

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА, АРХИТЕКТУРЫ
И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РТ
МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА РТ

Известия КГАСУ 2013 г., № 4 (26)

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;
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;

Мирсаятов 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.;
Сахапов Р.Л., д-р 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);
Элсайд Т.А., канд. техн. наук, доц. (Египет);
Янотка И., канд. техн. наук, с.н.с. (Словакия).

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»

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

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

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

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

News of the KSUAE 2013, № 4 (26)

BBC 38
I 33
UDC 69

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

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

EDITORIAL BOARD:

Adelshin A.B., Dr. tech. sci., prof.;
Aydarova G.N., Dr. arch. sci., prof.;
Aydarov S.S., Dr. arch. sci., prof., corr.-m.
RAACS;
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.;
Sakhapov R.L., Dr. 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: FSBEI of HHE «Kazan State University of Architecture and Engineering»

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

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

EDITORIAL ADDRESS:

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



СОДЕРЖАНИЕ



ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ	
Агишева С.Т., Мубаракшина Ф.Д. Проблемы развития современной архитектуры в исторически сложившейся среде города	7
Балабанова Ю.П. Архитектурно-планировочная организация городских садов в структуре Казани кон. XIX – нач. XX вв.	16
Гришина М.П. О парках и садах в России	25
Надырова Х.Г., Троепольская Н.Е. Пространственно-планировочная структура города Булгар середины XIV века: опыт графической реконструкции	32
Суханова Е.А. Колонны Соборной мечети Болгарского городища. Опыт восстановления облика	46
Шкинева Н.Б. Графическая система русской иконописи как универсальная система изображения информации об архитектурном объекте	54
АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
Мубаракшина Ф.Д., Морозова Е.В., Илалова А.Ф. К вопросу истории развития ботанических садов в России и за рубежом	63
Новикова А.Н. Творческие союзы в архитектурном проектировании	68
Хабибулина А.Г. Современные проектные решения системы климатизации многофункционального комплекса	76
Шерстюкова Э.Л., Короткова С.Г. Особенности формирования научно-образовательного центра на территории Республики Татарстан	85
СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ	
Ахметзянов Ф.Х. Причины возникновения микроповреждаемости цементного камня и бетона в процессе твердения	92
Ишанова В.И., Пекерман Э.Е., Удлер Е.М. Построение сети Чебышева на поверхности гиперболического параболоида	101
Ишанова В.И., Удлер Е.М. Возможности формообразования тентовых материалов	107
Карпенко Н.И., Соколов Б.С., Радайкин О.В. К расчёту прочности, жёсткости и трещиностойкости внерадиально скатых железобетонных элементов с применением нелинейной деформационной модели	113
Куприянов В.Н., Сафин И.Ш. Количественные параметры конденсации парообразной влаги в наружных стенах	121
Хайруллин Л.Р. Усиление зоны стыка заполнителя в трехслойных панелях	129
Хусаинов Д.М., Пеньковцев С.А., Шагиева Г.Р. Совершенствование инженерной методики расчета на устойчивость рекламных конструкций	135
ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ	
Кобыща О.Е., Бочкарева Т.М., Пономарёв А.Б. Моделирование систем армирования массива грунта в качестве противокарстового мероприятия	139
Мирсаяпов И.Т., Королева И.В. Особенности геотехнического мониторинга уникальных зданий и сооружений	147
Мирсаяпов И.Т., Королева И.В., Мирсаяпова И.И. Динамическая устойчивость водонасыщенных грунтовых массивов намытых территорий при сейсмических воздействиях	155
Офрихтер В.Г., Лихачева Н.Н. Реологическая модель твердых бытовых отходов	161
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ	
Давыдов А.П., Валиуллин М.А., Габдрахимов Р.Р. К вопросу влияние неравномерности всасывания на объём удаляемого воздуха	170
Золотоносов Я.Д., Горская Т.Ю., Бармин К.Е. Метод коллокации для уравнения задачи движения	175
Соломин И.Н., Даминов А.З., Камалов Р.Ф., Садыков Р.А. Утилизация и преобразование невостребованной тепловой энергии в теплоснабжающих системах от районных котельных	181
Соломин И.Н., Даминов А.З., Караева Ю.В., Садыков Р.А. Значение коэффициента соотношения тарифов тепловой и электроэнергии в оптимизации параметров системы теплоснабжения	186
ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ	
Адельшин А.А., Адельшин А.Б., Урмитова Н.С., Береговая В.А., Минюшов Л.Р. Полноблочная установка гидродинамической очистки нефтепромысловых сточных вод с использованием закрученных потоков	192
Захватов Г.И. Опыт очистки сточных вод от нефтепродуктов и взвешенных веществ в энергетике	202
СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ	
Богданов Р.Р., Ибрагимов Р.А., Изотов В.С. Исследование влияния отечественных гидрофобизаторов на основные свойства цементного теста и раствора	207
Габидуллин М.Г., Миндубаев А.А., Габидуллина А.Н. Двухкомпонентная шихта для производства клинкерного кирпича	211

Ерофеев В.Т., Лазарев А.В., Богатов А.Д., Казначеев С.В., Смирнов В.Ф., Худяков В.А.	
Оптимизация составов биостойких эпоксидных композитов, отверждаемых аминофенольным отвердителем	218
Мавлюбердинов А.Р. К вопросу изучения механизма повышения прочности пористого керамического черепка при введении химических добавок	228
Медяник Ю.В. Исследование характера новообразований цементного камня при твердении в присутствии карбонатсодержащего наполнителя	233
Мубаракшина Л.Ф., Абдрахманова Л.А., Крадинова А.Е. Суперконцентраты для усиления строительных материалов на основе карбамидоформальдегидных смол	240
Нагибин Г.Е., Добросмыслов С.С., Задов В.Е., Суходоеva Н.В., Личман Н.В. Поведение серных вязуящих и композиций на их основе при различных температурах	245
Хохряков О.В., Башев Д.И., Хозин В.Г. Изучение дисперсного состава минеральных компонентов цементов низкой водопотребности после их получения	252
Якупов М.И., Морозов Н.М., Боровских И.В., Хозин В.Г. Модифицированный мелкозернистый бетон для возведения монолитных покрытий взлетно-посадочных полос аэродромов	257
ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА	
Шафранова А.А., Коクリгина Л.А., Коクリгин А.В. Варианты определения продолжительности строительства на основе влияния внешних факторов	262
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ, МЕТРОПОЛИТЕНОВ, АЭРОДРОМОВ, МОСТОВ И ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ	
Логинова О.А. Гидравлический расчет заиленных водопропускных труб	268
Николаева Р.В. Исследование транспортных рисков и закономерностей их изменения в Приволжском федеральном округе Российской Федерации	274
Тихомирова Н.П. Вертикальная планировка на улично-дорожной сети (УДС) – главная составляющая водоотвода	280
ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ (в строительстве)	
Берваль А.В., Романова А.И. Определение специализации особой экономической зоны «Иннополис» на основе метода анализа иерархий	285
Загидуллина Г.М., Зайнуллина Д.Р. Оценка экономической эффективности инновационных проектов в сфере услуг	291
Загидуллина Г.М., Романова А.И., Ахмеров М.Р., Мурафа А.А. Перспективы развития рынка услуг ипотечного кредитования Республики Татарстан	296
Сафина Р.С., Курзина И.М. Проблемы развития страхового бизнеса в строительной отрасли	303
Сиразетдинов Р.М., Белай О.С. Венчурное финансирование инновационных проектов	309
Сиразетдинов Р.М., Мавлютова А.Р., Низамова И.Р. Внедрение инновационных ресурсосберегающих технологий в строительном комплексе	316
Туишев Ш.М., Низамова А.Ш. Роль венчурного капитала в инновационном бизнесе	326
Харисова Г.М., Хабибуллина Л.В. Внедрение долгосрочного тарифного регулирования в коммунальном комплексе Республики Татарстан	331
Харисова Г.М., Халиуллина Р.Ф. Разработка обоснования экономической эффективности строительства объекта транспортной инфраструктуры, как важный этап жизненного цикла проекта	337
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ (в строительстве)	
Каюмов Р.А., Федосов С.В., Румянцева В.Е., Хрунов В.А., Манохина Ю.В., Красильников И.В. Математическое моделирование коррозионного массопереноса гетерогенной системы «жидкая агрессивная среда – цементный бетон». Частные случаи решения	343
Лисенков В.А., Терегулова Э.Р. Моделирование размещения предприятий дорожной отрасли	349
Сафиуллин Р.К., Салаватуллин А.А., Муллануров Ф.Ш., Зайнапшева Г.Н. Энергетическое распределение свободных электронов в плазме тлеющего разряда	353
ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ (в строительном вузе)	
Корчагин Е.А., Сафин Р.С., Туюшева А.И. Проблемно-аналитическая система внутрифирменного обучения персонала бережливому производству	360
Магера Т.Н. Научно-исследовательская работа студентов в области психологии в техническом вузе	368
Падерин В.К., Митрошина О.В. Современные особенности подхода к подготовке студента-бакалавра	376
Пономарев А.Б., Вахрушев С.И. Опытно-экспериментальная работа по дисциплине «строительные машины»	382
Прохоров-Малисов Г.С. Актуальность гуманизации инженерно-технического образования (философско-методологический аспект)	390
ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ, ДОРОЖНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ	
Габдуллин Т.Р., Загретдинов Р.В. Повышение производительности систем управления дорожно-строительной техники при использовании систем глобального спутникового позиционирования	397
Мухаметшина Р.М. Отказы дорожно-строительных машин по параметрам коррозии	403
Правила представления материалов для публикации в научном журнале «Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета»	409



CONTENTS

ARCHITECTURE THEORY AND HISTORY, HISTORICAL AND ARCHITECTURAL HERITAGE RESTORATION AND RECONSTRUCTION	
Agisheva S.T., Mubarakshina F.D. Range of issues for contemporary architectural development in historic urban environment	7
Balabanova Y.P. Architectural and planning organization of urban gardens in the city of Kazan structure of late XIXth – early XXth centuries	16
Grishina M.P. About parks and gardens in Russia	25
Nadyrova Kh.G., Troepolskaya N.E. Space-planning structure of the city of Bulgar in the middle of the XIVth century: the experience of graphic reconstruction	32
Sukhanova E.A. Columns of Cathedral mosque in Bulgar's settlement. Experience of the image recovery	46
Shkineva N.B. Graphic system of Russian icon painting as a universal system of image information about the architectural object	54
HOUSES ARCHITECTURE. THE CREATIVE CONCEPT OF ARCHITECTURAL ACTIVITIES	
Mubarakshina F.D., Morozova E.V., Ilalova A.F. To the history of botanic gardens development in Russia and other countries	63
Novikova A.N. Creative partnership in architecture and design. «Pair design technique»	68
Khabibulina A.G. Modern design decisions of conditioning system of a multipurpose complex	76
Sherstyukova E.L., Korotkova S.G. Characteristic features of forming the scientific and educational center in the Republic of Tatarstan	85
BUILDING STRUCTURES, HOUSES	
Akhmetzianov F.Kh. The reasons of occurrence of microdamageability cement stone and concrete in the course of hardening	92
Ishanova V.I., Pekerman E.E., Udler E.M. About imposition of Chebyshev's meshes by the surface as hyperbolic paraboloid	101
Ishanova V.I., Udler E.M. The possibility of formation of tent material	107
Karpenko N.I., Sokolov B.S., Radaikin O.V. Calculation of strength, stiffness and crack resistance of eccentrically compressed reinforced concrete elements using non-linear deformation model	113
Kupriyanov V.N., Safin I.S. Quantitative parameters of condensing vaporous moisture in the outer walls	121
Khairullin L.R. Reinforcement of the butt joint area of the middle layer in sandwich panels	129
Khusainov D.M., Penkovcev S.A., Shagieva G.R. Improvement of an engineering calculation procedure on stability of advertising constructions	135
FOUNDATIONS, UNDERGROUND STRUCTURES	
Kobyscha O.E., Bochkareva T.M., Ponomarev A.B. Modelling of systems of soil massif reinforcing as an antikarstic action	139
Mirsayapov I.T., Koroleva I.V. Geotechnical monitoring features of unique buildings and structures	147
Mirsayapov I.T., Koroleva I.V., Mirsayapova I.I. Dynamic stability of water-saturated soil masses in washed areas under seismic actions	155
Ofrikhter V.G., Likhacheva N.N. Rheological model of municipal solid waste	161
HEATING, VENTILATION, AIR CONDITIONING, GAS SUPPLY AND LIGHTING	
Davidov A.P., Valiullin M.A., Gabdrafikov R.R. To the question of the influence of suction irregularity on the exhaust air volume	170
Zolotonosov Ya.D., Gorskaya T.Yu., Barmin K.E. Method of collocation for equations of the problem of motion	175
Solomin I.N., Daminov A.Z., Kamalov R.F., Sadykov R.A. Utilization and conversion of unclaimed thermal energy in heat supply systems of district boiler	181
Solomin I.N., Daminov A.Z., Karaeva J.V., Sadykov R.A. The coefficient of correlation of heat and electricity tariffs in optimizing the parameters of the heat supply system	186
WATER SUPPLY, SEWERAGE, WATER CONSERVATION CONSTRUCTION	
Adelshin A.A., Adelshin A.B., Urmitova N.S., Beregovaya V.A., Minushov L.R. Full-block installation of hydrodynamic cleaning of oilfield wastewater by swirling flows	192
Zahvatov G.I. Wastewater treatment in the power stations from oil products and weight substances	202
BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS	
Bogdanov R.R., Ibragimov R.A., Izotov V.S. Studies of the influence of domestic water-repelling additions on the basic properties of cement paste and mortar	207
Gabidullin M.G., Mindubaev A.A., Gabidullina A.N. Two-component blend to produce clinker	211
Erofeev V.T., Lazarev A.V., Bogatov A.D., Kaznacheev S.V., Smirnov V.F., Hudjakov V.A. Optimization of structures of bioreistant epoxy composites, cured by aminophenolic hardener	218
Mavliuberdinov A.R. To the question of studing the mechanism of increasing the durability of a porous ceramic crock at introduction of chemical additives	228

Medianik Iu.V. The study of character of cement stone neoplasms during the hardening in the presence of carbonate filler	233
Mubarakshina L.F., Abdrahmanova L.A., Kradinova A.E. Masterbatches for strengthening building materials based on urea-formaldehyde resins	240
Nagibin G.E., Dobrosmislov S.S., Zadov V.E., Syhodoeva N.V., Fedorova E.N., Lichman N.V. The behavior of sulfur-based mortars and sulfur concretes at different temperatures	245
Khohryakov O.V., Baishev D.I., Khozin V.G. Research of low-water demand cements mineral components's participle size distributions after grinding	252
Iakupov M.I., Morozov N.M., Borovskikh I.V., Khozin V.G. Modified fine-grained concrete for the construction of monolithic coverings runways	257
CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND ORGANIZATION	
Shafranova A.A., Kokliugina L.A., Kokliugin A.V. Ways of calculating the period of building process considering external factors	262
ROADS, SUBWAYS, AIRPORTS, BRIDGES AND TUNNELS DESIGN AND CONSTRUCTION	
Loginova O.A. Hydraulic calculation of silted culverts	268
Nikolaeva R.V. Investigation of transport risks and patterns of their change in the Volga federal district of the Russian Federation	274
Tikhomirova N.P. The vertical planning of the street and road network (SRN) – the main component of drainage	280
ECONOMY MANAGEMENT AND ECONOMICS (in building)	
Berval A.V., Romanova A.I. Selection of specialization for special economic zones «Innopolis» by analytic hierarchy process	285
Zagidullina G.M., Zainullina D.R. Economic evaluation of innovative projects in the service sector	291
Zagidullina G.M., Romanova A.I., Akhmerov M.R., Murafa A.A. Perspectives of developement of service market of mortgage crediting in Tatarstan Republic	296
Safina R.S., Kurzina I.M. Problems of development of insurance business in the construction industry	303
Sirazetdinov R.M., Belai O.S. Venture financing of innovative projects	309
Sirazetdinov R.M., Mavlyutova A.R., Nizamova I.R. The introduction of innovative resource-saving technologies in the construction industry	316
Tuishev Sh.M., Nizamova A.Sh. The role of venture capital in innovative business	326
Kharisova G.M., Khabibullina L.V. The introduction of long-term tariff regulation in the utilities sector of the Republic of Tatarstan	331
Kharisova G.M., Khaliullina R.F. Development of justification economic efficiency of construction transport infrastructure, as important section in project life cycle	337
MATHEMATICAL MODELLING, NUMERICAL METHODS AND COMPLEXES OF PROGRAMS (in building)	
Kayumov R.A., Fedosov S.V., Rumyantseva V.E., Khrunov V.A., Manohina Yu.V., Krasilnikov I.V. Mathematical modeling of corrosion mass transfer of the heterogeneous system «corrosive liquids – cement concrete». Special cases of the solutions	343
Lisenkov V.A., Teregulova E.R. Modeling of the enterprise placement of road branch	349
Safiullin R.K., Salavatullin A.A., Mullanurov F.Sh., Zainasheva G.N. Energy Distribution of Free Electrons in Glow Discharge Plasma	353
THEORY AND VOCATIONAL TRAINING TECHNIQUE (in engineering higher educational institution)	
Korchagin E.A., Safin R.S., Tuyusheva A.I. Problem-analytical system of internship-oriented training on condition of thrifty production	360
Magera T.N. Scientific-research work of students in the field of psychology in the technical University	368
Paderin V.K., Mitroshina O.V. The modern features of approach to the preparation of students-bachelors	376
Ponomarev A.B., Vahrushev S.I. Skilled-experimental work on discipline «Building equipment»	382
Prochorov-Malyasov G.S. Relevance humanization of engineering and technical education (philosophical and methodological aspect)	390
HOISTING, BUILDING, ROAD MACHINES AND EQUIPMENT	
Gabdullin T.R., Zagretdinov R.V. Productivity Improvement of Machine Control Systems Using new Global Satellite Positioning Systems	397
Mukhametshina R.M. Breakdowns of road-building machines as a result of corrosion	403
Rules of representation of materials for the publication in scientific journal «Kazan State University of Architecture and Engineering news»	409

УДК 72.01

Агишева С.Т. – ассистент, аспирант

E-mail: agisheva@mail.ru

Мубаракшина Ф.Д. – кандидат архитектуры, доцент

E-mail: faina.arch@rambler.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Проблемы развития современной архитектуры в исторически сложившейся среде города

Аннотация

Данная статья посвящена проблемам развития современной архитектуры в условиях реконструкции исторически сложившейся среды города.

Проанализированы архитектурные теории и концепции XX-нач. XXI вв. по вопросу сохранения и обновления исторической среды города. Определены актуальные тенденции развития и совершенствования исторической среды города, в том числе с точки зрения использования принципов историко-культурной преемственности, которые основаны на активном использовании объектов культурного наследия и принципах формирования исторической среды – идентичности, морфологических и композиционных закономерностях.

Ключевые слова: реконструкция, современная архитектура, историческая среда города, историко-культурная преемственность.

Города, возникающие в разные исторические времена и при различных условиях и ставшие нашим естественным окружением, имеют свой неповторимый вид. Каждое столетие, смена эпох, стилей, школ и парадигм оставляют своеобразный отпечаток на городском облике, формируя характерную историческую ткань городов.

Городская среда постоянно трансформируется в соответствии с потребностями общества и ее архитектурном обликом является отражение эстетических, культурных, экономических и других взглядов общества. Эти изменения являются неотъемлемой частью развития городской среды, поэтому неизбежно возникает противопоставление и противостояние «нового» «старому», «исторической» и «современной» архитектуры.

В современных условиях с развитием города увеличивается необходимость в качественных изменениях и новым подходам к организации городской среды, ее переориентации в связи со сменой потребностей общества. Так как исторический центр, как и любая исторически сложившаяся среда города, зачастую является культурным, деловым и торговым центром, то основная нагрузка ложится именно на него. На его территории, как правило, сосредоточено скопление выдающихся памятников архитектуры различных эпох и стилей, как отдельных, так и ансамблей.

Известно, что основная часть современной застройки в европейских и других исторических городах формируется в условиях реконструкции. Реконструкция является основной формой градостроительного развития. Новое строительство как противоположная ей форма развития редко осуществляется и рассматривается изолировано от вопросов реконструкции, т.к. строительство новых объектов, комплексов или районов влечет за собой реконструкцию сложившейся части города, а новые объекты и пространства в свою очередь рано или поздно становятся потенциальными объектами реконструкции. Поэтому реконструкцию необходимо принимать как естественную форму совершенствования и развития городских пространственных систем.

Реконструкция охватывает широкий диапазон возможных трансформаций города – от почти полного сохранения (консервации) сложившейся структуры и до почти полной ее замены. В градостроительной практике осуществляются следующие виды реконструктивной деятельности:

- реконструкция города (на уровне планировочной структуры);

- реконструкция исторически сложившейся городской среды (на уровне отдельных участков центральной части города, в том числе исторического центра).

В отличие от строительства нового города или новых районов реконструкция исторически сложившейся городской среды предусматривает связь с ранее сложившейся структурой. В зависимости от конкретной ситуации в ней преобладает то или иное начало, требующие учета целого комплекса факторов, где главными задачами являются:

- регулирование развития и преобразования пространственной организации в связи с ростом города или модернизацией функционально-пространственной структуры;

- обеспечение преемственности развития территорий (пространств и объектов);

- восстановление разрушений, причиненных городу стихийным бедствием или войной;

- сохранение историко-художественных ценностей города [3; 4].

В результате, вопросы сохранения и обновления исторической среды должны решаться комплексно, когда стратегии изменений и преобразований основываются на принципах, основанных на деликатной реконструкции городской исторически сложившейся среды, а также включения в нее современной архитектуры. Интеграция современной архитектуры в контексте исторической среды – это одна из важнейших составляющих стратегий развития городского пространства.

Однако на сегодняшний день существуют два противоположных подхода интеграции современной архитектуры с исторической городской средой:

- первый – отражает стремление к охране большего количества объектов культурного наследия (используемый преимущественно в европейских странах);

- второй – выражает тенденцию к возведению на их месте новой застройки в силу невозможности или нежелания адаптации исторической среды и памятников архитектуры к современным реалиям

Необходимо отметить, что меньшей популярностью пользуется методы интеграции, позволяющие деликатно включать современную архитектуру или ее элементы в исторически сложившуюся среду города, которые требуют более глубоких аналитических подходов и проектных решений.

Постоянное совершенствование окружающей среды человеком независимо от ее историчности и ценности, происходящее на основе социальных, экономических и научно-технических изменений, должно включать неотъемлемую часть такого совершенствования как *историко-культурная преемственность* [1, 19-21], которая основывается на активном использовании объектов культурного наследия и принципах формирования исторической среды – *идентичности, морфологических и композиционных закономерностях*. Такая историко-культурная преемственность призвана обеспечивать сохранение и развитие целостности среды и ее идентичности, т.е. индивидуальности, своеобразия, самобытности, подлинности и ценности каждого из исторических городов.

Проблемы историко-культурной преемственности не раз поднимались на архитектурной арене. Специалисты высказывали различные мнения по вопросу – «стоит ли придерживаться исторической преемственности, идентичности или творить современную или футуристическую архитектуру?».

На рубеже XX века обособленно находилась группа архитекторов, которая развивала идеи, рассматривающие исторический город как объект наследия. Наиболее известным и влиятельным был австрийский архитектор и теоретик Камилло Зитте (1843-1903 гг.). Впервые в конце XIX века Зитте начал рассматривать город в историческом контексте, в котором сначала необходимо было подробно изучить морфологию и типологию среды, прежде чем предлагать современные приемы и модели ее развития. Разработанная им теория в значительной степени повлияла на представление о городе. Она была основана на интегрировании принципов эстетичности и функциональности городских исторических пространств и на идеи преемственности развития города, что явилось важным выводом для последующего совершенствования, как охранной политики, так и принципов развития исторических городов.

Идеологии и концепции Зитте разделяли архитекторы и теоретики – носители самых передовых идей и практических подходов, такие как Вернер Хегеман в Германии,

Раймонд Энвин в Англии, Патрик Геддес в Шотландии, Густаво Джованниони в Италии и многие другие.

Например, Вернер Хегеман (1881-1936 гг.) занимался изучением преобразования комплексной инновационной методики проектирования на исторических территориях города. В опубликованном «Справочнике по городскому искусству» (1922 г.) он использовал аналитический метод Зитте, доказывая на примерах различных времен и стран универсальность принципов формирования города. Согласно исследователю процесс гармоничного развития города представляет взаимоотношение между элементами массы (застроенная территория) и пустоты, которое образуют единое целое. Хегеман воспринимал город как коллаж, в котором все его компоненты, сохраняя собственную аутентичность, вступают во взаимодействие для создания нового смыслового пространства, где город является своеобразным физическим результатом длительного процесса формирования и манифестом (программным документом) для своего будущего развития.

Вопросы визуального и эстетического восприятия и их влияния на развитие городского пространства в своих работах рассматривал Патрик Геддес (1854-1932 гг.). В книге «Города в развитии» (1915 г.) в контексте эволюции среды он утверждал, что каждое поколение вносит свой вклад в физическое пространство города, изменяя и дополняя его новыми структурами и функциями. Геддес рассматривал город комплексно, учитывая его морфологию и социальную ткань, считая городскую историю основополагающим элементом воспитания, образования и общественного взаимодействия. Занимаясь вопросами визуального и эстетического восприятия, ученый впервые говорил о важности «духа места» (*«genius loci»*) для урбанистики в дальнейших процессах преобразования города наряду с учетом основных черт, памятных ценностей и коллективных ассоциаций этих ценностей с городским пространством, накопленных в результате его исторической трансформации (эстетические, функциональные, символические), что определяет процесс проектирования города как продолжение его прошлого. Таким образом, Геддес пропагандировал уважение к местным культурным ценностям и их гармоничное интегрирование с современной архитектурой.

