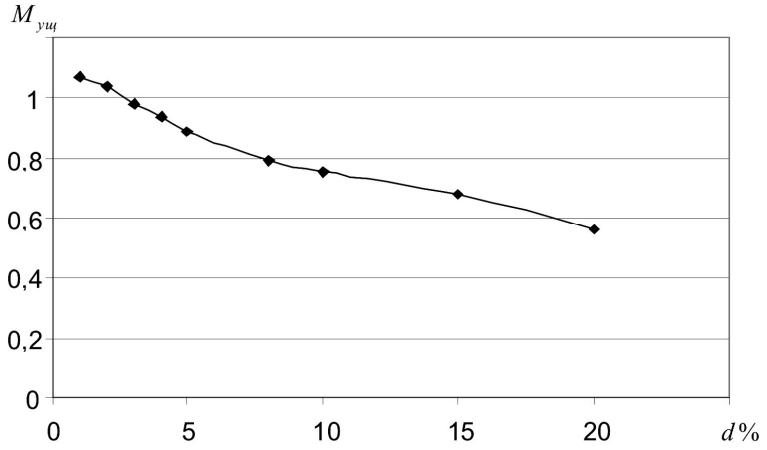


Рис. 1. Влияние эффективных затрат d% на величину максимального ущерба $M_{ущ}$, вызванного производственно-техническими рисками (с учетом вероятности наступления неблагоприятного события)

Рассчитаем коэффициент эффективности ($К_{эфф}$) использования затрат по минимизации вероятного ущерба (1):

$$K_{эфф} = \frac{M_{\max} - M_{ущ}}{\mathrm{d}_{эфф}}, \quad (1)$$

где $d_{эфф}$, млн. руб. – затраты на проведение эффективных мероприятий по снижению величины ущерба от негативных производственно-технических факторов с учетом их вероятности;

$М_{ущ,}$, млн. руб. – величина возможного ущерба при проведении эффективных предупреждающих потери мероприятий;

$М_{max}$, млн. руб. – величина максимального ущерба с учетом вероятности наступления неблагоприятного события.

Коэффициент $К_{эфф}$ показывает величину уменьшения вероятного ущерба на каждый затраченный рубль проведенных мероприятий по минимизации рисков. Зависимость $К_{эфф}$ от эффективных затрат представлена на рис. 2.

Величина коэффициента эффективности затрат резко снижается при увеличении объема затрат на проведение мероприятий по минимизации последствий вследствие наступления неблагоприятных событий. Порог эффективности лежит в интервале 10 % <d<15 %, при этом величина ущерба будет находиться в интервале (57 %; 63,6 %). Таким образом, можно ожидать снижение возможного ущерба от 36,4 % до 43 % от максимальной величины, соответственно.

Рассмотрим влияние эффективных затрат d % на величину максимального ущерба $М_{ущ}$, вызванного субъективными факторами.

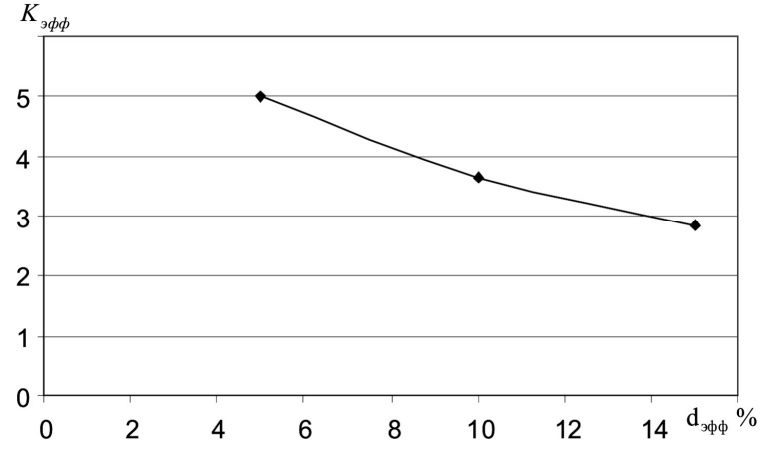


Рис. 2. Зависимость $К_{эфф}$ от величины затрат d % на проведение эффективных мероприятий по минимизации убытков вследствие негативных событий для деятельности предприятия ЖКХ

В этом случае порог эффективности затрат на минимизацию ущерба находится в интервале 5 %<d<10 % от величины максимального ущерба, при этом величина убытков с учетом вероятности неблагоприятных событий снижается с величины 63,6 % до 45,5 % .

Количественная оценка влияния эффективных затрат на величину максимального ущерба, обусловленного ограниченностью или недостатком ресурсов, дала следующие результаты. Порог эффективности затрат на минимизацию ущерба находится в интервале 5 %<d<10 % от величины максимального ущерба, при этом величина вероятных убытков для предприятия жилищно-коммунальной сферы снижается с величины 68 % до 50,5 % от максимально возможной.

Следовательно, система управления предприятием ЖКХ должна генерировать инновационные управленческие решения с учетом степени влияния факторов, негативно влияющих на устойчивость и развитие предприятия. Повышение эффективности деятельности предприятий ЖКХ будет обусловлено внедрением управленческих инноваций, связанных с идентификацией, анализом рисков и принятием решений, которые включают минимизацию отрицательных последствий наступления рисковых событий деятельности в целях оздоровления отрасли в целом и повышения ее инвестиционной привлекательности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тэпман Л.Н. Риски в экономике: Учебное пособие / Под ред. В.А. Швадара. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002.
2. Ермасова Н.Б. Риск-менеджмент организации: Учебно-практическое пособие. – М.: Изд-во «Дашков и К°», 2008. – 380 с.
3. Хьелл Л., Зиглер Д. Теории личности. – СПб.: Питер, 2002. – 342 с.
4. Мельников А.В., Волков С.Н., Нечаев М.Л. Математика финансовых обязательств. – М.: ГУ ВШЭ, 2001.

REFERENCES

1. Tapman L.N. Risks in economy: the Manual / under the editorship of V.A. Shvadara. – M.: JUNITI-DANA, 2002.
2. Ermasova N.B. Risk-management of the organization: the Uchebno-practical grant. – M.: «Dashkov and Co», 2008. – 380 p.
3. Hell L., Zigler D. Theory of the person. – SPb.: Peter, 2002. – 342 p.
4. Melnikov A.B., Volkov S.N., Nechaev M.L. Mathematics of financial obligations. – M.: GU VSE, 2001.

УДК 338(075.8)
Сабиров И.С. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: strug@inbox.ru
Мурафа А.А. – аспирант
E-mail: anna.murafa@gmail.com
Каримова М.А. – соискатель
E-mail: mary.karimova@gmail.com
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ В ПРОЕКТАХ ДЕВЕЛОПМЕНТА

АННОТАЦИЯ

Разработана методика количественной оценки качества местоположения. Экономический потенциал местоположения необходимо оценивать в предынвестиционной фазе различных проектов девелопмента. Качество местоположения определяется в основном физическими параметрами земельного участка, окружением и затратами ресурсов на доступ к участку.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: управление недвижимостью, девелопмент, местоположение, ситус.

Sabirov I.S. – candidate of technical sciences, associate professor
Murafa A.A. – post-graduate student
Karimova M.A. – researcher
Kazan State University of Architecture and Engineering

APPRAISAL OF THE ECONOMIC PROPERTY LOCATION IN THE DEVELOPMENT PROJECTS

ABSTRACT

Here we demonstrate the method of quantitative appraisal of the property location potential. This economic potential should be evaluated during the pre-investment phase of the development projects of any kind. The quality of the property location depends on the physical parameters, on the neighborhood and also on the costs related to the site access.

KEY WORDS: property management, real estate development, property location, situs.

При выборе земельного участка для реализации девелоперских проектов большое значение имеет местоположение этого участка [4]. Удачное местоположение объекта недвижимости предоставляет дополнительные возможности для повышения доходности, а значит, и стоимости.

Местоположение является одним из наиболее важных факторов, влияющих на стоимость недвижимости. Значение этого фактора необходимо и можно оценить. На сегодняшний день в практике оценки недвижимости не существует единой объективной рабочей методики количественной оценки качества местоположения. Обычно оценщики используют экспертные методы, не имеющие законодательной и научно-методической основы [2]. Экономическое местоположение представляет собой достаточно сложное, слабо исследованное понятие, в котором учитываются совершенно разнородные факторы и явления. В стратегическом аспекте благоприятное экономическое местоположение является долгосрочным конкурентным преимуществом любого проекта девелопмента.

В рамках решения обозначенной проблемы разработана методика количественной оценки качества местоположения, которая основывается на следующем положении: качество местоположения зависит от того, насколько физические параметры (PP – Physical Parameters) земельного участка соответствуют принятому в данном районе типу землепользования, и от близости объекта к экономической среде (PROX – Proximity) [5].

Вместе эти две характеристики (PP и PROX) составляют понятие ситуса (Situs) – экономического местоположения недвижимости [1, 5]. Под экономическим местоположением будем

понимать совокупность экономических, правовых, экологических, инфраструктурных и градостроительных факторов, воздействующих на объект девелопмента в процессе его эксплуатации.

Эмпирически выведенная формула имеет следующий вид:

$$Situs = PP * PROX \quad (1)$$

PROX выражается в окружении объекта, оцениваемого рядом экономических параметров (EP – Economic Parameters). Также в экономических связях объекта, измеряемых в затратах ресурсов на доступ к объекту (Cost). Поэтому:

$$PROX = EP * (1\text{-}Cost), \quad (2)$$

Преобразуем формулу (1) с учетом формулы (2):

$$Situs = PP * [\ EP * (1\text{-}Cost)\ ], \quad (3)$$

где: Situs – результат оценки экономического местоположения недвижимости. Максимальное значение Situs – единица, минимальное – ноль.

PP – степень соответствия физических параметров земельного участка принятому в данном районе типу землепользования, равная отношению суммы набранных баллов по критериям оценки физических параметров к общему количеству баллов по всем представленным критериям физических параметров.

Каждый отдельный критерий физических параметров оценивается по десятибалльной шкале. Значение PP варьируется от 1 до 0.

EP – степень соответствия экономических параметров земельного участка складывающейся в окружении объекта инфраструктуре, равная отношению суммы набранных баллов по критериям оценки экономических параметров к общему количеству баллов по всем представленным критериям экономических параметров.

Каждый критерий экономических параметров оценивается по десятибалльной шкале. Максимальное значение EP – единица, минимальное – ноль.

Cost – уровень затрат на доступ к оцениваемому объекту обслуживающих его агентов и пользующихся его услугами клиентов, равный отношению суммы набранных баллов по критериям оценки затрат к общему количеству баллов по всем представленным критериям оценки затрат.

Все критерии оценки затрат оцениваются по десятибалльной шкале. Максимальное значение Cost – единица, минимальное – ноль.

Для расчета значений PP, EP и Cost разработаны специальные таблицы с перечнем критериев по физическим и экономическим параметрам, по уровню затрат на доступ к оцениваемому объекту для каждой категории земель. Перечень критериев зависит от характера улучшений земельного участка.

В качестве примера оценим местоположение земельного участка, принадлежащего к категории земель «земли населенных пунктов» (табл. 1). В таблице слева от каждого критерия проставлены баллы в виде дроби, числитель которой – это оценка данного земельного участка по этому критерию в баллах, а знаменатель – это максимальное количество баллов, которое участок может получить по данному критерию. Баллы суммируются отдельно по каждому параметру и полученные результаты используются для расчета качества экономического местоположения земельного участка – Situs, для определенного вида улучшений.

Проведем расчет ситуса оцениваемого земельного участка. Для этого подставим значения PP, EP и Cost в формулу (3):

$$Situs = PP * [EP * (1\text{-}Cost)] = 47/50 * [66/70 * (1- 6/40)] = 0.943 * [0.940 * 0.85] = 0.75$$

Полученное значение ситуса возможно использовать для нескольких целей. Например, теперь можно более корректно определить поправки стоимостей 1 м^2 для объектов-аналогов при сравнительном подходе, предварительно определив ситус объектов-аналогов [3]. Далее приведен пример расчета корректировок по местоположению (табл. 2).

Также расчетные значения ситуса можно использовать для определения характера планируемых улучшений, согласно градации, приведенной в табл. 3.

Таблица 1

Критерии оценки качества местоположения земельного участка для категории земель: земли населенных пунктов

PP		*PROX*			
		EP		*Cost*	
баллы	*Критерии соответствия физических параметров земельного участка*	*баллы*	*Критерии соответствия экономических параметров земельного участка*	*баллы*	*Критерии затрат на доступ к оцениваемому объекту*
10	Подходящая для строительства конфигурация земельного участка	***9***	Лучшее и наиболее эффективное использование (ЛНЭИ) земельного участка соответствует категории земельного участка	***2***	Доступ к объекту обременен большими временными затратами («пробки» на дорогах)
10		10		10	
9	Подходящая для строительства топография земельного участка	***8***	ЛНЭИ близлежащих земельных участков не является аналогичным	***1***	Доступ к земельному участку затруднен (некачественные дороги)
10		10		10	
9	Подведенные инженерные системы и коммуникации	***10***	Центр деловой активности	***1***	Доля затрат на доставку сырья для снабжения арендаторов к объекту велика
10		10		10	
9	Удобные подъездные пути для снабжения арендаторов	***9***	Плотно заселенный район	***2***	Затраты времени пешего клиента на доступ к объекту велики (остановка общественного транспорта более, чем в 5 минутах ходьбы)
10		10		10	
10	Первая линия	***10***	Высокая пешая проходимость	∑ = **6**	
10		10			
∑ = **47**		***10***	Двустороннее движение		
		10			
		10	Инфраструктура, в том числе улично-дорожная сеть, развивается		
		10			
		∑ = **66**			

Таблица 2

Пример расчета корректировок по местоположению при определении стоимости земельного участка методом сравнения продаж

Элемент сравнения	Ед. изм.	Оцениваемый объект	*Объект сравнения № 1*	*Объект сравнения № 2*	*Объект сравнения № 3*
Ситус		**0,75**	**0,65**	**0,7**	**0,9**
Местоположение			на 15 % хуже	на 7,1 % хуже	на 16,7 % лучше
корректировка	%		15 %	7,1 %	-16,7 %
Сумма корректировки	руб.		1 500	653	- 3 711
Скорректированная цена	руб.		11 500	9 858	18 510

Таблица 3

Определение характера улучшений для земель населенных пунктов по значению ситуса

Группа С		***Группа В***		***Группа А***	
Улучшение	*Ситус*	*Улучшение*	*Ситус*	*Улучшение*	*Ситус*
Стрит-Ритэйл	0,3-0,7	Торговые центры	0,7-0,9	Многофункциональные центры (МФК)	0,9-1
Офисы класса С, D	0,3-0,7	Бизнес-центры (А, В)	0,7-0,9		
Спортивные залы	0,2-0,6	Фитнес-центры	0,75-0,9	Торгововo-развлекательные комплексы (ТРК)	0,9-1
Гаражные кооперативы	0,2-0,4	Паркинг	0,4-0,6		
		Парковочный комплекс с коммерческими площадями (многофункциональный парковочный комплекс)	0,65-0,85		
Гостиницы 2*, 3*	0,3-0,65	Гостиницы 3*, 4*	0,65-0,85	Гостиницы 4*, 5*	0,85-1

В заключение необходимо отметить следующее. В практике оценки недвижимости не существует объективной рабочей методики количественной оценки качества местоположения различных объектов недвижимости. Предложена методика количественной оценки качества местоположения – ситуса. Определение ситуса на предынвестиционной фазе значительно облегчает выбор характера планируемых улучшений. При оценке стоимости земельного участка использование ситуса поможет исключить субъективизм оценщиков при оценке местоположения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Есипов В.Е., Маховикова Г.А., Бузова И.А., Терехова В.В. Экономическая оценка инвестиций. Теория и практика. – СПб.: Вектор, 2006. – 278 с.
2. Иванова Н.Н., Осадчая Н.А. Экономическая оценка инвестиций. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2004. – 242 с.
3. Мониторинг цен по объектам недвижимости, арендным и депозитным ставкам по состоянию на 1.04.2010. – Казань: МЗИО РТ, 2010. – 21 с.
4. Максимов С.Н. Девелопмент (развитие недвижимости). – СПб.: Питер, 2003. – 256 с.
5. Фридмен Дж., Ордуэй Н. Анализ и оценка приносящей доход недвижимости. – М.: Дело ЛТД, 1995. – 480 с.

REFERENCES:

1. Yesipov V.Ye., Mahovikova G.A., Buzova I.A., Terehova V.V. Investment Valuation. Theory and Practice. SPb.: Vektor, 2006. – 278 p.
2. Ivanova N.N., Osadchaya N.A. Investment Valuation. . – Rostov-na-Donu: Feniks, 2004. – 242 p.
3. Real Estate Prices and Rent Rates Monitoring for 04/01/2010. – Kazan: MZIO RT, 2010. – 21 p.
4. Maksimov C.N. Real Estate Development. – SPb.: Piter, 2003. – 256 p.
5. Jack P. Friedman, Nicholas Ordway. Income Property Appraisal and Analysis. – M.: Delo LTD, 1995. – 480 p.

УДК 338.242.2
Сиразетдинов Р.М. – кандидат экономических наук, доцент
E-mail: rustem.m.s_1999@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ И УПРАВЛЕНИЯ ИМУЩЕСТВЕННЫМ КОМПЛЕКСОМ ПРЕДПРИЯТИЙ

АННОТАЦИЯ

Имущественный комплекс – категория прежде всего воспроизводственная. Важно создать на уровне предприятия эффективный механизм управления имуществом с целью получения максимально возможной величины прибыли. Имущественный комплекс, по мнению многих ученых, правильно оцененный, в современных условиях может быть гарантией привлечения инвестиций со стороны и может в современных условиях рассматриваться как инвестиционный ресурс. Важным элементом имущественного комплекса строительных предприятий является недвижимость и земля. Это мощный экономический ресурс, который используется крайне неэффективно и экономический потенциал которого в нашей стране недооценен. Рассмотрены основные подходы к оценке рыночной стоимости и тенденции рынка недвижимости, основанные на практических расчетах.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: экономика, имущественный комплекс, инвестиционный ресурс, недвижимость и земля, оценка, рынок недвижимости.

Sirazetdinov R.M. – candidate of economic sciences, associate professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL BASIS OF ASSESSMENT AND MANAGEMENT OF THE PROPERTY COMPLEX

ABSTRACT

Property complex – category first of all reproductive. It is important to create at the enterprise level an effective mechanism for the management of the property in order to obtain the maximum possible size of the profit. Property complex, in the opinion of many scientists, correctly priced, in modern conditions can be guarantee to attract investments from the outside, and can today be regarded as investment resource. An important element of the property complex of construction enterprises is a real estate and land plots. It is a powerful economic resource, which is used extremely inefficiently and economic potential of which in our country is underestimated. The main approaches to the assessment of the market value and the real estate market tendencies, based on practical calculations.

KEYWORDS: economy, property, investment resource, real estate and land estimation, the real estate market.

В общепринятом понимании под имуществом обычно понимают основные средства предприятий. Такой подход возник из определения, данного в экономическом словаре, которое гласит, что имущество – материальный объект гражданских прав, прежде всего, права собственности. Кроме того, имущество рассматривается как совокупность имущественных прав (актив) или имущественных прав и обязанностей (актив+пассив), принадлежащих определенному лицу. Владение – фактическое обладание вещью, одно из правомочий собственника.

В экономической литературе многими авторами имущественный комплекс предприятия рассматривается как совокупность недвижимого и движимого имущества и вложений, нематериальных активов (включаемых и не включаемых в баланс), оборотных средств, ценных бумаг и других активов [1].

Управление имущественным комплексом призвано решать следующие задачи: обеспечивать простое и расширенное воспроизводство основных производственных фондов, сохранность и необходимый прирост собственных оборотных средств, рациональное

использование земельных участков, находящихся в ведении предприятий, развитие производственных мощностей и сохранение имущества в рабочем состоянии [2].

Вопросы управления имуществом организаций и предприятий встали на повестку дня в связи с процессом приватизации и передачей в собственность акционерным обществам различного типа государственного имущества в виде зданий, сооружений, оборудования, машин, механизмов и других элементов основных фондов.

Появились собственники, но структура и состав имущества, полученного в процессе передачи, складывались до 1991 г., исходя не столько из производственных потребностей, сколько в процессе наделения предприятий основными фондами, выделения централизованных капитальных вложений. Другими словами, имущество многих предприятий – следствие плановой системы управления народным хозяйством, и его состав соответствовал этой системе, т.е. структуре производства, номенклатуре и объемам производимой продукции.

Далее, в процессе развития рыночных отношений, приобретались новые основные фонды, заменялись изношенные и устаревшие. Формировался основной капитал предприятия как стоимостная оценка основных фондов и других материальных и нематериальных активов, которые зачисляются на баланс и используются в течение длительного периода времени во многих производственных циклах. В процессе эксплуатации основные производственные фонды постепенно переносят свою стоимость на себестоимость продукции по частям, постепенно приходят в негодность и нуждаются в замене. За время эксплуатации предприятие должно иметь возможность накопить достаточное количество средств для замены или модернизации оборудования.

Поэтому имущественный комплекс – категория прежде всего воспроизводственная. Каждое предприятие обязано обеспечивать воспроизводство своего ресурсного потенциала. Невнимание к этому вопросу привело к резкому старению основных фондов, высокому, более чем 60-процентному, уровню износа, крайне медленному внедрению новых технологий, неэффективному отношению к земле, снижению уровня квалификации рабочих кадров, сокращению размеров собственных оборотных средств и другим негативным последствиям. Результат этих тенденций очевиден – многие предприятия находятся на грани банкротства.

В условиях рыночной экономики чрезвычайно важно создать на уровне предприятия эффективный механизм управления имуществом с целью получения максимально возможной величины прибыли. Необходимо рассматривать проблему управления имущественным комплексом с учетом всех взаимосвязей, возникающих в процессе производства и реализации продукции, для оптимизации издержек и затрат, налогового бремени, обеспечения экономической и финансовой надежности предприятия, минимизации вероятности банкротства, ликвидации или продажи бизнеса.

Имущественный комплекс предприятия должен обеспечивать оптимальные условия и базу эффективного развития, для этого необходимо:

- определить эффективность деятельности предприятий, базируясь на принципах комплексного системного подхода к оценке влияния различных групп факторов внешней и внутренней среды, а также в зависимости от наличия и степени влияния различных факторов риска, и неопределенности в процессе функционирования предприятий в различных экономических ситуациях;
- реализовать ресурсную политику предприятия, обеспечивающую рациональное использование ресурсов на различных фазах строительного цикла.

Целесообразны анализ категории «имущественный комплекс» как объекта и субъекта гражданского права, а также рассмотрение оценки стоимости недвижимости и земли как инвестиционного ресурса [3].

Строительные предприятия являются важнейшим структурным звеном инвестиционного процесса. Если инвестиционный процесс в целом достаточно эффективен, то его результаты оказывают существенное положительное влияние на другие отрасли: промышленность строительных материалов, химическую и металлургическую промышленность и т.д. Другими словами, возникает экономический эффект у смежников в виде увеличения объемов производства продукции и прибыли. Поэтому инвестиционный процесс должен иметь четко определенные перспективы и продуманную эффективную инвестиционную стратегию. Эта стратегия определяется изменениями конъюнктуры инвестиционного рынка, ролью государства, действующей налоговой системой, платежеспособным спросом потребителей

строительной продукции и другими факторами. Поэтому любое инвестиционное решение должно прорабатываться в нескольких вариантах, что существенным образом влияет на структуру имущественного комплекса предприятия.

Инвестиционная стратегия и возможность ее конкретизации предполагает накопление финансовых ресурсов, необходимых для ее реализации. К сожалению, низкий уровень рентабельности строительного производства и существующая амортизационная политика не позволяют обеспечить необходимого уровня накоплений для простого, не говоря уже о расширенном, воспроизводства основных средств строительных предприятий. И только имущественный комплекс, по мнению многих ученых, правильно оцененный, в современных условиях может быть гарантией привлечения инвестиций со стороны и может в современных условиях рассматриваться как инвестиционный ресурс.

В последние годы многими исследователями проблем российского рынка ценных бумаг выдвигается тезис о том, что российские предприятия в значительной степени недооценены рынком, по сравнению с предприятиями развитых или даже развивающихся стран. Так, по оценкам аналитиков, российские предприятия недооценены, по сравнению с зарубежными аналогами, как минимум в три раза.

Остановимся на особенностях имущественных комплексов строительных предприятий. Строительные предприятия, в отличие от промышленных предприятий, не занимают больших земельных участков. Исключение составляют предприятия, имеющие собственную производственную базу, например, домостроительные комбинаты. У строительных предприятий могут быть карьеры по добыче песка или гравия, полигоны для монтажа металлоконструкций, территории, занятые управлениями производственно-технологической комплектации.

Рассматривая движимое имущество и вложения, можно отметить, что основное место в них занимают машины, механизмы, транспортные средства, инструмент и инвентарь. На эту группу приходится более 70 % всего имущественного комплекса строительных предприятий. Такая структура имущества связана еще и с тем, что строительные машины и механизмы чрезвычайно дороги, имеют длительный срок эксплуатации, но при этом очень низкий коэффициент использования во времени. Поэтому отдача от активной части имущества составляет 60-70 %.

Оценивая статью «Запасы и затраты», можно отметить, что в современных условиях строительным предприятиям нет необходимости создавать большие объемы запасов строительных материалов, так как этот рынок достаточно насыщен. Исключения могут составлять предприятия, работающие в регионах, где в силу природно-климатических условий необходимо обеспечивать сезонный завоз материалов, а следовательно, создавать запас на несколько месяцев. Кроме того, проблема запасов имеет две стороны: отвлечение на длительный период времени средств из хозяйственного оборота и замедление их оборачиваемости, а также наличие достаточного количества собственных оборотных средств для сохранения этих запасов.

В статье «Денежные средства и прочие финансовые активы» можно отметить высокий уровень дебиторской задолженности вследствие нарушений условий и сроков оплаты заказчиками выполненных строительно-монтажных работ. Дополнительные расходы возникают у строительных предприятий еще и потому, что имеет место разрыв во времени между завершением работ на объекте и принятием его заказчиком. В этот период строительное предприятие вынуждено нести расходы, связанные с эксплуатацией построенного объекта. Это прежде всего касается жилых домов и объектов социально-бытового назначения.

В процессе углубления рыночных отношений и в связи с периодическими переоценками основных фондов их структура стала меняться. Переоценки основных средств, проводившиеся на основе коэффициентов пересчета их балансовой стоимости в восстановительную, разработанных Госкомстатом России, естественно, привели к значительным расхождениям между реальной и балансовой стоимостью основных средств.

Очевидно, что при такой структуре основных фондов отрасль выгодно отличается от других, так как основной объект вложения капитала – активная часть.

В последние годы отношения между удельным весом зданий и сооружений и активной частью фондов изменились обратно пропорционально. Это связано как с рыночными факторами, так и с количественными изменениями в номенклатуре основных видов машин и механизмов.

Следует отметить, что в структуре имущественных комплексов всех крупнейших строительных предприятий Республики Татарстан, из-за плохо поставленного учета нематериальных активов и интеллектуальной собственности, их доля в балансе активов не превышает 1 %.