Наибольший вклад в понимании роли исторического города для современного общества внес Густаво Джованниони (1873-1947 гг.), определивший принципы сохранения городов и сформулировавший термин «городское наследие», разработав технические приемы сохранения городской среды, которые сегодня лежат в основе всей практической работы в области охраны и развития. Он сформулировал важный принцип – необходимость сохранения городской ткани, исторически застроенной городской среды, отражающей все наследия времени. На основе этих базовых постулатов, с учетом морфологии города и типологии зданий допускается разработка стратегии по «реинтеграции» недостающих элементов или их «разуплотненности» (*diradamento*), если они препятствуют полноценному функционированию города. Джованниони был категорически против «музеефикации» исторических центров – общей практики популярной не только в Италии, но во многих других странах мира. В то время исторические города или исторические центры городов не соответствовали эпохе автомобилей и средств массовой коммуникации, для которых требовалась преобразования старых и формирования новых пространств за счет расширения территории города [6, 10-15]. Идеи Джованниони отвечали новым задачам урбанизации, а разработанный им комплексный подход оказал огромное влияние на формирование охранных принципов во второй половине XX века и до сих пор считается ключевым инструментом управления историческим городом в процессе современного развития. В свете новой парадигмы город воспринимается как территория, способная принять новые функции, которые должны согласовываться с его традиционной морфологией. Комплексная система планирования необходима для сохранения социальной структуры, определения и отбора функций и их последующего соединения с новой городской тканью и системами коммуникации.

Таким образом, вышеуказанные архитекторы, градостроители и теоретики проектировали современный исторический город в будущее, при этом объясняя, оценивая историю и создавая тем самым преемственность эпох. Они считали памятники архитектуры и историческую городскую ткань как основу для современного дизайна.

Поэтому город не рассматривался как застывший объект, а представлялся неким организмом, который постоянно развивается и меняется. В результате для архитектора и проектировщика главную задачу искусства соединения функциональности и красоты ставили выработанные программно-аналитические методы, которые именовались в Европе как «общественное искусство» или «искусство в городской среде» («art public», «art urban», «civic art»), а в Америке – «движение за красоту города». Вышерассмотренные подходы нашли отражение во многих действующих документах и хартиях по охране и развитию исторических городов.

Однако важность этих взглядов и методов не признавалась антиисторическими и функционалистическими подходами модернистов, утверждающих свои позиции с начала XX века в эпоху становления стилей «Модернизм» (первая половина XX в.) и «Постмодернизм» (вторая половина XX в. – сегодняшние дни). Архитекторы имели противоположные радикальные позиции по поводу развития мировой и в том числе и национальной архитектуры. Оба стиля и их многочисленные направления получили широкое распространение и развитие в Европе и США. Первые, из которых основывались на обновлении форм и конструкций, а также отказе от стилей прошлого, а вторые отказывались от идей модернизма, явившегося его своеобразной мутацией, заменившего модернистскую форму, намерение, проект, иерархию постмодернистской антитипической формой, игрой, случайностью и анархией. Оба стиля преследовали тенденцию «погони за новизной», что породило процесс отторжения и разрушения многих исторических традиций в архитектуре.

Поэтому в первой половине XX века появились многочисленные манифести архитекторов, пропагандировавших поиск новых форм и идей, одни из которых говорили о полном отказе от идеалов прошлого, а другие – о необходимости создания нового архитектурного формообразования, основанного на преобразовании исторических принципов проектирования и строительства.

В Манифесте футуристической архитектуры (1914 г.) итальянский архитектор Антонио Сант'Элиа утверждал, что здания и города должны выстраиваться из современных материалов и соответствовать духу того времени, в котором выстраиваются. Футуристическая архитектура, по мнению Сант'Элиа «не может быть покорной ни одному закону исторической преемственности» и «она должна быть новой, как ново состояние нашей души» [8]. Таким образом, он призывал к сокрушению всего того, что казалось ему и его единомышленникам как нелепое и тяжелое – традиции, стиль, эстетика и пропорции, а также говорил о необходимости создания новых форм, линий, гармонии архитектурных объемов, соответствующих специфическим условиям современной жизни и новому мировосприятию, что могло стать эстетической ценностью нового времени.

Менее радикальной точки зрения придерживалась группа из семи молодых итальянских архитекторов называвшихся «Gruppo 7», которая опубликовала свою статью в 1926 г. о первом манифесте итальянского рационализма, в которой высказывались мысли о рождении в то время «нового духа» эпохи, способного обрести собственный, четко определенный характер. Они говорили о синтезе и взаимодействии различных видов искусства и что этот процесс способен, по их мнению, создать собственный стиль. Участники Gruppo 7 пропагандировали современную архитектуру, ориентированную на логику и рациональное начало, однако в отличие от Антонио Сант'Элиа они считали: «Между нашим прошлым и настоящим нет несовместимости. Мы не хотим рвать с традицией: она принимает новые формы, под которыми ее и узнают <...> Тот самый классический субстрат, дух традиции (не просто классические формы, в которых только и видят традицию, а именно дух) так глубок в Италии, что естественно и как бы автоматически новая архитектура должна будет сохранить след типически *нашего*. И в этом огромная сила, поскольку традиция, как уже было сказано, не исчезает, но меняет облик» [9]. Данная идеология основывалась на концепции, в которой можно добиться национальных черт при условии отказа от индивидуальной архитектуры и только из уравнивания и сплавления всех тенденций в одно единственное русло. А используя метод «отбора» может родиться действительно та архитектура, способная сохранить в каждой стране национальный характер, несмотря на свою абсолютную современность.

В результате во второй половине XX века высокомерие модернистов обесценило сохранение наследия и лишило его какого-либо значения. Это сказалось на национальной архитектуре, способствующей развитию идентичности архитектурной среды того или иного народа. Например, в 1962 г. Джо Понти говорил: «Это замечательный период. Мой совет дорожить будущим и не оглядываться назад. Слава прошлого была сделана другими. У нас есть будущее, удивительное неизвестное, эта тайна перед нами», а Альдо ван Эйк призывал к попытке осознания и построение смысла современной архитектуры [5, 74].

В 70-80-е гг. XX века в период кризиса идеологии модернизма, который отдавал приоритет создания «нового лучшего мира» перед сохранением традиций и наследия, наиболее влиятельным и значимым теоретиком в области градостроительства являлся американский архитектор К. Линч, который в своих книгах затрагивал вопросы сохранения исторического наследия и в тоже время поднимал проблему нового строительства на территории исторических центров. Его волновала тема необходимости сохранять первое и развивать второе. Он был твердо уверен, что существует потребность развития исторического центра, а современная архитектура должна соответствовать духу времени, в котором выстраивается, являясь в тоже время развитым продолжением исторических ценностей. Данную идею К. Линч освещает в главе «Рост и сохранение» своей книги «Совершенная форма в градостроительстве» (1986 г.): «Мы сохраняем старые вещи не ради них самих, не во имя донкихотской попытки остановить время, а чтобы лучше уловить смысл истории. Это означает, в свою очередь, обострение внимания к переменам, к ценностным конфликтам, сопровождающим ход истории. Это означает также, что мы стремимся не к отделению прошлого от нынешних ценностей, а, напротив, к тому, чтобы связать его с нами. Тогда многое упрощается. Мы должны обеспечить непрерывность потока изменения функций, избегая разрыва и противопоставления внешнего облика тому, что происходит внутри зданий; мы можем быть свободнее в выборе форм прошлого, отличая то, что нас восхищает, оттого, что нам отвратительно. Форма окружения способна углублять восприятие перемен, соединять прошлое окружение с собственным настоящим и будущим» [2, 202]. В результате на основе изученных теоретических концепций, касающихся развития городов, Линч выявил принципы, объединяющие идею взаимосвязи мира человеческих ценностей с пространством города, где город рассматривается как «история», схема взаимоотношений между группами людей, пространство производства и распределения, система взаимообусловленных решений и как арена социального конфликта. А ценностные отношения в его исследовании изначально выстроены в метафоры: историческая преемственность, равновесие, эффективность производства и управления, максимизация взаимодействий, развитие через борьбу противоположностей [2, 43].

К концу XIX – началу XXI вв. всемирный процесс глобализации и набирающая обороты «интернациональность», следствием которых являются размывание национальных границ и усиление регионализма, создающие угрозу для национальной идентичности, привели к смене мировоззрения и пересмотру системы ценностей. Например, в Европе, наряду с развитием национальной идентичности стран, народов и архитектуры, появилась необходимость в формировании общеевропейской идентичности в связи с созданием Евросоюза в 2000 г.

В России идут по тому же принципу, что и в Европе. На сегодняшний день современная Россия – это молодое государство с богатейшей историей, которая в настоящий момент находится в процессе формирования своей идентичности, ищащая ее в дореволюционной России и во временах существования СССР, а также в новом времени. Все эти изменения напрямую касаются области архитектуры, являющейся отражением социальных, экономических, идеологических и эстетических взглядов общества.

Однако, несмотря на явную заинтересованность мирового сообщества в вопросе сохранения национальной идентичности, восстановления ее утраченных элементов на исторических территориях или в ее формировании и развитии на новообразованных территориях, можно увидеть тенденцию проектирования и строительства современными практикующими архитекторами все той же «интернациональной/международной» архитектуры, но обличенной уже в новые формы и материалы. Данный вектор развития

по-прежнему связан с процессами глобализации. Если говорить об интерпретации национальной идентичности через архитектуру как части материального наследия, то сегодня необходимо говорить на одном разговорном (англ. яз.) и архитектурном языке, чтобы быть услышанным и понятым. Такое своеобразное «уравнивание прав», с одной стороны, приводит к повышенной конкуренции и, следовательно, к более качественным архитектурным решениям, а с другой стороны – к обесцениванию архитектуры с точки зрения национальной идентичности, если в проектировании не используются принципы историко-культурной преемственности.

К примеру, одним из критериев отбора конкурсных проектов на одну из крупнейших премий мира – премия Ага Хана в области архитектуры является параметр «идентичность» наравне с «процессом» (взаимодействие работы заказчика и проектировщика, процесс проектирования и т.д.), «использованием ресурсов» (материальные и энергетические затраты, инновационные технологии и т.д.), а также «уроками» (т.е. выводы, которые позволяют оценить значимость проекта с экономической и социальной стороны) и «сохранением».

Но говоря об идентичности, нельзя понимать под этим термином фиксированного и неизменного во времени и пространстве постоянства, выраженного в материальном и нематериальном культурном наследии. По мнению Фарука Дерахшани – директора премии Ага Хана в области архитектуры, высказанного на лекции в г. Казани в сентябре 2012 г.: «Идентичность не меняется, она преобразуется».

Того же мнения придерживаются многие архитекторы (теоретики и практики), точку зрения которых поддерживает и английский архитектор Заха Хадид, проектирующая по всему миру. В одном из своих интервью, на вопрос как она относится к идеи национальной идентичности, которая никогда конкретно не прослеживается в ее работах, Хадид ответила: «Думаю, люди стали больше походить друг на друга, у всех одни и те же цели и стремления. Но при этом идентичность можно сохранять вовсе не как декоративный элемент. У людей по-прежнему очень разные привычки: они по-разному распоряжаются пространством, у них разная погода... Мне кажется, когда делаешь масштабный проект, а не просто дом или маленькое здание, гораздо сложнее перенести в него исторические ценности. Но иногда можно чему-то научиться у местных... Отталкиваясь от местных потребностей, можно работать и сегодня» [7]. Действительно, на первый взгляд, в проектах Захи Хадид не чувствуется какая-либо национальная идентичность. Ее работы воплощают идеи русских авангардистов и супрематистов, которые не имеют срока годности, поэтому мода на эту архитектуру не проходит уже четверть века. Хадид ставит обтекаемые здания, словно сделанные из текущих материалов, в противовес многим массивным и громоздким современным постройкам. Она перевела «жидкое пространство» в идею, а уже идею – в здание. Несмотря на то, что в ее проектах используются современные материалы и конструкции, придающие им текущие формы, национальной идентичности Хадид добивается за счет внедрения элементов нематериального культурного наследия – традиции, обычай и ценности, воплощенные в объемно-пространственные формы.

Другим выражением историко-культурной преемственности являются *морфологические / композиционные особенности и закономерности исторического города*. С проблемой определения композиционной взаимосвязи между новой и исторически сложившейся архитектуры города сталкивались архитекторы всех времен, а накопленный опыт дает богатый материал для комплексных теоретических исследований в этой сфере. Проблемы преемственности в современной архитектуре лишь в совокупности могут дать методологическую основу для оптимального решения данной задачи.

К наиболее существенным причинам усложнения проблемы композиционных связей современной застройки и исторической городской среды относят новые пространственные взаимоотношения между архитектурными формами, которые определяются за счет изменений масштабов и структуры современного города, так и самих закономерностей его пространственного развития. А полноценное решение проблемы тесно связано с умением осмыслиения городского комплекса как пространственно-временной системы, в которой ее

части, возникшие на разных временных отрезках, должны на каждом этапе соединяться в единое, гармонично организованное целое.

Таким образом, можно выявить необходимость превращения разновременной архитектуры в современную, гармонизирующую временные различия систему. Данная проблема является одним из основных условий преодоления качественной несовместимости «старых» и «новых» форм, а также их композиционного объединения в ансамбли. При этом важно отметить, что диапазон временных различий может быть довольно широким при сравнительно малом пространственно-территориальном расширении самой системы.

Из сложной системы пространственно-композиционных связей исторических городов можно выделить две группы:

- объемно-пространственные;
- пространственно-коммуникационные.

Первая группа связей, если говорить о прошлом, объединяла пространство города путем выделения в нем статичных композиционных акцентов в виде крупных объемов и вертикалей – градостроительных доминант, в целом составляющих единую объемно-пространственную систему ориентиров. Сегодня в исследовании этой системы важно не только обнаружить постоянно присущие ей композиционные качества на разных этапах развития, как сложность, завершенность и т.д., но и установить закономерности ее динамического развития во времени, что позволяет сохранить пространственно-композиционную целостность в процессе длительного развития городов и изменения их застройки.

Вторая группа связей – пространственно-коммуникационные, важна для качественной дифференциации самого пространства исторического города, определения его «исторической ценности», а, следовательно, и определения необходимой степени его сохранения как одного из главных компонентов историко-архитектурной городской среды. Данная динамически развивающаяся группа связей создает различную степень композиционной выразительности городских пространств в зависимости от роли, функции, интенсивности и степени качества коммуникационных пространств. По мере роста городов, когда интенсивность использования центральных пространств в некоторой степени ослабевала, переходя от центра к периферии, усиливалась роль коммуникационных пространств (улицы) как системы связей между основными объемно-пространственными узлами (площади). Коммуникационные пространства в отличие от объемно-пространственных узлов формировались не только уникальными зданиями, но и рядовой / «фоновой» застройкой, ценность, которой, однако, не менее значима для сохранения и формирования архитектурно-пространственной среды города [1, 22-24].

Таким образом, в основе политики развития современной архитектуры в исторической среде города необходимо заложить следующие положения:

- признание ценности исторической городской ткани;
- понимание ее структуры и формы (морфологии среды);
- понимание процесса образования исторической городской ткани в результате культурных наслоений с течением времени;
- использование принципов историко-культурной преемственности.

Одной из главных задач в данном случае является формирование сбалансированной архитектурно-исторической среды с исторической и современной застройкой, учитывающей интересы общества, влияющей на два важнейших градоформирующих фактора:

- консерватизм, выраженный как «память» / «охрана» исторической среды и охрана культурного наследия;
- прогрессивность, т.е. «развитие», воплощением которого является активность современного города и интенсивная экономическая деятельность.

Реконструкция и новое строительство могут быть успешными лишь в том случае, если будут сочетать в себе оба фактора – консерватизм и прогрессивность. Пренебрежение к тому или иному фактору может вызвать утрату историко-культурного наследия или привести к омертвлению среды, путем ее музеефикации, а также к стагнации и отрицанию дальнейшего развития.

Выводом является необходимость осуществления связей между «новым» и «историческим» путем создания и компоновки нового городского пейзажа, в котором старый город, а также новые и реконструируемые районы нашли бы композиционное соответствие и увязку. А сохранение оригинальности, своеобразия, идентичности и индивидуальных черт города, его исторической среды, органично включая современную архитектуру и пространство, возможно при условии понимания архитектуры как процесса исторического формирования среды. Таким образом, результатом успешной интеграции пространств является построение взаимоотношений между открытыми и закрытыми объемно-пространственными формами, транслирующими принципы историко-культурной преемственности, но выраженные в новой интерпретации и прочтении.

Список библиографических ссылок

1. Иконников А.В., Михайловский Е.В., Лавров В.А. и др. Историко-архитектурное наследие и современный город (обзор). – М.: ЦНТИ по гражданскому строительству и архитектуре, 1973. – С. 16-24.
2. Линч К. Совершенная форма в градостроительстве. – М.: «Стройиздат», 1986. – 202 с.
3. Яргина З.Н., Косицкий Я.В., Владимиров В.В., Гутнов А.Э., Микулина Е.М., Сосновский В.А. Основы теории градостроительства: Учебник для вузов. – М.: «Стройиздат», 1986. – С. 254-255, 260-263, 289-295.
4. Кострикин Н., Туркатенко М. Диалектика реконструкции // Архитектура СССР, 1987, № 3. – С. 22-23.
5. Агишева С.Т. Мировые тенденции сохранения исторического и культурного наследия и его интеграция в современную городскую среду // Материалы I-ой Международной научно-практической конференции «Культурное наследие в XXI веке: сохранение, использование, популяризация». – Казань: КГАСУ, 2012. – 74 с.
6. Бандарин Ф., Ван Оерс Р. Исторический городской ландшафт: Управление наследия в эпоху урбанизма. – Казань: Издательство «Отечество», 2013. – С. 10-15.
7. Архитектор Заха Хадид: «Я феминистка в том смысле, что верю: женщины умные, способные и целеустремлённые». ARCHI.RU: архитектурный портал ARCHI. URL: http://www.archi.ru/foreign/news/news_present_press.html?nid=43936 (дата обращения: 17.06.2013).
8. Сант'Элиа А. Манифест футуристической архитектуры. 1914 г. (перевод с итальянского Вяземцевой А.Г. по тексту: Manifesto d'architettura futurista. Milano, 1914). ARCHI.RU: архитектурный портал ARCHI. URL: http://archi.ru/lib/e_publication.html?id=1850569773&fl=5&sl=1&period=%&theme (дата обращения: 29.08.2013).
9. «Gruppo 7» об архитектуре. Первый манифест итальянского рационализма (перевод с итальянского Вяземцевой А.Г. по тексту: Gruppo 7. Architettura I // La Rassegna italiana, dicembre 1926.). ARCHI.RU: архитектурный портал ARCHI. URL: http://archi.ru/lib/e_publication.html?id=1850569824&fl=5&sl=1&period=%&theme (дата обращения: 29.08.2013).

Agisheva S.T. – post-graduate student, assistant

E-mail: agisheva@mail.ru

Mubarakshina F.D. – candidate of architecture, associate professor

E-mail: faina.arch@rambler.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Range of issues for contemporary architectural development in historic urban environment

Resume

The article is dedicated to the problem of development of contemporary architecture provided by reconstruction of well-established historic urban environment. Reconstruction

includes a wide range of options for transformation the city as from the total conservation of generated urban structure to its absolute replacement. Therefore, a regular structural improvement has to be performed by principles historic and cultural continuity that based on active constant use of objects of cultural heritage and principles of historic environment formation as identity, morphologic and composition regularity.

There is an analysis of XX-XXI centuries' architectural theories and conceptions about preservative and renewable issues of historic urban environment. It shows two different positions as using historic areas for (1) the further progress of traditional structures and (2) new architectural development without attention to historic urban fabric. There was a definition about actual renewal of historic urban environment that underlies in using principles historic and cultural continuity.

Reconstruction and new development will have a success in case of combination two factors as «conservatism» (expressed by «memory», «preservation») and «progressiveness» (expressed by activity of modern city and its economics).

Therefore, the following principles underlie in a base of contemporary architectural development in the historic urban territories: (1) general value recognition of historic urban fabric, (2) general understanding of its structure, form (morphology), (3) understanding of redevelopment process in the historic territories, (4) using of principles historic and cultural continuity.

Keywords: reconstruction, contemporary architecture, historic urban environment, historic and cultural continuity.

Reference list

1. Ikonnikov A.V., Mikhaylovskiy E.V., Lavrov V.A. and others. Historical architectural heritage and modern city (review). – M.: ZNTI of the civil engineering and architecture, 1973. – P. 16-24.
2. Lynch K. A theory of good city forms. – M.: «Stroyizdat», 1986. – 202 p.
3. Yargina Z.N., Kositskiy Y.V., Vladimirov V.V., Gutnov A.E., Mikulina E.M., Sosnovskiy V.A. Fundamentals of urban theory: Textbook. – M.: «Stroyizdat», 1986. – P. 254-255, 260-263, 289-295.
4. Kostrikin N., Turkatenko M. Dialectics of reconstruction // Architecture USSR, 1987, № 3. – P. 22-23.
5. Agisheva S.T. World tendency of cultural heritage preservation and its integration into the contemporary urban environment // Papers of the I International Research and Practice Conference «Cultural Heritage in the 21st century: Preservation, Exploitation and Popularization». – Kazan: KGASU, 2012. – 74 p.
6. Bandarin F., Van Oers R. The Historic Urban Landscape: Managing Heritage in an Urban Century. – Kazan: «Otechestvo», 2013. – P. 10-15.
7. Architect Zaha Hadid: «I'm a feminist, because I see all women as smart, gifted and tough». ARCHI.RU: architectural portal ARCHI. URL: http://www.archi.ru/foreign/news/news_present_press.html?nid=43936 (reference date: 17.06.2013).
8. Sant'Elia A. Manifesto of Futurist Architecture. 1914 г. (translation from Italian text by Vyazemtseva A.G.: Manifesto d'architettura futurista. Milano, 1914). ARCHI.RU: architectural portal ARCHI. URL: http://archi.ru/lib/e_publication.Html?id=1850569773&fl=5&sl=1&period=%&theme (reference date: 29.08.2013).
9. «Gruppo 7» about architecture. The first manifesto of Italian rationalism (translation from Italian text by Vyazemtseva A.G.: Gruppo 7. Architettura I // La Rassegna italiana, dicembre 1926.). ARCHI.RU: architectural portal ARCHI. URL: http://archi.ru/lib/e_publication.html?id=1850569824&fl=5&sl=1&period=%&theme (reference date: 29.08.2013).

УДК: 712.253.03

Балабанова Ю.П. – ассистент

E-mail: julbalabanova@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Архитектурно-планировочная организация городских садов в структуре Казани кон. XIX – нач. XX вв.

Аннотация

Городские сады периода кон. XIX – нач. XX вв. систематизированы по трем основным признакам, где каждая группа имеет свои индивидуальные архитектурно-планировочные особенности. На основе анализа архивных, библиографических, иконографических источников определены архетипы общественного и ведомственного городских садов с выделением архитектурно-планировочной организации. Данная информация может стать востребованной в практической деятельности – реконструкции и проектировании новых объектов озеленения в условиях исторического центра города Казани.

Ключевые слова: история, городской сад, планировочная структура, архитектурно-планировочная организация.

Городские сады Казани берут свое начало с момента утверждения первого регулярного плана города и на данный момент практически не изучены. Культурологические, исторические аспекты этой темы, так или иначе, затрагивались исследователями, но специфика формирования, тенденции развития, архитектурно-планировочная организация и архитектура городских садов Казани до сих пор не рассматривались. В связи с отсутствием систематизированного материала о городских садах Казани практически не оценена их значимость с точки зрения истории, культуры, градостроительства и архитектуры. Это подтверждается тем, что из небольшого количества сохранившихся городских садов Казани на 2013 г. всего 3 объекта имеют статут ОКН (Объект Культурного Наследия) с категорией охраны – регионального (республиканского) значения. В том числе, в настоящий момент прослеживается определённая деградация городских садов, так как нет комплексного подхода к проектированию новых, а также реконструкции сохранившихся. С целью формирования нового подхода к реконструкции городских садов Казани, корректного проектирования и строительства новых объектов озеленения в историческом центре города требуется комплексное изучение истории развития их архитектурно-планировочной организации.

Первым этапом формирования городских садов Казани является период кон. XVIII – I пол. XIX вв., где наиболее важное событие – появление первого общественного городского сада, изначально заложенного в новую планировочную структуру города, утвержденную в 1768 г. Так же ключевыми моментами этого этапа является устройство первых городских садов, осмысление их необходимости в общей структуре города для более комфортной жизни горожан, а также первые попытки городского благоустройства.

К II пол. XIX в. на территории Казани выявлено шесть городских садов, сконцентрировавшиеся исключительно на верхней террасе города. Большинство городских садов сформировались на основе существующего ландшафта городской территории. Так, например: Банноозерский и Черноозерский – обширный овраг с двумя водоемами; Лазаретный – реликтовый лес, с нивелированной территорией, примыкающей к основным постройкам; Интендантский – частичные остатки реликтового леса; Русская Швейцария – реликтовый лес; Институтский – реликтовый лес, с нивелированной территорией, примыкающей к основным постройкам. Система планировки городских садов в основном – регулярная, но начинают появляться элементы пейзажной. Этот принцип планировки финансово менее затратен и в наилучшей степени отвечает естественному рельефу. Проявляются первые попытки обогатить городские сады новыми функциональными сооружениями, появляются – павильоны, трактиры, навесы. На

первом этапе городские сады малопривлекательны для горожан из-за малой развитости функций досуга и некомфортной среды. Непривлекательность связана с тем, что первичная функция воспринималась населением исключительно для прогулок, а первые попытки благоустройства с еще не разросшимися древесными и кустарниковыми насаждениями не производили хорошего впечатления.