Таким образом, анализ статистической информации свидетельствует о значительном удельном весе основных средств в структуре имущественного комплекса строительных предприятий.

Кроме этого, качественный анализ состояния имущественного комплекса предприятий показал:

- основные фонды предприятий учитываются по балансовой стоимости, которая не соответствует их рыночной стоимости;
- в структуре имущества не учтена стоимость земельных участков;
- руководители предприятий не уделяют должного внимания учету нематериальных активов.

В ходе переоценки имущества (группы однородных основных фондов) предприятия, как правило, изменяется их первоначальная (балансовая) стоимость. Вследствие изменения их стоимости происходит изменение величины налога на имущество, причитающегося к уплате в бюджет:

$$SH_1^{И} = SH_0^{И} \pm \Delta SH^{И},$$

где: $SH_0^{И}$ и $SH_1^{И}$ – сумма налога на имущество, соответственно, до и после проведения переоценки основных фондов;

$\Delta SH^{И}$ – изменение (увеличение или уменьшение) величины налога на имущество в результате переоценки основных фондов.

Изменение стоимости переоцениваемого имущества приведет к пропорциональному изменению величины амортизационных отчислений, что, в свою очередь, за счет отнесения на себестоимость продукции (работ, услуг) повлияет на исчисление величины налога на прибыль:

$$SH_1^{П} = SH_0^{П} \pm \Delta SH^{П},$$

где: $SH_0^{П}$ и SH1П – сумма налога на прибыль, соответственно, до и после проведения переоценки основных фондов;

$\Delta SH^{П}$ – изменение (увеличение или уменьшение) величины налога на прибыль в результате переоценки основных фондов.

Таким образом, переоценка основных производственных фондов создает возможность управления налогооблагаемыми базами по налогу на имущество и налогу на прибыль. Покажем основные моменты изыскания резервов развития предприятий на основе управления основными средствами за счёт их переоценки.

К определяющим современным задачам переоценки основных средств относятся:

- устранение смешанной оценки основных средств по полной первоначальной стоимости в ценах разных лет;
- получение объективных данных, отражающих общий объем, видовую и отраслевую структуру, территориальное распределение и техническое состояние основных фондов;
- определение фактического физического износа и сравнение его с накопленными амортизационными отчислениями;
- получение обоснованной базы для расчета амортизационных отчислений;
- согласование объема фондов с динамикой продукции;
- оптимизация налогообложения за счет пересчета налога на имущество;
- минимизация ценообразования за счет сбалансирования доли амортизации в себестоимости продукции (работ, услуг);
- повышение управляемости основными средствами за счет определения эффективности их использования в производственном процессе;
- определение стоимости реализации основных средств;
- определение объемов и структуры капитальных вложений, производства объектов основных средств;
- страхование имущества предприятия;
- передача объектов основных средств в оперативную аренду;
- организация лизинга;
- оформление объектов основных средств в качестве вклада в уставной капитал другого предприятия;
- разработка бизнес-плана для реализации инвестиционного проекта.

Сегодня переоценка основных средств все меньше и меньше рассматривается исследователями и хозяйственниками-практиками как процедура учета и контроля и все чаше выступает механизмом бизнес-планирования. Переоценка позволяет руководителям адекватно оценить потенциал развития предприятия и наметить пути его реализации.

Другим источником повышения эффективности управления основными средствами предприятий становится повышение качества их учёта.

Качественно проведённая переоценка на основе данных технической инвентаризации обеспечивает уменьшение потерь по прибыли при реализации или списании машин и оборудования. Решение текущих проблем предприятий за счёт откладывания на неопределённый срок замены устаревших основных фондов может привести к трудно устранимым последствиям для этих предприятий, поставить под вопрос само их существование. Изменение остаточной стоимости в результате осуществления совместного процесса технической инвентаризации и переоценки даёт возможность замены морально устаревшего оборудования на основе списания несамортизированной части при минимальных потерях по прибыли.

Таким образом, по мере изменения системы экономических отношений, усиления рыночных тенденций, переоценка основных средств все больше из инструмента контроля и учета превращается в механизм выявления внутренних резервов и повышения эффективности производства. Включение переоценки основных фондов в маркетинговые технологии управления предприятием позволяет за счет использования комплексного подхода значительно повысить ее влияние на деятельность предприятия в целом.

Оценка рыночной стоимости имущества определяется при помощи классических подходов к оценке стоимости: затратный, сравнительный и доходный.

При определении рыночной стоимости объекта оценки определяется наиболее вероятная цена, по которой объект оценки может быть отчужден на дату оценки на открытом рынке в условиях конкуренции, когда стороны сделки действуют разумно, располагая всей необходимой информацией, а на величине цены сделки не отражаются какие-либо чрезвычайные обстоятельства, то есть когда:

одна из сторон сделки не обязана отчуждать объект оценки, а другая сторона не обязана принимать исполнение;

стороны сделки хорошо осведомлены о предмете сделки и действуют в своих интересах;

объект оценки представлен на открытом рынке посредством публичной оферты, типичной для аналогичных объектов оценки;

цена сделки представляет собой разумное вознаграждение за объект оценки, и принуждения к совершению сделки в отношении сторон сделки с чьей-либо стороны не было;

платеж за объект оценки выражен в денежной форме [4].

Возможность отчуждения на открытом рынке означает, что объект оценки представлен на открытом рынке посредством публичной оферты, типичной для аналогичных объектов, при этом срок экспозиции объекта на рынке должен быть достаточным для привлечения внимания достаточного числа потенциальных покупателей.

Разумность действий сторон сделки означает, что цена сделки – наибольшая из достижимых по разумным соображениям цен для продавца и наименьшая из достижимых по разумным соображениям цен для покупателя. Полнота располагаемой информации означает, что стороны сделки в достаточной степени информированы о предмете сделки, действуют, стремясь достичь условий сделки, наилучших с точки зрения каждой из сторон, в соответствии с полным объемом информации о состоянии рынка и объекте оценки, доступным на дату оценки. Отсутствие чрезвычайных обстоятельств означает, что у каждой из сторон сделки имеются мотивы для совершения сделки, при этом в отношении сторон нет принуждения совершить сделку.

Затратный подход – совокупность методов оценки стоимости объекта оценки, основанных на определении затрат, необходимых для воспроизводства либо замещения объекта оценки с учетом износа и устареваний. Затратами на воспроизводство объекта оценки являются затраты, необходимые для создания точной копии объекта оценки с использованием применявшихся при создании объекта оценки материалов и технологий. Затратами на замещение объекта оценки являются затраты, необходимые для создания аналогичного объекта с использованием материалов и технологий, применяющихся на дату оценки.

Сравнительный подход – совокупность методов оценки стоимости объекта оценки, основанных на сравнении объекта оценки с объектами – аналогами объекта оценки, в отношении которых имеется информация о ценах. Объектом – аналогом объекта оценки для целей оценки признается объект, сходный объекту оценки по основным экономическим, материальным, техническим и другим характеристикам, определяющим его стоимость.

Доходный подход – совокупность методов оценки стоимости объекта оценки, основанных на определении ожидаемых доходов от использования объекта оценки.

Сравнительные характеристики методов оценки земельных участков представлены в табл.

Таблица

Сравнительные характеристики и область применения методов оценки земельных участков

Название	Область применения	Теоретическая основа
Метод остатка для земли	Универсальный метод для застроенных участков, по которым есть информация о доходах от объекта в целом.	Доход от объекта (участок с улучшениями) равен сумме дохода от улучшений и дохода от непосредственно земельного участка.
Метод предполагаемого использования	Для незастроенных участков больших площадей, разбиваемых на отдельные земельные наделы под будущую застройку.	Дисконтирование чистых доходов от продажи застроенных в будущем земельных наделов.
Метод сопоставимых продаж	Универсальный метод при наличии информации о совершенных сделках с участками, схожими с объектом оценки.	Внесение поправок (на различия по месту расположения, окружению, рельефу, конфигурации и др. отличий) в цены сопоставимых объектов.
Метод распределения	Участки застроены относительно новыми однотипными объектами с несущественными различиями в местоположении, конфигурации и наличии коммуникаций.	Сложившееся соотношение между стоимостью земельного участка с улучшениями и стоимостью улучшений на нем.
Метод выделения	Застроенные участки, в которых стоимость улучшений в общей стоимости объекта небольшая и легко рассчитывается.	Вычитание из цены продажи сопоставимого с объектом оценки земельного участка стоимости улучшений на оцениваемом объекте.
Метод капитализации земельной ренты	Универсальный метод для застроенных и не застроенных земельных участков, по которым имеются сведения о величине арендной платы.	Доходы в виде арендной платы (по рыночным ставкам) пропорциональны стоимости участка, т.е. стоимость участка равна частному от деления чистого операционного дохода от аренды участка на коэффициент капитализации.

Важным элементом имущественного комплекса строительных предприятий является недвижимость и земля. Земля и недвижимость – это мощный экономический ресурс, который используется крайне неэффективно и экономический потенциал которого в нашей стране недооценен.

Земельный ресурс является стратегическим ресурсом, в который выгодно инвестировать средства. Это подтверждается проведенным анализом земельного рынка РФ и следующими основными факторами:

1. Земля не имеет физического, функционального износа, а также амортизации в силу своего специфического характера как природного ресурса, поскольку срок эксплуатации земельных участков неограничен.

2. Землю невозможно свободно воспроизвести, как другие объекты недвижимости.

3. Земельный участок может быть использован как многоцелевой или иметь вполне определенное функциональное и разрешенное назначение.

4. Земельный участок выступает средством производства сырьевых ресурсов, необходимых практически для всех отраслей экономики, а также продуктов питания.

5. Земля выступает как средство для социально-экономического развития.

6. Земля – это базис для размещения различных объектов недвижимости.

Как правило, при оценке рыночной стоимости земельных участков используются метод сравнения продаж, метод выделения, метод распределения, метод капитализации земельной ренты, метод остатка, метод предполагаемого использования в соответствии с «Методическими рекомендациями по определению рыночной стоимости земельных участков», утвержденными распоряжением Минимущества России от 07.03.2002 № 568-р [5].

На доходном подходе основаны метод капитализации земельной ренты, метод остатка, метод предполагаемого использования. Элементы затратного подхода в части расчета стоимости воспроизводства или замещения улучшений земельного участка используются в методе остатка и методе выделения. На сравнительном подходе основаны метод сравнения продаж, метод выделения, метод распределения.

Практический опыт оценочной деятельности показывает, что наиболее достоверным является метод сопоставимых продаж. Анализ международных стандартов оценки гласит, что при наличии результата, объективно отражающего ситуацию на рынке, возможно применение одного метода. Но для реализации данного метода необходим развитый рынок недвижимости и земельных участков. В настоящее время рынок земельных участков находится в стадии формирования. Тем не менее, на рынке имеется достаточное количество данных для формирования объективного мнения о справедливой рыночной стоимости земельных участков.

Рынок коммерческой недвижимости по своей природе отличается от рынка жилья. В частности, необходимость в такой недвижимости возникает у коммерческих организаций в силу осуществления ими коммерческой деятельности; количество потенциальных покупателей незначительно (по сравнению с рынком жилья); количество предложений также ограниченно к тому же каждый объект каждый объект обладает своими специфическими особенностями и их труднее объединить в однородные группы. Мотивация покупателей и продавцов коммерческой недвижимости также отличается от мотивации покупателей и продавцов рынка жилья.

В связи с улучшением общей экономической ситуации в стране в 2010 году наблюдалось оживление рынка недвижимости, связанного с возвращением отложенного спроса, а также активизацией ипотечного кредитования. Об оживлении рынка в Республике Татарстан свидетельствует увеличение числа регистрационных действий с недвижимостью: по данным Росреестра, увеличение зарегистрированных сделок произошло на 20 %. В основном этот рост на 35 % произошел за счет сделок с нежилой недвижимостью. Вместе с тем, число сделок с жилой недвижимостью сократилось на 17 %. Сделки по регистрации земельных участков в целом по республике увеличились, но незначительно.

Рост арендных ставок и цен продаж, зафиксированный в 2010 году, также свидетельствует об активизации игроков на рынке. Увеличившийся спрос на аренду помещений привел к сокращению уровня вакантных площадей. Спрос на рынке офисной недвижимости имел устойчивую тенденцию роста, начиная со второго полугодия 2010 года.

Рост интереса к коммерческой недвижимости является вполне закономерным, так как произошло определенное улучшение ситуации в экономике, прежде всего под влиянием роста госрасходов и инвестиций, выросли рынки ценных бумаг, выросли цены сырьевых рынков.

Рынок коммерческой недвижимости Казани стал также более привлекательным с тех пор, как Казань выиграла право проведения Универсиады-2013. В город приходят зарубежные инвесторы, которым нужны помещения под офисы. Проведя мониторинг и проанализировав динамику цен на коммерческую недвижимость, выявлена следующая тенденция: в центре города ставки на аренду офисной недвижимости растут не так стремительно, как на периферии. То есть центры деловой активности начали смещаться из центра города на периферию, и рост арендных ставок там существенно превышает темпы инфляции на сегодняшний момент.

Обеспеченность жителей торговыми площадями на тысячу жителей Казани составляет порядка 850 м^2, что превышает европейскую норму почти в полтора раза, которая составляет 500-600 м^2 на одну тысячу жителей. Вместе с тем, высокая обеспеченность торговыми площадями не означает, что их количество переходит в качество. В результате кризиса рынок торговой недвижимости разделился на два сегмента: успешные торговые центры и помещения с продуманной концепцией и удачным расположением, площади в которых были востребованы и в самый пик кризиса (первая половина 2009 года), и торговые объекты, которые и по сей день простаивают без арендаторов. Пустует некоторое количество неудачных торговых центров, построенных на фоне прежней активности арендаторов в докризисные годы. В краткосрочной перспективе, без изменения концепции или

ценовой политики, они будут по-прежнему пустовать. Успеху на перенасыщенном рынке будут способствовать продуманная концепция и хотя бы один якорный арендатор.

В 2011 г. рынок коммерческой недвижимости стабилизировался. Цены на недвижимость перестали падать, хотя количество предложений в начале года оставалось на уровне конца 2009 г. Таким образом, мнение большинства специалистов рынка недвижимости подтвердилось – падение цен будет достаточно кратковременным. Такое утверждение вполне обосновано – уровень ежегодной инфляции в России не опускается ниже 7-9 % в год, а значит, растут цены на стройматериалы, заработную плату, энергоносители и т.д. Так или иначе, себестоимость строительства, хоть и небольшими темпами, растет, и, как следствие, стоимость коммерческой недвижимости не может не реагировать на рост стоимости строительства. Если в середине 2000-х годов срок окупаемости офисных центров составлял 6-7 лет, в настоящее время он доходит до 10-15 лет. Такой процесс вполне естественен – увеличение сроков окупаемости строительства может привести к «замораживанию» строительства коммерческой недвижимости, что может, в конечном итоге, привести к дефициту площадей, а значит и к дальнейшему росту цен.

Мировой финансовый кризис отразился на рынке недвижимости понижением цен на квартиры. Однако 2010 год оживил рынок жилья. Несмотря на то, что Казань стала лидером увеличения стоимости на рынке жилья в России (+14 % в целом за год), рано говорить об устойчивой тенденции к увеличению цен. Можно предположить, что в течение ближайших месяцев в Казани произойдет стабилизация цен недвижимости на новом послекризисном уровне. Активизируется спрос на жилую и коммерческую недвижимость, как следствие, увеличится количество сделок.

Земельные участки в кризисное время подешевели, но незначительно. Ряд собственников ввиду низкого спроса сняли свои участки с продажи. В настоящее время цены стабилизировались. Практика оценочной деятельности более 100 земельных участков показала, что в 2010 г. рыночная стоимость земли вдвое меньше ее кадастровой оценки, проведенной в 2006 году. Следует отметить, что с 1 января 2011 года действует новая кадастровая оценка земельных участков: постановлениями Кабинета Министров Республики Татарстан от 24.12.2010 №№ 1102 и 1104, от 30.12.2010 № 1153 утверждены результаты кадастровой оценки земельных участков в составе земель населенных пунктов по Республике Татарстан; земельных участков в составе земель промышленности и иного специального назначения РТ, а также земельных участков в составе особо охраняемых территорий и объектов Республики Татарстан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Григорьев В.В., Островкин И.М. Оценка предприятий: Имущественный подход: Учебно-практическое пособие. – М.: Дело, 2000. – 224 с.
2. Козловский А.В. Имущественный комплекс строительных организаций: Учебное пособие / ГУУ. – М., 2001. – 76 с.
3. Куликов А.С. Оценка стоимости недвижимости как инвестиционного ресурса. Дисс. канд. экон. наук. – Москва, 2001.
4. Федеральные стандарты оценки: ФСО-1, ФСО-2, ФСО-3. Утверждены Министерством экономического развития и торговли РФ приказом от 20.07.2007 № 254, № 255, № 256.
5. Методические рекомендации по определению рыночной стоимости земельных участков. Утверждены Распоряжением Министерства имущественных отношений РФ от 10.04.2003 № 1102-р.

REFERENCES

1. Grigor'ev V.V., Ostrovkin I.M. Evaluation of enterprises: the Property approach: uchebno-prakticheskoe posobie. – M.: Business, 2000. – 224 p.
2. Kozlovsky A.V. Property complex of construction organizations: the manual / GUU. – M.: 2001. – 76 p.
3. Kulikov A.S. Assessment of the value of real estate as an investment resource. – Moscow, 2001.
4. Federal valuation standards: FSO-1, FSO-2, FSO-3. Approved by the Ministry of economic development and trade of the Russian Federation the order of July 20, 2007 no. 254, no. 255, no. 256.
5. Methodical recommendations on determination of the market value of land plots. Approved by the Decree of the Ministry of property relations of the Russian Federation from 10.04.2003 no.1102-r.

УДК 658.1
Харисова Г.М. – кандидат экономических наук, доцент
E-mail: rida@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМ В ОБЛАСТИ ОЦЕНКИ И ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ОТРАСЛЕЙ ЭКОНОМИКИ

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены возможности применения модели опционного подхода в оценке и организации управления предприятиями отраслей экономики, в том числе для повышения эффективности инновационной проектов за счет внедрения в них реальных опционов. Представлена классификация опционов, выявлены переменные, оказывающие влияние на стоимость опциона. Приведен математический аппарат для расчета цены реального опциона.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: модель Блэка-Шольца, реальный опцион, оценка акций, стоимость опциона.

Kharisova G.M. – candidate of economic sciences, associate professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

TECHNICAL APPROACHES TO SOLVING THE PROBLEMS OF ASSESSMENT AND MANAGEMENT OF THE ENTERPRISE SECTOR OF ECONOMY

ABSTRACT

The paper considers the possibility of using the model option approach in evaluating and organizing business management industries, including to improve the efficiency of innovation projects by introducing them to real options. The classification of options, identified variables that influence the value of the option. The mathematical apparatus for calculating the price of real options.

KEYWORDS: model Black-Scholz, real option, valuation of shares, the option value.

Экономико-политические изменения прав на собственность, масштабы приватизации и акционирования привели в нашей стране к появлению таких инструментов фондового рынка, как акции, облигации, векселя, депозитные сертификаты, фьючерсы, опционы и другие ценные бумаги. Перед профессиональными участниками рынка ценных бумаг – институциональными инвесторами и инвестиционными институтами – стоит ответственная задача квалифицированного управления фондовыми ценностями. Классические методы оценки стоимости предприятия не отражают ценности управления, то есть не учитывает опционы, которыми руководство предприятия может воспользоваться, используя удачные стечения обстоятельств, для увеличения прибылей или уменьшения потерь.

Важным объектом торговли на фондовых рынках являются опционы, представляющие собой контракт, заключенный между двумя лицами, в соответствии с которым одно лицо предоставляет другому право купить определенный актив по фиксированной цене в рамках оговоренного периода времени (опцион «колл») или предоставляет право продать данный актив по определенной цене в течение оговоренного в условиях опциона срока (опцион «пут»).

В настоящее время рынок опционов – одно из перспективных направлений развития фондового рынка.

Опцион – это право приобрести или продать некий актив по определенной цене (цене исполнения) в определенный момент (время или срок опциона), либо в течение периода до этого назначенного времени.

Опцион предоставляет его владельцу право на покупку или продажу базового актива в определенном объеме по фиксированной цене (цене исполнения или использования) на дату истечения опциона или до ее наступления (в зависимости от вида опциона).

Реальный опцион – опцион, базовым активом по которому являются реальные активы: заводы, запасы нефти, машины, производственные инвестиции и т.д.

Наиболее используемая область применения реальных опционов (ROV – real options valuation) – инвестиционные решения компаний. Основной элемент использования оценки стоимости опционов здесь – неопределенность вариантов будущего развития. Опцион может быть востребован в разных условиях при различных обстоятельствах. В зависимости от этого выделяют следующие основные виды реальных опционов:

1) Опционы «изменения размера» – предоставляет в будущем возможность выхода из проекта или его расширения в зависимости от финансовых результатов.

2) Опционы «гибкости» – в ходе реализации инвестиционного проекта имеется возможность регулировать некоторые его параметры, такие как объем производства, цены на продукцию и т.п.

3) Опционы «отложения принятия решения об инвестировании» можно использовать, когда на данный момент недостаточно информации, чтобы принять правильное решение об инвестициях, и ожидается появление нужной информации в будущем.

4) «Фундаментальные» опционы – доходность проекта зависит от цены подлежащего актива. Например, цена нефтяной скважины зависит от цен на нефть.

Колл-опцион предоставляет право владельцу опциона купить базовый актив по цене исполнения на дату истечения опциона или до ее наступления. За это право покупатель платит определенную цену. Если в момент истечения срока жизни опциона стоимость актива меньше цены исполнения, то опцион не исполняется и истекает без всяких последствий. Но если стоимость актива оказывается выше цены исполнения, то опцион исполняется, и покупатель опциона приобретает базовый актив по цене исполнения. При этом разница между стоимостью актива и ценой исполнения – валовая прибыль инвестиции. Чистая прибыль инвестиции – это разница между валовой прибылью и ценой колл-опциона, уплаченной при его приобретении.

Пут-опцион предоставляет его владельцу право продать базовый актив по цене исполнения в любое время на дату или до наступления даты истечения опциона. За это право покупатель также платит определенную цену. Если стоимость базового актива выше цены исполнения опциона, то он не будет исполнен и истечет без последствий. Но если стоимость базового актива будет ниже цены исполнения, то владелец пут-опциона исполнит его и продаст ценную бумагу по цене исполнения, приобретая разницу между ценой исполнения и рыночной стоимостью актива в виде валовой прибыли.

В целом, опционы можно классифицировать по характеристикам, сведенным в табл. 1.

Таблица 1

Классификация опционов

Характеристика	Вид	Описание
По предоставляемому праву	Колл-опцион	Предоставляет право купить базовый актив
	Пут-опцион	Предоставляет право продать базовый актив
По времени исполнения	Американский	Можно исполнить в любой момент до истечения срока опциона
	Европейский	Можно исполнить только в момент истечения срока опциона
В зависимости от базового актива	Финансовый	Базовый актив - ценные бумаги
	Реальный	Базовый актив - возможность совершения/отказа предприятия от каких-либо действий в будущий момент времени

Ценность опциона определяется шестью переменными, связанными с базовым активом и финансовыми рынками, как видно на рис. 1 [1].

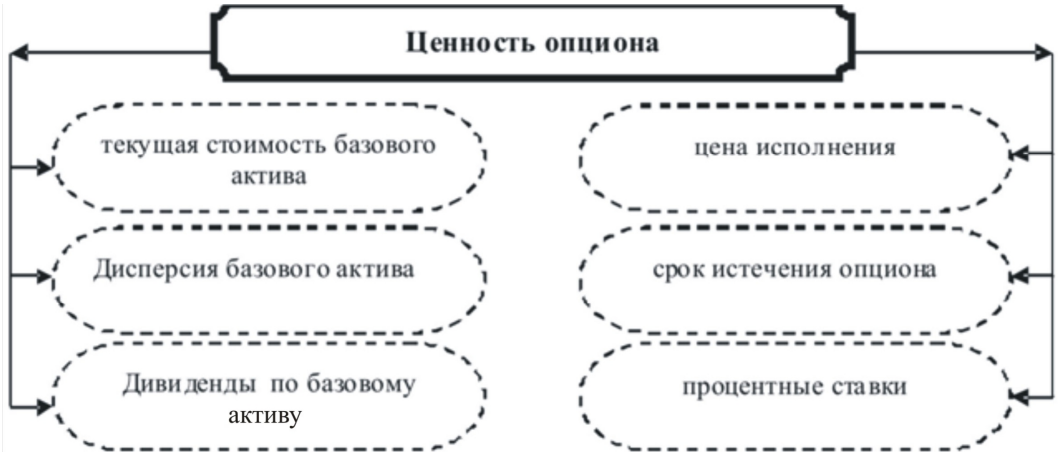


Рис. 1. Ценность опциона

В табл. 2 представлены переменные, оказывающие влияние на стоимость опциона, а также их предсказываемое воздействие на цены опционов колл и пут.

Таблица 2

Переменные, оказывающие влияние на стоимость опциона

Фактор	Воздействие	
	Стоимость колл-опциона	Стоимость пут-опциона
Увеличение стоимости базового актива	увеличивается	уменьшается
Увеличение дисперсии базового актива	увеличивается	увеличивается
Увеличение цены исполнения	уменьшается	увеличивается
Увеличение выплачиваемых дивидендов	уменьшается	увеличивается
Увеличение срока истечения опциона	увеличивается	увеличивается
Увеличение процентных ставок	увеличивается	уменьшается

Прорыв в теории оценки опционов начался в 1972 г., когда Фишер Блэк и Майрон Шольц опубликовали свою работу, где описывалась модель, позволяющая проводить оценку стоимости европейских опционов, обращающихся на фондовые активы (акции), по которым дивиденды не выплачиваются. Блэк и Шольц использовали имитирующий портфель, составленный из базового и безрискового актива, который создает те же денежные потоки, что и оцениваемый опцион.

Модель Блэка-Шольца, представленная на рис. 2, коренным образом изменила подход к анализу опционов; она позволила отойти от субъективно-интуитивных оценок при определении цены опционов и подвести под неё теоретическую базу.

Блэк и Шольц первыми осознали возможность интерпретировать акцию как опцион на отдельно взятую фирму. По истечении срока кредита, если стоимость фирмы будет меньше номинальной стоимости долга, акционеры имеют право, но не обязательство, погасить кредит. В результате стало возможным использовать данный метод для оценки акций, что важно, если они не торгуются. Блэк и Шольц сделали ряд исходных предположений, над проверкой значимости которых работают многие исследователи. Среди этих постулатов такие, как:

1) Можно оценить среднеквадратическое отклонение доходности акций;

2) Существует постоянная во времени ставка процента по безрисковым вложениям;

3) Расходов на заключение сделки нет; при заключении сделок без покрытия на срок (сделок с короткой позицией) продавец получает деньги сразу;

4) Дивидендов нет;

5) Налоги не имеют значения;

6) Цена обыкновенной акции – случайная величина; цена на период T имеет логарифмически нормальное распределение.