Вторым этапом формирования городских садов Казани является период II пол. XIX – нач. XX вв. (1905 г.), характеризующийся расцветом и интенсивным развитием.

К кон. XIX в. в г. Казань наиболее четко сформировалась типология открытых общественных озелененных пространств:

1. Усадебные сады
2. Монастырские сады
3. Городские сады (общественные, публичные)
4. Ботанический сад.

Где из всех типов наиболее популярны среди горожан всех слоев населения стали – городские сады. Следует отметить, что при сравнении сложившейся общероссийской типологии открытых общественных озелененных пространств, в рассматриваемый период, в Казани не сформировались – бульвары, набережные, парковые системы.



Рис. 1. План г. Казань на 1905 г., составленный на основе издания М.М. Перевощикова
с указанием местоположения городских садов

В результате комплексного анализа архивных, библиографических и иконографических источников в Казани на период II пол. XIX – нач. XX вв. выявлено 20 городских садов – Академический (др. название – сад при Духовной Академии), Аркадия, Банноозерский, Державинский, Износковский (др. названия – Александровский, Николай, Эрмитаж), Институтский (др. название – сад при Родионовском институте благородных девиц), Интендантский, Лазаретный (др. название – сад при Военном госпитале), Лецкой (др. название – Скобелевский), Лобачевского, Мокринский (др. название – сквер на привокзальной площади), Николаевский (др. название – Ленинский сад), Панаевский, Русская Швейцария (др. название – ЦПКиО им. М. Горького), сад при центральном доме умалишённых, Театральный, Дудоровский (др. название – Андреевский, Тиволи), Фуксовский, Черноозерский, Юнусовский (рис. 1). Следует отметить, что наибольшее количество городских садов в Казани появилось в период с II пол. XIX по нач. XX вв. – 14 ед. [1-6].

Развитию городских садов в Казани способствовали различные факторы общественной жизни города. Так, например, происходящие научно-промышленные выставки, ярмарки во время праздников дали определенный толчок для возникновения новых городских садов и для повышения уровня благоустройства уже имеющихся. В период капитализма в России развиваются правовые и арендные отношения, что так же способствует интенсивному развитию городских садов. Возникшие и развивавшиеся арендные отношения в области городских садов Казани выражились в 4-х основных направлениях:

1. Сдача в арендное содержание городских садов. Городская Управа сдавала территорию городского сада в аренду на условиях предписанных кондиций с ежемесячной выплатой на содержание. Развитие арендных отношений и структуризация в области должностных обязанностей в прямой зависимости оказались на общем положительном развитии и архитектурно-планировочной организации, где не малый вклад в усовершенствование городских садов внесли именно арендаторы. Арендаторы и субарендаторы, сталкиваясь на практике с рядом проблем и пожеланиями жителей, вносили значительные изменения в структуру [7-16].

2. Сдача в аренду локальных земельных участков городских садов. Городская Управа сдавала в аренду земельные участки в городских садах для строительства зданий (ресторан, театр, клуб, магазин, павильоны для продажи вод и пр.) с условием благоустройства прилегающей территории и с последующим переходом строения (по истечению срока аренды от 5 до 12 лет) в собственность города [17].

3. Появления частных лиц, заинтересованных в разбивке городских садов с целью личного дохода [18].

4. Отсутствие аренды городских садов при учреждениях, т.к они находились на содержании самого учреждения и финансировались из заложенного бюджета на всё учреждение в целом – Городской Управы или частного лица.

Городские сады Казани, периода II пол. XIX – нач. XX вв., имеют систематизацию по трем основным особенностям (рис. 2):

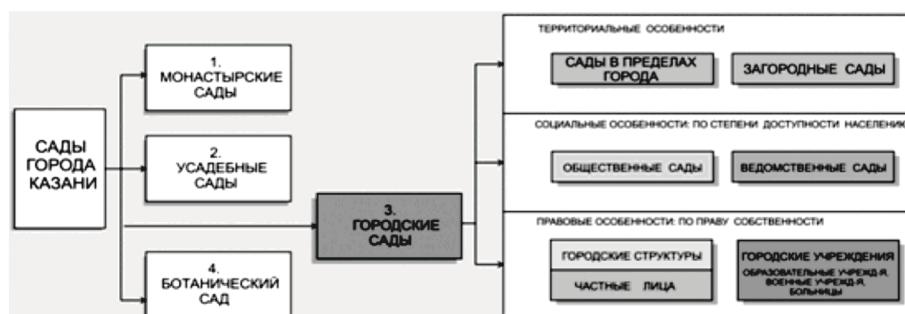


Рис. 2. Типология садов Казани на период II пол. XIX – нач. XX вв.
с систематизацией городских садов по основным особенностям

1. По территориальному признаку:

- В административных границах города – 18 ед. (Банноозерский, Черноозерский, Николаевский, Державинский, Театральный, Фуксовский, Интендантский, Институтский, Русская Швейцария, Академический, Лазаретный, Лецкой, Панаевский, Эрмитаж, Лобачевского, Юнусовский, Мокринский, Дудоровский). Особенности: общая территория сада имеет правильную геометрическую форму, подчиняясь общей регулярной квартальной планировочной структуре города. Архитектурно-планировочная организация городских садов – регулярная, пейзажная, регулярно-пейзажная, подчиняющиеся общей планировочной структуре города и сложившемуся ландшафту территории.

- За пределами административных границ города – 2 ед. (при доме умалишенных, Аркадия). Особенности: общая территория сада имеет условно правильную геометрическую форму, подчиняясь условиям естественного ландшафта, ограничиваясь естественными природными факторами (лес, овраги, водоемы и т.п.). Архитектурно-планировочная организация – регулярная, пейзажная.

2. По доступности различными группами населения:

• Общественные сады – 16 ед. (Банноозерский, Черноозерский, Николаевский, Державинский, Театральный, Фуксовский, Интендантский, Русская Швейцария, Лецкой, Панаевский, Эрмитаж, Лобачевского, Юнусовский, Мокринский, Дудоровский, Аркадия). Особенности: территория городского сада огорожена. Тип планировочной структуры – пейзажная, регулярно-пейзажная. Здания и сооружения подчинены функции сада и общей планировочной структуре. Малые формы: фонтаны, фонари, скамейки, урны, беседки. Элементы озеленения занимают около 80% территории. В саду присутствуют аллеи, отдельные пейзажные группы посадок, цветники. Перечень зеленых насаждений соответствует климатической зоне Казани: сосна, ель, клен, береза, липа, черемуха, боярышник, шиповник, акация плакучая, спирея и пр. Цветы – гвоздики, астры, циннии, петунии, флоксы, виолы, розы.

• Ведомственные сады – 4 ед. (Институтский, Академический, Лазаретный, при доме умалишенных). Особенности: площадь ведомственного сада значительно превосходит площадь общественного. Территория учреждения по всему периметру огорожена каменным забором и включает в себя основные здания учреждения, службы и два-три сада. Первый сад – курдонер – парадный двор между улицей и главным зданием. За главным зданием располагается второй – основной сад – с регулярной планировкой. Третий сад обычно является продолжением второго, но с пейзажной планировкой, имеющий неправильную форму территории, отвечая естественному ландшафту – склоны, овраги, рощи. Малые архитектурные формы: фонтаны, скамейки, беседки. Растительность занимает значительно большую территорию, чем дорожки и постройки. Обязательно присутствуют аллеи, отдельные группы посадок, цветники.

3. По праву собственности:

• Сады, принадлежащие городским структурам – 12 ед. (Банноозерский, Черноозерский, Николаевский, Державинский, Театральный, Фуксовский, Интендантский, Русская Швейцария, Лецкой, Лобачевского, Юнусовский, Мокринский). Особенности: постепенное усовершенствование арендных отношений определило следующую иерархию в должностных правовых обязанностях: Городской Голова – Городская Управа – «Садовая комиссия» – Главный городской садовник – помощник садовника – Содержатель (арендатор) – попечитель (субарендатор) – сторож, помощник сторожа – 2-3 постоянных рабочих – поденщики. Значительный вклад в усовершенствование арендных отношений и развитие городских садов внесли именно арендаторы. Структуризация в области должностных обязанностей в прямой зависимости оказались на общем положительном развитии городских садов Казани:

- развитие инфраструктуры;
- появление и обновление развлекательно-увеселительных заведений;
- новые предложения по общему благоустройству городских садов;
- архитектурно-планировочная организация – регулярная, пейзажная, регулярно-пейзажная планировка территории.

• Сады, принадлежащие частным лицам – 4 ед. (Панаевский, Эрмитаж, Дудоровский, Аркадия). Особенности относительно городских садов, принадлежащих городским структурам:

- владелец городского участка земли по своей инициативе создавал общественный сад, с возможной последующей сдачей в аренду всей территории и отдельных зданий;
- за благоустройство, ремонт и общее состояние сада полностью отвечал владелец или арендатор, соответственно прибыль была полностью в их распоряжении;
- архитектурно-планировочная организация – пейзажная планировка территории;
- сады располагались на неудобных территориях для застройки жилого квартала, вследствие этого архитектурно-планировочная организация подчинялась под существующие особенности ландшафта, овраги растительность и пр. Как при разбивке дорожек и строительстве зданий на территории, так и посадки растительности;

- большое разнообразие в увеселительной сфере, более развитая инфраструктура, относительно садов принадлежащих городским структурам;
- платный вход после 6-ти вечера;
- более высокий статус посетителей, относительно садов принадлежащих городским структурам.

• Сады, принадлежащие различным учреждениям – 4 ед. (Институтский, Академический, Лазаретный, при доме умалишенных). Особенности: сады организованные при учреждениях находились на содержании самого учреждения и финансировались из заложенного бюджета на всё учреждение в целом. Где бюджет был либо по прошению, либо частных вложений. В архитектурно-планировочной организации это выражалось в виде типового проектирования, где за основу Главный архитектор города брал стандартные решения ансамблевого паркостроения, сложившегося в более ранний период и адаптировал их под общую планировочную структуру города, нужды учреждения и естественный рельеф местности.

Третьим этапом формирования городских садов Казани является период 1906 г. – I пол. XX в. Данный этап характеризуется временем застоя, а впоследствии упадка практически всех городских садов Казани. В это время не открывается ни одного нового сада, а так же закрывается пять ранее существовавших. Проявляются слабые попытки поддержания оставшихся городских садов, но это касается только крупных и наиболее посещаемых. Новых сооружений на территории садов практически не строится, а те, что имелись ранее, сильно ветшают. Упадок общего состояния городских садов обуславливается общей неспокойной обстановкой в стране, финансирование шло на другие нужды, т.к. благоустройство, а в частности садоустройство это продукт исключительно мирного и экономически устойчивого времени. В 1917 году в России произошла революция. Все события этого периода кардинально изменили существовавшие общественно-политические устои и положили начало новому периоду развития России. Изменился общественно-государственный строй, форма управления страной, городом и это очень сильно отразилось на городских садах Казани. Практически во всех городских садах первыми пионерскими отрядами, как элемент буржуазии, были разобраны здания, формировавшие их среду. К 30-м г. XX в. часть садов перестает существовать, а оставшиеся переименовываются и наделяются идеям нового политического строя.

Комплексный анализ исторических городских садов Казани, включающий сопоставление библиографических, архивных и иконографических данных, позволил сформировать архетипы архитектурно-планировочной организации общественного и ведомственного городского сада к I пол. XX в.

Общественный городской сад – территория имеет прямоугольную форму, подчиняется квартальной разбивке генерального плана города, ограничиваясь улицами. Сад имеет решетчатую ограду высотой от 0,5 до 1 м., в основном деревянную, реже чугунную. Общая композиция сада симметричная, звёздочная, зачастую с поясной дорожкой, где центром является главная ось-аллея с акцентом в виде фонтана или цветника. Структура планировки – пейзажная, регулярно-пейзажная. Основные функции: развлечения, отдыха (пассивного и активного), культурного просвещения, торговли, питания. Здания и сооружения на территории сада – деревянные, подчинены функциям сада и общей планировочной структуре. Стилистическая направленность зданий и сооружений на территории садов – эклектика (историзм). Малые формы: фонтаны, фонари, скамейки, урны, беседки. Элементы озеленения занимают около 80% территории (газоны, цветники, водоемы, деревья, кустарники). В саду присутствуют аллеи, отдельные пейзажные группы посадок, цветники (рис. 3). Перечень зеленых насаждений соответствует климатической зоне Казани: сосна, ель, клен, береза, липа, черемуха, боярышник, шиповник, акация плакучая, спирея. Цветы – гвоздики, астры, циннии, петунии, флоксы, виолы, розы. Форма собственности общественных городских садов – частные лица и Городские структуры, сдававшие территорию в арендное содержание.

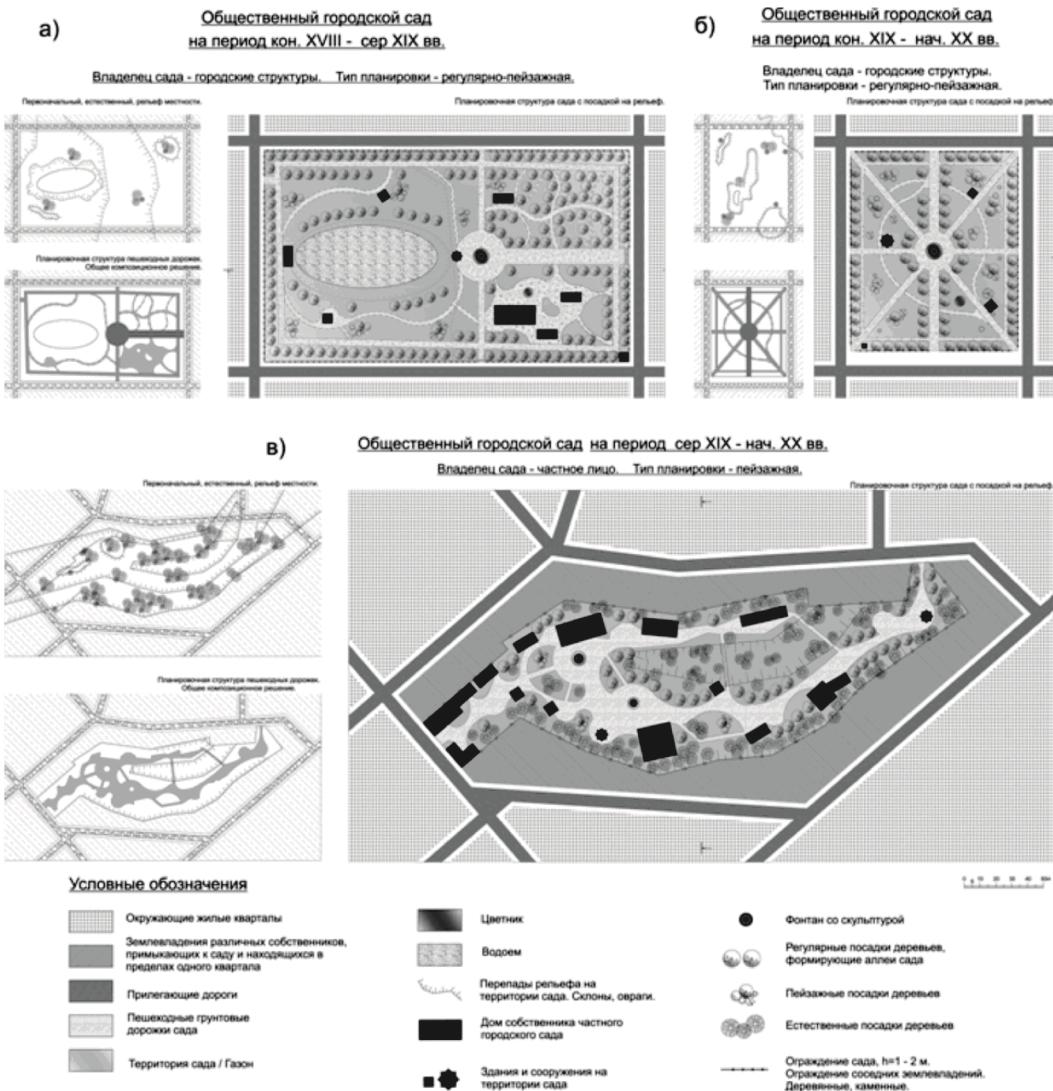


Рис. 3. Архетипы городских садов Казани периода кон. XVIII – нач. XX вв.
а), б) – общественный городской сад, владелец – городские структуры;
в) – общественный городской сад, владелец – частное лицо

Ведомственный городской сад – площадь ведомственного сада значительно превосходит площадь общественного городского сада. Общая территория учреждения прямоугольной формы, подчиняется квартальной разбивке генерального плана города, ограничивается улицами, склонами, оврагами. Территория учреждения по периметру огорожена каменным забором высотой от 2 м., и включает в себя основные здания, службы и два-три сада. Планировочная организация садов характеризуется взаимодействием архитектурно-планировочных структур общественного городского сада с дворянским усадебным садом. Первый сад – курдонер – парадный двор между улицей и главным зданием. За главным зданием располагается второй – основной сад – с регулярной планировкой. Третий сад обычно является продолжением второго, но с пейзажной планировкой. Обычно имеет неправильную форму территории, отвечающую естественному ландшафту – склоны, овраги, реликтовый лес. Основные функции: отдыха, просвещения, развлечения. Архитектура зданий и сооружений на территории ведомственных садов в относится к стилям – классицизму и эклектике. Основные здания – каменные, подсобные – каменные и деревянные. Малые архитектурные формы: фонтаны, скамейки, беседки. Растительность занимает большую территорию, чем дорожки и постройки. Обязательно присутствуют аллеи, отдельные группы посадок, цветники (рис. 4). Перечень зеленых насаждений соответствует климатической зоне Казани.

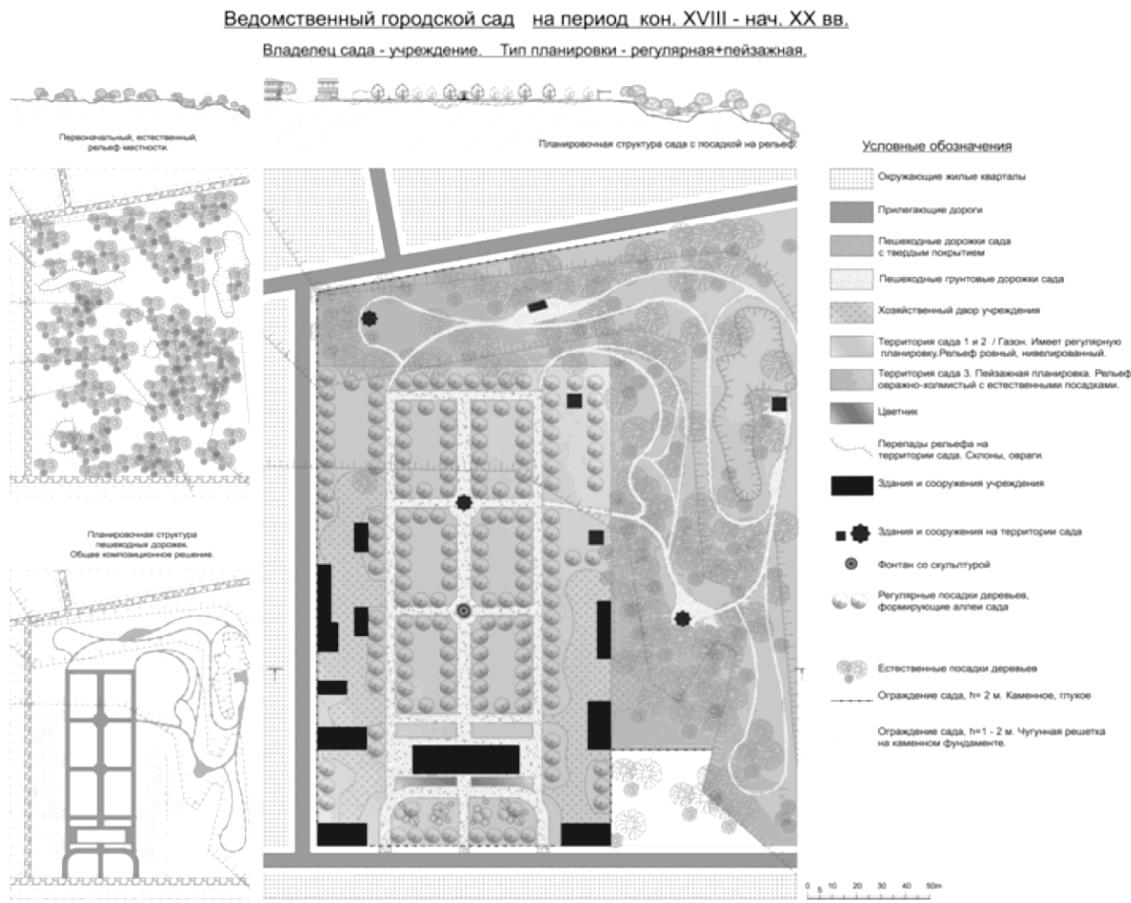


Рис. 4. Архетипы городских садов Казани периода кон. XVIII – нач. XX вв.
ведомственный городской сад, владелец – учреждение

На основе выявленного количества, определенных этапов формирования и систематизации городских садов Казани можно констатировать, что городские сады являются ценным историко-культурным и архитектурно-градостроительным наследием, представляющим культурное достояние Республики Татарстан и России в целом. К 2013 году в Казани насчитывается частично сохранившиеся всего девять городских садов: Академический, Износковский (совр. «Эрмитаж»), Институтский (совр. парк – тренировочная площадка Суворовского училища), Лазаретный (совр. сквер при Военном Госпитале), Лецкой, Сквер Лобачевского, Николаевский (совр. Ленинский садик), Русская Швейцария (совр. ЦПКиО им. М. Горького), Черноозерский. Где из выявленных исторических городских садов статус памятника регионального (республиканского) значения имеют территории всего трех объектов – это сады Институтский, Лецкой, Черноозерский. Проведенное исследование позволяет рекомендовать внесение в список ОКН г. Казань неоцененные шесть исторических территорий озеленения города. В том числе вышеизложенный материал позволяет усовершенствовать подход к реконструкции сохранившихся городских садов Казани и является базой для практической деятельности – реконструкции и новых объектов озеленения в условиях исторического центра города.

Список библиографических ссылок

1. Баженов Н. Казанская история. Сочинения. Часть III. Казанская губерния. – Казань.: Тип. Л. Шевица, 1847. – 156 с.
2. Пинегин М., Казань в ее прошлом и настоящем. Очерки по истории, достопримечательностям и современному положению города, с приложением кратких адресных сведений – Казань, 1890. «ДОМО «Глобус». – Казань, 2005. – 784 с.

3. СПУТНИК ПО КАЗАНИ. Иллюстрированный указатель достопримечательностей и справочная книжка города. Под редакцией профессора Н.П. Загоскина. – Казань, 1895, ООО «DOMO «Глобус». – Казань, 2005. – 840 с.
4. Эдвард Турнерелли. Казань и ее жители. Вишленкова Е., Малышева С., Сальникова А. Казанское житье (XIX – XX века). – Казань: ООО «DOMO «Глобус», 2005. – 1184 с.
5. НА РТ: ф. 324, оп. 739, д. 4; 1842 г. План губернского г. Казани.
6. НА РТ: ф. 324, оп. 739, д. 6; 1875 г. План существующего расположения губернского г. Казани с показанием предполагаемого урегулирования и распространения 1875 г.
7. НА РТ: ф. 98, оп. 1, д. 1354; 1876-1879 гг. Об отпуске денег на содержание городских садов за 1876 г.
8. НА РТ: ф. 98, оп. 3, д. 1346; 1893-1898 г. Об отдаче в аренду содержания городских садов с 1 янв. 1894 – 1 янв. 1898 гг.
9. НА РТ: ф. 98, оп. 3, д. 1895; 1895- 1905 гг. Об избрании попечителей городских садов.
10. НА РТ: ф. 98, оп. 4, д. 2887; 1909-1913 гг. Книга журнальных постановлений исполнительной думской комиссии заведующей городскими садами и бульварами г. Казани с 1909 г.
11. НА РТ: ф. 98, оп. 5, д. 96; 1908-1910 гг. О хозяйственном содержании городских садов с 1 янв. 1910 г.
12. НА РТ: ф. 98, оп. 5, д. 3526; 1914 г. Собрание бумаг, касающихся городской садовой комиссии.
13. НА РТ: ф. 98, оп. 5, д. 6340; 1916 г. Общая переписка садовой комиссии.
14. НА РТ: ф. 98, оп. 5, д. 6754; 1912-1913 гг. О хозяйственном содержании городских садов в 1912 г.
15. НА РТ: ф. 98, оп. 6, д. 311; 1885 г. По содержанию городских общественных садов.
16. НА РТ: ф. 98, оп. 7, д. 599; 1910-1911 гг. О содержании городских садов.
17. НА РТ: ф. 98, оп. 6, д. 580; 1900-1912 гг. О сдаче в аренду купцу М.Н. Квасникову земельного участка в Черноозерском саду под постройку каменного здания для торговли цветами.
18. НА РТ: ф. 408, оп. 2, д. 228; 1855 г. Генеральный план места и общего расположения строений г. Панаевой.