В основе формулы Блэка-Шольца лежит предположение, что существует такая экономическая среда, в которой можно с точностью воспроизвести будущие доходы по опциону покупателя с помощью хеджированного портфеля акций и облигаций. Учитывая историю акции (актива) и вычисляя вероятность будущей цены опциона, можно рассчитать текущее справедливое значение его цены. Модель определяет возможное будущее значение цены базисного актива. Придавая вероятности будущим значениям цены базисного актива, модель позволяет включить эти вероятности в цену.

Вычисленная справедливая рыночная стоимость опциона может как совпадать, так и не совпадать с текущим значением цены.

Концептуально модель Блэка-Шольца очень проста:

Цена опциона колл = ожидаемая будущая цена за акцию – ожидаемая стоимость исполнения опциона.

Однако практическую ценность имеют поправки, учёт которых может существенно изменить цену. Возможны поправки: на вероятность разброса будущей цены акции (актива); на чистое значение стоимости исполнения; на вероятность того, что цена исполнения может быть выше, чем цена базисного актива; на тот факт, что часть любого платежа может быть получена по безрисковой ставке.

Вычисление стоимости опциона при бесконечном множестве подпериодов может показаться безнадежной задачей. Блэк и Шольц вывели формулу, которая позволяет решить эту проблему [2]:

$$\begin{array}{l} \textit{Стоимость «колла»} = [\textit{дельта} \times \textit{цена акции}] - [\textit{банковский заем}] \\ \quad\uparrow \qquad\qquad\uparrow \qquad\qquad\uparrow \\ [N(d_1) \times P] - [N(d_2) \times PV(EX)], \end{array} \tag{1}$$

где N(d) – функция плотности нормального распределения вероятностей;

EX – цена исполнения опциона;

PV(EX) – приведенная стоимость цены исполнения, рассчитывается дисконтированием по безрисковой процентной ставке r_f;

$$d_1 = \frac{\ln[P / PV(EX)]}{s\sqrt{t}} + \frac{s\sqrt{t}}{2}; \tag{2}$$

$$d_2 = d_1 - s\sqrt{t}\ , \tag{3}$$

где t – число периодов до исполнения опциона;

P – текущая цена акции;

σ – среднее квадратическое отклонение доходности акций за период (с непрерывным сложным начислением);

ln – натуральный логарифм.

Стоимость опциона «колл» в формуле Блэка-Шольца возрастает с ростом цены акции P и снижается с уменьшением приведенной стоимости цены исполнения PV(EX), которая зависит от уровня процентной ставки и срока до исполнения опциона. Стоимость опциона возрастает также с увеличением числа периодов до исполнения и с ростом изменчивости цены акций ($s\sqrt{t}$).

Формула Блэка-Шольца выведена на основе предпосылки, что цена акции имеет непрерывный ряд значений, и, значит, для дублирования опциона инвесторы должны непрерывно корректировать свои вложения в акции. Формула все равно прекрасно работает в реальном мире, где торговля акциями происходит дискретно, а цены мечутся туда-сюда скачками. К тому же модель Блэка-

Шольца оказалась весьма гибкой: ее можно приспособить к опционам на самые разные специфические активы, такие как: иностранная валюта, облигации всех видов, сырьевые товары. Дилеры на опционных биржах повседневно используют ее, проворачивая огромные сделки.

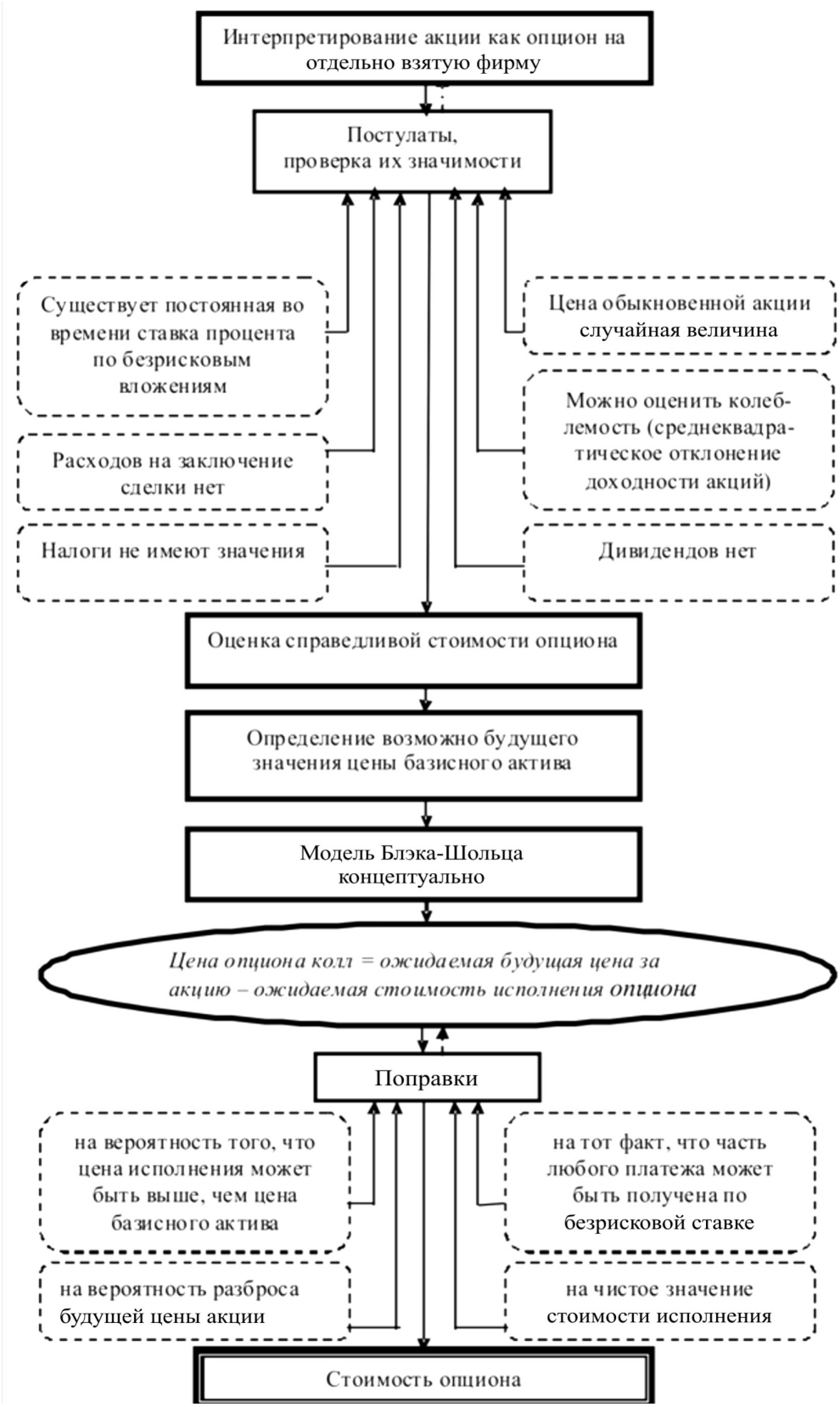


Рис. 2. Модель Блэка-Шольца

Для оценки «колла» по формуле Блэка-Шольца нужно выполнить следующие три действия:

Действие 1. Вычислить d_1 и d_2. Это делается простым подставлением числовых значений в соответствующие выражения («ln» означает натуральный логарифм):

$$\frac{\ln[P / PV(EX)]}{s\sqrt{t}} + \frac{s\sqrt{t}}{2} = d_1$$

$$d_2 = d_1 - s\sqrt{t}$$

Действие 2. Найти $N(d_1)$ и $N(d_2)$. N(d) – это вероятность того, что нормально распределенная переменная будет превосходить среднюю величину меньше чем на d_1 средних квадратических отклонения. Если d_1 имеет высокое значение $N(d_1)$ приближается к 1,0 (т.е. можно быть наверняка уверенным в том, что переменная будет превосходить среднюю величину меньше, чем на d, средних квадратических отклонения). Если d_1 равна нулю, то $N(d_1)$ равна 0,5 (т.е. с вероятностью 50 % нормально распределенная переменная будет ниже средней).

Простейший способ найти $N(d_1)$ – воспользоваться в программе Excel функцией NORMSDIST. Другой способ найти $N(d_1)$ – воспользоваться набором таблиц нормального распределения вероятностей.

С помощью программы Excel можно найти и $N(d_2)$.

Действие 3. Подставить полученные значения в формулу Блэка-Шольца.

Стоимость опциона «пут» с той же ценой исполнения определяется:

Стоимость опциона «пут» = стоимость опциона «колл» + приведённая стоимость (цены исполнения) – цена акции

Опционы очень важны в качестве важного инструмента по управлению инвестиционными проектами на всех стадиях – от принятия решения по осуществлению инвестиций до завершения проекта. Научившись находить скрытые возможности проекта, управляющий получает явные преимущества, поскольку может интуитивно оценить выгоду тех или иных возможностей. Теория реальных опционов достаточно полно описывает области возможного увеличения стоимости проекта. Но все же главная ее практическая ценность состоит в том, что реальные опционы позволяют количественно оценить преимущества проекта, ранее оцениваемые лишь качественно. Теория реальных опционов особенно интересна для России. Проекты, осуществляемые в российских условиях, содержат в себе относительно больший риск, но одновременно они содержат и больше возможностей, которые не оценивает классическая теория оценки инвестиций. И оценив эти возможности количественно, компания получает возможность инвестировать в те проекты, от которых неоправданно отказались конкуренты. Использование методов и инструментария опционного ценообразования позволяет обеспечить адекватность оценки стоимости предприятий и получить достоверные результаты, соответствующие организации управления и прогнозирования в инвестиционно-иновационной деятельности предприятий отраслей экономики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рутгайзер В.М. Оценка стоимости бизнеса. Учебное пособие. – М.: Издательство «Маросейка», 2007. – 437 с.
2. Брейли Ричард, Майерс Стюард. Принципы корпоративных финансов / Пер. с англ. Н. Барышниковой. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2008. – С. 1008.

REFERENCES

1. Rutgayzer V.M. Business Valuation. Training text book. – M.: Publishers Maroseyka, 2007. – 437 p.
2. Brayley Richard, Myers Steward. Principles of Corporate Finance, Ed. from English. N. Baryshnikov. – Moscow: ZAO Olimp-Business, 2008. – P. 1008.

УДК 332.834.8
Шакирова А.Ш. – аспирант
E-mail: gid017@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

СОВРЕМЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ ИНВЕСТИРОВАНИЯ МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

АННОТАЦИЯ

Часть населения страны высказывает желание проживать в индивидуальном доме. Вместе с тем, стоимость малоэтажного жилья высока и соответствует текущим ценам на применяемые строительные материалы. На стоимость строительства влияют также особенности конструкции и сложность архитектурных решений. Важнейшее значение имеет принятая схема финансирования. Выделяют собственные и заемные источники, а также привлеченные средства. От того, какой способ фондирования применяется, зависит как конечная стоимость индивидуального дома, так и рентабельность проекта.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: малоэтажное строительство, индивидуальное жилье, источники финансирования, проектное финансирование, банковское кредитование, средства населения.

Shakirova A.Sh. – post-graduate student
Kazan State University of Architecture and Engineering

MODERN SOURCES OF INVESTMENT OF LOW BUILDING IN REPUBLIC TATARSTAN

ABSTRACT

The part of the population of the country states desire to live in the individual house. At the same time, the cost of low habitation is high and corresponds to the current prices for applied building materials. Building cost is influenced also by features of a design and complexity of architectural decisions. The accepted scheme of financing has the major value. Allocate own and extra sources, and also the involved means. Depending on what way of financing is applied, depends both final cost of the individual house, and profitability of the project.

KEYWORDS: low building, individual habitation, financing sources, design financing, bank crediting, population means.

В настоящее время развитие жилищного строительства выдвинуто в качестве локомотива, способного обеспечить развитие региональной экономики и повысить благосостояние населения. В подтверждение выбранного направления можно привести утверждение очередного этапа федеральной целевой программы «Жилище» с 2011 по 2015 годы. Особенностью реализации данной программы является софинансирование жилищной политики из бюджетов субъектов Российской Федерации и муниципальных образований. В связи с этим, в конце 2010 года республика одной из первых в Российской Федерации подготовила проект региональной программы – республиканскую целевую программу «Развитие жилищного строительства в Республике Татарстан в 2011-2015 годах» [1].

В соответствии с исследованием, проведенным в рамках подготовки данной программы, около трети граждан хотели бы проживать в индивидуальном доме. В частности, большинство предпочли, чтобы их дом находился в рамках организованного поселка, и лишь десятая часть остановила свой выбор на индивидуальном доме в виде неорганизованного строения. Последние свой выбор мотивировали дороговизной жилья в организованных поселках, поэтому у такой группы населения будет пользоваться наиболее высоким спросом самое недорогое жилье. Вместе с тем, в рамках организованных поселков возможна малоэтажная застройка эконом-класса.

Сегмент малоэтажного жилья в Республике Татарстан начал активное развитие в 2003-2004 гг., когда застройщики предложили адекватную строительную политику и качественные концепции проектов. Строительство организованных поселков было сконцентрировано вокруг столицы Республики Татарстан – Казани. Первые проекты поселков позиционировались в сегментах бизнес- и элит-классах.

Средняя стоимость 1 кв. метра жилья в поселках от 40 тыс. руб. Большая часть коттеджных поселков строится по так называемой затратной технологии, т.е. в качестве материала стен используется традиционный кирпич. При этом его использование осуществляется при строительстве коттеджей в любом сегменте. Использование наиболее экологически чистого материала – дерева – наблюдается при строительстве домов в поселках элит- и бизнес-класса.

Указанная стоимость объективно соответствует текущим ценам на применяемые строительные материалы и строительные услуги. На стоимость строительства влияют следующие факторы: применяемые материалы, особенности конструкции и сложность архитектурных решений, применяемых при строительстве дома, условия строительства, количество этажей и их высота, удалённость строящегося объекта.

Сложившаяся практика малоэтажного жилищного строительства позволяет выделить два основных способа возведения каркасных домов. Это, во-первых, строительство из заранее заготовленных пиломатериалов: резка и изготовление деревянных каркасов производится в месте построек. Во втором случае строительство домов производится из сборных, заранее заготовленных на домостроительных заводах укрупненных элементов: панелей, стен, перекрытий, крыш и щитов. На месте постройки производится только монтаж этих элементов.

Как было отмечено ранее, 2004 год стал переломным, когда интерес к нетрадиционным технологиям строительства в России начал возрождаться. В 2006 году начался первый этап осуществления приоритетного национального проекта «Доступное и комфортное жильё – гражданам России». В соответствии с его положениями субъектам России рекомендовалось организовать массовое строительство жилья эконом-класса. А для этого необходимо было решить одну из главных причин недоступности жилья – высокую стоимость стройматериалов на фоне монополизации рынков их производства. Вместе с тем, значительно серьёзнее претензии строительных компаний к стоимости земельных участков. Себестоимость строительства при существующих условиях предоставления участков и применяемых бетонных технологиях снизить невозможно. Однако такая задача была поставлена. В первую очередь – перед чиновниками, которые отвечают за выполнение национального проекта. Одним из вариантов решения указанных проблем является организация массового строительства индивидуального жилья. Однако проблемы, существующие на загородном рынке, пока не позволяют жителям городов в массовом порядке переселяться за черту города.

В частности, требуется введение в строй новых производственных мощностей за счёт государственных и частных инвестиций. Рынок деревянного домостроения в России находится сейчас в стадии формирования, несмотря на то, что оно имеет в стране многовековую историю. Более того, значительная часть населения скептически относится к идее дешёвого малоэтажного строительства.

В Республике Татарстан деревянные дома производятся с использованием трех основных технологий. На долю панельно-каркасных приходится меньше всех производимых в регионе домов. Бревенчатых и домов из бруса возводят больше всего. Вместе с тем, доля деревянных коттеджей в общем объеме предложения Республики Татарстан, по нашим оценкам, не превышает 30-40 %.

В Республике Татарстан, по нашим оценкам, более 10 фирм занимаются изготовлением каркасных домов и имеют собственное производство. Об объемах выпуска готовой продукции в информационных источниках не сообщается.

Массовое применение технологии строительства быстровозводимых домов осуществляется только корпорацией «Антей» в рамках строительства поселка «Светлый» в Пестречинском районе Республики Татарстан.

Строительство каркасных домов в мире составляет 70 %, а в США и Канаде достигает 90 %. Доля каркасного домостроения в России еще несколько лет назад составляла 3-4 % рынка, а сейчас она оценивается не менее чем в 8-10 % и продолжает расти.

Каркасные дома аналогичны по качеству среднему жилью в республике, но, как правило, в два раза или более превышают «нормативную» квартиру по площади.

В целом, сектор деревянного домостроения развивается активно и характеризуется наличием большого количества производителей деревянных домов из различных стеновых материалов.

Цены на строительство домов сильно варьируются в зависимости от комплектации и качества материалов и составляют от 10 до 25 тысяч рублей за 1 кв. м общей площади (без стоимости земельного участка и внешних коммуникаций). Немаловажно, но выставочные образцы можно увидеть только у нескольких компаний.

Сектор деревянного домостроения развивается активно и характеризуется наличием большого количества производителей деревянных домов из различных стеновых материалов. Однако ужесточение конкурентной среды, по экспертным оценкам, произойдет не ранее, чем через 3-6 лет.

Активное использование деревянного домостроения позволит обеспечить короткий инвестиционный цикл, будет условием снижения стоимости привлеченных инвестиций и ускорит оборачиваемость денежных средств. А в условиях экономической неопределённости это позволит быть гибким в ответ на потребности рынка.

Вместе с тем, важны не только размеры инвестиций, но эффективность их использования. Соответственно, важно привлекать наиболее эффективного оператора, способного грамотно осуществить инвестирование и реализацию проекта.

В сложившейся на сегодняшний день ситуации для приобретения индивидуального дома возможно применить любую из следующих схем финансирования.

Наиболее простой, на наш взгляд, является схема с использованием договоров купли-продажи и поручительства. Лицо, желающее приобрести коттедж в коттеджном посёлке (он же инвестор или покупатель), обращается в компанию-собственницу земельного участка (она же будет выступать заказчиком строительства и продавцом земельных участков). Инвестор (покупатель) заключает с компанией-застройщиком договор купли-продажи земельного участка и приобретает свои 10 соток в собственность.

После этого инвестор (покупатель) заключает договор поручительства с компанией-застройщиком (заказчиком строительства), в котором поручает этой компании построить на его участке коттедж. Компания-застройщик обязуется построить коттедж в оговоренный срок, для чего нанимает подрядную организацию. После окончания строительства и сдачи объекта в эксплуатацию инвестор (покупатель) заключает с компанией-застройщиком договор купли-продажи коттеджа, на основании которого оформляется право собственности на коттедж.

Ту же самую операцию можно провести и с заёмными средствами. В этом случае в схеме появляется ещё один участник – банк.

Итак, в процессе кредитования принимают участие следующие стороны: банк (кредитор), строительная компания – подрядная организация (поверенный), компания-застройщик – собственник земельного участка (продавец), инвестор (покупатель/должник). Сам же процесс кредитования можно разделить на несколько этапов.

Строительная компания и Покупатель согласовывают исходные данные строительства коттеджа, которые станут основанием при составлении (оформлении) разрешительной документации, включая перечень строительных работ, а также место расположения, размер и другие данные касательно земельного участка.

Между Покупателем и Компанией-застройщиком (продавцом) земельного участка заключается предварительный договор купли-продажи, по которому Покупатель выплачивает продавцу авансовый платёж за земельный участок. Договор подлежит нотариальному заверению.

Между Покупателем и Строительной компанией заключается договор поручения, по которому Покупатель выплачивает Строительной компании авансовый платёж за коттедж. Договор подлежит нотариальному заверению и оформляется одновременно с предварительным договором купли-продажи.

Покупатель обращается в Банк для рассмотрения вопроса о предоставлении ему кредита.

После предоставления Покупателем заявления определённого образца и соответствующего пакета документов Банк проводит предварительный и окончательный анализы предоставленной информации.

В заключение – выдача кредита Покупателю, которая осуществляется в форме кредитной линии 2 (двумя) траншами. Первый транш выдаётся на оплату стоимости земельного участка. Второй транш выдаётся на оплату стоимости работ по строительству коттеджа.

Также для финансирования строительства коттеджных посёлков можно использовать жилищно-строительный кооператив, в которых каждый член кооператива строит или заказывает строительство своего жилья. При небольшом количестве членов эта схема действительно оправдывает себя.

Однако есть и большой минус – корпоративное управление. Какой бы паевой взнос не внес участник кооператива, все равно на общем собрании у него будет один голос. Кроме того, теоретически возможны ситуации нецелевого использования средств правлением кооператива.

Схема работы любого кооператива (в т.ч. ЖСК) предполагает объединение юридических и физических лиц с целью достижения уставных целей кооператива. В нашем случае цели можно сформулировать следующим образом:

– для повышения жизненного уровня членов кооператива, защиты их имущественных интересов и социальных прав;

– организации строительства и обеспечения эксплуатации инженерных сетей, жилых домов, объектов социально-культурного, общественного и бытового назначения для удовлетворения нужд членов кооператива.

В зависимости от сферы, в которой будет происходить строительство, эти цели могут быть дополнены и откорректированы.

Для финансового обеспечения достижения указанных целей в ЖСК создается паевой фонд, который согласно законодательству формируется за счет:

– паевых взносов членов кооператива;

– дополнительных паевых взносов.

Таким образом, инвестор паевым взносом оплачивает стоимость своей будущей недвижимости.

Еще одним способом обеспечения строительства является проектное финансирование.

Проектное финансирование – это финансирование инвестиционных проектов, при котором сам проект является способом обслуживания долговых обязательств.

Классическое прямое кредитование, являющееся основной формой финансирования строительства, предполагает обязательный ликвидный залог, превышающий сумму заимствования. Зачастую это является неразрешимой проблемой, так как значительно превышает активы строительных компаний. Единственный выход – инвестиции, то есть заимствование не под залог, а под проект, идею.

Кредиторы в этом случае оценивают объект инвестиций с точки зрения доходности, которая обеспечит погашение предоставленных займов. Основным обеспечением по таким сделкам является сам проект и активы, участвующие в нем.

Клиентов проектное финансирование подкупает тем, что подразумевает возврат средств за счет денежных потоков, генерируемых новым проектом, а не за счет других активов компании-инициатора проекта.

Кроме этого, основными преимуществами проектного финансирования для предприятия являются следующие:

– основным фактором для получения проектного финансирования является сам проект, и только потом платежеспособность заемщика;

– зачастую при проектном финансировании сроки кредитования намного превышают стандартные банковские продукты, а процентная ставка на порядок ниже;

– отсутствие дополнительных залогов, т.е. активов, не участвующих в самом проекте.

Упрощенно система проектного финансирования выглядит следующим образом. Рядом специалистов в проектном менеджменте разрабатывается подробный бизнес-проект, в котором само строительство является лишь частью, а главное внимание уделяется прибыльности, гарантии возврата инвестиции, времени возврата, с подробным описанием всех механизмов и источников.

Основными итоговыми цифрами являются цена проекта (то есть сумма, необходимая к инвестированию) и количество и качество необходимых к выпуску ценных бумаг, определяющее их номинальную стоимость. Часть бумаг может быть выпущена в виде простых, часть – в виде привилегированных акций, либо в виде тех или иных облигаций.

Информация поступает в специальный финансовый институт, называемый инвестиционным банком, и становится предметом публичного доступа и обсуждения. Основная деятельность инвестиционного банка состоит в оценке и выкупе всего (или части) тиража ценных бумаг того или иного проекта в пользу эмитента и последующее их размещение на вторичном фондовом рынке.

Таким образом, застройщик сразу получает инвестиционные средства, которые не требуют возврата, но должны приносить прибыль в виде дивидендов, а приобретший акции субъект становится собственником части проекта или компании с правами, соответствующими доле и типу приобретенных акций. В случае приобретения облигаций он имеет право на получение фиксированного дохода и выкупа облигаций в любой момент по их номинальной стоимости.

В свою очередь, инвестиционный банк начинает компанию по рекламе проекта и выпускает приобретенные акции на вторичный рынок либо с фиксированной надбавкой на внебиржевом рынке, либо котируя (то есть свободно продавая на аукционной основе) через брокерские или

дилерские компании, аккредитованные на той или иной бирже. Вся эта процедура носит название первичной эмиссии, или IPO, и является несравненно более дешевой и менее нагруженной обязательствами инвестополучателей формой финансирования крупных строительных проектов.

Акции на рынке обычно продаются не поштучно, а пакетами. Для того чтобы дать возможность участвовать в инвестиционном процессе мелким вкладчикам, существует институт паевых инвестиционных фондов, которые, приобретая пакеты акций отдельных компаний или диверсифицированные портфели различных компаний, продают малые доли соответствующих пакетов розничным вкладчикам.

Таким образом, участниками инвестиционных процессов становятся практически все слои населения страны. Небольшие капиталы образуют мощные инвестиционные средства, заставляя работать в активной экономике даже самые маленькие сбережения, повышая уровень жизни населения и эффективность экономики во много раз.

В Республике Татарстан проектным финансированием занимаются только крупные системные банки – Сбербанк, «Ак Барс» банк [2]. В сложившейся ситуации такая форма заимствования несет в себе значительно большие риски, чем прямое кредитование, и предполагает ряд специфических технологий. В итоге, интерес банка к проекту зависит от качества бизнес-плана.

Сначала бизнес-план проекта анализируют менеджеры департамента проектного финансирования. В процессе этого анализа банк может требовать от инициатора проекта дополнительных разъяснений и уточнений. Кроме самого банка, проекты изучает и компания-консультант, специализирующаяся на той или иной отрасли. Затем проект оценивают риск-менеджеры. Получив одобрение специалистов по риску, департамент проектного финансирования составляет график выделения средств и погашения кредита и формирует предложение клиенту.

Для большей прозрачности и юридической чистоты инвестиционные проекты финансируются через юридически и экономически независимую от инициатора проекта компанию специального назначения. С ней заключаются все договора, связанные с проектом. Все счета проектной компании должны быть в банке, который финансирует проект.

При классическом проектном финансировании обеспечение создается в ходе реализации проекта. Сначала залогом служат корпоративные права на бизнес и земельный участок, лицензии и разрешительная документация, затем в залог оформляется построенное здание. Однако банки часто требуют дополнительный залог – финансовое или имущественное поручительство собственников предприятия или связанных структур, фиксированные активы инициатора проекта, товары в обороте, имущественные права по договорам.

Кроме этого, запрашиваемой инвестиции должен соответствовать сам заёмщик. Во-первых, он должен иметь положительную деловую репутацию, доказать, что он в состоянии в сжатые сроки освоить большие деньги. Для этого нужно иметь развитую систему логистики; высокотехнологическое строительное оборудование; персонал, который на нем может эффективно работать; эффективную систему как производственного, так и финансового менеджмента; обладать навыком производственной дисциплины, позволяющей соблюдать как по времени, так и по финансовым потокам рамки разработанного бизнес-плана и графика строительства.

Во-вторых, получатель должен быть состоятельным уже на начальном этапе, для того чтобы оплатить услуги финансового консалтинга. Попытки заплатить за услуги из инвестиционных денег – верный признак несостоятельности клиента.

В-третьих, он должен показать готовность партнерства в риске, то есть готовность оплатить из собственных или заемных средств не менее 25 % суммы проекта.