Balabanova Y.P. – assistant

E-mail: julbalabanova@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Architectural and planning organization of urban gardens in the city of Kazan structure of late XIXth – early XXth centuries

Resume

The article describes the common specificity of urban gardens of Kazan late XVIIIth and early XXth centuries. Chronological stages of Kazan urban gardens formation are revealed. Particular attention is paid to the period of late XVIIIth and early XXth centuries. This period can be characterized by the completely formed typology of Kazan gardens with a precise definition of urban public garden, as a public facility with features such as – walking, cultural and educational function, entertainment and amusement, shopping etc. Also this period is characterized by the rise and intensive urban gardens development. Urban gardens of the late XVIIIth and early XXth centuries are systematized in three main features, each group has its own individual architectural and planning features. We consider the nature of the lease in the area of urban gardens of Kazan, which appeared in the second half of XIXth century, as it was proper for the Russian Empire. The archetypes of public and departmental public gardens with the release of the architectural organization of the internal structure and the general situation of the period are under review, which are based on the analysis of archival, bibliographic,

iconographic sources. Each archetype's flowchart is composed. This information can be useful in practical activity – reconstruction and designing new landscape objects in Kazan historical center's terms of development. Also it is useful as a material in the study of historical gardens of provincial and county-level cities of Russia.

Keywords: history, urban garden, planning structure, architecture and planning organization.

Reference list

1. Bazhenov N. Kazan story. Works. Part III. Kazan Province. – Kazan: Typography L. Shevitsa, 1847. – 156 p.
2. Pinegin M., Kazan in its past and present. Essays on the history, sights and the present state of the city, accompanied by a brief address information. – Kazan, 1895. Open Company «DOMO» the Globe». – Kazan, 2005. – 784 p.
3. The COMPANION ACROSS KAZAN. The illustrated guide by sights and the helpbook of a city. Editor: professor H.P. Zagoskin. – Kazan, 1895. Open Company «DOMO» the Globe ». – Kazan, 2005. – 840 p.
4. Edward Turnerelli. Kazan and its inhabitants. Vishlenkova E., Malyshev S., Salnikova A. A Kazan life (XIX – XX centuries). – Kazan: OOO«DOMO» Globus, 2005. – 1184 p.
5. NA of TR: fund 324 in.739 b. 4, 1842. The plan of the provincial city of Kazan.
6. NA of TR: fund 324 in.739 b. 6, 1875. Plan the location of the existing provincial city of Kazan with the indication proposed settlement and distribution of 1875.
7. NA of TR: fund 98 in. 1 b. 1354, 1876-1879. For leave money on the maintenance of urban gardens for 1876.
8. NA of TR: fund 98 in. 3 b. 1346, 1893-1898. On the impact of rent maintenance of urban gardens from Jan 1, 1894, January 1, 1898.
9. NA of TR: fund 98 in. 3 b. 1895, 1895-1905. On the election of Trustees of urban gardens.
10. NA of TR: fund 98 in. 4 b. 2887, 1909-1913. The book journal of the executive regulations of the Duma committee head of the public gardens and boulevards of the city of Kazan in 1909.
11. NA of TR: fund 98 in. 5 b. 96, 1908-1910. The Economic Content of urban gardens from Jan 1. 1910.
12. NA of TR: fund 98 in. 5 b. 3526, 1914. Collection of papers on urban gardening Commission.
13. NA of TR: fund 98 in. 5 b. 6340, 1916. General correspondence garden Commission.
14. NA of TR: fund 98 in. 5 b. 6754, 1912-1913. The Economic Content of urban gardens in 1912.
15. NA of TR: fund 98 in. 6 b. 311, 1885. According to the content of urban community gardens.
16. NA of TR: fund 98 in. 7 b. 599, 1910-1911. –The content of urban gardens.
17. NA of TR: fund 98 in. 6 b. 580, 1900-1912. About renting a merchant, M.N. Kvasnikova Chernoozersky land in the garden under construction building stone for flowers.
18. NA of TR: fund 408 in. 2 b. 228, 1855. General site plan and general layout of buildings, the Panaeva.

УДК 712.253

Гришина М.П. – аспирант
E-mail: grishinah@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

О парках и садах в России

Аннотация

В статье рассмотрено возникновение и формирование парков и садов в историческом аспекте. Представлен анализ и история формирования терминов и пространственно-функциональных образов основных объектов садово-паркового искусства в России. Описаны принципы формообразования и рассмотрены основные значения этих терминов в разные периоды развития. Представлен сравнительный анализ структурного, функционального и планировочного статуса парка и сада. Сформулированы некоторые закономерности отечественного садово-паркового искусства.

По результатам проведенного анализа и обобщения сформулированы более точные определения парка и сада.

Особое внимание в статье отводится описанию исторического образа парка и сада, с целью выявить взаимосвязи и закономерности в историческом процессе развития двух основных объектов садово-паркового искусства городов России.

Ключевые слова: терминология, ландшафтная архитектура, городской ландшафт парк, сад, значение, садово-парковое искусство, исторический образ парка и сада.

Введение

Развитие современных городов в условиях глобализации жизни общества способствует активному росту городов как экстенсивному или территориальному так и интенсивному т.е. за счет повышения средней высотности городской застройки.

В современной архитектуре появляются и стремительно распространяются термины заимствованные из разных языков, как правило аналоги которых не полно передают значение термина либо отсутствуют в русском языке.

Область задач и направлений современной ландшафтной архитектуры заметно расширилась по сравнению с советским периодом. Сегодня ландшафтная архитектура городов включает в себя не только: садово-парковое строительство, районное планирование и формирование систем озеленения городов, но все больший интерес приобретает ландшафтная реконструкция и реставрация и восстановление исторического наследия. И если в советский период ландшафтная реставрация или реконструкция сводилась к воссозданию исторического облика или приспособлению отдельно взятого сада или дворцово-паркового ансамбля, то сегодня ландшафтная реконструкция и реставрация охватывает целый комплекс задач по формированию городской среды в исторических центрах.

О парках и садах в России

Считается, что слово «парк» появилось в русском языке во времена правления Петра Великого и использовалось в словосочетании «дворцово-парковый ансамбль». Действительно Павловск, Пушкин, Петергоф, Ораниенбаум резко отличаются от допетровской русской усадьбы, масштабностью и регулярностью планировки. Однако и с образом современного общественного городского парка ансамбли Санкт-Петербурга и его пригородов имеют мало общего. Значит слово «парк» вероятно изначально имело несколько иное значение, отличное от современного.

Если разобраться в значении слова парк в иностранных языках, то получается следующее:

- перевод немецкого слова «Pferch», означает загон для скота [2];
- английское park имеет несколько значений: парк, сквер загон для животных на бойне, (жарг.) игровое поле, (тех.) место хранения механизма приведенного в не рабочее состояние, комплекс зданий оборудованных для размещения предприятий или склад [1];

- французское park и Итальянское parco имеют все значения английского park;
- и наконец латинское *parcus* означает загон для скота или место хранения артиллерийского снаряжения древнеримской армии [1].

Слово паркет (*parquet*) в современном французском языке может означать напольное покрытие, техническую площадку, рамку зеркала или картины, поверхность пола или земли, место на бирже для маклеров либо собрание биржевых маклеров [5]. В своем первоначальном значении площади перед дворцом, состоящей из партеров и боскетов употребляется редко.

Слово паркур (*parcours*), так же как и паркет имеет французские корни и может обозначать маршрут, длину хода поршня, течение реки, спортивную дорожку, право поселения в чужих владениях при сохранении своих привилегий, пробежку вперед (*в танце*) [5]. Широкое распространение паркур получило как разновидность уличной акробатики, т.е. бег по заранее определенному маршруту с преодолением препятствий, которыми служат архитектурные элементы городской среды: крыши стены, бордюры, лестницы, здания, деревья и т.п.

Из всех столь разнообразных значений одного и того же слова можно выделить некоторое коренное единство всех слов-при производных слова «парк». Так парк и паркет изначально относились к терминам ландшафтной архитектуры. Но техническое значение слова парк имеет сходство и с паркингом, буквально означая площадку для хранения механизмов приведенных в не рабочее состояние. Все эти значения объединяет представление, довольно обширного рукотворного, как правило, открытого пространства имеющего определенные границы, функцию и планировочную структуру.

Есть еще несколько слов с корнем «парк», но различными значениями это паркинг, паркет и совсем новое паркур.

Парк – пред назначенная для отдыха открытая озеленённая территория. Как правило, парки содержатся государством, а их территория доступна всем желающим. Роща с аллеями (иногда огороженная) [4].

Паркинг – технический термин, означающий штатный перевод механизма, устройства, транспортного средства в нерабочее, неподвижное положение в предусмотренном месте. Также может означать само это место. Наиболее распространён в отношении автомобилей.

Паркур – (фр. *parkour*, искажённое от *parcours*, *parcours du combattant* – дистанция, полоса препятствий) – искусство перемещения и преодоления препятствий, как правило, в городских условиях. Сутью паркура является движение и преодоление препятствий различного характера. Таковыми могут считаться как существующие архитектурные сооружения (перила, парапеты, стены и пр.), так и специально изготовленные конструкции.

Паркет – (франц. *parquet* – «маленький парк», см. парк; франц. *Parqueterie* – «настилка»). В искусстве Франции XVI-XVII вв. «паркетом» называли маленький сад, огороженный участок земли с цветниками («собственный садик»), затем этим словом стали именовать центральную часть аудиенц-зала, покрытую ковром. «На ковер» вызывали тех, кому была назначена аудиенция у коронованной особы. В эпоху «Большого стиля» во Франции середины XVII в. место ковра занимал «паркет» из тонких брусков дерева различных пород – планок (в России их называли клёпками). В России уникальные рисунки паркетов разрабатывали Ф.Б. Растрелли, А. Ринальди [3].

Известный еще со времен Римской империи как передвижное хранилище боеприпасов для войска артиллерии [7], позднее, парк получил широкое распространение как объект ландшафтной архитектуры и наконец в современном градостроительстве стал одновременно объектом системы озеленения города и эквивалентом слова «гараж» обозначающего специально предусмотренные места для хранения транспортных средств (автопарк, троллейбусный парк, паркинг и др.).

Еще одно слово с корнем парк, совсем недавно пришло в Россию из Франции став смысловым эквивалентом слова «акробатика» или «паркур» буквально обозначающее поле препятствий в городской среде. Основным отличием от классической акробатики этого молодежного вида спорта является открытое пространство городского ландшафта.

Итак, все значения слова «парк» в современном русском подразумевают обширное рукотворное пространство в композиционном решении которого площадь значительно превышает высоту заполняемого пространства, которое ограждено, имеет планировочную и пространственную структуру, для пребывания кого-либо или чего-либо в не рабочем состоянии. Кроме общего в значении слова «парк» можно выделить три основных смысла или направления:

1. объект системы озеленения города;
2. склад для хранения или реализации чего-либо;
3. гараж для личного или общественного транспорта.

В современном городском ландшафте парк является одним из главных планировочных элементов наравне с жилой застройкой и улицами. Вместе с тем парк – основной структурный элемент системы озеленения города. Однако в истории садово-паркового искусства России это все же довольно новый элемент, в сравнении с историей садов.

Сад – это исконно русское слово обозначающее:

1. участок земли, на котором высажены растения плодовые, декоративно-цветущие деревья и кустарники.
2. учебно-образовательное учреждение основной целью, которого является просветительская деятельность.
3. помещение или комплекс внутренних пространств зданий, в которых размещена коллекция декоративных растений не способных естественно произрастать в открытом грунте [9].

На Руси самым древним объектам ландшафтной архитектуры являлась усадьба. Усадьба на Руси представляла собой, комплекс жилых, хозяйственных, парковых и др. построек, составляющих единое архитектурное целое. Само слово «усадьба» говорит о принадлежности и расположении комплекса строений не посредственно в саду. Классическая трактовка термина «помещичья усадьба» XVIII-XIX вв. обычно включал барский дом с флигелями, оранжерею и сад, хозяйственный двор. Как правило усадьба располагалась в не посредственной близости от церкви в центре селенья. В конце XVIII в. складывается термин городской усадьбы, состоявшей из дома-особняка, «служб» (конюшня, каретный сарай и пр.) и двора или небольшого сада. Упоминается, что строительстве таких объектов ландшафтной архитектуры принимали участие такие зодчие как В.И. Баженов, М.Ф. Казаков, Н.А. Львов, И.Е. Старов. Сегодня русские сады выдающиеся в историческом и художественном отношении такие как: Архангельское, Кусково, Коломенское (рис. 1), Останкино «Ясная Поляна», и др. находятся под государственной охраной как памятники архитектуры и садово-паркового искусства [8].

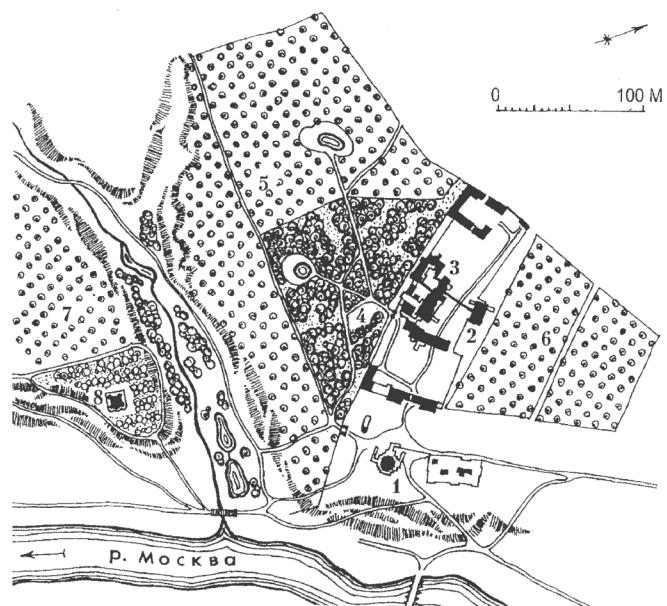


Рис. 1. Пример планировки сада допетровской эпохи. Москва. Сады коломенского дворца.
1 – храм Вознесения; 2 – Казанская церковь; 3 – дворец; 4 – дубы XIV – XV вв.;
5, 6, 7, 8 – фруктовые сады; 8 – храм Иоанна Предтечи и кладбище [10]

Стоит отметить, что практически все дворцово-парковые ансамбли петровской эпохи барокко и классицизма в России так же носили усадебный характер. Однако отличались наполнением (рис. 2). Вместе с Европейскими мастерами и архитекторами приглашенными Петром I в Россию для строительства Санкт-Петербурга, перекочевало и вошло в обиход слово «парк», однако его образ по прежнему напоминал больше усадьбу, чем современный парк.

Кардинальные перемены в образе садово-паркового искусства произошли в первой половине XX в. с появлением городских общественных парков. Спустя столетия, после прихода в русский язык слова парк, в России начинает формироваться образ современного городского общественного парка. Такой городской парк отличается от усадьбы и дворцово-паркового ансамбля не только общественным статусом, но и множеством новых функций: спортивной, просветительской, экологической, коммуникативной, детского, тихого и активного отдыха. Отличны образы усадебного ансамбля XIX в. и парка XX в. Образ городского парка постепенно формируется из архитектурных и инженерных решений быстрорастущих индустриальных городов.

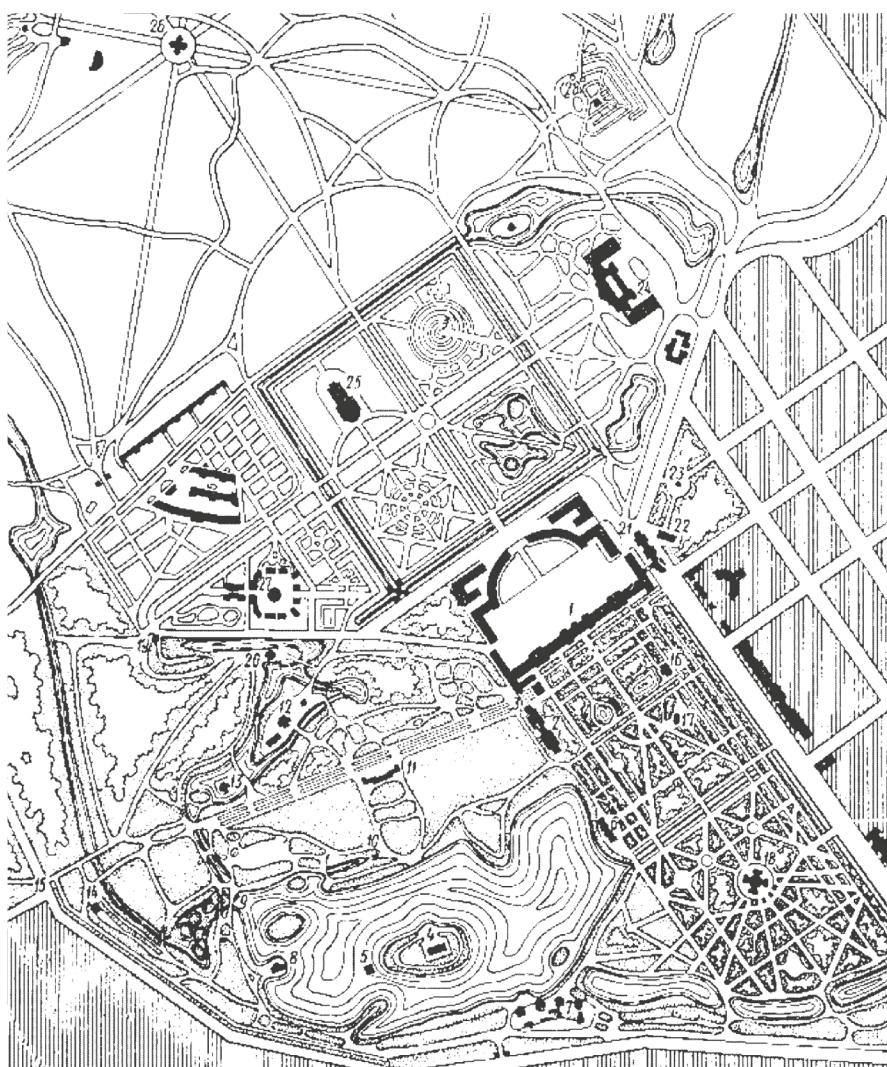


Рис. 2. Пример планировки садово-паркового ансамбля петровской эпохи.

Екатерининский и Александровский парки в г. Пушкине.

Архитектор Расстрелли, Неелов, Камерон и др.

- 1 – Большой Екатерининский дворец; 2 – Камеронова галерея; 3 – Агатовый павильон;
- 4 – павильон на острове; 5 – Чесменская колонна; 6 – грот; 7 – адмиралтейство; 8 – Турецкая баня;
- 9 – Мраморный мостик; 10 – «девушка с кувшином»; 11 – терраса; 12 – концертный павильон;
- 13 – павильон; 14 – «башня-руина»; 15 – Орловские ворота; 16, 17 – Верхние и нижние бани;
- 18 – Эрмитаж; 19 – «Большой каприз»; 20 – «скрипучая беседка»; 21 – лицей;
- 22 – Знаменская церковь; 23 – памятник А.С. Пушкину; 24 – Александровский дворец;
- 25 – китайский театр; 26 – «Arsenal»; 27 – «Китайская деревня» [10]

Существующие городские сады в советский период превращаются в общественные объекты ландшафтной архитектуры перестраиваются и реконструируются для более эффективного выполнения функций в соответствии с современными требованиями, того времени (рис. 4). В то же время парки создаются вновь на периферии быстрорастущего города и как правило при градообразующих производствах т.с. при крупных заводах для отдыха жителей рабочих поселков.

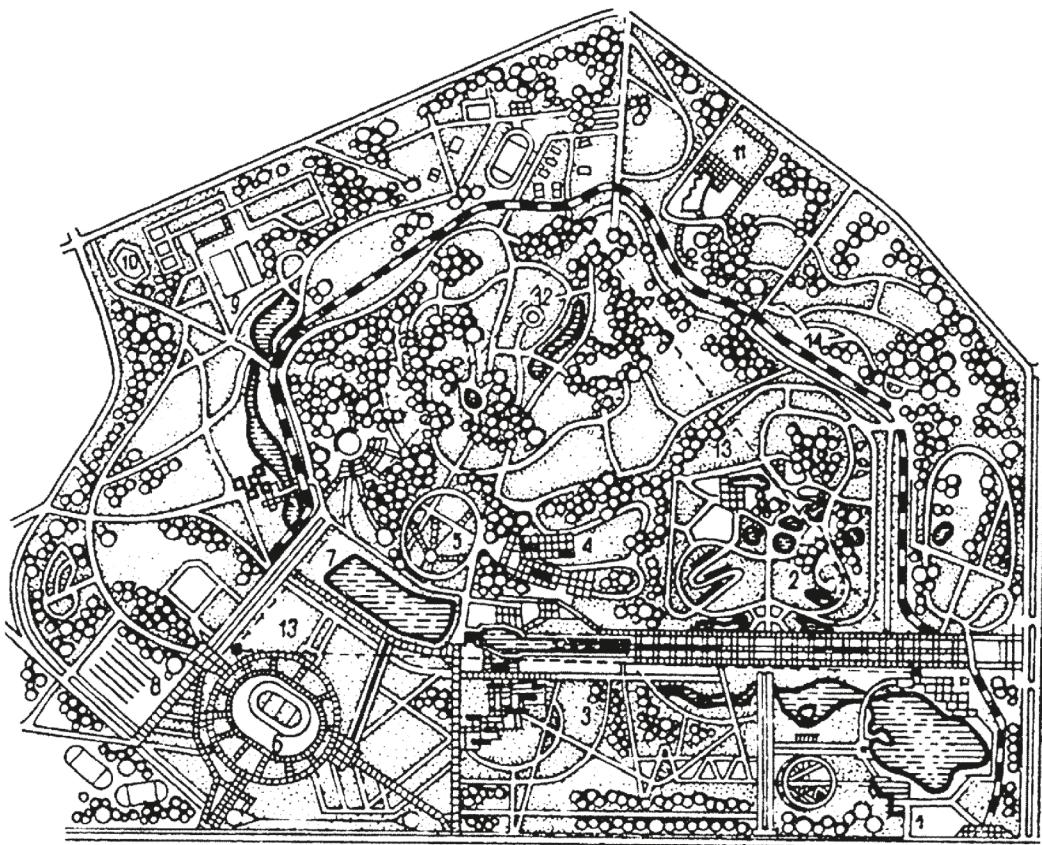


Рис. 3. Пример планировки советского парка культуры и отдыха Катовицкая агломерация (Польша):
 1 – городок аттракционов; 2 – зоосад; 3 – выставка цветоводства; 4 – водоем;
 5 – «фестивальное поле»; 6 – стадион; 7 – центр водного спорта; 8 – открытый театр;
 9 – пионерский центр; 10 – туристский центр; 11 – центр технического прогресса;
 12 – культурный центр, планетарий; 13 – канатная дорога; 14 – узколинейная железная дорога [10]

Советский парк постепенно становится альтернативой городскому саду, на присоединенных территориях. В СССР наблюдается их совместное существование как городских объектов ландшафтной архитектуры и системы озеленения. Сочетание в термине садово-парковое строительство, тоже не случайно, т.к. оно передает динамику развития от древне русского сада к советскому парку. Сад – в садово-парковом искусстве и строительстве относится к территории общего пользования, созданной в до революционный период. Его образ может представлять интерес как памятник городской архитектуры. Однако сегодня распространен стереотип, что сад – это частный земельный участок в составе садоводческого товарищества, для ведения подсобного хозяйства.

Существует неопределенность в современной терминологии объектов системы озеленения города, что вызывает множество дискуссий и не точностей в определении статуса объекта зеленого строительства. Изучение истории отечественной ландшафтной архитектуры городов и поселений, а также совершенствование и уточнение терминологии и типологии объектов ландшафтного строительства позволит преодолеть возникшие разнотечения иерархии и структуры элементов системы озеленения городов.

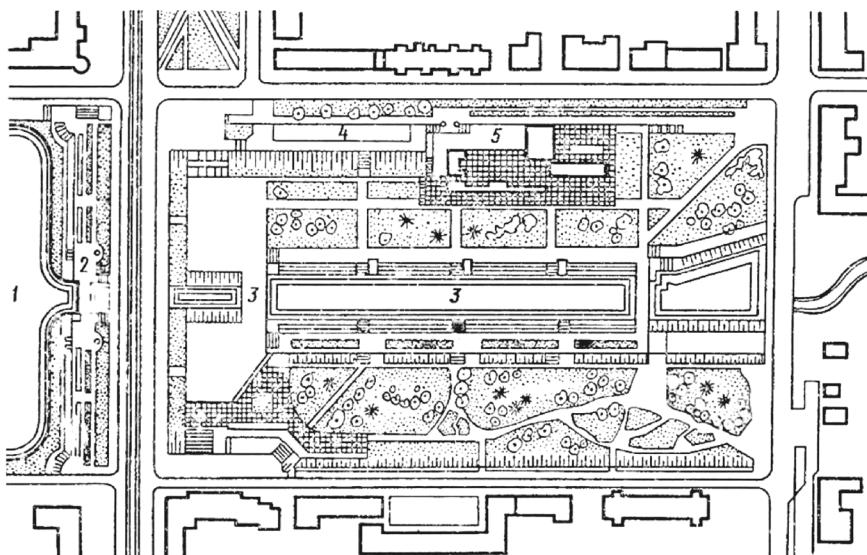


Рис. 4. Пример планировки советского сада в историческом центре г. Средловска:

- 1 – пруд; 2 – плотина; 3 – канал в русле р. Исеть;
4 – здания музеев; 5 – музей минералов на открытом воздухе [10]

С одной стороны иностранные термины «сквер» (небольшой общественный сад, как правило служит оформление городской площади [6]) и «парк» постепенно вытеснили городской сад из объектов системы озеленения современных городов России. С другой стороны современный общественный сад является главным структурным элементом городских исторических центров России (Ярославль, Кострома, Казань и др.).

Заключение

В дальнейшем результаты исследования истории развития терминологии садово-паркового искусства помогут в разработке современной универсальной терминологии объектов ландшафтной архитектуры города.

Кроме того изучение исторических взаимосвязей формирования и развития садово-паркового искусства способствует пониманию ценности как культурного так и архитектурного наследия садов, скверов, парков, бульваров формировавшихся на территории исторических центров городов.

Список библиографических ссылок

1. Англо-русский словарь общей лексики, АБВYY, 2011. – 1300 с.
2. Москальская О.И., Лепинг Е.И., Страхова Н.П., Филичева Н.И. Большой немецко-русский словарь по общей лексике. «Русский язык-Медиа», 2004. – 1000 с.
3. Власов В.Г. Новый энциклопедический словарь изобразительного искусства: В 10 т. – Спб.: Азбука-классика, 2004-2009. – 1500 с.
4. Михельсон М.И., Большой толково-фразеологический словарь Михельсона. ETS Publishing house, 2004. – 2208 с.
5. Новый французско-русский словарь. ООО «АБИ Пресс», 2010 и ООО «АБИ Пресс», 2011. – 500 с.
6. Лёхин И.В., Петров Ф.Н. Словарь иностранных слов. – М.: Государственное Издательство Иностранных и Национальных словарей, 1949. – 805 с.
7. Ожегов С.И. и Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка: 80000 слов и фразеологических выражений / Российская академия наук. Институт русского языка им. В.В. Виноградова. 4-е дополненное. – М.: Азбуковник, 1997. – 944 с.
8. Тихомиров Н.Я., Архитектура подмосковных усадеб. – М., 1955; Ильин М.А., Архитектура русской усадьбы, в кн.: История русского искусства, т. 6, 8. – М., 1961. – 63 с.
9. Толковый словарь русского языка: В 4 т. Под ред. Д.Н. Ушакова. Репринтное издание. Т. 1-4. – М., 1935-1940. – С. 365, 152.

10. Вергунов А.П., Денисов М.Ф., Ожегов С.С. Ландшафтное проектирование. – М.: Высшая школа, 1991. – 235 с.

Grishina M.P. – post-graduate student

E-mail: grishiniih@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

About parks and gardens in Russia

Resume

The article describes the impact of globalization on the current terminology in the architecture, the basic ways of forming terms. To determine the basic principles of functional and composite images and patterns in the transformation of gardens and parks, the analysis of the history of the formation of the terms and objects of landscape art in Russia was made. The principles of creation and the basic meaning of these terms in different periods of development were described. A comparative analysis of the structural, functional status and planning of the park and garden was presented. The regularities of their placement in the planning structure of the city were identified.

The article analyzes the meanings of the word «Park» in English, French and German. Studied the derivatives of the word park: «park», «flooring», «parking», «parkur».

As a result of the historically-semantic analysis and synthesis more accurate, concise and succinct definition of the park and garden are formulated. Revealed three different semantic meaning of the word «park».

Studied the shaping of the word «garden». Presented a historical analysis of the image of the prePetrine gardens and palaces and parks of the Petrine epoch. Also, considered their meaning and transformation in the Soviet period. According to the results of the analysis revealed the modern sense of the word «garden».

Special attention is given to the description of the image of historical park and garden, in order to identify relationships and patterns in the historical process of development of two main objects of landscape art cities of Russia. For better perception of historical analysis identified three periods: before Peter the Great (ancient Rus – XVIII c.), Peter's (XVIII-XX centuries) and the Soviet XXth century.

Keywords: terminology, landscape architecture, urban landscape park, the garden, the value of landscape art.

Reference list

1. English- Russian Dictionary, ABBYY, 2011. – 2000 p.
2. Moskalskaya O.I., Leping E.I., Insurance N.P., Filicheva N.I. Large German- Russian Dictionary lexicon. «Russian – language Media», 2004. – 3000 p.
3. Vlasov V. New Encyclopedic Dictionary of Art: 10 volumes. – Spb. ABC-classic, 2004-2009. – 2500 p.
4. Michelson M.I. Big glossary and phrasebook Michelson. ETS Publishing house, 2004. – 2208 p.
5. New French – Russian dictionary. Ltd «ABI Press», 2010 and «ABI Press», 2011. – 500 p.
6. Lehin I.V., Petrov F.N. Dictionary of foreign words. – M.: State Publishing House of Foreign and National Dictionaries, 1949. – 805 p.
7. Burns S.I. and Shvedova N. Explanatory Dictionary of Russian Language: 80,000 words and phraseological expressions / Russian Academy of Sciences. Russian Language Institute. Vinogradov V.V. 4th enlarged. – M.: Azbukovnik, 1997. – 944 p.
8. Tikhomirov N.Y., Architecture suburban estates. – M., 1955; Ilyin M.A. Architecture Russian estate in the book: A History of Russian Art, v. 6, 8. – M., 1961. – 63 p.
9. Dictionary of Russian: 4 volumes ed. D.N. Ushakov. Reprint edition, T. 1-4. – M., 1935-1940. – P. 365, 152.
10. Vergunov A.P., Denisov M.F., Ozhegov S.S. Landscape design. – M.: Higher School, 1991. – 235 p.

УДК 72.03

Надырова Х.Г. – кандидат архитектуры, доцент

E-mail: Nadyrova-kh@yandex.ru

Троепольская Н.Е. – старший преподаватель

E-mail: tronata@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Пространственно-планировочная структура города Булгар середины XIV века: опыт графической реконструкции

Аннотация

Статья посвящена проблеме виртуальной реконструкции пространственно-планировочной структуры города Булгар в условиях минимального сохранения аутентичных наземных зданий и сооружений средневекового периода. Авторами использован метод реконструкции исторического градостроительного объекта, включающий несколько этапов: анализ библиографических и историко-картографических материалов; натурные исследования; анализ аэрофото- и космических снимков и данных геофизических исследований Болгарского городища; создание схем коммуникационного и композиционного каркасов гипотетической пространственно-планировочной структуры средневекового города с использованием планировочных и объемных маркеров по данным археологических исследований городища; подбор научно-обоснованных аналогов выявленным археологически архитектурным объектам; комплексный анализ и сведение в единую графическую структуру данных всех предыдущих этапов.

Ключевые слова: история градостроительства, архитектура, археология, средневековые, графическая реконструкция.

Разработка научно-обоснованных графических реконструкций древних городов является важной историко-градостроительной задачей, решение которой позволяет представить их утраченные пространственно-планировочные структуры, выявить особенности и общие черты. Методика графических реконструкций городов начала складываться в 1-й половине XX в., когда скопился достаточный материал для их осуществления, в первую очередь по античным городам. В 1980-е гг. в МАрхИ был обобщён опыт исследований и реконструкции исторических городов [7]. Более четверти века спустя на основе теоретических и практических исследований этот опыт был значительно углублён и расширен в НИИТИАГ РААСН [44; 45].

При исследовании исторического города должны быть выявлены: архитектурно-пространственное зонирование; характер планировки уличной сети; система градостроительных доминант; обобщённые характеристики городского ландшафта; состав рядовой застройки [45, с. 16-17]. Болгарское городище, остатки средневекового города Булгар, является одним из самых известных архитектурно-градостроительных и историко-археологических памятников Татарстана.

Научная реконструкция пространственно-планировочной структуры г. Булгара осуществлялась на период середины XIV в. (1330-1350-е гг.) и должна отражать состояние расцвета города. Воссоздать пространственно-планировочную структуру средневекового Булгара в деталях при отсутствии сплошного археологического вскрытия территории городища сложно. Авторами предпринята попытка в качестве научной гипотезы предложить возможную структуру центральной части средневекового Булгара, не претендующую на полноту и абсолютную достоверность. Она представлена на уровне схемы пространственно-планировочной структуры города раннего золотоордынского периода.

Для логической графической реконструкции пространственно-планировочной структуры средневекового города применён известный метод научных реконструкций древних городов со следующим алгоритмом аналитических исследований в несколько этапов:

- Анализ историографии золотоордынских городов региона Волго-Камья;

- Анализ исторических планов XVIII-XIX вв. и генпланов XX в. Болгарского городища с целью уточнения мест локализации сохранившихся и руинированных средневековых памятников архитектуры и сбора данных по ландшафтно-гидрологическим условиям городища, изменившимся или утраченным к настоящему времени;
- Натурное обследование городища и его объектов с целью изучения ландшафта, масштабного соотношения городища и его частей, пространственных разрывов между существующими и существовавшими ранее монументальными постройками. Уточнение в соответствии с историческими планами мест их размещения в пространстве городища и использование их в качестве основных маркеров городских пространств реконструируемой структуры;
- Сравнительный анализ авиафотографических и космических снимков городища и выявление вероятных мест размещения монументальных объектов, руины которых скрыты под землёй, и возможного пролегания дорожных коммуникаций. Использование результатов изучения Болгарского городища специалистами Центра геоинформационных технологий КФУ;
- Анализ материалов опубликованных и неопубликованных отчётов археологических исследований Болгарского городища за все время их проведений вплоть до настоящего времени для выявления мест расположений несохранившихся жилых и общественных зданий, и что особенно важно для данного исследования, усадебных комплексов и их ограждений. Они послужат в качестве дополнительных маркеров планировочной структуры города при воссоздании его виртуальной жилой ткани и основного коммуникационного каркаса;
- Выявление научно-обоснованных аналогов утраченных объектов монументальной культовой, мемориальной и других типов общественной и жилой архитектуры как возможных вариантов их реконструкции;
- Результатом системного анализа и синтеза полученных данных является логическая графическая модель пространственно-планировочной структуры центральной части средневекового города Булгар.

В настоящее время историография по Болгарскому городищу насчитывает десятки наименований книг и статей. Результаты археологических исследований Болгарского городища с 1950-х гг. постоянно публиковались в периодических изданиях («Археологические открытия», «Советская археология» и др.) и касались преимущественно открытий отдельных монументальных зданий, жилых и хозяйственных построек в различных частях городища. Научные исследования архитектурных памятников позволили выявить их особенности, а также влияния архитектурных школ различных регионов средневекового периода. Это позволило архитекторам выполнить графические реконструкции монументальных культовых сооружений [1; 2; 4; 5; 37; 38].

Историческая и социальная топография по материалам археологических исследований была впервые представлена известным археологом-булгароведом А.П. Смирновым [34]. Функциональное зонирование города рассматривалось исследователями в основном по материалам 2-й половины XIV в. [40; 41]. Отсутствие историко-градостроительных исследований и малочисленность археологических материалов отражалось на достоверности реконструкций средневекового города. Сохранение в Болгарском городище остатков оборонительной системы 2-й половины XIV в., приводило к заблуждениям и выводам о трёхчастной системе плана города с укреплениями у каждой из трёх частей (цитадели, внутреннего и внешнего города) и веерной схеме коммуникаций [3, с. 29; 4, с. 18] или о преимущественном развитии города внутри этой системы [22, с. 23; 23, с. 43]. Дальнейшие исследования позволили установить, что в 1240-1360-х гг. Булгар не имел оборонительных стен и развивался как открытый город линейного типа. При этом, одна из первых графических реконструкций планировочной структуры Булгара на 1-ю половину XIV в., отличалась неточной ориентацией дорожных коммуникаций по сторонам света [24, с. 20]. Однако главное её достоинство заключалось в том, что впервые была показана целостная планировочная структура Булгара без оборонительной системы. Анализ данных археологических раскопок и консультации с архитектором Ф.М. Забировой, участвовавшей в

раскопках на Болгарском городище в 1970-х гг., археологами Р.Ф. Шарифуллиным, А.Г. Ситдиковым (ИИ им. Ш. Марджани АН РТ) позволили уточнить ориентацию вероятных коммуникаций планировочной структуры Булгара 1-й пол. XIV в. [25, с. 117; 26, с. 267, рис. 44]. Археологические раскопки в различных частях центра города последних лет дали новые материалы по социальной топографии и планировочной структуре города [8; 9; 10].

Анализ историографии по Болгарскому городищу показал, что реконструкция пространственно-планировочной структуры Булгара 1-й половины XIV в. актуальна, поскольку в целом не создана до настоящего времени. Востребованность данной реконструкции проявилась в заказе на её создание как основы для визуализации градостроительно-археологического памятника – Болгарское городище, являющегося объектом массового туризма. В проекте участвовали специалисты КФУ и КГАСУ. От КГАСУ в авторскую группу входили Х.Г. Надырова, Н.Е. Троепольская, О.Е. Фокеева и В.В. Сальников.

Отправной точкой в процессе реконструкции пространственно-планировочной структуры золотоордынского города стала центральная городская площадь Соборной мечети, реконструированная С.С. Айдаровым [2, с. 112, рис. 36]. Основными задачами реконструкции являлось выявление главных дорожных коммуникаций, восстановление усадебных комплексов и монументальных общественных зданий с установлением их местонахождений и объединение их в объемно-пространственные модельные композиции, иллюстрирующие среду Булгара золотоордынского периода. За основу градостроительных доминант взяты как существующие монументальные сооружения, так и реконструированные исследователями и авторами.

Вторым этапом в создании реконструкции был анализ картографических материалов. Одну часть его составляли схематические планы и карты конца XVIII-XIX вв. [14; 28-31], вторую – карты и генпланы Болгарского городища XX в. [2, с. 77, рис. 1; 13]. Все исторические планы были приведены, по возможности, к одному масштабу, их данные сопоставлены между собой и сведены на генеральный план Болгарского городища.

Сравнительный анализ исторических планов Болгарского городища конца XVIII-XIX в. позволил уточнить ландшафтно-гидрологические условия размещения средневекового Булгара, свести на современный план городища все кирпично-каменные объекты, указанные на них, уточнить места их размещения в пространстве городища. Это позволило использовать их в качестве основных маркеров городских пространств и застройки реконструируемой структуры. При этом, анализ современных документов, в основе которых лежали подробные топографические съёмки Болгарского городища 1-й половины XX в. и его окрестностей до создания Куйбышевского водохранилища [13], и Геометрических планов Казанской губернии XVIII-XIX вв. [15; 16] показал, что гидрографические и ландшафтные условия Болгарского городища за это время претерпели некоторые изменения, которые необходимо было учесть при реконструкции. К середине XX в. за счёт илистых наносов уменьшились в размерах озеро Степное и волжский рукав Чертык, вблизи которых располагался порт и поселение Ага-Базар. На Болгарском городище в это время ещё был заселён подол – незатопляемая часть первой волжской террасы. Это была нижняя часть с. Успенского (Болгар). На этой территории в средневековом Булгаре располагались ремесленный посад и русский посёлок. Улицы нижней части с. Успенского проходили по древним коммуникациям, продолжавшимся до Ага-Базара. Они были перенесены на сводный план Болгарского городища.

Большое значение в процессе воссоздания пространственно-планировочной структуры города имело натурное обследование Болгарского городища и его объектов. Изучение существующего ландшафта городища также показало, что за последние свыше 600 лет он претерпел определенные изменения. В 1953-1956 годах с устройством Куйбышевского водохранилища была затоплена нижняя часть города вплоть до второй волжской террасы. Усть-Иерусалимский овраг, игравший существенную роль в структуре средневекового города как естественная преграда, в настоящее время не имеет прежней глубины и заполнен поздними грунтовыми отложениями. Шагомерная съемка городища показала гигантские размеры средневекового города. Большие пространственные

разрывы между существующими и ныне руинированными монументальными постройками свидетельствуют о том, что находившимся среди застройки горожанам могли быть видны только верхушки минаретов и крыши высоких монументальных зданий с определённых мест и расстояний, определявших зоны композиционного влияния доминант. Однако, следует уточнить, что в настоящее время утрачено свыше 70-100 кирпично-каменных построек, руины которых сохранились на городище ещё в середине XVIII века. Поэтому размеры этих зон не поддаются восстановлению.

В последней четверти XX века в исследовании городищ стали применять аэрофотосъёмки, позволяющие охватить их сверху целиком. В 1987 г. был выполнен один из первых снимков Болгарского городища с самолёта (из материалов личного архива археолога Р.Ф. Шарифуллина). На этом снимке отражено реальное состояние Болгарского городища, просматриваются пятна скрытых под землей древних построек и предполагаемых дорог.

Первое десятилетие XXI в. ознаменовалось применением в исследованиях средневековых городищ материалов космических съёмок со спутников. Привлечение GPS-навигационной системы позволило осуществить более точную привязку объектов на местности в пространстве городища и выявлять объекты, находящиеся под землей и не видимые на поверхности. Этим занимаются специалисты кафедры геофизики и геоинформационных технологий института геологии и нефтегазовых технологий КФУ. С помощью GNSS-съемки ими уточнялось местоположение объектов и триангуляционной сети данных САПР «Генеральный план города Болгар», проводилась точная привязка памятников архитектуры, объектов инфраструктуры городища и т.д. Этот план в качестве подосновы был передан авторам для создания сводного плана Болгарского городища и выполнения реконструкции пространственно-планировочной структуры центральной части средневекового Булгара. Специалистами этого Центра проводилось также дистанционное зондирование территории городища и дешифровка его данных. Наиболее полезным оказалось синтезированное изображение Болгарского городища на основе ортогональной аэрофотосъемки 2007 г. и 3-х канального аэрофотоснимка 2011 г. Использование различных технологий и аппаратуры при дешифровке аэрофото- и космоснимков позволило увидеть на снимках наслойения коммуникаций, объекты, скрытые под землёй, а также природно-ландшафтные аномалии от исчезнувших озёр, ручьёв, оврагов и т.д. В результате дешифрования данных дистанционного зондирования были выявлены 12 объектов – предполагаемые развалины древних сооружений. Полевые археологические исследования подтвердили перспективность 5 объектов, расположенных в южной части городища [46]. Эти объекты учтены на восстанавливаемой пространственно-планировочной структуре.

Сравнительный анализ данных картографических материалов, натурного обследования и аэрофото- и космических снимков позволил гипотетически представить основу коммуникационного каркаса средневекового Булгара. Есть основания предполагать, что практически сохранили свои направления дороги от центра к южным и западным воротам оборонительной системы 1360-х гг. От западных ворот дорога вела дальше на запад вдоль волжского берега мимо Армянского квартала и спускалась по склону к порту и поселку Ага-Базар. Вдоль этой дороги, скорее всего, и начало застраиваться русское село в конце XVII века.

В районе Черной и Белой палат, у юго-западного конца Иерусалимского оврага по логике, определяясь ландшафтными условиями, и по данным аэрофото- и космоснимков должны были сходиться дороги из разных районов города. Именно через этот узел проходит главная южная дорога, начинающаяся от ворот у так называемого Малого городка – укрепленной двумя рвами прямоугольной территории с руинами четырёх белокаменных построек. И. Березин отмечал, что от районов Чёрной палаты и Малого минарета улицы и добродетные здания шли по направлению к цитадели [цит. по: 12, с. 313]. Оборонительная система, появившаяся в 1360-х гг., только закрепила башнями с воротами существовавший тогда коммуникационный каркас из главных улиц.

Для подтверждения и уточнения гипотетической схемы пространственно-планировочной структуры Булгара привлечены материалы археологических раскопок зданий и сооружений за период 1939-2013 гг. Археологическими раскопками в различных местах Болгарского городища выявлены следы оград усадеб, границы площадей и отмосток вокруг общественных сооружений. Они также свидетельствуют о возможном направлении уличной структуры – коммуникационного каркаса средневекового города. Так установлено, что постройки вблизи Соборной мечети были ориентированы с юго-запада на северо-восток и не совпадают с ориентацией улиц современного поселения [35]. Археологические наблюдения в центре Болгарского городища впервые позволили установить и другое направление коммуникаций средневекового Булгара с северо-запада на юго-восток [41, с. 63]. Таким образом, установлено, что улицы в центре города пересекались под углами, близкими к прямому углу. Усадьбы огораживались дощатыми заборами и формировали улицы, которые в западной части города шли вдоль береговой линии, приближаясь к направлению с северо-востока на юго-запад [41, с. 66]. В золотоордынский период начинается формирование уличной сети, ориентированной в сторону нового центра – Соборной площади с мечетью и монументальными мавзолеями [12, с. 320]. Археологи отмечали, что в некоторых случаях направление улиц золотоордынского периода совпадало с ориентацией улиц домонгольского города. В частности это показал раскоп VII 1964 г. у Соборной площади [12, с. 320]. Совпадение направления дорожных коммуникаций домонгольского и золотоордынского периодов развития Булгара может быть обусловлено нахождением на месте каменной Соборной – деревянной мечети, формировавшей центр посадской части домонгольского Булгара.

Самые крупные археологические исследования 2010 г. были проведены на месте строительства Речного вокзала на крупном мысовом выступе восточнее Бабьего бугра. В XIII-XIV вв. здесь располагался ремесленный район средневекового города, планировка которого имела усадебный характер. Вдоль улиц тянулись водосточные каналы-арыки. На рассматриваемой территории также располагался небольшой некрополь XIV в. [33, с. 148]. На участке к северо-востоку и востоку от Соборной мечети (раскоп ХСП) выявлена ограда усадьбы, вытянутая по оси юг-юго-восток – север-северо-запад параллельно её стене. Очевидно, заборы и плетни, а, следовательно, и улицы и переулки в целом в этой части города были параллельны стенам Соборной мечети. В 52 м к юго-западу от Соборной мечети выявлены остатки кирпичных домов, возможно имевших подпольную систему отопления типа канов (выявлены остатки дымогарных керамических труб и обожженных и сырцовых кирпичей), срубных наземных домов с подпольями и печами и полуземлянки. Очевидно, усадьбы и дома людей различного социального уровня располагались рядом, что косвенно может свидетельствовать о кланово-родственном принципе застройки Булгара, характерном и для нижневолжских золотоордынских городов. Кирпичные дома монгольского образца выявлены на раскопе XXXVI (на улице Назарова с. Болгар), в районе Ханской усыпальницы [27, с. 52, 55, 59, 76, 79, 80, 83]. За Иерусалимским оврагом развивался новый жилой район, застроенный наземными кирпичными домами монгольского образца с подпольным отоплением [34, с. 12], в котором, очевидно, жили выходцы из нижневолжских городов и представители монгольской администрации. Дома этого района были ориентированы по направлению СЗ-ЮВ. Значит и в этом районе уличная сеть повторяла ориентацию домов углами по сторонам света и усадебных домов вдоль улиц, аналогично центральной части [27, с. 8-10]. Местоположения кирпичных домов монгольского типа были нанесены на сводный план Болгарского городища.

Анализ материалов отчётов археологических раскопок нескольких десятилетий позволил дополнительно нанести на реконструированную планировочную структуру Булгара местоположения выявленных монументальных построек. Среди них есть крупные общественные здания. В 1994-2013 гг. под руководством археолога Р.Ф. Шарифуллина выявлены и исследованы остатки монументального кирпично-каменного здания. Это третья крупная постройка после Соборной мечети и Восточной

палаты, которая возникла на верхнем плато вскоре после монгольского погрома Булгара в 1236 г. и просуществовала до 1360-х гг. Руины этого здания располагаются на северном краю верхней коренной террасы над известным памятником «Красная палата», в 90 м к северо-востоку от Соборной мечети. Ранее предполагалось, что здание может быть связано с не локализованным до сегодняшнего дня дворцовыми комплексом правителей Булгара [33, с. 148]. Однако анализ результатов археологического исследования остатков этого сооружения в 2012 г. позволил установить, что это было общественное здание типа ханаки – специальным сооружением для суфиев, странников и т.д. В качестве аналога этого сооружения авторами может служить ханака (ханега) золотоордынского периода на р. Пирсагат в Азербайджане [21, рис. 6]. Ханака пространственно была связана с центральным ансамблем Соборной мечети Булгара.

Другим объектом пространственного тяготения могла быть баня «Восточная палата», располагавшаяся к юго-востоку от ханаки. Коммуникации должны были связать три этих объекта. Помимо этого Ханака с входом на южном фасаде, ориентированном на главный фасад Соборной мечети, должна была быть связана дорогой с каменной лестницей, которая размещалась к западу от неё и связывала основную часть и две нижние террасы города.

В 250 м к юго-западу от Соборной мечети (в районе усадьбы Бушевых с. Болгар) выявлен городской рынок золотоордынского времени [32]. Кирпичные стены рынка толщиной 80-100 см ориентированы по оси север-юг с отклонением к востоку на 10 градусов, а перпендикулярные к ним – отклонены от оси запад-восток на 10 градусов к западу. Следовательно, здание рынка вписывалось в общую структуру коммуникаций, отклоняющихся от улиц современного русского села. Результаты раскопок последних лет позволили авторам реконструировать рынок в виде квадратного двора 32x32 м, опоясанного кирпичной стеной. Поскольку археологическими раскопками входная зона рынка не определена на северной, южной и западной части раскопа, а восточная часть занята подстанцией и в настоящее время не может быть подвергнута раскопкам, то вход предположительно определен с восточной стороны. Его размещение здесь напрашивается логикой трассировки улицы золотоордынского периода, связывавшей культово-мемориальный центр и рынок. Эта одна из центральных улиц города доходила до бровки откоса и выводила к каменной лестнице, связывавшей центр города с улицей бани. Анализ материалов отчётов Г.Ф. Поляковой навёл авторов на мысль, что это был скорее городской караван-сарай с функциями рынка. Тем более, что вход в него должен располагаться с востока, как у всех восточных караван-саарас. Этой гипотезы придерживаются и исследователи В.С. Баранов и В.Ю. Коваль, руководившие раскопками CLXXVI и CLXXIX на месте рынка в 2012 г. [10, с. 12]. В этом случае перед восточным фасадом караван-саарая – рынка должна была располагаться торговая площадь, выходившая на главную городскую магистраль, связывавшую не только площадь Соборной мечети, но и Чёрную палату и, очевидно, уходившую к площади с большой каменной баней (Белая палата).