В-четвертых, у него должна быть положительная кредитная история. Она обязательно анализируется банком на предмет добросовестного выполнения заемщиком своих обязательств перед кредиторами.

Средний срок проектного финансирования – три-пять лет. Стоимость кредитных ресурсов зависит от рисков и сроков проектов и обычно является плавающей. Обычно проект финансируется поэтапно. Проценты по кредиту платятся регулярно, а тело кредита может выплачиваться по истечении льготного периода (6-24 месяца).

В целом, в Республике Татарстан долевое участие банков в инвестиционных проектах не распространено – собственники компаний-застройщиков не хотят делиться прибылями с кредиторами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Целевая программа «Развитие жилищного строительства в Республике Татарстан в 2011-2015 годах» // Министерство строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства. URL: http://minstroy.tatar.ru/rus/file/pub/pub_60384.rtf (дата обращения: 19.02.2011).
2. «Ак Барс» Банк // Проекты недвижимости. URL: http: // www.akbars.ru / corporate / project_financing / (дата обращения: 21.02.2011).

REFERENCES

1. The target program «Housing construction Development in the Republic of Tatarstan in 2011-2015» // The ministry of building, architecture and housing and communal services. URL: http://minstroy.tatar.ru/rus/file/pub/pub_60384.rtf (reference date: 19.02.2011).
2. «Ak Bars» bank // Real estate projects. URL: http://www.akbars.ru/corporate/project_financing/ (reference date: 21.02.2011).

УДК 536.2
Барышева О.Б. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: obbars@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ПРИМЕНЕНИЕ ЛОКАЛЬНОГО ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ К НЕКОТОРЫМ НЕРАВНОВЕСНЫМ ПРОЦЕССАМ В ЭНЕРГОУСТАНОВКАХ

АННОТАЦИЯ

В проводимой работе и исследованиях рассматривается возможность применения термодинамического равновесия к некоторым неравновесным процессам, протекающим в области «низких» температур высокотемпературных энергосиловых установок, где, как известно, «работают» не все допущения, которые приняты для высокотемпературной области. Полученные результаты сравниваются с имеющимися экспериментальными данными. Анализ результатов дает положительный результат по некоторым теплофизическим свойствам.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: локальное термодинамическое равновесие, состав, неравновесное состояние системы, теплопроводность, модель межмолекулярного взаимодействия Леннарда-Джонса.

Barysheva O.B. – candidate of engineerings sciences, associate professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

APPLICATION OF LOCAL THERMODYNAMICS EQUILIBRIUM TO SOME NON-EQUILIBRIUM PROCESSES IN ENERGY POWER SETTINGS AND HEAT ENGINE

ABSTRUCT

In the conducted work and researches possibility of application of thermodynamics equilibrium is examined to some non-equilibrium processes, to flowings, in area of «low» temperatures of the high temperature energy power settings, where, as is generally known, all shutting out, which are accepted for a high temperature area, «work». The got results are compared to present experimental information. The analysis of results is given by a positive result on some thermophysical properties.

KEYWORDS: local thermodynamics equilibrium, composition, non-equilibrium state of the system, heat conductivity, model of co-operation between molecules of Lennard-Jones.

Для термически изолированных систем в случае бесконечно больших скоростей обратимых химических реакций диссоциации и рекомбинации, когда время пребывания продуктов сгорания в реакционной зоне велико для определения состава в камерах сгорания энергоустановок, используют приближение химического равновесия. Для химически равновесного газа характерно отсутствие градиентов температуры, концентраций, скорости. Но при определении параметров процессов переноса (например, теплопроводности) предполагается наличие таких градиентов, которые должны вызывать нарушение химического равновесия даже для стационарных условий! В таком случае, если не рассматривать больших градиентов и турбулентные пульсации потоков, то возможно использование понятия о локальном термодинамическом равновесии (ЛТР). Рассмотрим ближе это понятие.

При наличии постоянного по времени градиента, например, температуры, устанавливается стационарное распределение температур в рабочем объеме, обусловленное источником и стоком тепла, связанное с теплопроводностью (как молекулярной, так и радиационной). Если на длине L, составляющей несколько длин свободного пробега l, изменение температуры (ΔT) мало по сравнению со средней температурой $\overline{T}$ на участке L, то можно считать, что высокотемпературный газ находится в состоянии ЛТР. Реальное распределение температуры T можно аппроксимировать ступенчатой функцией и для каждого участка рассматривать термодинамические функции при $T = \overline{T}$, которые необходимы, в частности, для расчета константы равновесия при определении состава. В диссоциированном газе выделение тепла в реакциях рекомбинации при понижении температуры будет

способствовать, как и молекулярная теплопроводность, уменьшению первоначально возникшего градиента температуры, что делает допущение о ЛТР более реалистичным.

Представление о ЛТР введено для распространения методов классической термодинамики на неравновесные процессы. Время релаксации растет с увеличением размеров системы, а малые части приходят в состояние равновесия раньше, чем устанавливается равновесие между этими частями.

В общем случае критериями допущения о равновесии в высокотемпературном газе при наличии процессов переноса может служить неравенство вида

$$l_A|\mathrm{grad}\,A|/A \ll 1, \quad (1)$$

где A – величина, изменение которой определяет скорость процесса переноса, вносящего наибольший вклад в нарушение равновесия (в рассматриваемом случае неизотермичного нагретого газа – это температура); l_A – свободный пробег частицы, относящийся к данному процессу.

Смысл неравенства (1) – на расстоянии l_A соответствующий параметр A (температура, концентрация, импульс) претерпевает малое отклонение от равновесного состояния.

Поскольку в неравенстве (1) $\mathrm{grad}\,A$ – расчетная величина, то для качественной оценки можно также использовать временной $\tau_р$ и пространственный масштабы установления равновесного состояния:

$$\tau_р \sim (CQ\cdot\upsilon)^{-1} \ll \tau, \quad (2)$$

$$l_р \sim (CQ)^{-1} \ll l, \quad (3)$$

где C – концентрация (число частиц в единице объема) реагирующих частиц газовой смеси, Q – эффективное сечение реакций, $\tau_р$ и $l_р$ – характерное время изменения параметров и размер химического реактора (камеры сгорания).

В качестве объекта для исследования выберем высокотемпературную энергоустановку, для камеры сгорания которой характерны следующие параметры время $\tau \sim 10^{-3}$ с, температура $T = 3500$ К, давление $p = 10$ МПа, молекулярная масса смеси $m = 25$ кг/кмоль. Концентрация составляет $C = 73{,}389\cdot 10^{26}\, p(\text{физ.атм.})/T = 2{,}1\cdot 10^{26}$ м$^{-3}$, а средняя арифметическая скорость теплового движения частиц равна $\upsilon = \sqrt{8kT/(\pi m)} = 1722$ м/с, где k – постоянная Больцмана, m – масса частицы.

Для модели молекул в виде твердых непроницаемых сфер и в предположении о максвелловской функции распределения частиц по скоростям и уровням внутреннего возбуждения эффективное сечение реакции Q можно оценить по следующей зависимости:

$$Q = \begin{cases} 0, \text{если } E < E_п, \\ \dfrac{\pi d^2}{4}\left(1 - \dfrac{E_п}{E}\right), \text{ если } E \geq E_п, \end{cases} \quad (4)$$

где $E_п$ – пороговое значение энергии реакции), E – энергия хаотического движения частиц.

В соответствии с (4) диаметр молекулы $d \sim \sigma$, где σ – параметр потенциала межмолекулярного взаимодействия, значения Q составят величины $Q \sim 10^{-19}...10^{-20}$ м^2. С учетом представленных здесь величин получим $\tau_p \sim 10^{-9}$ с, а $l_p \sim 10^{-5}...10^{-6}$ м. Это говорит о том, что в областях камер сгорания, где степень диссоциации продуктов сгорания велика, условия установления равновесного состояния выполняются с большим запасом! При контакте диссоциированного газа с относительно холодной стенкой (~ 1000 К) в пограничном слое возникают существенные градиенты температуры и концентраций. В отсутствие пристеночного слоя с пониженной температурой, величина удельного теплового потока может достигать значений $q \sim 10^8$ Вт/м^2. При температуре диссоциированного газа $T = 3500$ К коэффициент теплопроводности составляет $\lambda \sim 1$ Вт/(м·К)[3]. При данных параметрах толщина теплового пограничного слоя будет иметь порядок величины $\delta \sim \lambda\cdot\Delta T/q \sim 10^{-5}$ м.

Предположим, что толщины теплового и концентрационного пограничных слоев соизмеримы, тогда толщина теплового пограничного слоя δ будет примерно того же порядка, что и длина «пробега» рекомбинации l_p.

Поэтому в пристеночной области камеры сгорания продукты сгорания будут представлять собой неравновесную и неидеальную (в смысле уравнения состояния) смесь газов, и условия локального термодинамического равновесия здесь точно не будут соблюдаться!

Другой причиной возникновения неравновесного состояния в диссоциированных газах может быть выход излучения. Однако для условий камер высокотемпературных энергоустановок при отсутствии конденсированных частиц в продуктах сгорания доля радиационного теплового потока относительно невелика, а само излучение практически «заперто» в камере сгорания и, соответственно, не может существенно нарушать условия ЛТР.

Для равновесного состояния среды для разных точек термодинамической системы характерно отсутствие различий в значениях температур, т.е. градиенты температуры $\operatorname{grad} T$ и концентраций компонентов равны нулю, следовательно, $\operatorname{grad}\varphi = 0$, где φ – химический потенциал. Это, в частности, означает, что для каждого произвольно выбранного объема среды, содержащего продукты сгорания одного моля топлива, справедливо уравнение материального баланса (или сохранения вещества), отражающее равенство количества химических элементов в продуктах сгорания и в химической формуле условной молекулы топлива:

$$\sum_{j=1}^{l} a_{ij} n_j + n_i = b_{i\text{т}} = const, \quad i = 1, 2, 3, ..., m, \tag{5}$$

где a_{ij} – число атомов i-го химического элемента в молекуле j; $b_{i\text{т}}$ – число атомов i-го химического элемента в формуле условной молекулы топлива; n_i, n_j – соответственно числа молей химического элемента (атома) i и молекулы j.

С другой стороны, для обратимых процессов переноса массы, энергии и т.д. (характерных для равновесного состояния среды) справедливо равенство нулю общего потока любого химического элемента i как в свободном (атомарном) состоянии, так и в составе различных молекул:

$$\sum_{j}^{l} a_{ij} \vec{W}_j + \vec{W}_i = 0, \quad i = 1, 2, 3, ..., m, \tag{6}$$

где $\vec{W}_i$ и $\vec{W}_j$ – соответственно диффузионные мольные потоки атомов i и молекул j, содержащих i-ый химический элемент. Равенство (6) справедливо для стационарного состояния среды при наличии градиента температур, при этом соблюдается ЛТР.

Равенство (5) используется при расчете равновесного состава продуктов сгорания химических топлив, а равенство (6) – при выводе составляющей коэффициента теплопроводности, учитывающей перенос энергии химических реакций. Основное различие между двумя равенствами (5) и (6) заключается в том, что в зависимости (5), в отличие от (6), не входят параметры потенциальных функций межмолекулярного взаимодействия. Отсюда и получение разных значений (одних и тех же веществ) частных производных состава по температуре при постоянном давлении, входящих в состав формул для вычисления коэффициента теплопроводности.

Было сделано предположение, что для получения взаимосогласованных результатов при использовании равенств (5) и (6) необходимо при определении равновесного состава пользоваться уравнениями состояния реальных газов, включающими одни и те же параметры межмолекулярного взаимодействия. Таким уравнением состояния является уравнение в вириальной форме, которое для случая $\upsilon, T = \text{const}$ записывается в виде

$$p\upsilon / (R_0 T) = 1 + B(T)\rho + C(T)\rho + D(T)\rho + ..., \tag{7}$$

для случая $p, T = \text{const}$ записывается в виде

$$p\upsilon / (R_0 T) = 1 + B\rho + (C - B^2)\rho^2 + (D - 3BC + 2B^3)\rho^3 + ..., \tag{8}$$

где B, C, D – соответственно второй, третий, четвертый вириальные коэффициенты; ρ – плотность газовой смеси [1].

Область применения вириального разложения определяется сходимостью ряда. При высоких температурах использование вириального уравнения ограничивается областью начала ионизации газа. В критической точке вириальное разложение расходится. Ниже критической температуры сходимость ряда сохраняется вплоть до плотности насыщенного пара. При использовании вириального уравнения следует учитывать, что число членов в нем бесконечно, но на практике используют разложения с конечным числом членов и коэффициенты такого полинома могут отличаться от вириальных коэффициентов. Разница между вторым вириальным коэффициентом и вторым коэффициентом полинома низкого порядка обычно невелика, т.к. второй вириальный коэффициент является определяющим из чисел ряда. Поэтому для условий камер сгорания энергоустановок вполне можно ограничиться использованием уравнения состояния, включающего только второй вириальный коэффициент.

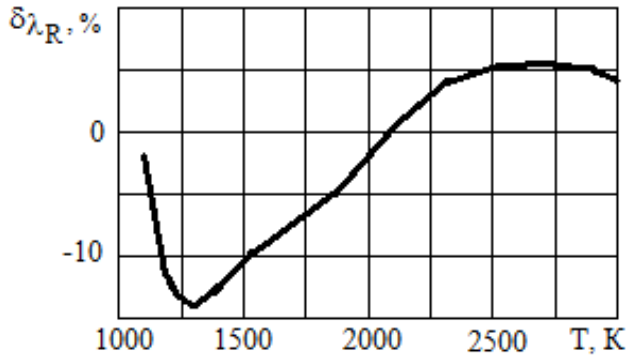


Рис. 1. Отклонения, полученные при вычислении составляющей коэффициента теплопроводности реагирующей смеси λ_R, найденное для смеси реальных газов по отношению к λ_R идеально газовой смеси: двухкомпонентное жидкое топливо – несимметричный диметилгидразин (НДМГ) + азотный тетраксид (АТ), коэффициент избытка окислителя б=0,9.

Проведенные в работе [2] исследования по учету влияния межмолекулярного взаимодействия на термодинамические параметры продуктов сгорания показали, что заметные отклонения (до 15…20 %) в свойствах продуктов сгорания химических топлив от соответствующих значений для идеально-газового состояния характерны для теплоемкости, скорости звука, термических коэффициентов и теплопроводности. Уровень температур, где влияние межмолекулярного взаимодействия наиболее ощутимо, лежит ниже 1800 К. Это говорит о том, что в данной области температур наиболее выражены реакции диссоциации и рекомбинации.

В данной работе при исследовании термодинамических и теплофизических свойств высокотемпературных процессов рассматриваются центральные области химических реакций (камер сгорания) энергоустановок.

Максимальное отклонение на рис. 1 ~14 % характерно для диапазона температур ~1200…1300K. Такое отклонение λ_R в данном диапазоне температур дает, в свою очередь, отклонение по $\lambda \sim 0{,}8\ \%$. Следовательно, влияние параметров межмолекулярного взаимодействия очевидно.

На рис. 2 проведено сравнение результатов расчета коэффициента эффективной теплопроводности с его экспериментальными данными [3]. Несмотря на то, что разложение тетраоксида диазота – процесс неравновесный, а расчет проводился в предположении о равновесном протекании реакций, эксперимент и расчет качественно хорошо согласуются между собой. Характер полученных кривых соответствует экспериментальным. Из рисунков видно, что расчетные данные лежат несколько выше экспериментальных. Максимальное отличие расчетного коэффициента теплопроводности и полученного путем проведения эксперимента для давления $p \sim 1{,}03$ МПа и $p \sim 0{,}48$ МПа составляет не более ~ 8…10 %.

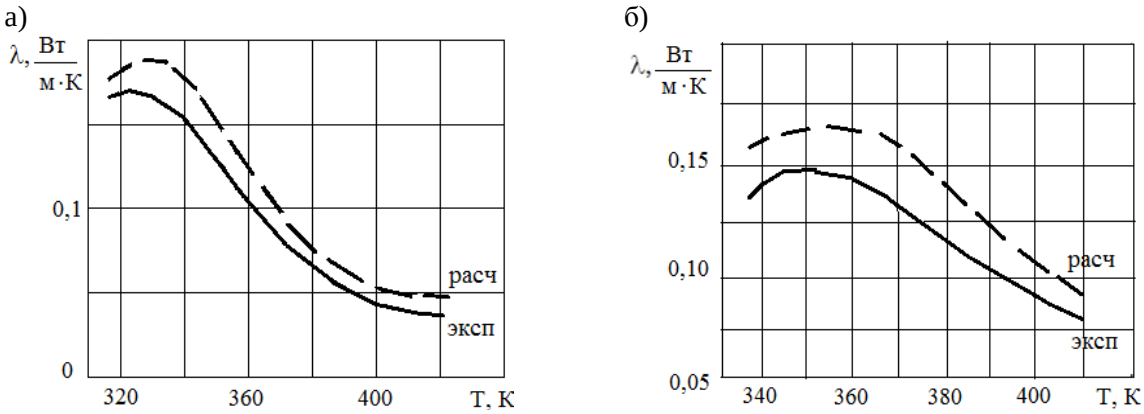


Рис. 2. Зависимость коэффициента эффективной теплопроводности от температуры при заданном давлении: а) при р=0,103МПа, б) при р=0,48 МПа

Полученные максимальные отклонения могут быть обусловлены многими факторами:
– использование для неравновесного процесса – разложения четырехокиси азота;
– методики расчета параметров и свойств равновесной смеси;
– ошибка проведения эксперимента, лежащая в диапазоне от 4 до 8 % [3].

Вывод: удовлетворительный результат тестирования, полученный при сравнении с экспериментальными значениями эффективной теплопроводности, разложения тетраоксида диазота при низких температурах и давлениях, дает основание для утверждения о возможности применения локального термодинамического равновесия к некоторым неравновесным процессам в энергоустановках с учетом допущений, описанных выше.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Термодинамические и теплофизические свойства продуктов сгорания. /Справочник. В 10 т., т. 4. / Под ред. В.П. Глушко. – М.: АН СССР-ВИНИТИ, 1972. – 527 с.
2. Алемасов В.Е., Дрегалин А.Ф., Черенков А.С. Основы теории физико-химических процессов в тепловых двигателях и энергетических установках. – М.: Химия, 2000. – 520 с.
3. Физико-химические и теплофизические свойства химически реагирующей системы $N_2O_4 \overrightarrow{\leftarrow} 2NO_2 \overrightarrow{\leftarrow} 2NO + O_2$ ./ Под ред. В.Б. Нестеренко. – Минск: «Наука и техника», 1976. – 344 с.

REFERENCES

1. Thermodynamics and thermophysical properties of products of combustion. /Reference book. In 10 v., v. 4. / Under the editorship of prof. V.P. Glushko. – M.: AN SSSR-VINITI, 1972. – 527 p.
2. Alemasov V.E., Dregalin A.F., Cherenkov A.S. Bases of theory of physical and chemical processes in heat-engines and power settings. – M.: Chimiya, 2000. – 520 p.
3. Physical and chemical and thermophysical properties of the chemically reactive system $N_2O_4 \overrightarrow{\leftarrow} 2NO_2 \overrightarrow{\leftarrow} 2NO + O_2$ ./ Under the editorship of prof. V.B. Nesterenko. – Minsk: «Nauka and technika», 1976. – 344 p.

УДК 621.565
Барышева О.Б. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: obbars@mail.ru
Галимзянова Л.Г. – магистр
E-mail: lutik.lutsiya@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ РАСЧЕТА КАЛОРИФЕРА, ИСПОЛЬЗУЕМОГО В КАЧЕСТВЕ ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРА

АННОТАЦИЯ

Разработан теплообменник «газ-жидкость». Позволяет использование вторичных отходов (продуктов сгорания двигателя КАМАЗ-740.51-320). Рассматривается продольное и поперечное обтекание трубного пучка. Производится сравнение выходных параметров и проводится оптимизация расхода по тепловой мощности теплообменника и температуре воды на выходе. Используется для коммунально-бытовых нужд и в нефтяном хозяйстве для промывки скважин от парафинов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: теплообменник, калорифер, расход, оребрение, тепловой поток.

Barysheva O.B. – candidate of engineerings sciences, associate professor
Galimzyanova L.G. – magistrate
Kazan State University of Architecture and Engineering

MODELING OF PROCESSES AND DEVELOPMENT OF CALCULATION'S METHOD OF FAN HEATER, IN-USE AS EXCHANGER

ABSTRUCT

Exchanger is developed «gas-liquid». Allows utilization of the second wastes (products of combustion of engine of KAMAZ-740.51-320). The longitudinal and transversal flowing around of pipe bunch is examined. Comparison of data–outs is produced and optimization of expense is conducted on thermal power of exchanger and temperature of water on an output. Used for communal and domestic needs and in an oil economy for washing of mining holes from paraffin's.

KEYWORDS: exchanger, fan heater, expense, ribs, heat stream.

Калорифер кожухотрубный четырехходовой с коробчатым кожухом. Обтекание пучка труб – поперечное. Основные геометрические размеры трубного пучка приведены на рис. 1. Поверочный расчет, проведенный для установления возможности применения калорифера КСк 4-6 в качестве теплообменника, предназначенного для утилизации тепла, уносимого с выпускными газами двигателя КАМАЗ-740.51-320, показал, что данный теплообменник может быть использован в коммунальном хозяйстве, в нефтяной области для промывки скважин от парафинов и др. Отличается универсальностью, прост в эксплуатации. Не требует больших денежных вложений.

Характеристики калорифера: биметаллический, спирально-накатный предназначен для нагрева воздуха в системах кондиционирования, вентиляции и отопления, с температурой теплоносителя не более 190 °С и давлением не более 1,2 МПа. Калорифер изготавливается из углеродистой стали обыкновенного качества, теплоотдающие элементы выполнены из стальной трубы ($d_{н} = 21{,}3 \times 2{,}8$ – для теплоносителя «вода») с навивным оребрением номинальным диаметром по вершинам ребер $d_{р} = 40$ мм. Толщина оребрения $\delta_{р} = 0{,}5$ мм, шаг навивки $s = 3{,}7$ мм. В калорифере применен модернизированный теплоотдающий элемент с подгибкой ребер по ходу воздуха. Использование данного теплоотдающего элемента позволяет снизить аэродинамическое сопротивление на 20 %, гидравлическое сопротивление на 25 %, а фактические показатели теплотехнических характеристик увеличить более чем на 4 %, по сравнению с элементом без подгибки.

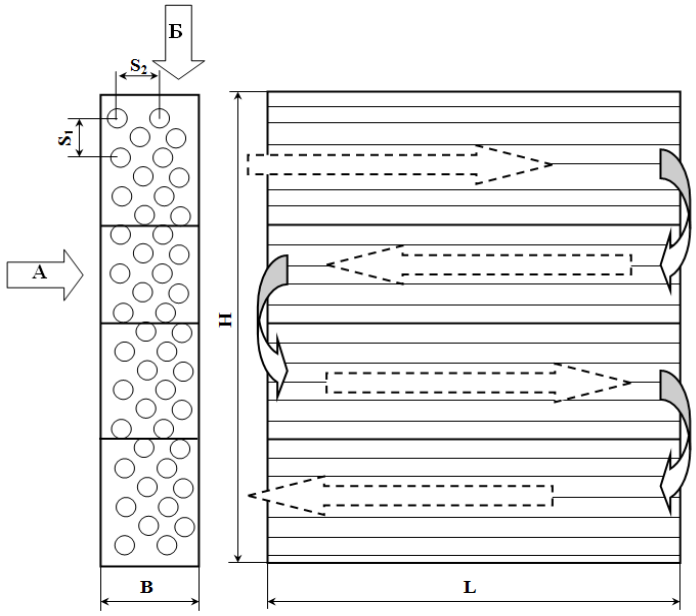


Рис. 1. Основные геометрические размеры трубного пучка калорифера КСк 4-6:
L – длина матрицы теплообменника, м (0,530),
H – высота матрицы теплообменника, м (0,503),
B – глубина матрицы теплообменника, м (0,18),
S_1, S_2 – шаги между трубами в пучке, м (0,0375 и 0,09).

Таблица 1

Теплотехнические характеристики калорифера:	
Тепловая мощность Q, кВт	59,1
Температура воздуха на входе t_2', °С	–20
Температура воды на входе t_1', °С	150
Температура воды на выходе t_1'', °С	70
Расход воздуха G_2, кг/с	0,833
Площадь поверхности теплообмена, м^2	17,36
Параметры системы отопления потребителя:	
Температура теплоносителя на входе в радиаторы жилых и общественных зданий по санитарно–гигиеническим условиям	не более 95 °С
Температура на выходе из сети потребителя	не менее 70°С
Давление в радиаторах местных систем отопления	не более 0,6 МПа
Тепловая мощность	не менее 100 кВт
Параметры двигателя КАМАЗ-740.51-320:	
Расход продуктов сгорания, кг/с	0,276
Температура выпускных газов, °С	510
Расход воздуха, кг/с	0,267
Максимальное противодавление после турбокомпрессора, кПа	10

Методика поверочного расчета теплообменника с коробчатым кожухом:

1. Исходные данные: первый теплоноситель движется в трубе (вода) и обозначен индексом «1», второй в межтрубном пространстве (продукты сгорания) и обозначен индексом «2»; индексом «/» обозначены параметры на входе, «//»– выходные параметры; схема движения теплоносителей – перекрестный ток; задаются геометрические характеристики: компоновка труб в пучке; задаются габаритные размеры матрицы теплообменника;

2. Задается количество рядов труб z и количество труб в ряду m.

3. Количество труб в пучке $n = mz$.

4. Площадь теплопередающей поверхности теплообменника (по среднему диаметру труб) равна:
$F_{ср} = \pi(d_н + d_в)\, L\, n_р / 2$,

где $d_в$ – внутренний диаметр трубы, $n_р$ – количество ребер на одной трубе

$n_р = L/(\delta_р + \delta_м)$

$\delta_р$, $\delta_м$ – толщина ребра и межреберных участков, соответственно.

5. Площадь оребренной – наружной поверхности
$F_н = (F_р + F_м)\, n_р$,

где $F_р$ – площадь поверхности собственно ребер

$F_р = \pi n_р\, f_р \left\{ (d_р^2 - d_н^2)/2 + d_р \delta_р \right\}$,

$f_р > 1{,}36$ – коэффициент, учитывающий увеличение площади за счет подгибки ребер, $F_м$ – площадь поверхности межреберных участков трубы

$F_м = \pi d_н\, \delta_м (n_р - 1)$.

6. Скорость теплоносителя в трубах
$W_1 = G_1/(\rho_1 F_1)$,

где G_1 – массовый расход, кг/с, ρ_1 – плотность, кг/м^3.

Площадь поперечного сечения трубы

$F_1 = \pi d_в^2 n_р / 4$.

7. Рассчитываются числа Рейнольдса Re_1 и Прандтля Pr_1. Свойства теплоносителя в первом приближении выбираются по температуре и давлению t_1' и p_1'. В последующих приближениях – по средней температуре $t_{1ср} = (t_1' + t_1'')/2$.

Здесь и далее свойства теплоносителей рассчитывались по аппроксимационным формулам, полученным на основе табличных данных, представленных в [1, 2].

8. Коэффициент теплоотдачи при движении теплоносителя в трубах
$\alpha_1 = \mathrm{Nu}_1 \lambda_1 / d_в$,

где Nu_1 определяется по следующим формулам:

– для ламинарного режима ($\mathrm{Re}_1 < 2300$)

$\mathrm{Nu}_1 = 0{,}15\, \mathrm{Re}_1^{0{,}33}\, \mathrm{Pr}_1^{0{,}43}\, \mathrm{Gr}_1^{0{,}1} (\mathrm{Pr}_1/\mathrm{Pr}_{1w})^{0{,}25} \varepsilon_L$,

– для переходного режима

$\mathrm{Nu}_1 = 0{,}62 (\mathrm{Re}_1\, \mathrm{Pr}_1\, d/L)^{1{,}3} (1 + 0{,}015 \mathrm{Gr}_1^{0{,}33})$,

– для турбулентного режима ($\mathrm{Re}_1 > 10000$)

$\mathrm{Nu}_1 = 0{,}021 \mathrm{Re}_1^{0{,}8}\, \mathrm{Pr}_1^{0{,}43} (\mathrm{Pr}_1/\mathrm{Pr}_{1w})^{0{,}25} \varepsilon_L$,

где $\varepsilon_L = 1{,}04$ – поправка на начальный участок канала [3], Gr – число Грансгофа.

9. Скорость движения теплоносителя в межтрубном пространстве
$W_2 = G_2/(\rho_2 (B - m(d_н + (d_р - d_н)\delta_р n_р))L)$.

10. Рассчитываются числа Рейнольдса Re_2 (в качестве определяющего размера выбирается наружный диаметр трубы $d_н$) и Прандтля Pr_2. Свойства теплоносителя в первом приближении выбираются по t_2' и p_2'. В последующих приближениях – по $t_{2ср} = (t_2' + t_2'')/2$.

11. Коэффициент теплоотдачи при движении теплоносителя в межтрубном пространстве
$\alpha_2 = \mathrm{Nu}_2 \lambda_2 / d_н$,

где Nu_2 определяется по формулам оребренных шахматных пучков труб [4]:

$\mathrm{Nu}_2 = A (\mathrm{Pr}_2/\mathrm{Pr}_{2w})^{0{,}25} (S_1/S_2)^{0{,}2} (\delta_м/d_н)^{0{,}18} \left[(d_р - d_н)/(2 d_н) \right]^{-0{,}14} \varepsilon_z$,

где $A = 0{,}192\, \mathrm{Re}_2^{0{,}65}\, \mathrm{Pr}_2^{0{,}36}$ – при $100 < \mathrm{Re}_2 \le 20000$, $A = 0{,}0502\, \mathrm{Re}_2^{0{,}8}\, \mathrm{Pr}_2^{0{,}36}$ – при $20000 < \mathrm{Re}_2 \le 200000$, ε_z – поправка.

12. Коэффициент теплопередачи k, отнесенный к поверхности среднего цилиндрического сечения труб,

$$k = \left[1/\alpha_1 + \delta_w/\lambda_w + 1/\alpha_2 F_{\text{ср}}/(F_{\text{м}} + \eta_{\text{р}} F_{\text{р}})\right]^{-1},$$

где коэффициент теплопроводности стенки $\lambda_w = 16$ Вт/(м·К) (нержавеющая сталь), коэффициент эффективности ребра $\eta_{\text{р}}$ определяется из уравнения

$$\eta_{\text{р}} = \kappa_{\text{кр}} \kappa_{fp} \text{th}(ml_{эф})/(ml_{эф}),$$

где $\kappa_{fp} = 1{,}5$ – коэффициент, учитывающий увеличение теплоотдачи за счет подгибки ребер (значение коэффициента κ_{fp} определено на основе тестовых расчетов), $\kappa_{\text{кр}} = 0{,}6$ – коэффициент, учитывающий ухудшение теплоотдачи вследствие неидеального контакта ребер и стенки трубы [2].

Эффективная длина ребра $l_{\text{эф}} = (d_{\text{р}} - d_{\text{н}} + \delta_{\text{р}})/2$.

Параметр ребра

$$m = \sqrt{2\alpha_2/(\lambda_{\text{р}}\delta_{\text{р}})},$$

где $\lambda_{\text{р}} = 200$ Вт/(м·К) – коэффициент теплопроводности материала ребра.

13. Передаваемый тепловой поток

$$Q = k\,(t_{1\text{ср}} - t_{2\text{ср}})\,F_{\text{ср}}\,k_n,$$

где $k_n = 0{,}95$ – коэффициент, учитывающий утечки тепла [2, 3], в первом приближении $t_{1\text{ср}} = t_1'$, $t_{2\text{ср}} = t_2'$.

14. Концевые температуры теплоносителей

$t_1'' = t_1' - Q/(G_1 C_{p1})$, $t_2'' = t_2' + Q/(G_2 C_{p2})$.

15. Средние температуры теплоносителей

$t_{1\text{ср}} = (t_1' + t_1'')/2$, $t_{2\text{ср}} = (t_2' + t_2'')/2$.

16. Потери давления в трактах обоих теплоносителей

$\Delta p = \xi \rho_2 W_2^2/2$.

В межтрубном пространстве при шахматном расположении труб в пучке коэффициент местного сопротивления рассчитывается по формулам ($\text{Re}_2 < 6000$): $\xi = (4 + 6{,}6z)\,\text{Re}_2^{-0{,}28}$ – при $S_1 \le S_2$, $\xi = (5{,}4 + 3{,}4z)\,\text{Re}_2^{-0{,}28}$ – при $S_1 > S_2$.

16. Проводится сравнение температур $t_{1\text{ср}}$ и $t_{2\text{ср}}$ со значениями, полученными в предыдущем приближении. Если разница между ними превышает 1 %, то проводится следующее приближение. В противном случае расчет заканчивается.

Так как калорифер четырехходовой, то расчет проводится отдельно для каждой их четырех секций. Выходные параметры каждой секции являются входными для следующей.

Тестовый расчет проведен для проверки работоспособности представленной выше методики поверочного расчета. В качестве исходных данных для расчета взяты паспортные данные калорифера (таблица 1).

Обтекание пучка труб – поперечное в направлении А (рис. 1). Общее количество труб – 46 (в трех секциях по 12, в одной – 10).

На основе имеющихся данных расход воды в калорифере

$$G_1 = Q/\left\{ C_{p1}(t_1' - t_1'') \right\} = 0{,}176 \text{ кг/с},$$

где C_{p1} – изобарная массовая теплоемкость, Дж/(кг·°С), температура воздуха на выходе $t_2'' = t_2' + Q/(G_2 C_{p2}) = 51$ °С.

Результаты тестового расчета по представленной методике представлены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование параметра	1-ый теплоноситель	2-ой теплоноситель
Тепловой поток Q, кВт	56,5	
Температура на выходе t'', °С	68,2	51,2
Средняя температура теплоносителя $t_{ср}$, °С	109,1	15,6
Средняя температура стенки t_w, °С	108,4	95,9
Скорость теплоносителя W, м/с	0,085	5,4
Число Рейнольдса Re	6500	8647
Коэффициент теплоотдачи α, Вт/(м^2·К);	9178	49,5
Коэффициент теплопередачи k, Вт/(м^2·К);	445	
Площадь теплопередающей поверхности $F_{ср}$, м^2	1,41	
Площадь межреберных участков трубы $F_м$, м^2	1,41	
Площадь поверхности ребер $F_р$, м^2	16,0	
Площадь оребренной поверхности $F_н$, м^2	17,41	
Коэффициент эффективности ребер $\eta_р$	0,82	
Количество сделанных в расчете приближений	9	

По данным таблицы 2 видно, что результаты поверочного расчета по представленной методике (величины Q, t'', $F_н$) отличаются от параметров калорифера, заявленных предприятием-производителем, не более чем на 10 %, остальные параметры также находятся в допустимых пределах.

Далее проведен поверочный расчет калорифера КСк 4-6. Исходные данные для расчета взяты из таблицы 1.

Первый теплоноситель – вода (движется в трубе), второй теплоноситель – продукты сгорания (движутся в межтрубном пространстве). Необходимо обеспечить: $Q \geq 100$ кВт, t_1'' не более 95 °С, $\Delta p_2 < 10000$ Па.

Величину требуемого расхода воды G_1 определим из уравнения теплового баланса

$$Q = G_1 C_{p1}(t_1'' - t_1') = G_2 C_{p2}(t_2' - t_2'').$$

Принимая $t_2'' \approx t_1'' = 95^{\circ} C$, получим $Q \approx 120$ кВт и $G_1 \approx 1{,}2$ кг/с.

Поперечное обтекание пучка трубок возможно в двух направлениях (рис. 1): а) в направлении «А» (как это принято в промышленном варианте); б) в направлении «Б» (обтекание по второму варианту позволяет существенно уменьшить фронтальную площадь и увеличить скорость газового потока). В связи с этим проведено два сравнительных расчета с обтеканием в направлении «А» и направлении «Б». Результаты расчета при классической схеме обтекания трубного пучка в направлении «А» приведены в таблице 3.

Таблица 3

Наименование параметра	1-ый теплоноситель	2-ой теплоноситель
Тепловой поток Q, кВт	102,8	
Температура на выходе t'', °С	90,7	180,1
Потери давления Δp, Па	–	54
Скорость теплоносителя W, м/с	0,56	3,8
Число Рейнольдса Re	26461	1745
Коэффициент теплоотдачи α, Вт/(м^2·К);	4628	33,3
Коэффициент теплопередачи k, Вт/(м^2·К);	304	
Количество сделанных в расчете приближений	20	

Результаты расчета при поперечном обтекании трубного пучка в направлении «Б» приведены в таблице 4.

Таблица 4

Наименование параметра	1-ый теплоноситель	2-ой теплоноситель
Тепловой поток Q, кВт	113,4	
Температура на выходе t'', °С	92,8	146
Потери давления Δp, Па	–	180
Скорость теплоносителя на входе W, м/с	0,56	5,4
Число Рейнольдса Re	24170	2002
Коэффициент теплоотдачи α, Вт/(м^2·К);	4815	58,5
Коэффициент теплопередачи k, Вт/(м^2·К);	487	
Количество сделанных в расчете приближений	7	

Распределение параметров по отдельным ступеням калорифера при поперечном обтекании трубного пучка в направлении «Б» приведено в таблице 5.

Таблица 5

Наименование параметра	Ступень			
	I	II	III	IV
Тепловой поток Q, кВт	55,5	30,97	17,15	9,89
Температура t_1'', °С	81,2	87,4	90,9	92,8
Температура t_2'', °С	335,5	235,4	179	146
Средний перепад температуры по толщине стенки трубок t_w, °С	108÷158	102÷128	99÷114	97÷106

Сравнительный анализ полученных данных показывает, что поперечное обтекание по схеме «Б» позволяет увеличить тепловой поток на 10 кВт, температуру воды на 2 °С за счет увеличения скорости газа. При этом потери давления при обтекании газами трубного пучка не превышают допустимые.

Но обтекание по обеим схемам не позволило нагреть воду до 95 °С при заданном расходе. Поэтому были проведены дополнительные расчеты при обтекании по схеме «Б» при различных расходах воды; результаты расчета представлены на рис. 2.

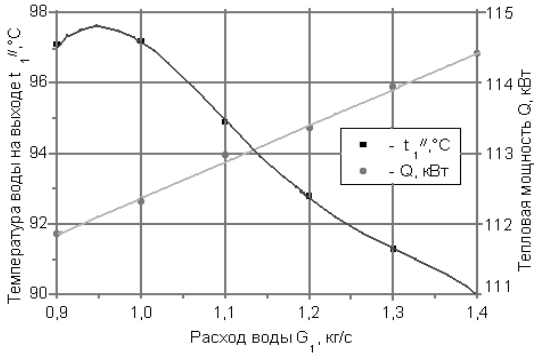


Рис. 2. Зависимость температуры воды на выходе из теплообменника и его тепловой мощности от расхода воды

Из рис. 2 видно, что для обеспечения температуры воды $t_1'' = 95$ °С необходимо обеспечить расход воды $G_1 \approx 1{,}1$ кг/с.

Вывод:

По результатам поверочного расчета калорифера КСк 4-6 отмечено следующее:

1. При заданных режимных и конструктивных параметрах теплообменник обеспечивает заданную тепловую мощность (более 100 кВт);

2. Поперечное обтекание трубного пучка в направлении «Б» позволяет увеличить тепловую мощность теплообменника на 10 %, по сравнению с классической схемой обтекания в направлении «А».

3. Кроме того, обтекание в направлении «Б» в рамках решаемой задачи позволяет существенно уменьшить фронтальную площадь, вследствие чего повышается скорость газов и улучшается их распределение по сечению межтрубного пространства.

4. Требуемая температура воды на выходе из теплообменника $t_1'' = 95$ °C обеспечивается при максимальном расходе воды $G_1 \approx 1{,}1$ кг/с.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. – М.: Наука, 1972. – 720 с.
2. Бажан П.И. и др. Справочник по теплообменным аппаратам. – М.: Машиностроение, 1989. – 366 с.
3. Ройзен Л.И., Дулькин И.М. Тепловой расчет оребренных поверхностей. – М.: Энергия, 1977. – 256 с.
4. Справочник по теплообменникам. В 2 т. / Пер. с англ.; под ред. Б.С. Петухова, В.К. Шикова. – М.: Энергоатомиздат, 1987.

REFERENCES

1. Vargaftick N.B. Reference book on thermophysical properties of gases and liquids. – M.: Science, 1972. – 720 p.
2. Bajan P.I. and other Reference book on heat-exchange vehicles. – M.: Engineer, 1989. – 366 p.
3. Royzen L.I., Dulkin I.M. The thermal calculation of ribs surfaces. – M.: Energy, 1977. – 256 p.
4. Reference book on exchangers. In v.2. / Under the editorship of B.S. Petukhov, V.K. Shikova. – M.: Energoatomizdat, 1987.

УДК 625.08
Пудовкин А.Н. – аспирант
E-mail: 11pk@rambler.ru
Оренбургский государственный университет (филиал в г. Кумертау)

ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ

АННОТАЦИЯ

Представлен обобщенный подход к решению задач по оптимизации системы управления производством асфальтобетона. Представлены нижний, средний и верхний иерархические уровни структур локальной и комплексной систем управления производством асфальтобетонной смеси.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: асфальтобетонная смесь, логико-программное управление, система цифрового управления, уровень иерархии, оптимальная структура, технологический процесс, моделирование.

Pudovkin A.N. – post-graduate student
Kumertau branch of Orenburg State University

HIERARCHICAL CONTROL SYSTEMS IN PRODUCTION OF ASPHALT MIXES

ABSTRACT

Generalized approach to problem solution of asphalt production management system optimisation is shown. Represented the lower, middle and upper hierarchical structures levels of local and integrated production asphalt management systems.

KEYWORDS: asphalt-concrete mix, logic-program control, digital control system, the level of the hierarchy, the optimal structure, process, simulation.

Современное производство управляется сложными иерархическими системами управления. При этом на эффективность управления производством существенное влияние оказывают организационно-структурные факторы. Как отмечается в работе [1], к настоящему времени накоплен определенный опыт разработки и эксплуатации систем управления в производстве асфальтобетонной смеси. При анализе существующих систем управления основное внимание будет уделяться общим вопросам: структуре систем управления и ее функциям, а не особенностям технической реализации. Системы управления могут быть классифицированы по объекту управления следующим образом:

1. Управление производством асфальтобетонной смеси.
   1.1. Управление технологическим процессом.
   1.2. Управление качеством асфальтобетонной смеси.
2. Управление транспортировкой асфальтобетонной смеси.
3. Управление укладкой и уплотнением асфальтобетонной смеси.

Далее мы будем рассматривать только вопросы управления производством асфальтобетонной смеси непосредственно на асфальтобетонном заводе (АБЗ). Данная статья является постановкой задачи в разработке эффективной иерархической системы управления производством асфальтобетонной смеси. Для этого проанализируем имеющиеся в этом направлении разработки. Необходимо отметить, что разработок таких сложных систем управления крайне мало. Эффективность тех или иных систем управления производством в количественном выражении в литературных источниках не представлена, что приводит к анализу только предлагаемых структур систем управления.

Управление технологическим процессом обеспечивается локальными системами управления нижнего иерархического уровня. Объектом управления для локальных систем являются отдельные механизмы, агрегаты и процессы. Обычно такие системы управления бывают двух типов – системы логико-программного управления и системы цифрового управления (рис. 1). Большинство локальных систем управления технологическим процессом АБЗ являются дискретными, без обработки цифровых данных. Цифровые системы управления необходимы для управления всеми тепловыми процессами на АБЗ и дозированием компонентов.

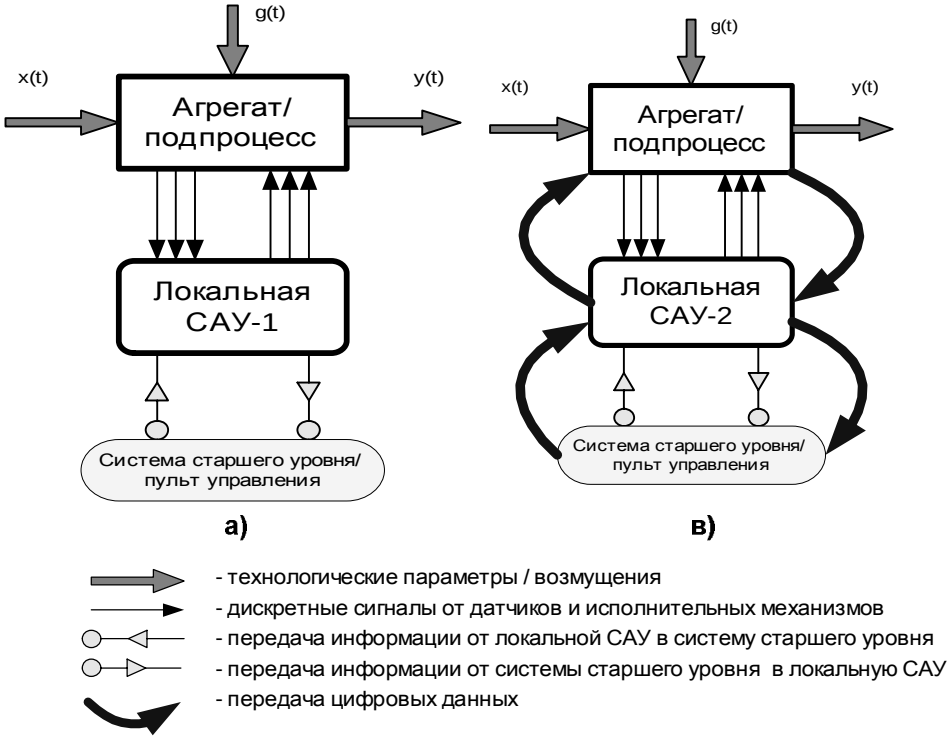


Рис. 1. Локальные САУ
а) логико-программное управление; в) цифровое управление;
x (t), y (t) – входной и выходной сигналы; g (t) – возмущение

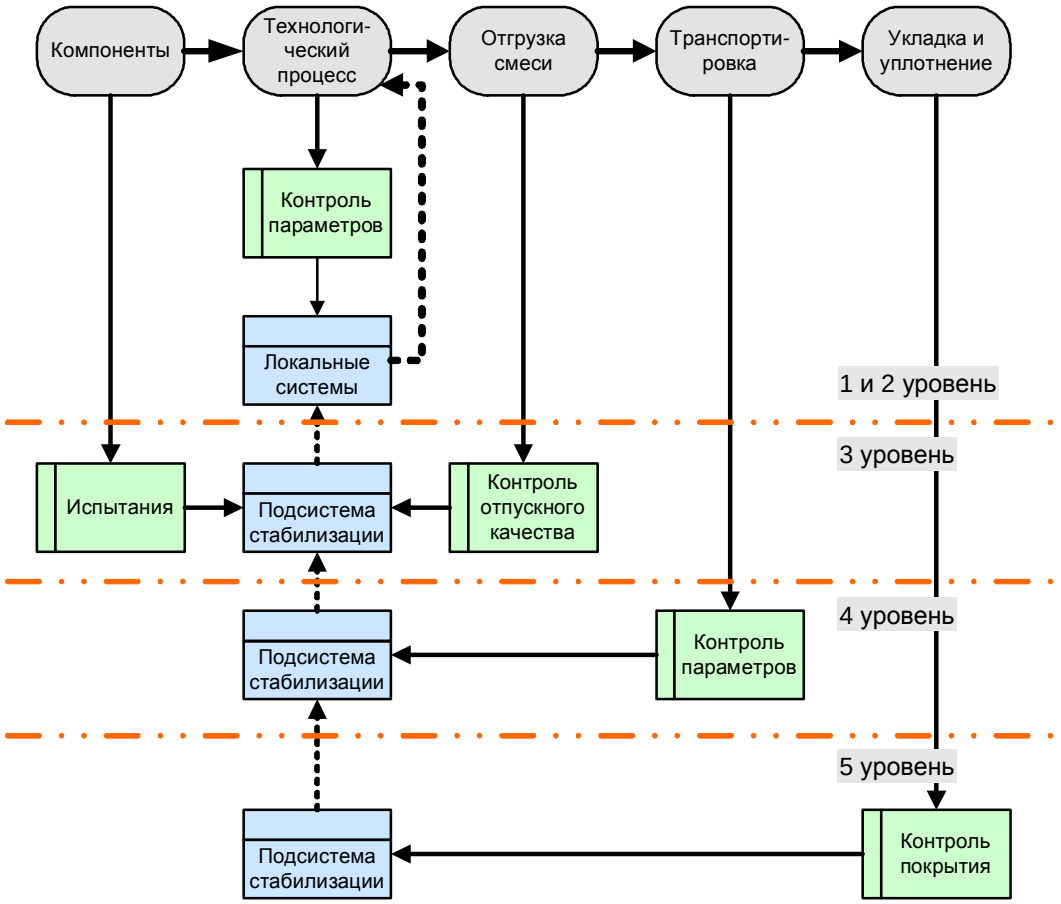


Рис. 2. Структура комплексной системы управления

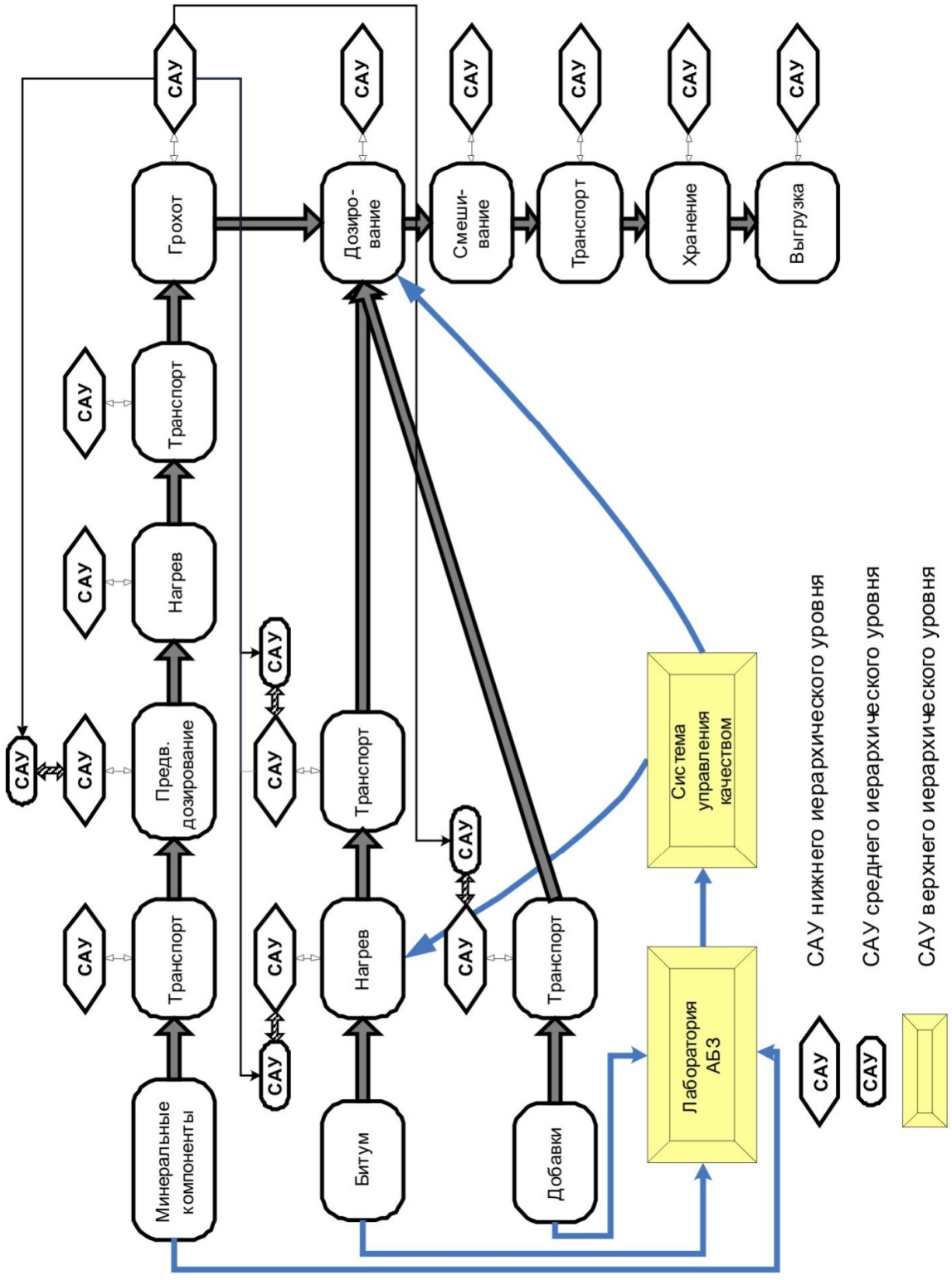


Рис. 3. Иерархическая структура системы управления производством асфальтобетонной смеси

В работе [2] представлена обобщенная структура комплексной системы управления с пятью иерархическими уровнями (рис. 2). В данной структуре рассматривается не только АБЗ, но и процессы транспортировки смеси, ее укладки и уплотнения. К задачам транспортировки смеси, ее укладки и уплотнения относятся два уровня иерархии системы управления. Таким образом, для управления производством АБЗ предлагается система управления с тремя иерархическими уровнями.

Как уже отмечалось выше, в работе [2] не представлены формальные критерии разбиения системы управления на уровни иерархии. Это распределение выполнено на содержательном уровне без должного обоснования оптимальности полученной структуры. Отсутствие информации не позволяет объективно оценить предложенную структуру системы управления. В работах [1, 2] не показано информационное взаимодействие между различными уровнями иерархии, не определена частота обмена данными.

Более детально структура системы управления производством представлена на рис. 3.

На нижнем уровне иерархии представлены локальные системы управления производством. Они обеспечивают управления практически всеми технологическими операциями. Системы управления этого уровня наиболее развиты.

На среднем уровне иерархии представляются координирующие подсистемы. Так, например, для поддержания необходимого соотношения минеральных материалов в расходных бункерах после операции сортировки необходимо управление предварительным дозированием минеральных материалов. Системы этого уровня детально не проработаны.