В первой половине XIV в. в структуре города появились монументальные каменные здания различного назначения, служившие доминантами в пространствах различных его районов с преобладающей деревянной застройкой. В 500 м к юго-западу от соборной мечети, на месте раннезолотоордынского кладбища в середине XIV в. было построено монументальное здание, получившего название «Черная палата» [2, с. 55-56]. Возможно, это был большой мавзолей или поминальная мечеть с ханакой. С.С. Айдаров считает это здание ханским судилищем. Вокруг нее находились каменные и деревянные жилища знати и состоятельных слоев населения на каменных фундаментах. Наблюдая остатки домов на городище в этой части города, Н.Н. Кафтанников и А.Ф. Риттих отмечали, что они выстраивались по направлению к Малому минарету от площади, на которой стояла Чёрная палата.

В структуре города выделялись зоны общественного притяжения, центром которых служили бани – хаммам, широко распространенные еще в городах Волжско-Камской Булгарии. Одной из первых каменных общественных бань города была названная выше

«Восточная палата», располагавшаяся в 200 м к юго-востоку от Соборной мечети [43, с. 249-250]. С восточной стороны к бане примыкал обширный хозяйственный двор с водоёмом-накопителем по типу среднеазиатских хаузов. Перед её западным фасадом находилась мощёная площадь с фонтаном.

К середине XIV в. в подгорной части города были построены еще три бани, аналогичные Восточной палате. Вдоль склона пролегала улица, на которой в ряд между жилой застройкой стояли бани. Эта протяженная улица была связана с верхним плато и нижней подгорной частью деревянными и каменными лестницами. К северо-востоку от Соборной мечети на обрыве находилась парадная каменная лестница, связывавшая центр города с этой улицей и нижней частью Булгара [6, с. 5]. Она выводила к средней из бани, которая располагалась на оси с Соборной мечетью, только внизу под обрывом. По цвету внутренних стен она была названа археологами «Красной палатой». Перед её восточным фасадом была устроена мощеная плитами белого камня площадь 6х6 м с фонтаном в южной части. Продольной осью бани располагалась вдоль склона, а вдоль северного фасада проходила дорога (односторонняя улица). Застройка вдоль неё размещалась ближе к склону. По расчётом авторов, эта улица располагалась вдоль склона на 26 м ниже уровня верхней террасы. В 300 м к западу и в 150 м к востоку от «Красной палаты» располагались бани чуть меньших размеров. По нумерации археологов это бани № 2 и № 1. Перед главным фасадом бани № 2 также была устроена площадь с фонтаном [43, с. 224-225]. За р. Меленкой в западной части заречного посада также находилась баня, перед юго-восточным фасадом которой была устроена мощеная каменными плитами площадь [43, с. 227]. В 1956 году водами Куйбышевского водохранилища была затоплена нижняя часть города вплоть до второй волжской террасы, где на склоне располагалась улица с банями. В настоящее время она заросла дёрном, кустарниками и деревьями и может быть локализована в восточной части на небольшом возвышении вдоль кромки воды Куйбышевского водохранилища с археологическими остатками Красной палаты и бани № 1. Западная часть этой улицы с остатками бани № 2 находится под водой. До затопления первой волжской террасы на планах с. Успенского, а позднее города Болгар и его окрестностей сохранились древние дороги, которые вели на волжскую и камскую переправы и соседние поселения. Древние дороги и улица бани были также перенесены на сводный план.

В юго-западной части города в 100 м к югу от Черной палаты располагалась еще одна баня, получившая название «Белая палата». Это было монументальное сооружение, облик которого донесли до нас художники XIX в.

Монументальными зданиями, игравшими значительную роль в пространственно-планировочной структуре Булгара, являлись кирпично-каменные мавзолеи [5; 11; 18; 26, с. 128-130]. Многие мавзолеи в булгаре появились после 1360-1370-х гг., когда южная и юго-восточная часть города пришла в запустение после погрома города войском Булак-Тимура. В ансамбль Соборной мечети входили два мавзолея знати, получившие в историографии названия «Северный» и «Восточный». Возможно, по золотоордынской традиции в городе были ещё площади с мавзолеями, однако в настоящее время они не выявлены.

Все существующие и вновь выявленные монументальные здания были нанесены на сводный план городища.

После реконструкции основных коммуникаций и установления местоположения всех известных монументальных построек встал вопрос о вероятной разбивке застройки центра города на кварталы и трассировке других городских коммуникаций. Величину всего типологического ряда социальных типов усадеб определить в настоящее время затруднительно ввиду отсутствия сплошного археологического исследования Болгарского городища. Однако, выявленные в процессе раскопок на краю верхней террасы города усадьбы ремесленников показали их вероятные средние габариты: 12-18x25-30; 20x20; 40x20; 40x30 м. (Раскопы: CLI «Спуск к Речному вокзалу», CLXVIII «Дорога», CLXXXII, CXLIX и т.д.). Более изученная усадебно-квартальная застройка нижневолжских золотоордынских городов позволяет расширить этот диапазон, который включает все социальные типы усадеб [19; 36]. Опираясь на эти материалы и данные раскопок усадеб в различных частях Болгарского городища, авторы разработали

возможный типологический ряд усадеб средневекового Булгара. Величина жилых кварталов определена по габаритам усадеб, располагавшихся на краю террасы в центральной части города и этому типологическому ряду. В соответствии с проведенными историографическими исследованиями и учитывая характер организации кварталов в других золотоордынских городах можно предположить, что жилые кварталы Булгара были в диапазоне от 60x60 до 100x100 м, иногда достигая и больших размеров.

Жилые кварталы формировались замкнутыми усадьбами, которые огораживались тыном, дощатым забором или плетнем. Если кварталы были большими, то внутри них складывалась извилистая сеть переулков, и мог находиться огороженный участок с квартальной деревянной мечетью [4, С. 19]. Следы деревянной мечети выявлены в юго-восточном районе городища. Вероятно, рядом с Малым минаретом тоже находилась мечеть, примыкавшая к нему с западной стороны. Кроме этого, в 150 м южнее Соборной мечети выявлены остатки деревянной мечети и примыкавшего к ней с юга мавзолея [17, с. 195-197]. Мечеть с вероятными размерами 8x14 м, перекрытие которой поддерживали колонны, могла находиться на пересечении улиц и обслуживать несколько кварталов (раскоп LVI). Это могла быть поминальная мечеть с мавзолеем почитаемого святого. Такие комплексы были широко распространены в городах Золотой Орды [21].

Внутриквартальные пространства достоверно практически не восстановимы без сплошного археологического вскрытия территории Болгарского городища. Однако по известным материалам археологических исследований и по аналогии с нижневолжскими городами авторы представил вероятную организацию типичного квартала средневекового города. Улицы внутри кварталов, вероятно, были далеки от прямолинейных. Описывая следы жилой застройки вокруг Чёрной палаты и Малого минарета, один из авторов XIX в. отмечал: «... улицы были кривы и нечего предполагать какую-то большую улицу около тех развалин, которые сохранились доныне» [Цит. по: 12, с. 313]. Однако это могли быть развалины застройки одного квартала, внутри которого, вряд ли можно ожидать регулярность.

На сводный план городища был нанесены мусульманские и христианские кладбища. На Коптеловом бугре продолжало функционировать кладбище социальных низов. Представителей высшей знати хоронили в мавзолеях вблизи Соборной мечети и на небольшом кладбище западнее Восточного мавзолея. Свое кладбище было, вероятно, в слободе на подоле, за р. Меленкой. Здесь же, судя по археологическим материалам, находилась Русская слобода со своим христианским кладбищем [39, с. 141-146]. К западу от Бабьего бугра образовалась Армянская слобода. Она имела свой каменный храм. К востоку от этого храма, получившего в дореволюционной историографии название «Греческая палата», было христианское кладбище [35, с. 2]. Крупное городское кладбище было в юго-западной части города, которое значительно увеличилось после разгрома города войском хана Булак-Тимура в 1361 г. Город не спасла оборонительная система из рва, вала и срубных стен с башнями, воздвигнутая перед этим нашествием и восстановленная после него [42]. Окончательно оборонительная система была разрушена и город погиб после разгрома в 1431 г.

Обобщение всех результатов анализов различных групп материалов исследований Болгарского городища позволило провести графическую реконструкцию Булгара на период 1330-1350-х гг. Таким образом, реконструирована центральная часть средневекового, столичного города Болгарского улуса Золотой Орды с относительно упорядоченной системой основных уличных коммуникаций, связывавших общегородской центр (ансамбль Соборной мечети с обширной площадью) и градостроительные узлы второго порядка в виде площадей с монументальными зданиями караван-сарай-рынка, ханаки, бань-хаммам, мавзолеев и т.д. Домinantами третьего порядка служили кирпично-каменные дома монгольского образца в различных частях города. Ткань города составляла жилая застройка в виде кварталов с преимущественно деревянной застройкой. Данная реконструкция является первым приближением в виртуальном восстановлении облика Булгара, возможном на современном уровне знаний о нём и имеющихся документальных данных.



Рис. Пространственно-планировочная структура центральной части Булгара середины XIV века,
(графическое исполнение О.Е. Фокеевой):

- 1 – Соборная мечеть и площадь;
- 2 – Северный мавзолей;
- 3 – Восточный мавзолей на кладбище знати;
- 4 – Ханака;
- 5 – Каменная лестница, связывавшая центральную площадь, улицу бани и заречный жилой район;
- 6 – Улица бани;
- 7 – «Красная палата» (бanya-хаммам);
- 8 – Баня № 1;
- 9 – Баня № 2;
- 10 – «Восточная палата» (бanya-хаммам);
- 11 – Рынок (Караван–сарай);
- 12 – Черная палата;
- 13 – Иерусалимский овраг;
- 14 – Мосты через речки

Список библиографических ссылок

1. Айдаров С.С. Монументальные каменные сооружения и комплексы Волжской Булгарии и Казанского ханства (опыт реконструкции и генетико-стилистические особенности): дис. ... доктора архитектуры. – М., 1990, Т. 1 – 422 с. Т. 2, ч. 1. 81 л. – С. 82-164.
2. Айдаров С.С. Исследование и реставрация памятников монументального зодчества Болгара // Город Болгар. Монументальное строительство, архитектура, благоустройство. – М.: Наука, 2001. – С. 5-149.
3. Айдарова Г.Н. Взаимодействие культур в архитектурно-градостроительном развитии Среднего Поволжья середины XVI – начале XX веков: дис. ... доктора архитектуры. – М., 1997. – 299 с.
4. Айдарова-Волкова Г.Н. Архитектурная культура Среднего Поволжья XVI-XIX веков: модель развития, структура типов, влияния. – Казань: КГАСА, 1997. – 196 с.
5. Аксенова Н.Д. Археологическое изучение мавзолеев юго-восточной и южной частей города Болгара // Город Болгар. Монументальное строительство, архитектура, благоустройство. – М.: Наука, 2001. – С. 200-216.

6. Акчурина З.А., Воскресенская Л.П., Смирнов А.П. Работы на городище Великие Болгары в 1957 г. // Поволжье в Средние века. – М.: Наука, 1970. – С. 5-23.
7. Андреев Л.В. Основы исследований и реконструкции исторического города: учебное пособие. – М.: МАРХИ, 1983. – 71 с.
8. Археологические исследования в 2010 г.: Болгар и Свияжск. – Казань: ИИ им. Ш. Марджани АН РТ, 2011. – 36 с.
9. Археологические исследования в 2011 г.: Болгар и Свияжск. – Казань: ИИ им. Ш. Марджани АН РТ, 2012. – 36 с.
10. Археологические исследования в 2012 г.: Болгар и Свияжск. – Казань: ИИ им. Ш. Марджани АН РТ, 2013. – 32 с.
11. Баранов В.С., Кавеев М.М. Археологическое исследование мавзолеев центральной части Болгарского городища // Город Болгар. Монументальное строительство, архитектура, благоустройство. – М.: Наука, 2001. – С. 176-199.
12. Баранов В.С. Вопросы благоустройства города Болгара и их археологическое изучение // Город Болгар. Монументальное строительство, архитектура, благоустройство. – М.: Наука, 2001. – С. 311-353.
13. Болгарское городище. Выкопировка с карты генерального штаба Красной Армии 1928-1930, 1932-1940 гг. – Казань: «Татинвестгражданпроект». Архив ГУП. Б.н.
14. Генеральная карта Казанской губернии. Выполнил С. Максимов. Сочинена по новейшим известиям 1779 г. Федором Черным. 1 л. 57x78 см. // РГБ: Картографический отдел. Ко 111/II-44.
15. Генеральный план Спасского уезда. РГВИА. Ф. 418, Оп. (?), Д. 1205, 1-я пол. XIX в. – 1 л.
16. Геометрический специальный план Казанской губернии (между 1796-1803 гг.) – Казань: ПФУ: НБЛ. ОРРК. № 4477.
17. Город Болгар: Монументальное строительство, архитектура, благоустройство / С.С. Айдаров, Г.Ф. Полякова, В.С. Баранов, М.М. Кавеев, Н.Д. Аксенова, Р.Ф. Шарифуллин, Л.А. Беляев, Л.М. Носкова; ИА РАН; ИИ АН РТ. – М.: Наука, 2001. – 365 с.
18. Егерев В.В. Архитектура г. Болгара // Материалы и исследования по археологии СССР, 1958, № 61. – С. 360-394.
19. Зиливинская Э.Д. Усадьбы золотоордынских городов. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2008. – 171 с.
20. Зиливинская Э.Д. Очерки культового и гражданского зодчества Золотой Орды: Монография. – Астрахань: Астраханский гос. ун-т. Изд. дом «Астраханский университет», 2011. – 253 с.
21. Зиливинская Э.Д. Архитектура благочестия в Золотой Орде (по письменным источникам и археологическим данным). URL: <http://www.opentextn.ru/history/archaeology> (дата обращения 16.01.2012).
22. Надырова Х.Г. Архитектурно-пространственная организация столицы Булгарского улуса Золотой Орды – г. Болгара // Известия Казанского государственного архитектурно строительного университета, № 1, 2003. – С.19-24.
23. Надырова Х.Г. Города Волго-Камья в составе Золотой Орды: архитектурно-пространственная организация столицы Булгарского улуса // Архитектурное наследство. – М.: КомКнига, 2006, № 46. – С. 38-44.
24. Надырова Х.Г. Средневековые столичные города Волго-Камья: опыт сравнения пространственно-планировочных структур // Известия КазГАСУ, № 2 (12), 2009. – С. 15-21.
25. Надырова Х.Г. Пространственная организация столичных городов Волго-Камья X – середины XVI века // Вопросы всеобщей истории архитектуры. Вып. 4. – М., 2012. – С. 107-119.
26. Надырова Х.Г. Градостроительная культура татарского народа и его предков: Монография. – Казань: КГАСУ, 2012. – 294 с.
27. Отчёт Болгарского отряда (Н.Д. Аксёнова, Т.А. Хлебникова) Поволжской археологической экспедиции (рук. А.П. Смирнов) за 1970 г. // Болгар: БГИАЗ, Док. фонд, № 9-1, 1971. – 89 с.

28. План Великого града Болгар, древней столицы Болгарского царства. НА РТ. Ф. 200, оп. 1, № 53, 1832 . – 1 л.
29. План экономического села Болгари, а что внутри земляного вала // РГВИА. Ф. 418, оп. 1, д. 544. Начало XIX в. – 1 л.
30. План местоположению прежде бывшего в древнее время столичного города Болгарского царства где ныне имеют поселение Лайшевского уезда села Успенское Болгари тож экономических крестьян. РГВИА. Ф. 846, оп. 16, д. 21708. Конец XVIII – начало XIX вв. – 1 л.
31. План села Болгар и сохранившихся развалин Болгарской столицы. Приложение к материалам для этнографии Казанской губернии. 1896 г. // РГБ: Картографический отдел, Ко 5/VII-260, 1896. – 1 л.
32. Полякова Г.Ф. Отчёт о работе в Болгара в 1992 г. (Раскоп CXV) // Болгар: БГИАЗ. Док. фонд, № 105, КП 672-4, 1993. – 152 с.
33. Ситдиков А.Г., Валеев Р.Р. Археологические исследования в Болгаре и Свияжске в 2010 г. // Научный Татарстан. – Казань, 2011, № 1. – С. 146-152.
34. Смирнов А.П. Новые данные об исторической и социальной топографии города Великие Болгари // Города Поволжья в средние века. – М.: Наука, 1974. – С. 4-13.
35. Смирнов А.П. Предварительный отчёт Болгарской археологической экспедиции за 1946 г. // Болгар: БГИАЗ. Док. фонд, № 26-2, 1947. – 15 л.
36. Федоров-Давыдов Г.А. Золотоордынские города Поволжья. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 232 с.
37. Халитов Н.Х. Мусульманская культовая архитектура Волго-Камья с IX до начала XX веков (генезис, этапы развития, закономерности типо- и формообразования): дис. ... доктора архитектуры. – М., 1992. – 281 с.
38. Халитов Н.Х. Татарская мечеть и её архитектура: историко-архитектурное исследование. – Казань: Татар. кн. изд-во, 2012. – 224 с.
39. Хлебникова Т.А. Древнерусское поселение в Болгара // КСИИМК. – М., 1956, Вып. 62. – С. 141-146.
40. Хлебникова Т.А. Исследования центра города Болгара в 1964-70 гг. // Города Поволжья в средние века. – М.: Наука, 1974. – С. 18-24.
41. Хлебникова Т.А. История археологического изучения Болгарского городища. Стратиграфия. Топография // Город Болгар. Очерки истории и культуры. – М.: Наука, 1987. – С. 32-88.
42. Хованская О.С. Оборонительная система города Болгара // Материалы и исследования по археологии СССР. Труды Куйбышевской археологической экспедиции, 1958, № 61. – С. 316-329.
43. Шарифуллин Р.Ф. Бани Болгара и их изучение // Город Болгар. Монументальное строительство, архитектура, благоустройство. – М.: Наука, 2001. – С. 217-260.
44. Щенков А.С. Пособие по историко-архитектурным предпроектным исследованиям исторических поселений. – М.: НИИТАГ, 2009. – 80 с.
45. Щенков А.С. Реконструкция исторических городов / Учебное пособие в 2 частях: Основы реконструкции исторических городов. Исторический опыт развития архитектурного ансамбля. – М.: Памятники исторической мысли, 2013. – 420 с.
46. Чернова И.Ю., Старовойтов А.В., Лунева О.В. Создание историко-культурной геоинформационной системы Болгарского городища // ArcReview, № 3 (62), 2012 / апрель 2013).

Nadyrova Kh.G. – candidate of architecture, associate professor

E-mail: Nadyrova-kh@yandex.ru

Troepolskaya N.E. – senior lecturer

E-mail: tronata@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Space-planning structure of the city of Bulgar in the middle of the XIVth century: the experience of graphic reconstruction

Resume

The scientific reconstruction of the space-planning structure of the city of Bulgar (Nadyrova Kh.G., Troepolskaya N.E., Fokeeva O.E.) is part of the comprehensive project for the virtual reconstruction of the city of Bulgar in the middle of the XIVth century. It was designed by the author's group of specialists of Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan State University of Architecture and Engineering, Mardzhani Institute of history of the Tatarstan Academy of Sciences by request of the Ministry of Culture of the Republic of Tatarstan. Reconstruction of the medieval town of Bulgar was performed using the method of graphic reconstructions of ancient cities, developed by experts of the Moscow Institute of Architecture and Research Institute of the Theory and History of Architecture and Town Planning of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences (NIITIAG RAACS). Graphic reconstruction allowed to restore hypothetically the network of main streets and quarterly development of the central part of the Bulgarian settlement, which is more researched by archaeologists. Existing and reconstructed monumental buildings were dominant in the compositional structure of the medieval city. They served as the main volume markers of the urban nodes in the form of space before them. During the years of excavations in various parts of the settlement were identified directions fences estates and road communications. They were parallel to the walls of the Cathedral mosque and were planning markers. They have allowed to establish the overall planning structure of the city. A breakdown of the quarters performed according to archaeological data and research materials of the cities of the Golden Horde in the lower Volga. Building of the city included regional types of estates. There were the estates of the nobility with brick and stone houses Mongolian type near the Cathedral mosque and in the Eastern part of the city. They have stove benches that heated furnaces. In the reporting period appearance of the town of Bulgar was formed mainly of wooden residential buildings, which stood out against the background of white stone and brick monumental buildings of mosques with minarets, baths-Hammam, madrasahs, caravan sheds and mausoleums.

Keywords: history of town-planning, architecture, archaeology, middle ages, graphic reconstruction.

Reference list

1. Aidarov S.S. Monumental stone constructions and complexes of Volga Bulgaria and the Kazan khanate (experience of reconstruction and genetic-stylistic peculiarities): dis. ... doctor of architecture. – M., 1990, Vol. 1. – 422 p. Vol. 2, part 1. – 81 p., Vol. 2, part 2. – P. 82-164.
2. Aidarov S.S. Study and restoration of the monuments of monumental architecture of the Bulgar // the City of Bolgar: Monumental construction, architecture, landscape. – M.: Nauka, 2001. – P. 5-149.
3. Aidarova G.N. The interaction of cultures in the architectural and town-planning development of the Middle Volga region of the middle XVI – early XX centuries: the dis. ... doctor of architecture. – M., 1997. – 299 p.
4. Aidarova-Volkova G.N. Architectural culture of the Middle Volga region of the XVI-XIX centuries: development model, the structure of types of influence. – Kazan: KSABA, 1997. – 196 p.
5. Aksanova N.D. Archaeological study of the mausoleums of the South-Eastern and southern parts of the city of Bolgar // the City of Bolgar: Monumental construction, architecture, landscape. – M.: Nauka, 2001. – P. 200-216.
6. Akchurina Z.A., Voskresenskaya L.P., Smirnov A.P. Work on the ancient city of Great Bulgaria in 1957 // Volga region in the Middle ages. – M.: Nauka, 1970. – P. 5-23.
7. Andreev L.V. Basis of researches and reconstruction of the historic town: a training manual. – M.: the Moscow architectural institute, 1983. – 71 p.

8. Archaeological research in 2010: Bolgar and Sviyazhsk. – Kazan: Mardzhani Institute of history, 2011. – 36 p.
9. Archaeological research in 2011: Bolgar and Sviyazhsk. – Kazan: Mardzhani Institute of history, 2012. – 36 p.
10. Archaeological research in 2012: Bolgar and Sviyazhsk. – Kazan: Mardzhani Institute of history, 2013. – 32 p.
11. Baranov V.S., Kaveev M.M. Archaeological research of the mausoleums of the Central part of the Bulgarian settlement // the City of Bolgar: Monumental construction, architecture, landscape. – M.: Nauka, 2001. – P. 176-199.
12. Baranov V.S. Questions of improvement of the city of Bolgar and their archaeological study // the City of Bolgar: Monumental construction, architecture, landscape. – M.: Nauka, 2001. – P. 311-353.
13. Bulgarian settlement. The copy from the map of the General staff of the red Army 1928-1930, 1932-1940 years. – Kazan: «Tatinvestgrazhdanproekt». Archive SUE.
14. The city of Bolgar: Monumental construction, architecture, landscaping // Aidarov S.S., Polyakova G.F., Baranov V.S., Kaveev M.M., Aksanova N.D., Sharifullin R.F., Belyaev L.A., Noskova L.M.; IA RAS; AI RT. – M.: Nauka, 2001. – 366 p.
15. General map of the Kazan province. Fulfilled by Maksimov S. Composed on the latest news 1779 by Fedor Chernykh. 1 p. 57x78 sm. RSL: Cartographic section. Co 111/II-44.
16. General plan of the Spassky uyezd. RSAMH. F. 418, op. (?), d. 1205. 1-st half of the XIX century. – 11.
17. Special geometric plan of Kazan province (between 1796-1803). – Kazan: KFU: NBL. OPPK. № 4477.
18. Egerev V.V. Architecture of the City of Bolgar // Materials and researches on archeology of the USSR, 1958, № 61. – P. 360-394.
19. Zilivinskaya E.D. Estate Golden Horde towns. – Astrakhan: Publishing house «Astrakhan University», 2008. – 171 p.
20. Zilivinskaya E.D. Essays religious and civil architecture of the Golden Horde: the Monography. – Astrakhan: the Astrakhan state University. Publishing house «Astrakhan University», 2011. – 253 p.
21. Zilivinskaya E.D. The architecture of piety in the Golden Horde (according to written sources and archeological data). URL: <http://www.opentextnn.ru/history/archaeology> (reference date 16.01.2012).
22. Nadyrova Kh.G. Architectural-spatial organisation of the capital of the Bulgarian ulus the Gold Horde – Bulgar // News of the KSUAE, № 1, 2003. – P.19-24;
23. Nadyrova Kh.G. City of the Volga-Kama as part of the Golden Horde: the architectural-spatial organisation of the capital of the Bulgarian ulus // Architectural heritage. – M.: Komkniga, 2006, № 46. – P. 38-44.
24. Nadyrova Kh.G. Medieval capitals of the Volga-Kama: experience of the comparison of the spatially-plan structures // News of the KSUAE, № 2 (12), 2009. – P. 15-21;
25. Nadyrova Kh.G. Spatial organization of the capital cities of the Volga-Kama in X – middle of the XVI century // Problems of General history of architecture. Vol. 4. – M., 2012. – P.107-119.
26. Nadyrova Kh.G. Urban planning culture of the Tatar people and its ancestors: the Monography. – Kazan: KGASU, 2012. – 294 p.
27. Report of the Bulgarian squad (Aksanova N.D., Khlebnikova T.A.) in the Volga archaeological expedition (hands. Smirnov A.P.) in 1970 // Bolgar: BSHAR, Doc. Fund № 9-1, 1971. – 89 p.
28. Situdikov A.G., Valeev R.R. Archaeological research in Bolgar and Sviyazhsk in 2010 // Scientific Tatarstan. – Kazan, 2011, № 1. – P. 146-152.
29. The plan of the Great city of the Bulgarians, the ancient capital of the Bulgarian Kingdom. RT. F. 200, op.1, № 53.1832. – 11.
30. Plan for economic Bulgarians of the village, and that the inside of the earthworks // RSAMH. F. 418, op. 1, d. 544. The beginning of the XIXth century. – 11.