На старшем уровне иерархии располагается лаборатория АБЗ, в которой сосредоточена практически вся информации о компонентах асфальтобетонной смеси, режимах технологического процесса и качестве готовой продукции. На этом же уровне располагается система управления качеством асфальтобетонной смеси. Эта система обеспечивает оперативное управление рецептурой асфальтобетонной смеси и температурными режимами производства. Несмотря на довольно значительный объем исследований системы управления этого уровня [1, 2], практического внедрения подобных систем явно недостаточно. Это не позволяет объективно оценить эффективность предлагаемых структур.

Таким образом, для практической разработки иерархической системы управления производством асфальтобетонной смеси необходимо решить следующие задачи:

- Изучить существующие системы управления и оценить возможность построения на их базе иерархической системы управления.
- Оценить информацию, необходимую для эффективной работы распределенной системы управления при обмене между уровнями и внутри уровня иерархии.
- Разработать необходимые модели процессов и систем управления.
- Разработать критерии и провести декомпозицию задач и систем между иерархическими уровнями.
- Разработать иерархическую систему управления производством асфальтобетонной смеси, сформировать критерии эффективности и оценить эффективность.

В настоящее время нами проводится разработка иерархической системы управления производством асфальтобетонной смеси.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воробьев В.А., Суворов Д.Н., Попов В.А. Компьютерное моделирование в автоматизации производства асфальтобетонной смеси. Книга 1. Теоретические основы. – М.: Изд-во Российской инженерной академии, 2008. – 297 с.
2. Воробьев В.А., Суворов Д.Н., Котлярский Э.В., Доценко В.И., Попов В.А. Компьютерное моделирование в автоматизации производства асфальтобетонной смеси. Книга 2. Практические разработки. – М.: Изд-во Российской инженерной академии, 2008. – 608 с.

REFERENCES

1. Vorobjov V.A., Suvorov D.N., Popov V.A. A computerised modeling in the automatization of manufacturing of road concrete mix. Book 1. Theoretical bases. – Moscow: Publishing house of the Russian engineering academy, 2008. – 297 p.
2. Vorobjov V.A., Suvorov D.N., Kotljarskij E.V., Doscenko V.I., Popov V.A. A computerised modeling in the automatization of manufacturing of road concrete mix. Book 2. Practical developments. – Moscow: Publishing house of the Russian engineering academy, 2008. – 608 p.

УДК 614.8:656.1
Ахмадиева Р.Ш. – кандидат педагогических наук, доцент, директор
E-mail: guncbgd@mail.ru
ГУ «Научный центр безопасности жизнедеятельности детей», г. Казань

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЛИЧНОСТНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ УЧАСТНИКА ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются концептуальные основы формирования личностной компетенции участника дорожного движения. В предлагаемой педагогической Концепции ведущим становится модель-стандарт «подготовка к безопасной жизнедеятельности в транспортном процессе». Данная модель жизнедеятельности включает в себя изучение законов безопасности движения, ПДД, правила безопасности на транспорте, а также воспитание правопослушного и безопасного поведения в транспортном процессе с учетом сотрудничества и взаимодействия участников процесса в обеспечении не только своей безопасности, но и безопасности окружающих.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: безопасное поведение, транспортная культура личности, транспортная среда, личностная компетенция участника дорожного движения, формирование безопасного поведения на дорогах, правила дорожного движения, модель безопасного участия, концепция, повышение безопасности дорожного движения, правовая компетенция.

THE CONCEPTUAL BASIS FOR FORMING PERSONAL COMPETENCE OF ROAD USER

Akhmadieva R.Sh. – candidate of pedagogic sciences, associate professor, director
Research Center «Life safety of children», Kazan

ABSTRACT

This paper discusses the conceptual basis for forming personal jurisdiction the road user. In this pedagogical concept is becoming a leading model of the standard «preparation for safe living in the transport process». This model of life should include a study of the laws of traffic safety, traffic rules, safety regulations for transport, as well as training law-abiding and safe behaviors in the transport process in the light of cooperation and interaction between actors in ensuring not only their safety but the safety of others.

KEYWORDS: safe behavior and transport personal culture, transport environment, personal competence of road users, the formation of road safety, traffic rules, security model, participation, vision, road safety, legal competence.

Знание ПДД, умения и навыки их выполнения, правопослушное и безопасное поведение в дорожном движении – это необходимые условия снижения числа пострадавших в результате дорожных происшествий. Мы пришли к выводу, что эти условия, являясь необходимыми, в то же время не являются достаточными для предотвращения дорожно-транспортного травматизма, формирования безопасного поведения участников дорожного движения.

Эту «необходимость и достаточность» условий мы увидели при смысловом анализе самого понятия «безопасное поведение».

Рассмотрим (в качестве примера) безопасный, но не всегда являющийся желательным поступок человека в отношении к другим участникам движения. Человек может вести себя, обеспечивая лишь собственную безопасность, но не безопасность других. В таком случае он действует эгоистично – «лишь для себя» и при этом пренебрегает безопасностью окружающих, не думает о других и не действует безопасно «для других».

В этой связи обратим внимание на понятие «безопасное поведение», которое широко используется в Федеральном законе «О безопасности дорожного движения» (ст. 29) и «Федеральной целевой программе «Повышение безопасности дорожного движения в 2006-2012 годах». То же касается и других нормативных правительственных и ведомственных документов

в части обеспечения безопасности в дорожном движении, а также соответствующей учебной и учебно-методической литературы [1].

Анализируя значение термина «безопасное поведение», мы пришли к выводу о необходимости его замены на современное понятие – безопасность жизнедеятельности в транспортном процессе, т.е. на дорогах в качестве участника дорожного движения.

Всякая жизнедеятельность включает в себя цель, средство, результат и сам процесс деятельности, и, следовательно, неотъемлемой характеристикой жизнедеятельности является ее осознанность.

Участвовать в дорожном движении означает осознанно действовать совместно с другими участниками, то есть взаимодействовать в процессе перемещения грузов и самих себя. Именно в этом состоит отличие понятий «безопасное участие» (или «участвовать безопасно») в дорожном движении от понятия «безопасное поведение» в этом движении.

Людей необходимо готовить к безопасному участию в жизнедеятельности в дорожном движении (к безопасному сотрудничеству, взаимодействию с другими участниками движения), а не только формировать безопасное индивидуальное поведение на дороге, улице и в транспортном средстве [3].

В предлагаемой педагогической Концепции ведущим становится модель-стандарт «подготовка к безопасной жизнедеятельности в транспортном процессе».

Данная модель жизнедеятельности должна включать в себя изучение законов безопасности движения, ПДД, правила безопасности на транспорте, а также воспитание правопослушного и безопасного поведения в транспортном процессе с учетом сотрудничества и взаимодействия участников процесса в обеспечении не только своей безопасности, но и безопасности окружающих.

Речь идет об обеспечении участниками дорожного движения как личной безопасности, так и безопасности окружающих в условиях возникновения на дороге (или в транспорте) чрезвычайных ситуаций различного характера: социального, техногенного, природного.

Моделью-стандартом предлагаемой педагогической концепции является модель правопослушного и культурного участия в жизнедеятельности в транспортной среде и процессах, происходящих в ней.

Такие аспекты, как правопослушание, культура поведения и культурное поведение, имеют особое значение в разработанной усовершенствованной педагогической парадигме безопасности жизнедеятельности на дорогах. Эти культурологические составляющие раскрывают и дополняют характеристику безопасного участия в транспортном процессе, безопасное отношение к другим участникам движения.

В предлагаемой Концепции мы отводим данным аспектам одно из ведущих мест, учитывая их значимую роль в обеспечении безопасности в транспортной среде и в формировании личностной компетенции участника дорожного движения.

Модель-стандарт предлагаемой Концепции предполагает формирование транспортно-безопасной личности, где ядром должны выступать ценности и качества личности участника дорожного движения.

Таким образом, становится очевидным, что предлагаемая педагогическая Концепция соответствует:

– требованиям современного развития общества, транспорта и образования в России и представляет собой совокупность теоретических и методологических предпосылок постановки проблемы нашего исследования, а также модель, образец для решения исследовательских задач;

– современным состояниям: транспорта и складывающихся транспортных отношений в обществе; отечественного образования и процессу его модернизации, а также тенденциям развития того и другого, направлена на формирование транспортной культуры как необходимого и достаточного условия.

Рассматриваемая Концепция становится новой научно-обоснованной образовательной базой для создания многоступенчатой педагогической системы непрерывного формирования личностной компетенции участника дорожного движения, направленной на выполнение социального заказа общества по снижению уровня травматизма на транспорте.

В рамках исследуемой проблемы мы выбираем типовую структуру предлагаемой нами Концепции в соответствии с общими критериями научности, в частности: с открытостью для проверки, экономичностью реализации, творческой ценностью, широтой охвата, функциональной значимостью и использованием правил научной методологии.

Идеи концепции формирования безопасности жизнедеятельности на дорогах вытекают из положений и требований:

«Основных направлений социально-экономической политики Правительства Российской Федерации на долгосрочную перспективу» (2000 г.);

Федеральной целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в России 2006-2012 годах»;

«Концепции национальной безопасности Российской Федерации» (Указ Президента РФ от 10.01.2000 № 24).

При разработке Концепции мы также руководствовались требованиями:

Федеральных законов «О безопасности дорожного движения» (от 14.12.95 № 198-ФЗ) и «О безопасности» (от 25.12.92 № 4235-1);

Положениями и выводами Национальной доктрины образования в Российской Федерации до 2025 года;

Федеральной программой развития российского образования и Концепцией его модернизации до 2010 года и др.

Субъекты процесса формирования личностной компетенции участника дорожного движения (учителя школ и педагоги системы дополнительного образования, школьники и их родители, руководители образовательных учреждений и органов управления образованием, сотрудники ГИБДД, специалисты в области безопасности на транспорте, представители СМИ, здравоохранения и другие) должны овладеть следующими специальными знаниями о:

– природе транспортной среды и процессах, происходящих в ней, законах и правилах их развития;

– правилах безопасного участия в транспортном процессе;

– антропологических и психофизиологических особенностях людей по адекватному восприятию транспортной среды (степень восприятия обусловливается их биологическими, возрастными, психофункциональными, личностными, социокультурными, нравственно-эстетическими, поведенческими и другими особенностями);

– содержании формирования безопасности жизнедеятельности на дорогах (обучения, воспитания и целенаправленного развития), а также о транспортных отношениях;

– педагогической системе формирования безопасности жизнедеятельности на дорогах как личностной компетенции, ее структуре, функциях, предназначении входящих в нее подсистем, компонентов, элементов;

– технологии формирования безопасности жизнедеятельности на дорогах [5; С. 5-15].

Роль и значение формирования БЖД на дорогах на современном этапе определяется социальным заказом общества и задачами по сохранению жизни и здоровья людей в окружающей транспортной среде за счет эффективной и качественной подготовки к безопасной жизнедеятельности в этой среде.

Изложенное выше позволяет утверждать, что основными идеями Концепции формирования личностной компетенции участника дорожного движения являются:

1) транспортная культура личности – часть общей культуры. Она включает в себя качества и ценностные отношения транспортно-безопасной личности, знания в области безопасности на транспорте, умения и навыки безопасного, правопослушного и культурного поведения в транспортной среде, обеспечивающие ему безопасную жизнедеятельность и осознанное, самостоятельное и безопасное участие в транспортных процессах;

2) процесс формирования транспортной культуры. Он представляет собой педагогическую систему, основанную на реализации идей системного, антропологического и культурологического подходов;

3) основное средство интегративной деятельности субъектов рассматриваемого процесса. Им становится целостная проблемная ситуация, ориентированная на освоение специальных моделей безопасности жизнедеятельности на дорогах, в транспортной среде.

Безопасность жизнедеятельности в транспортной среде направлена на:

а) раскрытие возможностей «освоения» транспортной среды и человеческих отношений в ней;

б) выявление существа актов и процедур, обусловливающих реконструкцию мира транспортных отношений в этой среде.

Предметом деятельности субъектов образовательного процесса становится целостная проблемная ситуация по освоению специальных моделей безопасного участия в транспортной

среде и в процессах, происходящих в ней. Критериями оценки уровня формирования безопасности жизнедеятельности здесь выступают когнитивный, деятельный и личностно-ценностный критерии.

К сущностным характеристикам предлагаемой Концепции относятся понятия: транспортная культура; транспортно-безопасная личность; безопасность в транспортной среде.

Основанием Концепции формирования личностной компетенции участника дорожного движения являются взаимосвязанные принципы:

а) всеучастности и преемственности;

б) социальной ответственности;

в) надежности, реализация которых позволяет повышать ответственность и снижать риск в транспортной процессах; а также:

г) существующие принципы системного, антропологического и культурологического подходов применительно к рассматриваемому процессу.

Ядром рассматриваемой Концепции является структурно-содержательная модель формирования личностной компетенции участника дорожного движения. Выступая стратегическим проектом реализации концепции, она состоит из таких основных блоков:

1) теоретико-целевой;

2) нормативно-содержательный;

3) организационно-технологический;

4) результативно-оценочный.

Следствием Концепции является специально разработанная и введенная в педагогическую теорию и практику многоуровневая проблемно-ситуационная технология формирования личностной компетенции участника дорожного движения. Она включает в себя следующие технологии:

- моделирующую; ее основная задача – обучение основам транспортной безопасности и подготовка их к безопасному участию в транспортных процессах на дорогах с использованием специально создаваемых моделей транспортных ситуаций и ДТП;
- воспитания транспортно-безопасной личности и формирования правопослушного и культурного поведения в транспортной среде;
- ситуационно-тренировочную (развивающую) технологию, которая направлена на подготовку к безопасной жизнедеятельности в транспортной среде.

Концепция обеспечивает выполнение социального заказа общества – сохранение жизни и здоровья людей в транспортной среде, на дорогах, снижение уровня транспортного травматизма.

Правовая основа этого заказа лежит в Законах Российской Федерации, среди которых такие, как: «О безопасности» (1992 г.), «О борьбе с терроризмом» (1998 г.), «О противодействии экстремистской деятельности» (2002 г.), «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (1994 г.); «О безопасности дорожного движения» (1995 г.); в «Правилах дорожного движения» и Федеральной программе «Повышение безопасности дорожного движения в 2006-2012 годах» (2006 г.); в Федеральном законе «О пожарной безопасности» (1994 г.) и в Правилах пожарной безопасности в Российской Федерации (1993 г.), а также в Уголовном и Гражданском кодексах Российской Федерации и Кодексе Российской Федерации об административных правонарушениях, действующих на территории России, в «Концепции модернизации российского образования на период до 2010 года» (2002) и др.

Так, в Федеральном Законе «О безопасности дорожного движения», ст. 29 «Обучение граждан правилам безопасного поведения на автомобильных дорогах», говорится: «Обучение граждан правилам безопасного поведения на дорогах проводится в дошкольных, общеобразовательных… учреждениях различных организационно-правовых форм…»; Федеральной программой «Повышение безопасности дорожного движения в 2006-2012 годах», утвержденной Постановлением Правительства РФ от 20.02.2006 г. № 100, предусмотрены мероприятия, направленные на повышение правового сознания и предупреждение опасного поведения участников дорожного движения [1].

Целью Концепции является формирование личностной компетенции участника дорожного движения как важнейшей компетенции в условиях развивающейся и усложняющейся транспортной среды, реальной подготовки к безопасной жизни и деятельности в этой среде.

Эта цель согласуется с содержанием непрерывного образования и направлена на развитие личностных функций человека с учетом того, что он выступает и как субъект социально-когнитивной деятельности, и как субъект транспортного процесса.

Задачи, вытекающие из поставленной цели:

1) подготовить к самостоятельному безопасному участию в транспортных процессах и воспитать правопослушное и культурное участие в транспортной среде;

2) воспитать транспортно-безопасную личность и сформировать ценностные установки безопасного участника транспортных процессов;

3) подготовить к самостоятельной безопасной жизнедеятельности на дорогах.

Главные задачи предполагают ряд приоритетных подзадач, таких как:

- формирование «транспортного» правосознания и высокого уровня дисциплинированности;
- воспитание социальной ответственности за свои действия (или бездействия) и поступки, приводящие к нарушению функционирования транспортных процессов;
- воспитание уважительного, чуткого и внимательного отношения к другим участникам транспортных процессов;
- формирование надежности участника транспортного процесса в ситуациях, относящихся к разрядам предаварийным, аварийным и послеаварийным, которая позволит ему не только сохранить собственную жизнь и здоровье, но и грамотно оказывать (в меру своих сил и возможностей) необходимую помощь пострадавшим [4];
- привитие навыков самостоятельного и безопасного участия в период движения по дорогам, улицам; в основе этого лежит усвоение понятий и развитие соответствующего образа мышления;
- разработка и последующее апробирование рекомендаций по безопасной жизнедеятельности на дорогах;
- пропаганда знаний по безопасности жизнедеятельности в транспортной среде и агитация за безопасное участие в дорожном движении.

Этого возможно достичь следующим образом:

– передачей школьникам специальных знаний основ безопасности на транспорте и формированием у них соответствующих умений с последующим их закреплением в устойчивые навыки и привычки;

– во-вторых, формированием таких необходимых качеств, как: ценностные ориентации как безопасного участника транспортных процессов; ответственность за собственную безопасность во время движения и безопасность других участников этих процессов; дисциплинированность в транспортной среде и др.;

– в-третьих, формированием у школьников правовой компетенции в области отношений субъектов в процессе жизнедеятельности на дорогах;

– в-четвертых, специальной подготовкой не только к самостоятельному принятию безопасных решений, адекватных постоянно возникающим, развивающимся и изменяющимся транспортным ситуациям, но и к самостоятельной и безопасной реализации этих решений;

– в-пятых, воспитанием у учащихся нравственных норм поведения в транспортной среде и норм общегражданского этикета.

Предлагаемые положения Концепции принимаются с учетом антропологических, возрастных, психофизиологических и других особенностей личности. Это влияет на качество восприятия учебного материала и формирование специальных знаний, умений и навыков восприятия транспортной среды, процессов и ситуаций, постоянно происходящих и изменяющихся в ней.

Рассматриваемая Концепция существенно продвигает проблему снижения аварийности на дорогах и приводит к ее позитивному решению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2006-2012 годах». – Казань, 2007. – 163 с.
2. Ахмадиева Р.Ш., Сафиуллин Н.З. Качество безопасности дорожного движения // Вестник НЦ БЖД, 2009, № 2. – С. 17-23.
3. Кирьянов В.Н. О приоритетных направлениях в области безопасности дорожного движения // Аналитический вестник, 2008, № 13. – С. 8-23.

4. Республиканская целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в Республике Татарстан на 2010 год» / Сост.: Ахмадиева Р.Ш., Минниханов Р.Н., Мусин В.И., Попов В.Н., Сахаров А.Н. / Под общей ред. Р.Н. Минниханова. – Казань: ГУ «НЦ БЖД», 2009. – 60 с.
5. Шапошников С.В., Акимов В.А. Актуальные проблемы формирования культуры безопасности жизнедеятельности населения. – М.: ИПП «Куна», 2008. – 320 с.
6. Безопасность жизнедеятельности: наука, практика, образование: Сборник материалов круглого стола / Сост.: Ахмадиева Р.Ш., Минниханов Р.Н., Суржко Н.В., Юнусова С.Г. – Казань: ГУ «НЦ БЖД», 2009. – 32 с.

REFERENCES

1. The federal target program «Increase of safety of traffic in 2006-2012». – Kazan, 2007. – 163 p.
2. Akhmadieva R.Sh., Safiullin N.Z. Quality of traffic safety // Vestnik NS BGD, 2009, № 2. – P. 17-23.
3. Kiryanov V. N. About priority directions in the field of traffic safety // Analiticheskiy vestnik, 2008, № 13. – P. 8-23.
4. The republican target program «Increase of traffic safety in the Republic of Tatarstan for 2010» / Compilers: Akhmadieva R.Sh., Minnikhanov R.N., Musin V.I., Popov V.N., Sakharov A.N. / Under the general redactor R.N. Minnikhanov. – Kazan: Research Center «NS BGD», 2009. – 60 p.
5. Shaposhnikov S.V., Akimov V.A. Actual problems of formation of culture of safety of ability to live of the population. – M.: IPP «Kuna», 2008. – 320 p.
6. Safety of ability to live: a science, practice, formation: the Collection of materials of a round table / Compilers: Akhmadieva R.Sh., Minnikhanov R.N., Surzhko N.V., Yunusova S.G. – Kazan: Research Center «NS BGD», 2009. – 32 p.

УДК 681.3
Громаков Н.С. – кандидат химических наук, доцент
E-mail: gromns@kgasu.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ТЕСТА И РЕЗУЛЬТАТОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ СТУДЕНТОВ-ЭКОЛОГОВ ПО КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены результаты компьютерного тестирования знаний по коллоидной химии студентов-экологов. Анализ результатов свидетельствует о возможности применения данного теста в процессе профессиональной подготовки, наряду с традиционными методами обучения и контроля.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: профессиональная подготовка инженера-эколога, контроль знаний, результаты компьютерного тестирования.

Gromakov N.S. – candidate of chemical science, associate professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

E-TESTING CONTENT AND RESULT ANALYSIS FOR ENVIRONMENTAL STUDENTS ON DISPERSIODOLOGY

ABSTRACT

E-testing results on dispersiodology for environmental students have been viewed and examined. The results' analysis proves the possibility to employ this instrument in the educational process along with the classic method of instruction and control.

KEYWORDS: environmental training, expertise test on dispersiodology, e-testing results.

Процесс контроля знаний – это одна из наиболее трудоёмких и ответственных операций в обучении. Традиционную систему контроля образуют экзамены и зачёты, устный опрос, контрольные работы, коллоквиумы, рефераты, семинары, лабораторные работы, отчёты по производственной практике. При этом у преподавателей нередко возникают трудности, связанные с особенностями работы (известный субъективизм, возможная небеспристрастность, списывание на экзамене и т.д.). Это искажает достоверность оценки знаний студентов и мешает преподавателю объективно оценивать качество своей педагогической работы. Общепринятая методика приёма экзаменов по 3-4 вопросам в билете не позволяет оценить полноту освоения материала, провоцирует и облегчает списывание. Перечисленные проблемы в большой степени решаются с помощью компьютерного аттестационного тестирования.

Тестовые формы контроля знаний студентов зарекомендовали себя как одно из наиболее перспективных средств повышения эффективности управления качеством образовательного процесса [1, 2]. К безусловным достоинствам тестовых технологий относятся объективность и независимость контроля, высокая разрешающая способность и точность оценки, оперативность контроля большого количества студентов и наиболее полный охват тестовыми заданиями изученного курса. Кроме этого, при тестовом контроле обеспечиваются единые требования к оценке знаний студентов. Положительной стороной компьютерного тестирования является также то, что студенты находятся в одинаковых условиях, исключаются жалобы на необъективность экзаменатора. Кроме того, его правильная постановка способствует повышению роли обучающей и воспитательной функции контроля.

Целью данной работы является анализ содержания тестов и результатов компьютерного тестирования студентов для оценки эффективности данного вида преподавательской деятельности и совершенствование методики тестирования.

Одним из недостатков тестового метода контроля знаний студентов является то, что создание тестов, их унификация и анализ – это большая кропотливая работа. Чтобы довести

тест до полной готовности к применению, необходимо несколько лет собирать статистические данные, хотя бы с потоком студентов 100-120 человек [3].

Для диагностики успешности обучения наиболее широкое применение получили педагогические тесты или тесты достижений [1]. По форме тестовые задания могут быть весьма разнообразны, но обычно их принято делить на четыре основные группы. К первой группе относятся задания закрытой формы с единственным правильным ответом из нескольких представленных (один из многих). Вторую группу составляют задания открытой формы, где ответ вводится самостоятельно в поле ввода. Третья группа представлена заданиями на установление соответствия, в которых элементом одного множества требуется поставить в соответствие элементы другого множества. И, наконец, когда требуется установить правильную последовательность вычислений или каких-то действий, шагов, операций и т.п., используются задания на установление правильной последовательности. Каждая из перечисленных форм позволяет проверить определённые виды знаний и соответствующие им умения и навыки студентов [2, 3]. На основе собственного небольшого опыта считаем, что особое значение имеет введение в тест заданий с многовариантными ответами. Это развивает у студента потребность в поиске разных путей решения задачи, что необходимо для достижения основной цели обучения в вузе – умения самостоятельно выбирать способ выполнения поставленной задачи. При проведении тестирования учитываются три критерия качества теста: надёжность, валидность, объективность. Показатель надежности характеризуется точностью и устойчивостью результатов измерения с помощью теста при его многократном применении. Для того чтобы тест действительно выполнял свои функции, необходимо также его соответствие требованию «валидность», т.е. отражение научного содержания учебной дисциплины и пригодность служить средством измерения. Наиболее распространённые причины невалидности контроля: списывание, подсказка, репетиторское «натаскивание», снисходительность, чрезмерная требовательность, применение какого-либо метода при отсутствии надлежащих условий. В целях повышения валидности педагогического контроля применяются обычно экспертные оценки контрольного материала. Объективность – критерий, в котором сочетаются надёжность, валидность и ряд аспектов психологического, педагогического, этического, ценностного характера. При разработке данного теста все эти требования непременно учитывались, но окончательные выводы могут быть сделаны только после его неоднократного практического применения.

В работе обсуждаются первые практические результаты тестирования, проведённого на основе специально разработанного компьютерного теста. Содержание и структура данного теста разрабатывались в строгом соответствии с целями и задачами, которые определены в государственном стандарте специальности ГОС и рабочей программе дисциплины «Коллоидная химия» и максимально охватывают её содержание. Работа теста обеспечивается компьютерной программой «Прометей», расположенной на сервере ДО КГАСУ. База данных включает банк тестовых заданий, список студентов, условия генерации тестовых заданий. После окончания тестирования программа формирует протокол тестирования, представляющий список студентов и процент правильных ответов. Тест содержит более 300 вопросов, распределённых в 15 секциях по основным разделам дисциплины. Количество секций и содержание тестовых заданий анализировалось с позиции, равной представленности в тесте разных учебных тем, понятий, действий и т.д. Относительно большое число тестовых заданий обеспечивает их вариативность. Варианты ответов на каждое задание подбирались таким образом, чтобы исключить возможность простой догадки или использование заведомо неподходящих ответов. Тест не нагружен второстепенными терминами, несущественными деталями с акцентом на механическую память, которая задействована в вопросах, требующих относительно точные формулировки законов, правил и понятий. Структура теста сконструирована таким образом, что позволяет проводить не только итоговое тестирование, но и тестирование по отдельным разделам дисциплины. Эта возможность была использована для предварительной проверки работы теста с участием студентов по мере изучения отдельных тем. Итоговое тестирование проводилось в группе 33-201 (июнь 2010) после окончания учебного семестра. До начала тестирования студентам была предоставлена полная возможность в реальных условиях ознакомиться с содержанием тестовых заданий, режимом работы теста, порядком следования заданий, ответами на них и т.д.

При тестировании каждому студенту (участвовали 21 студент) представлялось одинаковое число заданий из всех секций, всего 21 вопрос. Время тестирования составляло 40 мин. Число тестовых заданий и время тестирования могут меняться в широких пределах. В принятом режиме работы теста исходили из того, что при такой его организации преподаватель может выступать в роли консультанта, имеет возможность обсудить практически с каждым наиболее трудные моменты. За отведённое время студент успевает разобрать 15-20 задач. Они помогают определить, владеет ли студент основными понятиями, закономерностями, умеет ли правильно записывать формулы, а также как полученные знания помогают ему при решении практических задач.

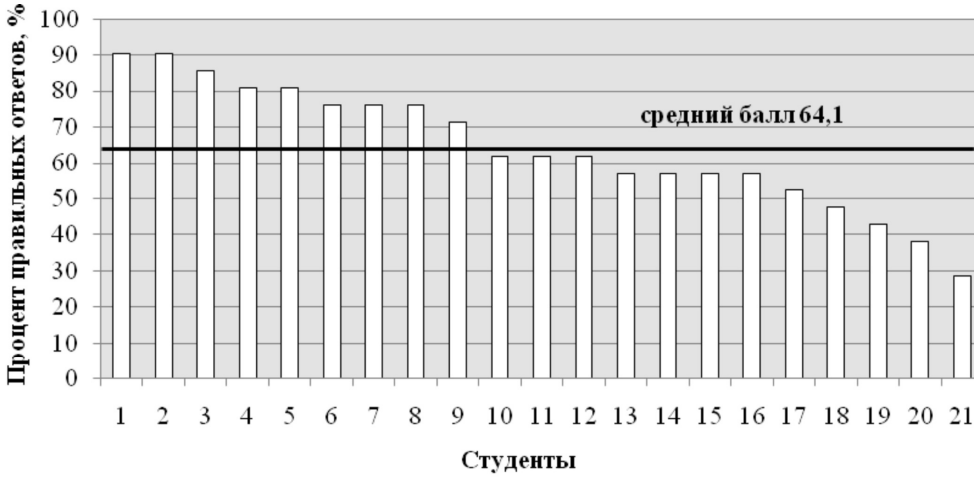


Рис. 1. Гистограмма распределения результатов по проценту выполненных заданий

Результаты проведённого тестирования приведены на рис. 1 в виде соответствующей гистограммы. Средняя успеваемость в итоговом тестировании составила 64,1 %. Анализ полученной гистограммы свидетельствует о равномерном распределении полученных результатов и отсутствии в группе резкого деления по уровню подготовки. Успеваемость по отдельным секциям теста представлена на рис. 2. Как следовало ожидать, результаты по отдельным секциям оказались разными. При этом процент правильных ответов распределился в интервале 30,7-80,9 % (секция 9 и секция 15, соответственно). Ответы в шести секциях (1, 2, 5, 10, 11 и 15) превысили среднюю отметку, в трёх секциях (6, 8 и 12) были близки к среднему уровню, и, наконец, наименее успешными оказались ответы в пяти секциях (3, 7, 9, 13 и 14). Анализ полученных результатов даёт основания для последующей оценки сложности заданий, причин недостаточного усвоения материала в отмеченных разделах дисциплины, внесения соответствующих корректив в элементы самого учебного процесса, а также в содержание и форму теста.

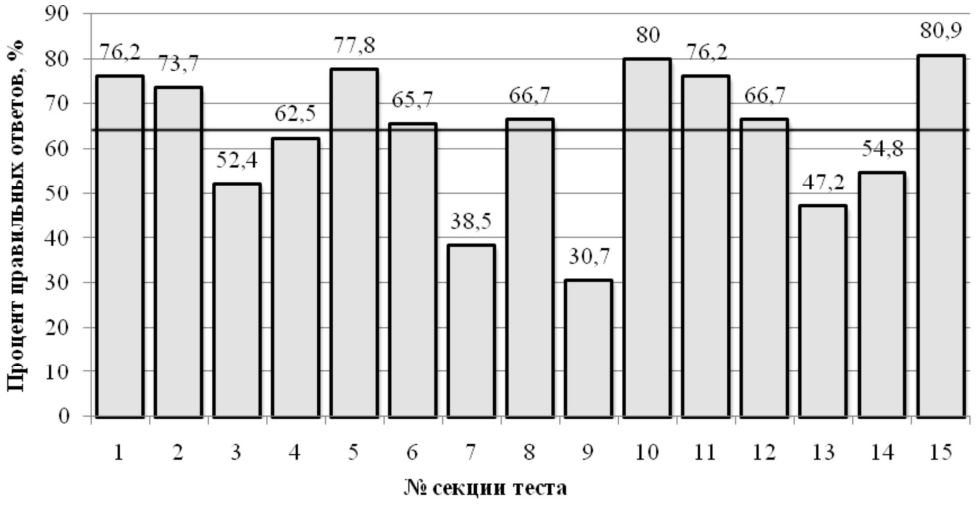


Рис. 2. Успеваемость по секциям теста

В первую очередь, особое внимание привлекли наименее успешные результаты, полученные при ответах на вопросы в секциях 7 и 9. Более тщательный анализ самих вопросов не позволяет судить об их повышенной сложности, тогда как общение со студентами во время сдачи теста и после него, а также анализ сделанных ими ответов, свидетельствует о недостаточном внимании, уделённом этим разделам, в ходе учебного процесса. В этой связи в следующем учебном цикле изучению данных разделов следует уделить больше внимания и времени. С другой стороны, высокие результаты, показанные при ответах на вопросы в секциях 1, 5, 10, 11 и 15, дают основание для некоторого пересмотра структуры и сложности самих заданий. Так, например тестовые задания в секциях 1 и 5 имеют в основном терминологический характер, и высокий процент правильных ответов свидетельствует о хорошем знании терминологии. Вопросы в секциях 10 и 11 содержат задачи по количественной оценке изменения ряда свойств дисперсных систем. Высокий процент правильных ответов позволяет усложнить задачи и расширить их содержание.

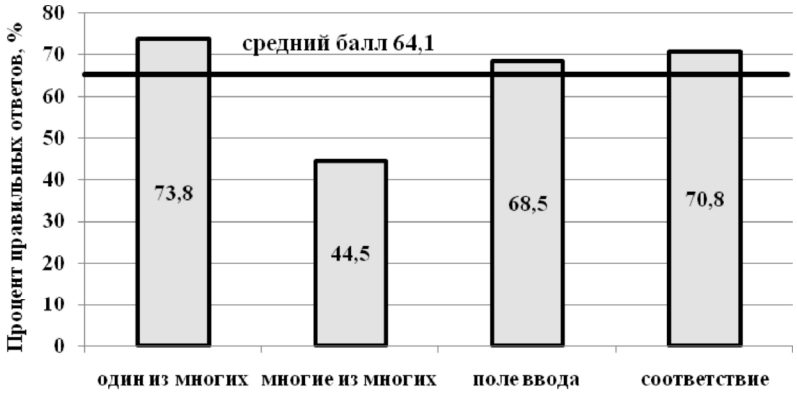


Рис. 3. Успеваемость по типу вопроса

На рис. 3 приведена дисперсия правильных ответов в зависимости от типа вопроса. Видно, что при общем вполне благоприятном уровне правильных ответов наиболее низкие результаты получены при ответе на вопросы, требующие не однозначного выбора, а анализа данных и умения самостоятельно выбирать способ выполнения поставленной задачи (многие из многих).

Самая многочисленная группа вопросов во всех секциях требовала выбора единственного правильного ответа из нескольких (от 3 до 7 дистракторов). Эта группа оказалась наиболее успешной. «Поле ввода» в основном требует знания терминологии. Некоторые специалисты рекомендуют включать в тесты «терминологические задания», утверждая, что они способствуют пониманию, закреплению и запоминанию терминов. Видно, что большинство студентов с этим испытанием также справились, что подтверждается хорошими ответами в отмеченных выше секциях 1 и 5. Важная сфера применения заданий на «соответствие» – проверка знаний о взаимосвязи определений и фактов, посылок и выводов и т.п. Кроме этого, применение заданий на соответствие заключается также в стремлении реализовать обучающий потенциал тестовых заданий [4]. Из анализа полученных результатов можно сделать вывод, что введение в тест заданий с многовариантными ответами имеет особое значение, поскольку развивает у студента потребность в поиске разных путей решения задачи, что необходимо для достижения основной цели обучения в вузе – умения самостоятельно выбирать способ выполнения поставленной задачи.

При подведении общих итогов тестирования встаёт проблема интерпретации его результатов. Отметки, полученные испытуемым, должны быть интерпретированы, так чтобы их значение было понятно и педагогу, и студенту. По этому поводу единого количественного критерия среди исследователей не выработано [5]. Применяются разнообразные подходы. В существующих системах тестирования предполагается, что преподаватель-экзаменатор заранее выбирает определённую шкалу отметок, т.е. устанавливает, например, что, если испытуемый набирает от 62 до 100 процентов правильных ответов, то он получает отметку «отлично», от 50 до 60 % – «хорошо», от 40 до 48 – «удовлетворительно», менее 40 – «неудовлетворительно». С учётом сложности дисциплины, большого объёма учебного материала, числа вопросов и тем, необходимых для итоговой аттестации по данной дисциплине, а также отсутствия личного

опыта в основу оценки результатов тестирования была взята методика рейтинговых оценок, при которой зачётный итоговый балл формируется чисто статистически. В данном случае исходили из того, что для успешного тестирования необходимо показать знание не менее половины учебного материала (проходной балл 55 %). Для отличной отметки – не менее 75 %. При этом, как уже отмечалось выше, преподаватель имеет возможность обсудить с каждым студентом наиболее трудные моменты и ошибки либо в процессе выполнения теста, либо при разборе полученных результатов. Это помогает при итоговой оценке продемонстрированных студентом знаний. Оценка полученных результатов тестирования представлена на рис. 4.

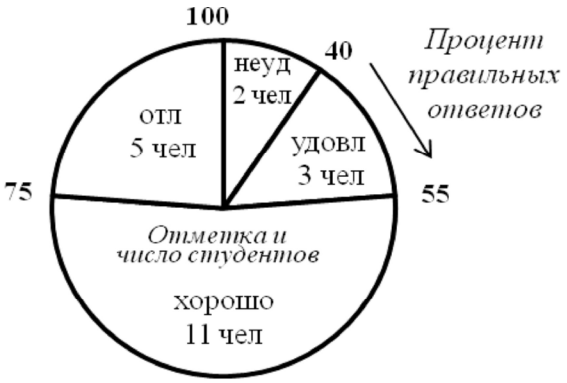


Рис. 4. Интерпретация и оценка полученных результатов

Тестовые формы диагностики и контроля знаний студентов зарекомендовали себя как одно из наиболее перспективных средств повышения эффективности управления качеством образовательного процесса. Проведённый анализ позволяет сделать вывод, что систематическое применение данных тестов в процессе обучения коллоидной химии также поможет организовать более эффективный контроль знаний обучаемых, оперативно выявлять общие тенденции в качестве освоения дисциплины и принимать соответствующие управленческие решения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аванесов В.С. Композиция тестовых заданий: Учеб. пособие. – М.: Ассоциация инженеров-педагогов, 1996. – 191 с.
2. Челышкова М.Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов: Учеб. пособие. – М.: Логос, 2002. – 432 с.
3. Чернилевский Д.В. Дидактические технологии в высшей школе: Учеб. пособие для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 437 с.
4. Челышкова М.Б., Савельев Б.А. Методические рекомендации по разработке педагогических тестов для комплексной оценки подготовленности студентов в вузе. – М.: ИЦ, 1995. – 34 с.
5. Хубаев Г. О построении шкалы оценок в системах тестирования // Высшее образование в России, 1996, № 1. – С. 122-125.

REFERENCES

1. Avanesov V.S. Composition of test tasks: Tutorial. M.: Association of Engineers and educators, 1996. – 191 p.
2. Chelyshkova M.B. Theory and practice of designing pedagogical tests: Tutorial. M.: Logos, 2002. 437 p.
3. Chernilevsky D.V. Teaching technology in higher education: Tutorial for high school. – M.: UNITI-DANA: 2002. – 437 p.
4. Chelyshkova M.B., Saveliev B.A. Methodical recommendations for the development of pedagogical tests for comprehensive assessment of students readiness in high school. M.: IC, 1995. – 34 p.
5. Hubaev G. On the scale of assessments to test systems // Higher Education in Russia, 1996, № 1. – P. 122-125.

УДК 377
Сафин Р.С. – доктор педагогических наук, профессор
E-mail: safin@kgasu.ru
Корчагин Е.А. – доктор педагогических наук, профессор
Вильданов И.Э. – кандидат педагогических наук, доцент
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

КОРПОРАТИВНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

АННОТАЦИЯ
Определяются формы, принципы, содержательные и процессуальные компоненты корпоративного образования и возможности применения корпоративного образования при подготовке кадров для строительной отрасли.
КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: инвестиционно-строительный комплекс, корпоративное образование, подготовка специалистов.

Safin R.S. – doctor of pedagogical sciences, professor
Korchagin E.A. – doctor of pedagogical sciences, professor
Vildanov I.E. – candidate of pedagogical sciences, associate professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

CORPORATE EDUCATION AS MEANS OF INCREASING QUALITY OF TRAINING STAFF FOR CONSTRUCTION INDUSTRY

ABSTRACT
Here are determined forms, principles, substantive and procedural components of corporate education and opportunities of application of corporate education at training staff for construction industry.
KEYWORDS: investment-building complex, corporate education, training of specialists.

Сегодня инвестиционно-строительный комплекс, как и экономика страны в целом, переживает процесс преобразований. С одной стороны, проектируются, возводятся и эксплуатируются уникальные объекты, применяются совершенно новые материалы с использованием нанотехнологий, в отрасль внедряются новые техника и технологии. Это ведет к росту требований со стороны заказчиков к качеству строительно-монтажных работ, к сокращению сроков реализации инвестиционных проектов, к обоснованной стоимости продукции, к профессионализму работников отрасли. Инвестиционно-строительный комплекс вынужден работать в условиях конкуренции, гонки за повышением эффективности работы, производительности труда, необходимости изменения технологий в строительной сфере. Кроме того, наблюдается все большая интеграция строительных компаний в единое мировое экономическое пространство с подчас новыми стандартами, не совсем привычными для России и непосредственно для компаний.

С другой стороны, растущий дефицит высококвалифицированных трудовых ресурсов, усугубленный развалом системы начального и среднего профессионального образования, становится одним из главных тормозов развития инвестиционно-строительного комплекса. Причин несколько.

Во-первых, при высокой потребности в строительных рабочих наблюдается непопулярность рабочих профессий среди выпускников школ. Это обусловлено непрестижностью профессий, отсутствием перспектив построения профессиональной карьеры, сравнительно низкими заработками, не позволяющими обеспечить достойную жизнь.

Во-вторых, руководители строительных организаций и бизнеса, фирм предпочитают принимать в качестве строительных рабочих иммигрантов, так как они являются одним из источников получения высоких прибылей: их можно не обучать, т.е. тратить на это финансовые средства, они не требуют высоких оплат, улучшения условий и охраны труда и т.д.

В-третьих, отсутствие практических компетенций у нынешних выпускников высшей профессиональной школы – архитекторов и строителей – также не способствует повышению

качества строительных работ. Основное ядро инвестиционно-строительного комплекса – специалисты высшего и среднего звена – мастера и прорабы не способны обеспечивать высокое качество, так как не владеют компетенциями строительных рабочих, соответственно, не могут проконтролировать весь процесс деятельности строительных рабочих.

В-четвертых, в инвестиционно-строительный комплекс пришло много специалистов, не имеющих высшего строительного профессионального образования. Так называемые менеджеры-руководители, не имея строительной технико-технологической подготовки, не зная основ строительной техники и технологий, не могут обеспечивать требуемое качество строительных работ.

Конечно, для устранения названных причин требуются изменения в целом ряде направлений. Одним из таких направлений является кадровая политика, непосредственной и одной из ключевых составляющих которой является корпоративное профессиональное образование [1-3].

Рассматривая термин «корпоративное образование» в контексте нашей статьи, заметим, что его **основными формами** являются:

- первичное обучение, или подготовка новых специалистов в профильных учебных заведениях;
- профессиональная переподготовка и повышение профессиональной квалификации работников;
- создание системы ротации, построения карьеры и формирования кадрового резерва;
- создание корпоративной системы мотивации.

Если говорить о **дидактических принципах** корпоративного образования, то можно, на наш взгляд, выделить три [4]:

Первый. Зависимость организации и содержания корпоративного обучения от состояния в конкретной компании кадровой политики и уровня ее развития.

Второй. Постоянный, непрерывный, сплошной характер обучения, без перерывов, каникул и отпусков.

Третий. Компетентностный и рефлексивный характер обучения. Учет специфики решения практических задач компании.

В строительной отрасли корпоративное образование применяется не столь широко, как хотелось бы, хотя практически во всех строительных вузах имеются институты или курсы повышения квалификации специалистов.

Так, корпоративное образование проводится в институте строительства и архитектуры Московского государственного строительного университета в межфакультетском Учебно-методическом центре (целевая подготовка студентов на завершающей стадии) и кафедре Высотного строительства (по программам «Проектирование высотных зданий», «Возведение высотных зданий» и «Эксплуатация высотных зданий»); в Государственной академии профессиональной переподготовки и повышения квалификации руководящих работников и специалистов инвестиционной сферы в АНО «Центр содействия «Эксперт» (ФАОУ ДПО ГАСИС).

В форме корпоративного образования реализуется программа «Менеджмент в строительно-инвестиционном комплексе» («МВА в строительстве») МГСУ и т.д.

В Татарстане функционируют отраслевые образовательные кластеры на базе ведущих вузов. Такой кластер образован на базе КГАСУ, в который входят учреждения среднего и начального профессионального образования. Указанный кластер может быть охарактеризован как корпоративное объединение или корпорация, в котором могут реализоваться формы корпоративного образования.

К ним мы относим получение студентами квалификации строительных рабочих вне сетки базового обучения в профессиональных училищах, лицеях и колледжах; повышение квалификации специалистов организаций, входящих в систему СРО (саморегулируемых организаций); получение дополнительной квалификации «мастер сухого строительства» в учебно-консультационном центре КНАУФ; программы дополнительного профессионального образования и т.д.

Корпоративное обучение технологиям КНАУФ позволяет студентам получить дополнительную квалификацию «мастер сухого строительства» непосредственно на месте основной учебы – в университете. Обучение ориентировано на овладение студентами современными строительными технологиями КНАУФ. Обучение проводится для студентов разных специальностей за пределами основных образовательных программ.

Образовательная программа имеет модульную структуру и включает теоретический и практический модули. Занятия проводятся в специализированных аудиториях теоретического и практического обучения. Аудитории отремонтированы, оснащены наглядно-информационными материалами, оргтехникой и необходимыми для производства работ инструментами фирмой

КНАУФ. Фирма же обеспечивает учебный процесс расходными материалами, учебными пособиями. В центре уже прошли обучение около 800 студентов.

Корпоративному образованию студентов, преподавателей и представителей строительных организаций способствуют научно-практические конференции, выставки строительных материалов и техники и т.п. В них участвуют производители строительных материалов, изделий и конструкций, фирма КНАУФ и другие фирмы, проектные и строительные организации и образовательные учреждения. Например, на базе КГАСУ совместно с ИПП ПО РАО и группой КНАУФ проведено четыре Международные научно-практические конференции по проблемам взаимодействия производства, бизнеса и образования, а также по проблемам корпоративного образования. В работе конференций принимают участие представители вузов, ссузов, училищ, строительных организаций и фирм, промышленных предприятий.

Обучение строительным рабочим профессиям осуществляется в строительно-дорожном лицее № 54 г. Казани. Около 150 студентов дневного отделения разных факультетов КГАСУ проходят подготовку по следующим специальностям: каменщик, штукатур-маляр, электрогазосварщик, автослесарь. Изученные на дневном отделении теоретические дисциплины, содержащиеся в программах НПО, перезачитываются. Основное внимание в лицее уделяется освоению практических навыков строительного рабочего, что позволяет сократить продолжительность обучения по программам НПО.

Наиболее рациональными формами и методами корпоративного обучения мы считаем те, которыми владеют преподаватели теоретического обучения, мастера и инструкторы производственного обучения, наставники.

Профессионально-педагогические работники, как правило, из числа опытных руководителей и специалистов, работающие в корпоративном образовании – это люди, которые не имеют специальной психолого-педагогической, методической подготовки и, естественно, нуждаются в особом внимании и заботе со стороны руководителей компании, достойной оплате за свое совмещение.

Здесь важно сказать о необходимости подбора и отбора педагогов корпоративного обучения, систематичной организации для них психологических, педагогических, методических семинаров, тренингов и деловых игр.

В университете ведется подготовка педагогов профессионального обучения для систем НПО и СПО. Студенты 4 и 5 курсов этой специальности ведут занятия в лицее, закрепляя и совершенствуя знания, полученные в университете. Обучаясь и участвуя в реальном педагогическом и воспитательном процессе, они приобретают опыт работы наставника, мастера производственного обучения. В дальнейшем выпускники успешно могут выступать организаторами корпоративного обучения в строительных организациях и предприятиях.

Как показывает анализ опыта КГАСУ, корпоративное образование способствует формированию «корпоративной личности» и «корпоративной культуры» выпускника. Это в дальнейшем определяет возможность успешной работы выпускника в качестве рабочего или специалиста в трудовом коллективе в гармонии с коллективом и самим собой.

При переходе высшего строительного образования на двухуровневую систему (бакалавр, магистр) на основе компетентностного подхода опыт корпоративного образования, на наш взгляд, окажется весьма ценным. В соответствии с новыми ГОС ВПО, около 50 % содержания обучения составляет вариативная часть. Думается, что значительная доля вариативной компоненты будет формироваться по заказам строительных организаций. Общекультурные, профессиональные компетенции и личностные качества выпускников должны соответствовать требованиям корпораций. Выявление новых компетенций должны осуществлять совместно преподаватели и руководители, ведущие специалисты строительных организаций и предприятий.

В соответствии с ФГОС ВПО по направлению «Строительство» к образовательному процессу должно быть привлечено не менее пяти процентов преподавателей из числа действующих руководителей ведущих профильных организаций, предприятий, учреждений.

До десяти процентов от общего числа преподавателей, имеющих ученую степень и/или ученое звание, может быть заменено преподавателями, имеющими стаж педагогической работы по данному направлению на должностях руководителей или ведущих специалистов более 10 последних лет.

Выполнение указанных требований станет возможным, если в штаты кафедр вуза будут введены указанные специалисты, на ведущих предприятиях отрасли будет организована стажировка преподавателей выпускающих кафедр. В этом случае такую структуру можно определить как

«корпоративная кафедра». Она может осуществлять базовое образование студентов и корпоративное образование рабочих и специалистов в инвестиционно-строительном комплексе, интегрируя преимущества как корпоративного, так и традиционного профессионального образования.

Многое из того, что сегодня применяется в корпоративном профессиональном образовании, может быть спроецировано на область традиционного образования в университете.

Например, индивидуальные учебные планы и программы – это условие планомерного систематического корпоративного обучения работников компании на протяжении всей профессиональной деятельности – могут использоваться при проектировании индивидуальных образовательных траекторий студентов в университете.

Сегодня практически каждая методическая служба учебной структуры компании создает банк учебно-методической литературы и учебных материалов (электронные учебные пособия, видеофильмы, разработки, указания, сборники задач и упражнений, справочники и т.п.). Учебно-методические материалы (учебные пособия, рабочие тетради, средства обучения, диагностические материалы и т.п.) – это своего рода дидактическая копилка, которая определяет во многом успешность корпоративного обучения, его результаты, степень аварийности в компании, а также определяет себестоимость обучения, его затраты и т.п., также могут использоваться в традиционном учебном процессе.

Автоматизированные обучающие системы (АОС) – это современные средства индивидуального корпоративного обучения, которые наряду с электронными учебниками, имитационными компьютерными тренажерами, комплектами дистанционного обучения, ролевыми, инновационными, деловыми и организационно-деятельностными играми составляют дидактическую основу корпоративного обучения и, на наш взгляд, могут и должны использоваться и в традиционном профессиональном образовании.

Реалии строительной отрасли, специфика и особенности организации крупных строительных компаний могут быть хорошо представлены, например, при организации индивидуальных стажировок преподавателей и выпускников на предприятиях.

С другой стороны, корпоративное образование решает ряд задач, которые свойственны только ему. Например, первичное обучение в компании – это чаще всего послевузовское обучение молодых специалистов. Основная цель – сокращение сроков адаптации, а также подготовка принятых работников к работе в конкретной организации.

Среди основных недостатков подготовки специалистов в высших учебных заведениях нами ранее уже упоминались: устаревшие теоретические знания; оторванность теоретических знаний от практических навыков, необходимых для работы в строительстве; слабое владение активными формами обучения (Case-study, деловые игры, аналитические исследования и т.д.). В образовательных системах, где используются дистанционные электронные технологии, еще больше проблем из-за неумения использовать эти технологии в практической деятельности. Этому необходимо обучать как преподавательский состав, так и студентов. Для вуза участие его преподавателей в корпоративном образовании чрезвычайно полезно и должно всячески поощряться. Это позволяет повысить квалификацию преподавательского состава, путем использования ими практических знаний и ситуаций, а также применения активных форм обучения. Вот почему вузу просто необходимо принимать участие в подобных корпоративных программах. Преподавателям было бы чрезвычайно полезно проходить периодическую стажировку на предприятиях, как это принято за рубежом.

С другой стороны, участие преподавательского состава вузов выгодно и корпоративному образованию. Преподаватели престижных вузов, работающие параллельно в корпоративном образовании, привлекают для выполнения научных работ в интересах этих корпоративных образовательных структур наиболее способных студентов, которые уже в процессе обучения в вузе выполняют курсовые и дипломные работы по тематике компаний. В будущем они могут быть привлечены к работе в этих компаниях, как высококвалифицированный их резерв. Кроме того, вузовские преподаватели при небольшом уровне затрат на овладение активными методами и формами обучения могут стать высококвалифицированными преподавателями корпоративных образовательных структур [5].

В заключение отметим, что в настоящее время обучение и развитие персонала является весьма перспективным направлением. Корпоративное образование только занимает свое место в социальной структуре российского общества, переживает этап становления, формирует

основной функционал, закрепляет нормы и стандарты организации и осуществления процесса обучения, а также вырабатывает собственную этику и культуру на уровне государства и общества. По мнению зарубежных экспертов в области бизнес-образования, на Западе тенденция к развитию корпоративного образования достаточно устойчива. К сожалению, о России этого сказать нельзя. Корпоративное образование требует серьезных временных и финансовых затрат, наличия хорошей материально-технической базы, что могут себе позволить немногие компании. Наряду с высоким качеством, результатом использования опыта корпоративного обучения при подготовке студентов в университете может также стать:

- внутренняя сплоченность студентов группы;
- готовность к взаимовыручке;
- трудолюбие и честность;
- открытость и определенность требований к личности будущего специалиста;
- постоянная забота о здоровье преподавателей и студентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галагузов А.Н. Смысл, содержание и структура корпоративного образования: http://spik.unpo.ru/html/konferencii.files/9.htm.
2. Галагузов А.М. Корпоративная культура и корпоративное образование // Вестник Челябинского государственного педагогического университета, 2010, № 7. – С. 62-68.
3. Минзов А.С. Корпоративное образование в России: сущность и цели. Персональный сайт Minzov.ru.
4. Кузнецов В.В. Корпоративное образование. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2010. – 227 с.
5. Мыльникова С.А. Корпоративное обучение как способ организации повышения квалификации профессорско-преподавательского состава в условиях интеграционных процессов в образовании: Автореф. дисс. … канд. пед. наук. – СПб., 2009. – 21 с.