31. Plan of location of the former, in ancient days, the capital town of the Bulgarian Kingdom now have a settlement, Laishevsky County village Uspenskoe Bulgarians // RSAMH. F. 846, op. 16, d. 21708. The end of XVIII - beginning of XIX centuries. – 11.
32. Plan of the Bulgarians and the ruins of the Bulgarian capital. The Annex to the Ethnography of the Kazan province, 1896 // RSL: Cartographic section. Co 5/VII-260. 1896. – 11.
33. Polyakova G.F. Report on the work of the Bulgarians in 1992 (Excavation CXV) // the Bulga: BSHAR. Doc. Fund № 105, KP 672-4, 1993. – 152 p.
34. Smirnov A.P. New data on the historical and social topography of Great Bulgaria // Cities of the Volga region in the middle ages. – M.: Nauka, 1974. – P. 4-13.
35. Fedorov-Davydov G.A. Golden city of the Volga. – M.: MSU Publishing house, 1994. – 232 p.
36. Smirnov A.P. Preliminary report of the Bulgarian archeological expedition in 1946 // Bulgar: BSHAR. Doc. Fund № 26-2, 1947. – 151 p.
37. Khalitov N.Kh. Muslim cult architecture of the Volga-Kama from the XIX to the beginning of the XX centuries (genesis, development stages – the laws of tipo and morphogenesis): dis. doctor of architecture // Khalitov N.G. – M., 1992. – 281 p.
38. Khalitov N. Kh. Tatar mosque and its architecture: a historical and architectural research. – Kazan: Tatar. kn. izd-vo, 2012. – 224 p.
39. Khlebnikova T.A. Old Russian village in Bolgar // BRIHMC. – M., 1956, Vol. 62. – P. 141-146.
40. Khlebnikova T.A. Research centre of the city of Bolgar in 1964-70 years // Cities of the Volga region in the Middle ages. – M.: Nauka, 1974. – P. 18-24.
41. Khlebnikova T.A. The history of archaeological investigation of the Bolgar settlement. Stratigraphy. Topography // the City of Bolgar. Sketches of history and culture. – M.: Nauka, 1987. – P. 32-88.
42. Khovanskaya O.S. The defence system of the city of Bolgar // Materials and researches on archeology of the USSR. Proceedings of the Kuibyshev archaeological expedition, 1958, № 61. – P. 316-329.
43. Sharifullin R.F. Baths Bolgar and their study // the City of Bolgar: Monumental construction, architecture, landscape. – M.: Nauka, 2001. – P. 217-260.
44. Shchenkov A.S. Manual on the historical and architectural exploratory historical settlements. – M.: NIITAG, 2009. – 80 p.
45. Shchenkov A.S. Reconstruction of historical cities // Tutorial in 2 parts: the Basics of reconstruction of historical cities. Historical experience of the development of the architectural ensemble. – M.: Monuments of historical thought, 2013. – 420 p.
46. Chernov I.Yu., Starovoitov A.V., Luneva O.V. Creation of historical and cultural geoinformation system of the Bolgar settlement // ArcReview, № 3 (62), 2012. URL: <http://www.dataplus.ru> (reference date: April 2013).

УДК 72.021.2

Суханова Е.А. – аспирант
E-mail: kitt-ka@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Колонны Соборной мечети Болгарского городища. Опыт восстановления облика

Аннотация

Целью работы является графическое построение колонн Соборной мечети и воссоздание их облика с экспонированием воссозданной модели на памятнике. Так же в задачу исследования входит определение возможности и способ экспонирования, как сохранившихся подлинных фрагментов колонн, так и новодельных. Основным методом исследования является пропорционирование, базирующееся на аналогах и анализе остатков подлинных деталей колонн, а так же выводах и материалах предыдущих исследований.

Ключевые слова: подлинник, реставрация, консервация, анастилоз, реконструкция, восстановление, воссоздание, аналог.

Комплекс Соборной мечети с Большим минаретом находится в северо-западной части Болгарского историко-архитектурного музея-заповедника и является на данный момент одним из его акцентов. Именно с этого объекта и начались в 2010 году последние работы по консервации, реставрации и ревалоризации Болгарского городища, и восстановление колонн мечети стало одной из поставленных задач, вызвавших много вопросов. Следует отметить, что комплекс Соборной мечети с Большим минаретом – один из наиболее археологически исследованных памятников Болгарского городища, так как первые его исследования проводились в конце XIX века, после чего объект исследовался еще дважды – в 1915 году и в 1960-х годах. То есть, работы 2010-2013 годов на этом памятнике, согласно имеющимся данным, уже четвертые. Но уникальность и сложность последних исследовательских работ на объекте заключается в том, что подробный отчет об исследованиях 1892 года опубликован не был, а так же, отсутствует детальный перечень находок раскопок 1915 года. Подробно и широко в литературе освещены только исследования второй половины XX века, проводившиеся под руководством С.С. Айдарова. Одним из результатов этих исследований стал анастилоз собранной из отдельных подлинных элементов колонны, а так же показаны обе сетки колонн, выявленные во время предыдущих исследований. Этую «собранную» колонну можно назвать скорее гипотезой, так как к моменту начала консервационных работ на руинах Болгарского городища 1960-х годов архитектурные детали уже долгое время свозились со всей его территории в Черную палату, и элементы колонны были найдены именно там.

В ходе консервационных работ на руинах Соборной мечети, начавшихся летом 2010 года, было решено воссоздать колонну в белом камне. Решение полностью восстановить облик колонны было обусловлено несколькими причинами. Первая заключается в том, что подлинные фрагменты дошли до нас в очень плохой сохранности. Кроме того, зрительно был заметен тот факт, что не хватает еще одного блока в высоту, а верх восьмигранника тела колонны нестыковался с капителью, так как был на несколько сантиметров шире. Все это в целом не давало стороннему наблюдателю понимания первоначального облика колонны.

Материалом конечного «макета в натуральную величину» должен был стать белый известковый камень. Выбор материала был обусловлен тем, что на данный момент серьезной сложностью является не только поиск идентичного подлинному туфового камня, но и резка по нему. Туфовый материал очень хрупкий и пористый, поэтому резьба по нему очень сложна. К тому же, туризм нашей полосы очень часто приобретает «вандальный» характер, что так же делало существенным недостатком его хрупкость. Туристическая активность сейчас вообще оказывает не лучшее влияние на руинированные объекты Болгарского городища. Подлинные детали колонны сильно потерты от прикосновения множества рук. На колонну залезают, откалывают в качестве сувенира небольшие кусочки, засовывают монетки в трещины.

Имитация подлинника в реставрации считается «моветоном», что в конечном итоге стало решающим доводом в пользу белого известкового камня, который обеспечит стороннему наблюдателю понимание «новодельности» архитектурных деталей. Но при этом белый камень является и близким памятнику, поэтому будет гармонировать как с подлинником, так и белокаменной консервационной кладкой.

Для воссоздания колонны в течение полугода собирался материал, и снимались шаблоны с сохранившихся подлинных фрагментов и блоков, велось геометрическое построение модели. Основная сложность процесса заключалась в том, что именно капитель, как самая важная деталь, которая в конечном итоге должна была оказаться наибольшее влияние на пропорции всей колонны, дошла до нас в наихудшей сохранности. У капители были сбиты три из четырех «листочеков», которые осуществляли переход от восьмигранника нижней части капители к верхнему квадрату. Из-за этого сложно было себе представить конечные габариты фигуры. Облегчалось же построение тем, что эскиз общего вида колонны был сделан еще во 2-ой половине XX века С.С. Айдаровым, а так же наличием аналогов, дающих понятие о возможных пропорциях. Благодаря этим аналогам и эскизу стало понятно, что первоначальное впечатление о том, что, возможно, необходим еще один блок в теле колонны такой же высоты, как и два подлинных, может оказаться верным. Опираясь на сохранившиеся подлинные остатки резных фрагментов Соборной мечети, в качестве аналогов были приняты архитектурные детали таких памятников как Каирская мечеть Амра в Фустате VII века, мечеть Хана Узбека в Старом Крыме XIV века, Бахчисарайский дворец XVI века и прочие. В приоритете были памятники Крыма, так как их архитектурные элементы имели наибольшее стилистическое сходство с памятниками Болгарского городища.

Пропорции колонн разных объектов сильно разнились: отношение ширины капители к высоте колонны колебались от 1/2,5 до 1/5. Поэтому решение о высоте колонны было решено отложить до окончания геометрического анализа капители.

Наиболее близкой как к эскизу С.С. Айдарова, так и к подлинному фрагменту капители была колонна мечети Хана Узбека в Старом Крыме, к тому же строительство этой мечети относилось приблизительно к тому же периоду, что и Соборная мечеть в Болгарах. Вероятно, что именно колонна мечети Хана Узбека стала опорным материалом для эскиза колонны 1960-х годов. Отличия же колонны Соборной мечети и колонны мечети Хана Узбека заключаются, во-первых, в материале – если в Болгарской мечети она туфовая, то в Крымской – белокаменная; во-вторых, у колонн совершенно разные базы.

После снятия шаблонов, на каждый подлинный блок в отдельности геометрически достраивались недостающие фрагменты. Наиболее сложные элементы – листочки – сначала выплелись из пластилина, и только потом начиналась резка по белому камню. Нужно отметить, что для шаблона все фрагменты каждой детали нужно было привести к универсальному виду. То есть все повторяющиеся элементы должны были быть одинаковыми. Это было обусловлено тем, что белокаменные заготовки для всех деталей выполнялись механическим способом на специальном оборудовании, и только самые сложные и мелкие элементы предполагались к выполнению вручную. Дороговизна ручной резки по камню и прочность материала не позволяли выполнить вручную всю работу. Подлинные же детали полностью были ручной обработки, то есть каждый повторяющийся элемент декора был по-своему уникalen. Это создало серьезные сложности в создании шаблонов для производства.

Детали колонны вырезались из наиболее твердой породы бутового камня, добываемого в районе города Коврова. Изготавливались они так же в Коврове, потому как именно там расположено одно из наиболее оснащенных цехов по резке белого камня ближайших по расположению к Казани. В результате обработки фрезой, основные края, поверхности и углы получились «слишком идеальными», напоминающими 3D-модель. Но от придания камню фактуры пришлось отказаться. Механические сколы и обработка пескоструйным аппаратом могли сильно повредить мелкие элементы.

По окончании работ по восстановлению утраченных элементов, колонна и, прежде всего, капитель, поразила своими размерами. Подлинная казалась меньше. Хотя и в чертеже, и в натуре колонна выглядела убедительно. Теперь облик колонны был гармоничен, но

превышал размеры многих аналогичных колонн Крымских памятников – они составляли в среднем 7/10-4/5 от размеров восстановленной капители и, соответственно, колонны, так как общие пропорции были сохранены. Можно предположить, что такая разница обусловлена тем, что Соборная мечеть так же больше многих мечетей со стилистически похожими колоннами приблизительно в тех же пропорциях. Высоту колонны, помимо недостающего блока тела колонны, добавила так же верхняя резная плита капители, воссозданная по эскизу 1960-х годов и аналогам, так как подлинник не сохранился. Таким образом, если габариты собранной из подлинных фрагментов колонны были около 170x500x2105 мм³, то общие размеры воссозданной модели составляют 605x605x3455 мм³ (рис. 1), то есть процент утраты подлинника колеблется около 30-40 %.

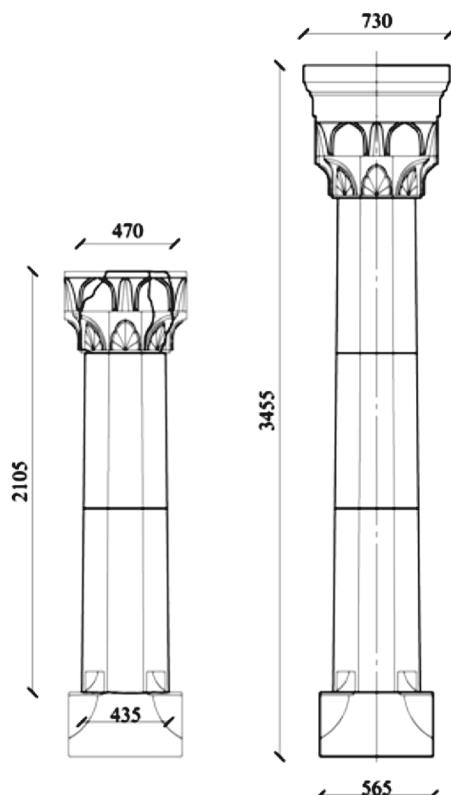


Рис. 1. Обмер колонны Соборной мечети и ее восстановленный облик

Стоит отметить, что на колоннах мечети Хана Узбека, условно принятой за основной аналог, под капителью расположены плоские узоры, представляющие собой фигурную прорезь глубиной не более 10 мм. У Соборной мечети не сохранился именно этот блок тела колонны. Но так как на остальных аналогах подобное украшение отсутствовало, и подтверждения его наличия не было найдено, блок изготовили простым.

В процессе изготовления воссоздаваемой колонны был поднят вопрос о безопасности ее экспонирования на объекте. Дело в том, что удельный вес белого известкового (или бутового) камня составляет 1600-1800 кг/м³. Это означает, что масса одной только капители в итоге составит, по меньшей мере, 200 кг, а при высоте в 3,455 м это может стать фатальным для неосторожного туриста.

Изначально детали колонны предполагалось скрепить между собой только белым реставрационно-строительным раствором, имеющим с бутовым камнем сходную гигроскопичность и коэффициент температурного расширения. Но, как правило, колонна – это несущий элемент конструкции, который приобретает устойчивость, принимая нагрузку. В данном случае, она ничего не несет, и опрокинуть ее будет не очень сложно. Поэтому М.Х. Шаймардановым был разработан проект «конструктивного стержня» для придания устойчивости колонны (рис. 2).

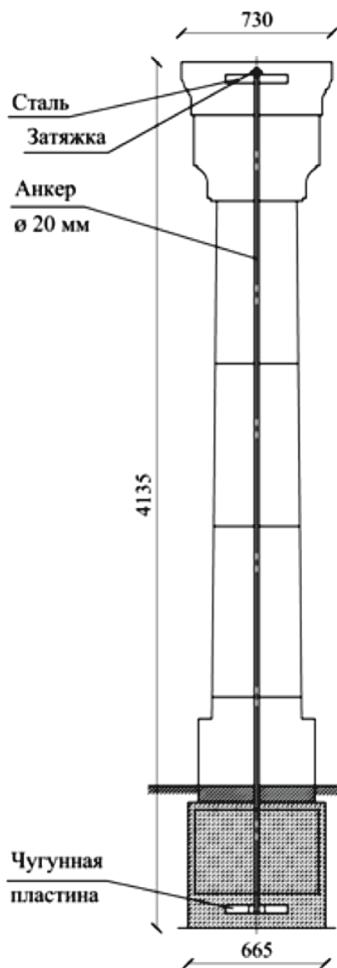


Рис. 2. Конструктивная схема для колонны, восстановленной в белом камне

Проект заключался в том, что колонну устанавливали на железобетонный фундамент размерами $600 \times 670 \times 670$ м³. Сквозь всю колонну должна была пройти металлическая труба круглого сечения диаметром 20 мм. Стальная пластина толщиной 10 мм в верхней плите колонны и чугунная плита в нижней части фундамента на металлических затяжках стягивали все элементы колонны между собой. При этом фундамент не позволял колонну опрокинуть.

Правильность решения «обезопасить» туристов оправдалась уже через месяц, когда на колонну в первый раз залезли.

В начале работ по консервации и реставрации руин Соборной мечети рассматривалась возможность докомпоновки подлинной колонны. Но после того как стала понятна ее высота в этом случае, от идеи отказались. Потому как в этом случае пришлось бы аналогичным образом делать каркас и фундамент под нее. Повреждение подлинных деталей, которые в силу хрупкости их материала могли вообще этого не выдержать и расколоться, единодушно посчитали недопустимым.

После установки колонны на Соборную мечеть, сомнения по поводу ее принадлежности этому объекту и сомасштабности усилились. При высоте колонны почти в 3,5 м получалось, что высота мечети в реконструкции должна быть где-то на 1,5 м выше известных графических моделей, так как с увеличением высоты колонн пропорционально увеличивается и высота системы арок, которую они несут. Высота арки, согласно аналогам, составляет 1/4-1/2 высоты колонны. При этом необходимо отметить, что высота воссозданной колонны Соборной мечети не могла быть уменьшена в модели больше, чем на 10 %, потому как восстановленная капитель имела размеры, позволяющие ее гармонично воспринимать на высоте не меньше, чем в 2,5 м.

Высота мечети в графических реконструкциях, получившаяся из-за высоты воссозданной колонны, сомнительна, но возможна. Таким образом, вопрос о принадлежности воссозданной колонны, а так же, прежде всего, капители, определившей ее высоту, остается открытым.

Тем не менее, после установки первого макета и его согласования были установлены еще три. И если первая реконструированная колонна стояла рядом с подлинной, чтобы зрителю легче было сопоставить их между собой, то последующие установили в северо-западном углу мечети, чтобы создать композицию с плавным повышением к Большому минарету. Подлинные детали туфового камня, служившие «разметкой» для сетки колонн были очищены от загрязнений и оставлены на местах, а бетонные отливки различных элементов 1960-х годов были удалены с объекта и заменены новодельными белокаменными базами, идентичными базе подлинной колонны. В северо-западной части мечети на некоторые из этих баз еще добавили по одному блоку тела колонны. Все это в комплексе призвано было создавать у наблюдателя общее представление о возможном «образе» интерьера Соборной мечети.

Следует обратить внимание, что работы по исследованию и воссозданию колонны последних лет проводились с учетом того, что уже существующая подлинная колонна принята за аксиому; гипотетически такой «состав» колонны принимался за данность. То есть все сохранившиеся элементы – база колонны, два восьмигранных блока тела колонны и капитель – являются частями колонны именно этого объекта, причем одного периода строительства. Потому что во многих публикациях можно найти информацию о найденных остатках двух различных сеток колонн – 6x6 и 4x5, а так же обнаруженном слое пепла, из чего давно сделан вывод о вероятной перестройке здания Соборной мечети после пожара, то есть предположительно строительных периодов было как минимум два.

После консервационных работ XX века, как уже упоминалось, были показаны обе выявленные сетки колонн. После долгих споров в 2011 году было решено отказаться от демонстрации обеих сеток и показать только одну и именно по ней расположить реконструированные колонны. Это было сделано в целях создания условий для восприятия объекта как единого комплекса. Подобный подход можно сопоставить с реставрацией на определенный период, когда необходимо отказаться от демонстрации каких-то элементов для создания целостности образа объекта.

В результате была выбрана сетка колонн 4x5. На это было две причины. Первая заключалась в том, что при такой высоте колонн подобное расположение и расстояние между ними были оптимальны, а вторая заключалась в том, что подлинная колонна по своему расположению уже стояла по сетке 4x5. К тому же приоритетным было не трогать и не двигать колонну лишний раз, опять-таки из-за хрупкости туфового камня. Детали колонны в 60-е годы XX века были посажены на тощий цементный раствор, а при передвижке пришлось бы демонтировать и переносить детали по одной с помощью крана. Была вероятность сильного повреждения этих деталей именно в местах их соединения раствором между собой.

Через год после начала последних реставрационных работ на мечети была обнаружена еще одна капитель. Она являлась одной из деталей, служивших в качестве ориентира для сетки колонн. В перевернутом виде деталь похожа на базу колонны, в качестве которой и стояла. Эта капитель за долгие годы экспонирования оказалась наполовину заглублена в грунт и была извлечена после начала работ по устройству белокаменных полов по песчаному основанию в рамках проекта по приспособлению. О том, что это именно капитель, выводы были сделаны почти сразу, так как в распоряжении уже имелись материалы по Бахчисарайскому дворцу в Крыму с почти идентичной капителью. В отличие от первой капители, эта находилась в большей сохранности и имела размеры 580x580x315 мм³, то есть по объему составляла около 4/5 от уже реконструированной, как и большинство Крымских аналогов (рис. 3). Остальные сохранившиеся подлинные детали колонн, найденные на территории Болгарского городища, к ней совершенно не подходили по габаритам, поэтому ее графическая реконструкция была сделана только в обобщенном виде по аналогам. Это же является одной из причин, почему возможность ее макетирования в натуральную величину даже не рассматривалась.

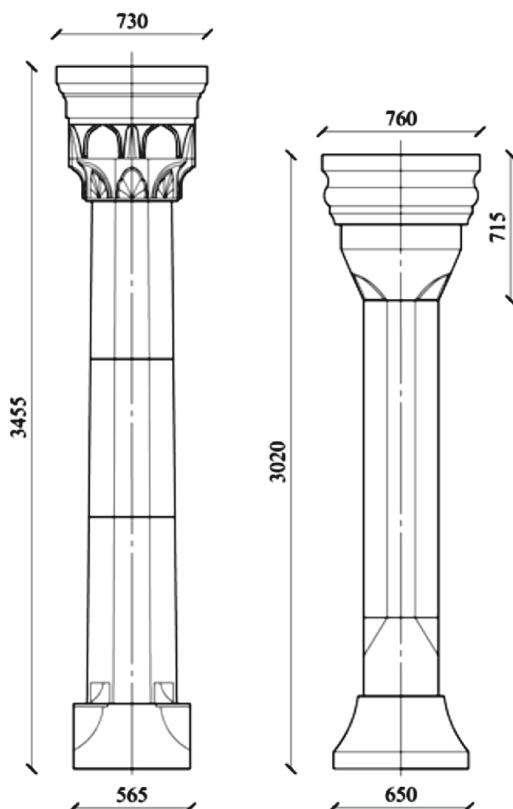


Рис. 3. Восстановленный облик 1-ой и 2-ой колонны

Графическая же реконструкция второй капители выглядела более убедительно при сопоставлении с размерами четырехугольника мечети и подходила под ориентировочную высоту графических реконструкций мечети. Конечные габариты второй колонны составляли $760 \times 760 \times 2680$ мм³, и при такой высоте она больше подходила именно под сетку 6х6 колонн.

По итогу восстановления деталей Соборной мечети (таблица), нужно сказать, что какими бы не казались детали по результатам визуального обследования и исследования аналогов, после геометрического анализа и построения результаты могут оказаться неожиданными. И любое экспонирование, как подлинных, так и воссозданных элементов в каждом конкретном случае вызывает уникальные сложности, в том числе необходимость и правомерность воспроизведения этих элементов.

Таблица

		Обмер колонны 1	Графическая реконструкция колонны 1	Обмер колонны 2	Графическая реконструкция колонны 2
Капитель	длина	470	605	580	760
	ширина	500	605	580	760
	высота	410	665	375	715
Общая высота колонны		2105	3455	-	3020

Примечание. Все размеры даны в миллиметрах

Так же можно выделить некоторые этапы, которые имеют место в любом подобном исследовании. Первый этап – общий, заключается в формировании исторической справки и визуальном обследовании объекта. Именно на этом этапе и решено было восстановить облик колонны Соборной мечети. На втором этапе детально исследуются остатки подлинных элементов, производятся обмеры и снимаются шаблоны. Далее, на третьем этапе, подбираются и анализируются аналоги. Подбор аналогов осуществляется не только на основе внешнего сходства деталей и типологии объектов, учитываются так же

исторические периоды, к которым принадлежат детали. В четвертый этап можно включить три ступени, такие как подведение итога исторических, натурных и научных исследований, разработка проекта, его согласование и передача материалов в производство. Пятый этап – этап производственных работ, на котором возникает наибольшее количество вопросов и часто дорабатывается проект. Этот этап так же имеет множество ступеней, но они сугубо индивидуальны для каждого отдельно взятого случая.

Не стоит забывать, что в течение всей работы на памятнике исследования ведутся непрерывно. В данном случае, благодаря этому была выявлена еще одна капитель, спровоцировавшая новый виток научных изысканий.

Подводя итоги можно сделать некоторые умозаключения по результатам визуального и геометрического анализа подлинников и аналогов, базирующиеся на уже сделанных выводах А.П. Смирнова и С.С. Айдарова. Первая рассмотренная колонна, возможно, действительно относилась к Соборной мечети, точнее, к ее первому строительному периоду, и стояла по сетке 4x5. Тогда как вторая располагалась по сетке 6x6 и относилась ко второму строительному периоду, «когда в ходе перестройки здания было увеличено число колонн и изменена система их расположения» [1, с. 150]. Но если смотреть шире, обе колонны могли так же относиться и ко второму четырехугольнику, имеющему сходные размеры – Ханскому Дворцу. Второе предположение, совсем гипотетическое, касается того, что если большинство сходных деталей капители 1 являются деталями мечетей, то по аналогии капитель 2 можно отнести к Ханскому Дворцу.