REFERENCES

1. Galaguzov A.N. Meaning, content, and structure of corporate education: http://spik.unpo.ru/html/konferencii.files/9.htm.
2. Galaguzov A.N. Corporate culture and corporate education // Newsletter of Chelyabinsk state pedagogical university, 2010, № 7. – P. 62-68.
3. Minzov A.S. Corporate education in Russia: subject matter and aims. – Personal web-site Minzov.ru.
4. Kuznecov V.V. Corporate education. – Ekaterinburg: Publishing house of Russian state profession-pedagogical university, 2010. – 227 p.
5. Mylnikova S.A. Corporate training as means of organization of continuing vocational education for teaching staff in terms of integration processes in education. – St. Petersburg, 2009. – 21 p.

УДК 377
Сучков В.Н. – кандидат технических наук, профессор
Сафин Р.С. – доктор педагогических наук, профессор
E-mail: safin@kgasu.ru
Корчагин Е.А. – доктор педагогических наук, профессор
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА

АННОТАЦИЯ

Разработано системно-структурное представление взаимосвязи профессионального образования и производства. Определены педагогические условия эффективного взаимодействия образовательных учреждений и предприятий – заказчиков кадров. Предложены уровни и критерии оценки для характеристики состояния научно-методического обеспечения взаимосвязи образовательных учреждений и предприятий – заказчиков кадров.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: научно-методическое обеспечение взаимосвязи образовательных учреждений и предприятий – заказчиков кадров, готовность к взаимодействию образовательных учреждений и предприятий – заказчиков кадров, эффективность взаимодействия.

Suchkov V.N. – candidate of technical sciences, professor
Safin R.S. – doctor of pedagogical sciences, professor
Korchagin E.A. – doctor of pedagogical sciences, professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

SCIENCE-METHODOGICAL ASPECTS OF INTERACION BETWEEN EDUCATION AND MANUFACTURE

ABSTRACT

System-structural interpretation of interaction between vocational education and manufacture is developed. Pedagogical conditions of effective interaction between educational institutions and corporate customers staff are defined. Levels and evaluation criteria for characterizing state of scientific-methodological support of interaction between educational institutions and corporate customers staff are suggested.

KEYWORDS: scientific-methodological support of interaction between educational institutions and corporate customers staff, readiness for interaction between educational institutions and corporate customers staff, effectiveness of interaction.

Инновационное развитие строительной отрасли невозможно без высококвалифицированных кадров – рабочих и специалистов. Их подготовкой заняты профессиональные учебные заведения разного уровня.

В свою очередь, в образовательных учреждениях без знания отрасли, перспектив ее развития, потребностей в кадрах, их компетенциях невозможна подготовка востребованных производством специалистов.

Все это указывает на необходимость взаимодействия, взаимосвязи производства – науки – системы строительного профессионального образования.

Бурное развитие строительной отрасли, разработка новых конструкций, техники, технологий и материалов не обходится без взаимодействия систем науки, образования и производства. Однако это взаимодействие, их интеграция во многом носят эмпирический характер.

Разрешение объективного противоречия между потребностью построения взаимодействия науки – образования – производства на основе целостного научно-методического аппарата и эмпирическим характером методического построения этого взаимодействия определяет актуальность нашего исследования.

Сегодня учебные заведения переходят на многоуровневую систему образования. Новые федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС)

ориентируют учреждения профессионального образования на подготовку компетентных для отрасли кадров. Это обстоятельство требует от системы образования взаимодействия с предприятиями – заказчиками кадров, изучения потребности в кадрах, их компетенциях.

Взаимодействие между системой профессионального образования, наукой, производством и бизнесом обеспечивает стабильность развития, рост каждой системы. Производству и бизнесу нужны новые материалы, технологии и техника. Они разрабатываются наукой. Для развития науки, производства необходимы высококвалифицированные специалисты, которые готовятся системой профессионального образования. Содержание профессионального образования должно включать новые технологии, технику.

Различают следующие типы взаимодействия: эпизодический, системно-динамический. Последнее взаимодействие характеризуется продолжительностью, выстраивается на программно-целевой основе.

В научной литературе описано большое количество форм взаимодействия системы профессионального образования, науки, производства и бизнеса [1-3].

Мы выделяем следующие формы:

1) взаимодействие, ориентированное на производство;

2) взаимодействие, ориентированное на науку;

3) взаимодействие, ориентированное на образование.

Структура процесса взаимодействия образовательных учреждений и производства может быть представлена в виде логически связанного комплекса, состоящего из подсистем: целей взаимодействия; производства и его требований к специалисту; дидактического обеспечения взаимодействия; профессионального образования; анализа и коррекции взаимодействия; результата взаимодействия.

Во взаимодействии системы профессионального образования, науки и производства можно выделить следующие этапы: формирование готовности, взаимодействие как процесс и взаимодействие как результат.

Научно-методическое обеспечение взаимодействия образования и производства

Под научно-методическим обеспечением взаимодействия мы понимаем процесс и результат оснащения образовательных учреждений и предприятий – заказчиков кадров необходимыми учебно-методическими комплексами, а также активное участие сторон в этом процессе.

Научно-методическое обеспечение взаимодействия системы образования и производства включает следующие компоненты.

Нормативный компонент (учебные программы, программы практик, модель выпускника) обеспечивает высокое качество подготовки специалистов.

Научно-информационный компонент позволяет организовать единое информационное пространство взаимодействующих субъектов (научное, информационное и методическое обеспечение).

Социально-психологический компонент обеспечивает социально-профессиональную адаптацию выпускников образовательных учреждений на производстве.

Научно-методическое обеспечение определяет тенденции развития как отрасли, так и образовательных учреждений, методологию обучения, принципы определения содержания строительного профессионального образования, анализ программных документов, разработку нового методического обеспечения взаимодействия.

К основным направлениям научно-методического обеспечения производства можно отнести разработку методик:

- определения целей взаимодействия;
- внедрения инновационных разработок учебных заведений;
- выявления перечня компетенций в ходе модернизации техники и технологий отрасли;
- повышение квалификации рабочих и специалистов;
- анализ эффективности взаимодействия и т.д.

Научно-методическое обеспечение взаимодействия для учебных заведений включает методики:

- изучения новых технологий на производстве;
- стажировок преподавателей на производстве;
- организации научных исследований по выявлению проблем модернизации производства;
- организация практики на базе предприятий и т.д.

Важным этапом научно-методического обеспечения взаимодействия является разработка методик анализа, оценки и коррекции результатов взаимодействия.

Научно-методическое обеспечение позволяет:

- обеспечить равноправное взаимодействие систем образовательных учреждений и производства;
- многократно использовать рекомендации для эффективной работы подсистем;
- модернизировать методическое обеспечение взаимодействия без его полной переработки;
- долговременно использовать разработоки;
- доступность разработок для участников взаимодействия.

Готовность к взаимодействию

В педагогической литературе широко освещается готовность человека к любой деятельности (К.А. Абдульханова-Славская, Е.П. Ильин, А.В. Петровский и др.).

Одни авторы определяют готовность как качество личности с широкой конкретизацией его составляющих (М.И. Дьяченко, Л.А. Кандыбич, А.Г. Конвалев и др.) [4].

По их мнению, готовность к деятельности включает следующие компоненты:

- мотивационный (положительное отношение к деятельности);
- ориентационный (знания об особенностях данного рода деятельности);
- операционный (владение способами и приемами профессиональной деятельности);
- волевой (самоконтроль, умение управлять действиями);
- ценностный (самооценка подготовленности к деятельности).

Развитость и выраженность этих компонентов, по мнению ученых, являются показателем высокого уровня подготовленности индивида к деятельности.

Другие авторы (А.В. Барабанщиков, А.А. Деркач, Д.Н. Узнадзе и др.) рассматривают готовность как состояние личности перед началом деятельности. По мнению третьей группы авторов (Б.Г. Ананьев, С.Л. Рубинштейн, В.А. Сластенин и др.), готовность к деятельности – это наличие определенных способностей.

Б.Д. Парыгину [5] принадлежит более широкий подход к проблеме готовности. Структурными компонентами готовности, по его мнению, являются внутренняя установка на конкретный вид деятельности и способность к ее осуществлению. К основным составляющим психологической готовности относятся:

- установка на включение в деятельность;
- способность к максимальному включению в деятельность;
- установка на преодоление стереотипов;
- способность выбора или выработки новых установок в соответствии с нестандартной ситуацией;
- внутренняя готовность взять на себя ответственность за самостоятельно принятое решение;
- способность принятия обоснованного решения;
- готовность к экстремальным условиям стрессовой ситуации;
- способность выдержать испытания стрессом.

Анализ работ по формированию у личности готовности к деятельности показывает, что существуют разные подходы к определению этого понятия. Это объясняется тем, что в работах рассматриваются разные виды готовности.

В педагогической литературе отсутствуют данные по исследованию готовности к взаимодействию образовательных учреждений и предприятий – заказчиков кадров.

В работе [6, с. 4] предлагается рассмотреть любую деятельность человека в виде схемы: стимулирование (внешние условия) – мотивация и планирование (внутренние условия) – планирование и реализация (характер деятельности) – реализация и контроль (результаты деятельности). Мы полагаем, что деятельность взаимодействия образовательных учреждений и предприятий – заказчиков кадров может быть рассмотрена в рамках этой схемы. Такая схема позволит описать взаимодействие с точки зрения системного подхода.

Изучение и анализ работ по проблеме показали, что конкретное содержание понятия «готовность» определяется тем видом деятельности, которым нужно овладеть в процессе подготовки (овладение деятельностью – цель подготовки).

На основе приведенного выше анализа отметим общие черты в исследованиях по проблеме готовности, представляющие интерес для развития основных положений нашей работы: 1) готовность является показателем результативности процесса подготовки в вузе; 2) готовность выступает как система интегрированных свойств, качеств и опыта личности, общих и специальных знаний; 3) готовность – связующее звено между процессом вузовской подготовки и профессиональной деятельностью, где она выступает как установка на будущую деятельность; 4) основные показатели готовности: самостоятельность, творчество, определенные свойства мышления в целенаправленной подготовке.

Готовность к взаимодействию строительных предприятий и организаций с образовательными учреждениями зависит от: наличия стратегического плана развития предприятия; наличия стратегии кадровой политики; наличия плана инновационного развития; включения профессорско-преподавательского состава, студентов образовательных учреждений в решение технических и технологических проблем предприятия (хоздоговорные работы, временные творческие коллективы); предоставления материальной базы предприятия для проведения научных исследований, учебных занятий; желания создания на предприятиях филиалов выпускающих кафедр; готовности предприятий к приему студентов на производственную практику, а преподавателей – на стажировку; предоставления ведущих специалистов отрасли для проведения занятий в образовательных учреждениях, руководства курсовым и дипломным проектированием; активного участия в работе государственных аттестационных комиссий выпускников; участия в разработке содержания учебных дисциплин, разработке рабочих учебных планов; определения состава требуемых компетенций для производства работ на предприятии; создания совместно с образовательными учреждениями портфеля ситуационных заданий, кейсов, характерных для предприятия; создания единого информационного пространства; участия представителей предприятия в аккредитации образовательных программ.

Готовность образовательного учреждения к взаимодействию с предприятиями строительной отрасли – заказчиками кадров определяется:

- выделением стратегических приоритетов развития отрасли и опережающей подготовкой кадров на основе интеграции образования, науки и производства;
- адресной подготовкой по специализированным программам для отдельных предприятий;
- участием преподавателей, студентов в решении технических и технологических проблем строительного производства;
- наличием опыта работы преподавателей выпускающих кафедр в отраслевых структурах;
- развитием системы инновационного образования;
- применением современных методик и технологий обучения (использование ситуационных задач и заданий, кейс-технологии, контекст-технологий и т.д.);
- обеспечением в образовательном процессе профессионального становления будущего специалиста;
- формированием лидерских и личностных качеств у будущего специалиста, обеспечивающих его конкурентоспособность;
- выполнением курсовых и дипломных проектов по реальным заданиям предприятий, обеспечивающих интеграцию знаний, умений, навыков и способностей (формирование компетенций);
- совместным проведением конференций, выставок, конкурсов;
- формированием мотивации к самосовершенствованию как у студентов, так и преподавателей.

Готовность образовательных учреждений и предприятий – заказчиков кадров к взаимодействию – это сложное интегративное образование, основанное на их совместной деятельности, включающее знания, умения, навыки и компетенции как преподавателей, так и специалистов предприятия, обеспечивающие непрерывность и преемственность взаимосвязи.

Научно-методическое обеспечение взаимосвязи образовательных учреждений и предприятий – заказчиков кадров не заканчивается его проектированием. Его уровень можно будет оценить в ходе реализации проекта. Готовность образовательных учреждений и предприятий к взаимодействию мы предлагаем оценить тремя уровнями: низкий, средний, высокий (таблица).

При разработке характеристик уровней и показателей готовности образовательных учреждений и предприятий – заказчиков кадров к взаимодействию и характеристик состояния научно-методического обеспечения учтены рекомендации, содержащиеся в работах [4, 7-9].

Таблица

Характеристика уровней и показатели научно-методического обеспечения образовательных учреждений и предприятий – заказчиков кадров к взаимодействию

Уровни	Характеристика	Показатели, баллы
Низкий уровень, баллы от 0 до 20	Наличие отдельных нормативно-правовых документов, что приводит к трудности во взаимодействии субъектов.	0–3
	У руководителей образовательных учреждений и предприятий нет теоретических знаний в области научных основ по их взаимодействию.	0–3
	Преподаватели и сотрудники предприятия не владеют методами, формами, средствами взаимодействия, не владеют методикой разработки научно-методического обеспечения взаимодействия.	0–3
	Важность взаимодействия почти не осознается ни со стороны преподавателей, ни со стороны сотрудников предприятия.	0–3
	Предприятие не заинтересовано в организации практик студентов у себя на предприятии.	0–3
	Преподаватели не выполняют научно-исследовательские работы по заявкам предприятия.	0–3
	Взаимодействие эпизодическое.	0–2
Средний уровень, баллы от 21 до 50	Наличие неполного комплекта документов и материалов, входящих в состав научно-методического обеспечения взаимодействия образовательных учреждений и предприятий-заказчиков кадров. Это не позволяет организовать взаимодействие на достаточно высоком уровне.	3–6
	Наличие определенных теоретических и методических знаний у руководителей предприятия и образовательных учреждений о научных основах об их взаимосвязи. Сотрудники предприятия не в полной мере владеют методикой организации практик студентов. Только отдельные сотрудники участвуют в учебном процессе вуза.	3–6
	Преподаватели мало участвуют в обследовании процессов предприятия для выявления проблем производства с целью его реконструкции и повышения работы.	3–6
	Предприятие мало заинтересовано в выпускниках и материально-техническом оснащении учебных заведений.	3–6
	Взаимодействие не носит систематический (постоянный) характер.	3–6
Высокий уровень, баллы от 51 до 80	Наличие полного научно-методического обеспечения взаимосвязи образовательных учреждений и предприятий-заказчиков кадров.	6–9
	Наличие теоретических знаний у руководителей и сотрудников образовательных учреждений и предприятий-заказчиков кадров о научных основах их взаимосвязи.	6–9
	На предприятии созданы филиалы выпускающих кафедр. Технико-технологические проблемы предприятия рассматриваются и разрешаются в составе курсовых и дипломных проектов.	6–9
	Преподаватели активно участвуют в проведении хоздоговорных НИР по заказам предприятий. В образовательных учреждениях созданы и постоянно действуют курсы по повышению квалификации и переподготовке сотрудников предприятия.	6–9
	Сотрудники предприятия активно участвуют в проведении занятий, в курсовом и дипломном проектировании, руководят производственной практикой студентов.	6–9
	На предприятии активно внедряются инновационные разработки преподавателей учебных заведений. Организована постоянная стажировка преподавателей на предприятии.	6–9
	Предприятие выделяет гранты для преподавателей и студентов.	6–9
	Созданы совместные малые предприятия по выпуску инновационной продукции и оказанию услуг населению.	6–9
	Действует учебно-научно-производственный комплекс.	6–9
	Взаимодействие носит системно-динамический, развивающий характер.	6–9

Эффективность взаимодействия

Не секрет, что эффективность взаимодействия между образовательными учреждениями и предприятиями – заказчиками кадров во многом зависит от личности первых руководителей, руководителей структурных подразделений, а также рядовых сотрудников.

Руководителям необходимы следующие навыки и способности: способность управлять собой, четкие цели, навык решать проблемы, изобретательность, высокая способность влиять на других, знание современных управленческих подходов, владение культурой профессионального общения, способность руководить, умение обучать подчиненных и т.д. [10].

Данное взаимодействие можно охарактеризовать как деловую коммуникацию сотрудников взаимодействующих сторон. Тогда эти умения (коммуникативные) и готовность к деловой коммуникации должны быть сформированы в процессе обучения в профессиональных учебных заведениях.

Коммуникацию мы рассматриваем как социально обусловленный процесс передачи или обмена информацией между двумя (образовательные учреждения и предприятия – заказчики кадров) и более субъектами по разным каналам при помощи различных средств (вербальных, невербальных, технических).

Эффективное взаимодействие образовательных учреждений и строительных предприятий и организаций приведет к увеличению количества выпускников, устроившихся на работу по специальности; к мотивации специалистов к непрерывному образованию; обеспечит прохождение экспертизы профессиональных образовательных программ работодателями, профессиональными сообществами.

Успешная реализация взаимодействия образовательных учреждений и предприятий – заказчиков кадров возможна при выполнении определенных педагогических условий.

Понятие «условие» выступает в качестве философской категории, выражающей отношение предмета к окружающим его явлениям, без которых он существовать не может. Условия составляют ту среду, обстановку, в которой явления возникают, существуют и развиваются [11].

Педагогическая трактовка данной категории (В.И. Андреев) состоит в том, что условие понимается как результат целенаправленного отбора и применение элементов содержания, методов, приемов, а также организационных форм обучения для достижения поставленных целей [12].

Чаще всего в педагогике условия понимаются как факторы, обстоятельства, от которых зависит эффективность функционирования педагогической системы.

Тогда можно констатировать, что педагогические условия могут рассматриваться как комплекс обстоятельств, способствующих успешному функционированию разработанной модели, которые в конечном результате приведут к повышению уровня подготовки востребованных специалистов и квалификации работников в процессе взаимодействия образовательных учреждений и предприятий – заказчиков кадров.

Под понятием «комплекс» мы понимаем совокупность взаимосвязанных педагогических условий, реализация которых будет способствовать успешному функционированию разработанной модели.

Как показывает анализ научно-педагогической литературы, успешная реализация взаимодействия образовательных учреждений и предприятий – заказчиков кадров возможна не только при его полном научно-методическом обеспечении, но и при выполнении следующих педагогических условий:

- при наличии единой стратегии развития кадрового потенциала взаимодействующих организаций;
- при обогащении информационного поля предприятий – заказчиков кадров и образовательных учреждений на основе достижений науки, техники и технологий в строительной отрасли;
- при целенаправленной организованной деятельности всех структурных элементов управления образовательных учреждений и предприятий – заказчиков кадров;
- при развитии мотивации образовательных учреждений и предприятий к повышению профессиональной компетенции сотрудников, преподавателей, выпускников и их карьерному росту;
- при выделении грантов, именных стипендий для преподавателей и студентов для выполнения НИР по заказам предприятий;

- при выработке единых подходов к организации единого педагогического пространства образовательных учреждений и предприятий – заказчиков кадров;
- при организации сетевого взаимодействия всех структурных компонентов образовательных учреждений и предприятий – заказчиков кадров;
- при формировании учебно-научно-производственного комплекса образовательных, научных учреждений и предприятий – заказчиков кадров;
- при формировании корпоративных образовательных комплексов;
- при реальном участии преподавателей и студентов в разрешении проблем предприятия, а ведущих специалистов предприятия – в учебном процессе образовательных учреждений, курсовом и дипломном проектировании, экспертизе учебных планов, рабочих программ, при разработке содержания образования.

Таким образом, реализация разработанного научно-методического обеспечения взаимосвязи образовательных учреждений и предприятий – заказчиков кадров определяет их готовность к взаимодействию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айтуганов И.М., Сафин Р.С., Корчагин Е.А. и др. Концепция, подходы, факторы и условия взаимосвязи профессионального образования с производством: Монография. – Казань: КГАСУ, 2008. – 178 с.
2. Айтуганов И.М., Сафин Р.С., Корчагин Е.А. и др. Научные основы взаимосвязи профессионального образования и производства: Монография. – Казань: КГАСУ, 2009. – 250 с.
3. Мухаметзянова Г.В., Айтуганов И.М., Сафин Р.С., Корчагин Е.А. и др. Взаимодействие образования и производства: содержание, модели реализации// Казанский педагогический журнал, 2010, № 3. – С. 5-10.
4. Дьяченко М.И., Кандыбич Л.А., Пономарев В.А. Готовность к деятельности в напряженных ситуациях. Психологический аспект. – Минск: Изд-во «Университетское», 1985. – 206 с.
5. Парыгин Б.Д. Социальная психология. – СПб., 1999. – 592 с.
6. Ерастов Н.П. Структурно-психологический анализ деятельности и проблема рациональной организации труда // Психологические проблемы рационализации деятельности: Межвуз. темат. сб., вып. 5. / Яросл. гос. ун-т; Под ред. Н.П. Ерастова. – Ярославль: ЯрГУ, 1999. – С. 3-11.
7. Семушина Л.Г. Разработка методики контроля готовности к профессиональной деятельности студентов ссузов // Среднее профессиональное образование, 2003, № 10. – С. 2-6.
8. Подкользин А.Я. Система научно-методического обеспечения радиотехнической подготовки специалистов ВМФ. Автореф. дисс. … докт. пед. наук. – СПб., 2005. – 49 с.
9. Бездухов В.П. Теория и практика приобщения учащихся к ценностям. – Самара: Изд-во СамГПУ, 2008. – 192 с.
10. Вудкок М. Раскрепощенный менеджер: Для руководителя – практика. – М.: Малое предприятие «Дело», Б.г. (1991). – 312 с.
11. Философский словарь, 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Политиздат, 1991. – 559 с.
12. Андреев В.И. Педагогика творческого саморазвития. – Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 2000. – 317 с.

REFERENCES

1. Aytuganov I.M., Safin R.S, Korchagin E.A. and others. Conception, approaches, factors, and conditions of interaction between vocational education and manufacture: Monograph. – Kazan: Kazan state university of architecture and engineering, 2008. – 178 p.
2. Aytuganov I.M., Safin R.S, Korchagin E.A. and others. Scientific basis of interaction between vocational education and manufacture: Monograph. – Kazan: Kazan state university of architecture and engineering, 2009. – 250 p.

3. Mukhametzyanova G.V., Aytuganov I.M., Safin R.S., Korchagin E.A. and others. Interaction between education and manufacture: content, models of realisation // Kazan pedagogical journal, 2010, № 3. – P. 5-10.
4. Dyachenko M.I., Kandybich L.A., Ponomarev V.A. Readiness for action in tense situations. Psychological aspect. – Minsk: Publishing house «University», 1985. – 206 p.
5. Parygin B.D. Social psychology. – St. Petersburg, 1999. – 592 p.
6. Erastov N.P. Structure-psychological analysis of activity and problem of time-and-motion engineering // Psychological problems of work simplification: interuniversity topical symposium / Yaroslavl state university; Edited by N.P.Erastov. – Yaroslavl: YaSU. issue 5, 1999. – P. 3-11.
7. Semushina L.G. Development of control procedure of readiness of students of vocational educational institutions for professional activity // Intermediate vocational education, 2003, № 10. – P. 2-6.
8. Podkolzin A.Ya. System of scientific-methodological support of radio-technical training of specialists of Navy. – St. Petersburg, 2005. – 49 p.
9. Bezdukhov V.P. Theory and practice of value education. – Samara: Publishing house of Samara state pedagogical university, 2008. – 192 p.
10. Vudkock M. Liberated manager: for managers practice. – Moscow.: Small enterprise «Delo», B.g. (1991). – 312 p.
11. Philosophical dictionary. 6th edition. – Moscow.: Politizdat, 1991. – 559 p.
12. Andreyev V.I. Pedagogics of creative self-development. – Kazan: Publishing house of Kazan state university, 2000. – 317 p.

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 – 297х210мм (формат А4);
- поля: сверху – 20 мм, снизу – 20 мм, слева – 25 мм, справа – 25 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 – 80х80 мм, максимальный – 170х240 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 компонуются 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@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
разделительный интервал
СОВРЕМЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
разделительный интервал
АННОТАЦИЯ
Текст аннотации
КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: теплоизоляционные материалы, карбамидные пенопласты, модификация
разделительный интервал
Ivanov I.I. – candidate of technical sciences, associate professor
Kazan State University of Architecture and Engineering
разделительный интервал
MODERN BUILDING MATERIAL
разделительный интервал
ABSTRACT
Текст аннотации
KEYWORDS: thermal insulating materials, of carbamide foams, updating
разделительный интервал
Текст статьи
разделительный интервал

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ
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 parametres 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. Guzmana. – M: LTD RIF « Stroymaterialy», 2003. – 496 p.
6. The send-receive 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 (**дискета 3,5 дюйма, 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.

Стоимость публикации – 390 рублей за одну страницу, включая НДС.

Расчет стоимости не зависит от объема текста статьи на странице.

Журнал «Известия КазГАСУ» выходит 4 раза в год, тиражом 500 экз. Журнал является подписным изданием и включен в общероссийский каталог ОАО Агентства «РОСПЕЧАТЬ», индекс 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 КазГАСУ» – 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 Максутович.

Банковские реквизиты:
КазГАСУ
420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1
ИНН 1655018025 КПП 165501001
Сч. 40503810200001000001
в ГРКЦ НБ РТ Банка России г. Казань
БИК 049205001
Л/с 03111А30890
Код ОКАТО 92401000000

Указать назначение платежа: Код дохода: 07430201010010000130 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)	
Название статьи	
Аннотация (1 абзац от 500 до 1000 знаков с пробелами)	
Ключевые слова (от 5 до 10 слов или словосочетаний)	
Научная тематика статьи	Впишите одну из представленных: – Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия; – Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности; – Градостроительство, планировка сельскохозяйственных 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).
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)	
Title of the article	
Abstract (1 paragraph from 500 to 1000 symbols with gaps)	
Keywords (from 5 to 10 words or phrases)	
Scientific topic of the article	Include one of the presented: – 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).
Mailing address	
Telephone numbers for communication	

Известия КГАСУ
2011 г., № 2 (16)

Гл. редактор: Низамов Р.К.
Учредитель и издатель:
ФГОУ 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 17.06.2011 Формат 60x84/8
Заказ 321 Бумага тип. № 1
Усл.-печ. л. 45,5 Уч.-изд. л. 46,0
Тираж 500 экз.
I завод-110

Отпечатано ПМО КазГАСУ, г. Казань, ул. Зеленая, 1