Несомненно, можно подтвердить или подвергнуть сомнению принадлежность тех или иных туфовых деталей одному из объектов, так как места их обнаружения доподлинно установить нет возможности. Обрывочность материалов первых двух исследовательских экспедиций, а так же тот факт, что селяне активно использовали камни и блоки с руин в качестве строительного материала, делает современные исследования объектов Болгарского городища скорее гипотетическими.

Список библиографических ссылок

1. Федоров-Давыдов Г.А. Город Болгар. Очерки истории и культуры. – М.: Наука, 1987. – 234 с.
2. Айдаров С.С. Научные предпосылки реставрации архитектурных памятников татарии (Великие Болгары). – Казань, 1968. – 22 с.
3. Архитектурные памятники средней Азии. – Л.: Аврора, 1969. – 88 с.
4. Асанов А. Памятники архитектуры средневекового Хорезма. – Ташкент: Издательство «ФАН» Узбекской ССР, 1971. – 96 с.
5. Баллод В.Ф. Старый и Новый Сарай, столицы Золотой Орды. – Казань: Типография имени Н. Александрова, 1923. – 70 с.
6. Бретаницкий Л.С. Зодчество Азербайджана XII-XV вв. и его место в архитектуре Переднего Востока. – М.: «Наука», Главная редакция восточной литературы, 1966. – 170 с.
7. Гусейнов М. А., Дадашев С.А. Памятники архитектуры Азербайджана: Сборник материалов. – Баку: Азернешр, 1950. – 572 с.
8. Методические основы охраны и использования памятников археологии. Сборник научных трудов. – М.: Министерство культуры СССР, 1987. – 161 с.
9. Общественно-научный и экскурсионный журнал «Крым», 1927 № 2 (4). – 170 с.
10. Памятники архитектуры Туркменистана - Л.: Стройиздат, 1974. – 344 с.
11. Сайфуллин Г.В. Мечеть и ее архитектура. Краткий историко-архитектурный очерк. – Казань: «Имам», 1994. – 125 с.
12. Спицын А. Археологические разведки. – СПб.: Типография Главного Управления Уделов, 1908. – 98 с.
13. Султанов Н.В. Памятники зодчества Средних веков и магометанского востока. Атлас. – СПб.: Строитель, 1908. – 120 с.
14. Усейнов М.А. Памятники Азербайджанского зодчества. – М.: Государственное издательство архитектуры и градостроительства, 1951. – 162 с.
15. Федоров-Давыдов Г.А. Монументальное строительство, архитектура, благоустройство. – М.: Наука, 2001. – 365 с.

Sukhanova E.A. – post-graduate student

E-mail: kitt-ka@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Columns of Cathedral mosque in Bulgar's settlement. Experience of the image recovery

Resume

Recovery of Cathedral mosque's columns like the main task of embodying includes the next steps: detailed survey and measurement of the remaining authentic elements of columns, selection of analogs, typological and historical analysis of the analogs and the originals and identifying the main proportional ratio between the parts of the column, based on all this findings.

During the work the hypothesis that the parts of the authentic column belong to this monument was refined. Cathedral mosque had been explored three times in the past and similar information about findings of the first and the second researching was not published. Therefore, seat of the findings of this column's elements is not established. That's why the hypothesis is based on the analogs in general and it can't be corroborated or refuted at all.

As a result of the scientific research project of the recreation the column's image had been made. There had been made the project of recreation the column's image as a result of the scientific research. It was decided to install the four white stone's models of the column in the mosque. The first column was installed next to the original and the others were dislocated in the north-west corner of the mosque. Hereby was made a composition of smooth increase of the ruins level to the Great Minaret.

Keywords: authentic detail, restoration, conservation, anastylosis, reconstruction, rehabilitation, reconstruction, analog.

Reference list

1. Fedorov-Davydov G.A. Bolgar. Sketches of history and culture. – M.: Nauka, 1987. – 234 p.
2. Aydarov S.S. Scientific background restoration of architectural monuments Tatars (Great Bulgarians). – Kazan, 1968. – 22 p.
3. Architectural monuments of Central Asia. – L.: Aurora, 1969. – 88 p.
4. Asanov A. Monuments medieval Khorezm. – Tashkent: Publishing «FAN» of the Uzbek Soviet Socialist Republic, 1971. – 96 p.
5. Ballod V.F. Old and New Barn, the capital of the Golden Horde. – Kazan: Printing the N. Alexandrov, 1923. – 70 p.
6. Bretanitsky I.S. Architecture of Azerbaijan in XII-XV centuries and its place in the architecture of the Near East. – M.: «Science», chief editor of Oriental Literature, 1966. – 170 p.
7. Huseynov M.A., Dadashev S.A. Architectural monuments of Azerbaijan: Collection of materials. – Baku: Azerneshr, 1950. – 572 p.
8. Methodological framework for the protection and use of archaeological monuments. Collection of scientific papers. – M.: the Ministry of Culture of the USSR, 1987. – 161 p.
9. Socio-scientific and guided journal «Crimea», 1927, № 2 (4). – 170 p.
10. Architectural monuments of Turkmenistan. – L.: Stroyizdat, 1974. – 344 p.
11. Saifullin G.V. The mosque and its architecture. A brief of the historical and architectural sketch. – Kazan: «Imam», 1994. – 125 p.
12. Spitsin A. The archaeological exploration. – St. Petersburg.: Typography paid to the Office of the Chief, 1908. – 98 p.
13. Sultanov N.V. Monuments of architecture of the Middle Ages and the Mohammedan East. Atlas. – SPb.: Builder, 1908. – 120 p.
14. Useynov M.A. Architectural monuments of Azerbaijan. – M.: State Publishing House of Architecture and Urban Planning, 1951. – 162 p.
15. Fedorov-Davydov G.A. The monumental building, architecture, landscaping. – M.: Nauka, 2001. – 365 p.

УДК 7.01

Шкинева Н.Б. – доцент

E-mail: Tasya.1964@mail.ru

Московский архитектурный институт (государственная академия)

Адрес организации: 107031, Россия, Москва, ул. Рождественка, д. 11

Графическая система русской иконописи как универсальная система изображения информации об архитектурном объекте

Аннотация

В статье рассматриваются приемы изображений архитектурных объектов в произведениях русской живописи и графики до 17 века и анализируются общие черты и закономерности изображений архитектурного объекта в разные временные периоды и в различных техниках исполнения.

Геометрические построения «задников» росписей, икон и миниатюр рассматриваются на основе гипотезы Б.В. Раушбаха о симметричности обратной и прямой перспективы. Выявленные закономерности расположения точек схода параллельных прямых архитектурных объектов, формирующих антураж изображения, анализируются путем сравнения с графическими композициями более поздних периодов, выполненных в правилах классической перспективы.

Сравниваются особенности изображения наиболее выдающихся, «знаковых», построек, и так называемых «фоновых» или типовых объектов. Правила «чтения» изображения, заимствованные из восточных традиций, позволяют анализировать изображения обратной перспективы в сравнении с современными средствами изображения, в том числе техническими, позволяющими рассмотреть особенности изменения пропорций объекта не только с разных видовых точек, но и в движении.

Ключевые слова: обратная перспектива, классическая перспектива, геометрические построения, изображение пропорций.

Введение

Проблема корректности изображения проектной информации одна из наиболее актуальных задач современной проектной практики. От точности изображения зависит в конечном итоге правильность принятия архитектурного решения. В последние десятилетия появилось огромное количество новых так называемых технических изобразительных средств, каждое из которых претендовало на универсальность изображения всех типов проектных задач. Из всего этого огромного арсенала современных технических средств наибольшей популярностью на сегодняшний день пользуется компьютерная графика, вытеснившая в последние годы практически все традиционно использовавшиеся в проектной практике изобразительные средства. При неоспоримых достоинствах этого изобразительного средства оно обладает рядом очень существенных недостатков, важнейшим из которых являются искажения, свойственные классической перспективе. Вопросы искажений перспективных изображений и способы их коррекции рассматривались автором ранее. Основной задачей данной статьи является выявление особенностей изображений архитектуры в русской графической традиции.

В трудах ряда исследователей русской иконописи подробно рассматриваются философские, колористические, композиционные и технологические аспекты получения изображений живописи и графики. При этом изображениям архитектурных объектов на задниках росписей, некоторых икон и графических миниатюр, иллюстрирующих летописи, практически не уделялось внимания. Принято считать, что русская архитектура до 17 века не знала понятий чертеж и перспектива. В то же время существование архитектурных школ само по себе предполагало наличие системы передачи информации об архитектурных объектах и технологиях их возведения. Материал данной статьи предполагает подтвердить предположение автора об универсальности графической системы обратной перспективы как способа изображения информации об архитектурном объекте.

В 17 веке, вместе с нововведениями Петра I в графическую культуру России пришла перспектива, быстро вытеснившая традиционно существовавшую систему изображений. Эта система, названная с легкой руки академика Раушенбаха «обратной перспективой русской иконописи» [1-5], объединяла ряд правил получения и чтения изображений и использовалась не только в России, но и во всем мире. В западных странах изображения рассматриваемого типа заменились традиционными в современном понимании в 16 веке, а в восточных странах Японии, Китае просуществовали до конца 20 века.

Раушенбах утверждает, что вынесение точки схода параллельных прямых, во внешнюю, по отношению к изображению сторону, было преднамеренным. Этот прием способствовал созданию у зрителя отвлеченности изображения [3]. Другими словами, таким образом проводилось физическое, или в нашем случае, графическое, разграничение мирского и божественного. Таким образом, графически утверждалась философская мысль о существовании иного, божественного, равно как и противоположного ему мира, существующего параллельно с миром мирским.

С математической точки зрения изображения обратной перспективы симметричны положениям перспективы классической. То есть, если поставить себя на место изображенного в обратной перспективе персонажа, то перспектива становится обычной, где точка схода расположена внутри картины. Этот эффект должен был проиллюстрировать мысль, что внешние силы наблюдают за земными делами людей [1]. С точки зрения графического анализа наиболее интересно именно положение о полной симметричности классической и обратной перспективы [3].

Сознательно создать эффект обратной перспективы мог только человек хорошо знакомый с закономерностями изображения объекта в принципах классической перспективы. Следовательно, такая система изображений была, а отказ от нее был совершенно осознанным, обеспеченным необходимостью решения специфических графических задач, которые классическая перспектива решить не могла.

Справедливость такого вывода подтверждают произведения, созданные в более поздние периоды. В этом ряду особый интерес представляют изображения Зосимы и Савватия Соловецких, датируемые началом 17 века. На сегодняшний день известно более 500 изображений этих Святых, особо почитаемых на севере России. Иконописная техника северных регионов России заметно отличается от других школ специфическим составом красок и материалами окладов. В числе многих отличий особенное место занимает рельефная техника, широко распространенная в этом регионе.

Наиболее ярким примером изображений такого типа являются икона Преподобные Зосима и Савватий Соловецкие (собрание патриаршей ризницы московского кремля, рис. 1) и оклад иконы «Спас-Вседержитель с препадающими Зосимой и Савватием» (рис. 2).



Рис. 1. Зосима и Савватий Соловецкие



Рис. 2. Спас-Вседержитель
с препадающими Зосимой и Савватием

Обе иконы производят сильнейшее впечатление за счет оптических спецэффектов, связанных с преломлением неровного освещения живого пламени свечи на рельефной поверхности. В данном случае совокупность эффектов создает не только ощущение пространства, но и изменения этого пространства и событий в нем происходящих во времени и движении. Сооружения Соловецкого монастыря, изображенные на заднем плане иконы при этом воспринимаются не только пространственными и объемными, но и изменяются в зависимости от ракурса наблюдения иконы и направления освещения.

Трудно представить, что такой тонкий расчет изменений плоскостного по своей сути изображения от внешних условий при восприятии мог выполнить мастер, пусть даже абсолютно гениальный, но совершенно не знакомый с принципами построения так называемой классической перспективы, как одной из разновидностей оптической иллюзии.

В качестве другого примера проанализируем геометрические построения композиции иконы А. Рублева «Благовещение» (рис. 3 а, б).



Рис. 3. а) А. Рублев «Благовещение»; б) Схема расположения точек схода параллельных прямых

Точки схода параллельных прямых объектов, изображенных на заднем плане иконы, располагаются, как продемонстрировано на схеме, на общей вертикали, которая проходит через середину главного персонажа изображения. Другая группа точек формирует вертикаль, делящую картину на части в отношении золотого сечения. Параллельные прямые подлокотника трона Девы Марии и вынесенная во внешнюю часть картины точка схода постамента трона смешены в сторону второго изображенного персонажа и создают динамику общей композиции. Характер распределения точек схода аналогичен анализу расположения точек схода, проведенному Н.А. Рыниным на примере картины Веронезе «Брак в Канне Галилейской» [6] (рис. 4).

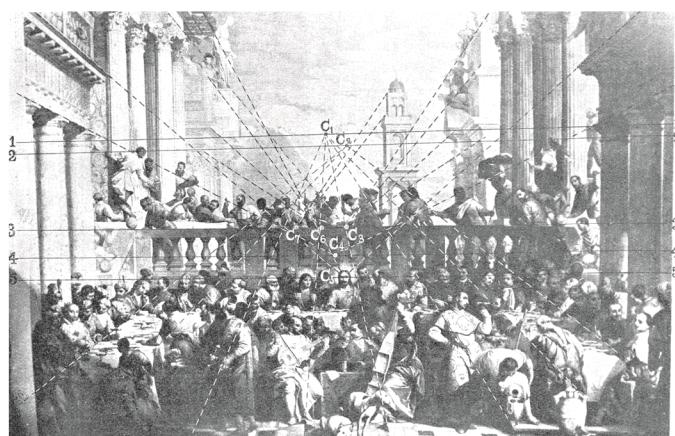


Рис. 4. Анализ расположения точек схода параллельных прямых
на картине Веронезе «Брак в Канне Галилейской»

В контексте данной статьи особый интерес представляют изображения архитектуры на заднем плане иконы. Обращает внимание, что большинство объектов антуража изображено с двумя фасадами, и только купольное здание имеет три фасада. Речь не идет об изображении купольного сооружения, имеющего восьмигранный барабан в основании купола, так как купольная часть изображена на сооружении, имеющем также два фасада, как и все остальные объекты антуража. Примечательно само изображение купола, частично разбитого на некую структуру, напоминающую внутренние кессоны. Странно предполагать, что в антураже иконы Рублев решил изобразить развалины христианского храма, тем более, что аналогичные изображения встречаются и в произведениях других авторов.

Изображения архитектурных объектов чаще встречаются на задниках фресок и в миниатюрах лицевого летописного свода. При этом не зависимо от авторства, размеров и назначения произведения изображения архитектурных объектов, на заднем плане выполнено явно по определенным правилам и содержит общие признаки, позволяющие говорить о единой системе, объединяющей правила создания изображений и соответствующего прочтения информации, таким образом передаваемой.

Росписи Золотой палаты Московского Кремля, восстановленные в 1979 г. коллективом под руководством Н. Померанцева, объединены единой религиозно-мифологической тематикой. Центральную часть восточной стены занимает фреска, изображающая путешествие княгини Ольги в Константинополь (рис. 5).

Изображенный на заднем плане вид крепостной стены столицы Византийской империи очень схож с фотоизображением сохранившегося фрагмента (рис. 6) и с миниатурой 15 века (рис. 7). Обращает внимание, что при внешней абстрактности изображения, оно фиксирует главные отличительные черты этого объекта: квадратные башни основного ряда, формирующие определенный ритм, чередующиеся с круглыми ступенчатыми башнями, фиксирующими углы.

Расположение изображения крепостной стены в верхней части изображения и в масштабе не сопоставимом с изображением кареты княгини на первом плане по мнению ряда исследователей обозначало расположение объекта на большом удалении от кареты, что абсолютно соответствует правилам классической перспективы, а изображение княгини на первом плане непосредственно над аркой свода дополнительно усиливало передачу движения и являлось обозначением дальности и трудности такого путешествия. При этом ракурсы изображения объектов на фреске и миниатуре также заданы не случайно. В первом случае, на росписи, (рис. 5) все ракурсы одинаковы и соответствуют раскрытию ракурсов, которые могла бы видеть княгиня, подъезжая к Константинополю. Таким образом, ракурс в русской фреске является дополнительной характеристикой движения. В миниатуре (рис. 7) все ракурсы разные. Данное изображение выполнялось вне привязки к конкретному зрителю и имело задачей только зафиксировать определенные характеристики объекта.



Рис. 5. Фрагмент росписи восточной стены Золотой палаты Московского Кремля
«Путешествие Княгини Ольги в Константинополь»



Рис. 6. Сохранившийся фрагмент крепостной стены Константинополя



Рис. 7. Константинополь.
Миниатюра Лицевого летописного свода
Ивана Грозного

Значительное место на северной стене занимает изображение царицы Динар, идентифицируемой рядом историков с грузинской царицей Тамарой. Оставляя историкам и искусствоведам особенности изображения царицы-победительницы, обратимся к задней части росписи, изображающей столицу мифологической царицы Эрзрум (Кутаиси) (рис. 8).



Рис. 8. Фрагмент «Царица Динара»

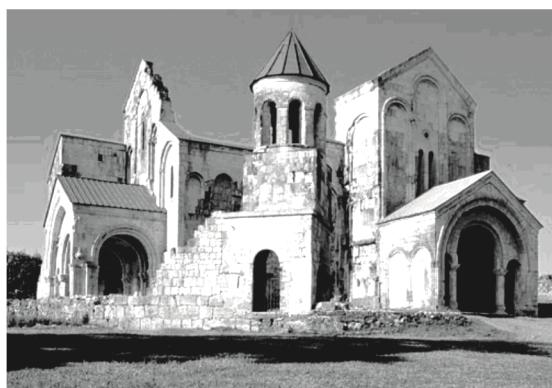


Рис. 9. Кутаиси. Монастыри периода царицы Тамары

Также как и в предыдущем случае без излишней детализации изображается общее отличительное качество объектов, узнаваемое при сравнении с фотографиями сохранившихся памятников архитектуры описываемого периода (рис. 9): остроконечные крыши, характерные пропорции отношения почти конического купола к барабану и пропорциям тела собора.

Другие части росписи представляют также узнаваемые памятники русской архитектуры (рис. 10). При этом на всех изображениях прослеживается единый принцип: объекты, имеющие «знаковую» значимость, выступающие в качестве «визитных карточек» определенного места, изображаются не только узнаваемо, но и в определенных ракурсах. Узнаваемость пропорций объекта достигается не за счет пересчета декоративных деталей, а только за счет общего соотношения глобальных пропорций сооружения с четкой и точной фиксацией различий именно этих общих пропорций у разных объектов.



Рис. 10. Росписи Золотой палаты Московского Кремля

Сийское Евангелие, которое было переписано в Москве в 1339 году при Иване Калите дьяками Мелентием и Прокопием для Лявленского Успенского монастыря (35 км от Архангельска), позже присоединенного к Сийскому монастырю, представляет собой около 300 листов тонкого пергамента размером 44,5x32 см, содержащих около 2000 миниатюр в тексте и три миниатюры выполненный во весь лист. Наиболее известными являются полнолистные миниатюры «Отослание апостолов на проповедь» (библиотека РАН, Москва), «Поклонение Волхвов» (Русский музей Санкт-Петербург) и графическая заставка, явившаяся, видимо, одной из титульных страниц книги (рис. 11). Изображение, выполненное киноварью, с заполнениями зеленою и синею тушью, представляет собой геометрическо-растительный орнамент. Геометрия рисунка выполнена с точностью чертежа. Полукруглые завершения орнамента имеют графическую точность циркульной кривой. Не утверждая, что основа этого рисунка была получена при помощи чертежного инструмента, все же напрашивается сравнение с чертежом крестово-купольного храма.

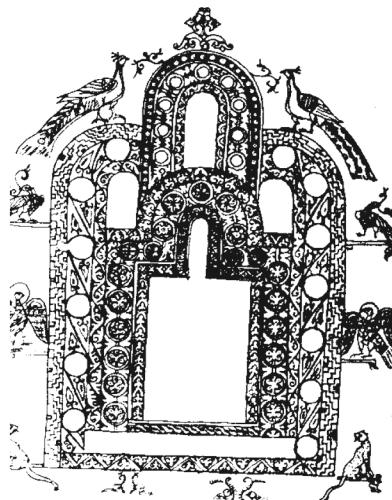


Рис. 11. Фронтиспис. Сийское Евангелие 14 век

При этом внутренняя часть орнамента более схожа с разрезами крестовокупольных сооружений, а наружная с планами. Размеры обрамлений внешней и внутренней частей изображения, по отношению к размерам всего орнамента в целом соответствуют соотношениям толщин несущих конструкций к пролетам соборов крестово-купольной системы. Можно приводить бесконечное количество планов и разрезов сооружений, принципиально соответствующих этой схеме, но не совпадающих, прежде всего, в позициях обозначенных, вынесенных во вне, грифонами и птицами.

Аналогичные закономерности прослеживаются при анализе изображений архитектуры на миниатюрах лицевого летописного свода, Новгородского летописного свода и др. (рис. 12).

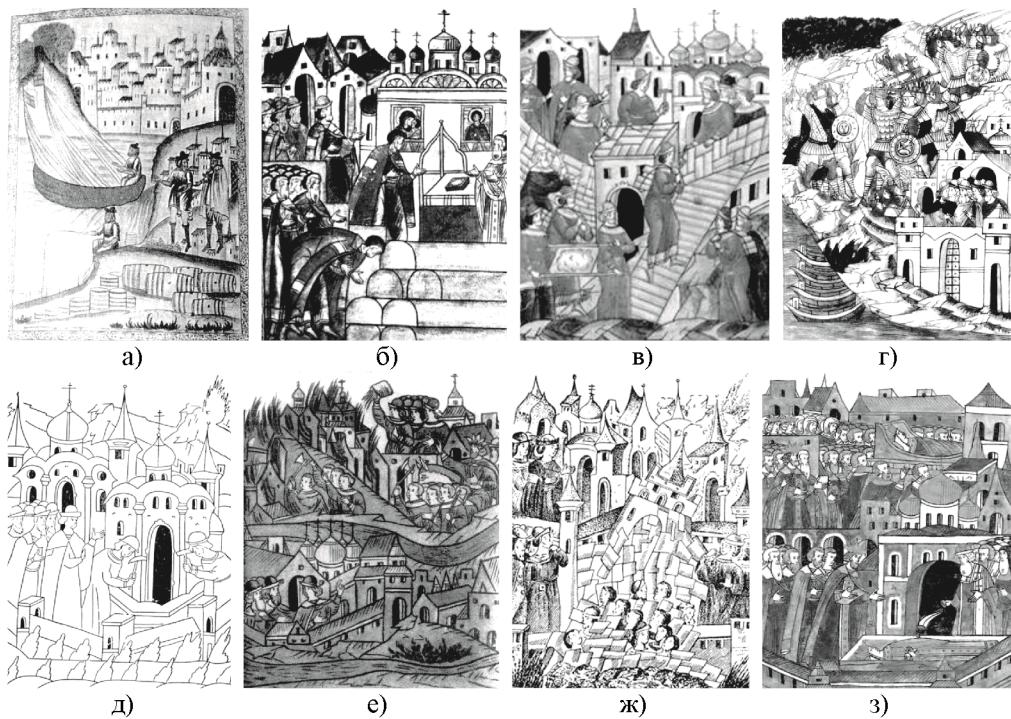


Рис. 12. а) Миниатюра «Подписание договора с Ганзейским союзом». Новгородский Летописный свод;
б) Миниатюра Лицевого Летописного свода Ивана Грозного «Закладка собора в Московском Кремле»; в)
Строительство первого каменного кремля в Москве. Миниатюра Летописного Свода;
г) Миниатюра Летописного свода «Изгнание хана Мамая из Москвы»;
д) Строительство Собора в Богоявленске; е) Тушение пожара в Москве;
ж) Крушение Золотых ворот во Владимире; з) Похороны Княжны Анастасии Захарьиной-Юрьевой

Рядовые или типовые объекты, так называемые объекты фоновой застройки, изображаются в два фасада, а уникальные объекты изображаются всеми значимыми фасадами. При этом изображение этих фасадов может повторяться на одной миниатюре в разных местах рисунка с разной величиной объекта. Миниатюра, изображающая строительство собора в Боголюбове (рис. 12д) представляет дважды повторенный фасад собора, отличающийся при этом изображением отдельных деталей. Предположение академика Раушенбаха, утверждающего, что расположение изображения в верхней или нижней части рисунка имеет не только композиционное значение, но также является отражением временных изменений, в данном случае также не подходит. Более правдоподобным объяснением в данном случае может стать предположение, что на миниатюре изображены два фасада одного и того же собора, содержащие разную информацию об этом сооружении. Ни один из изображенных фасадов не повторяет изображаемый объект детально, а фиксирует только глобальные позиции, объединяющего его с другими объектами типологического ряда и отличающие от остальных, то есть выделяющие из этого типологического ряда.

Заключение

Таким образом, задники русских икон можно рассматривать как своеобразный учебник по архитектурной практике, чтение которого в наши дни увлекательно, но, к сожалению, крайне затруднено. По корректности изображения и содержательному объему информации, графические изображения обратной перспективы сопоставимы, а по ряду позиций превосходят все существующие на сегодняшний день изобразительные средства.

Если добавить к описанным выше качествам обратной перспективы правила «чтения» изображения, явно заимствованные из восточных традиций изображений, то мы получаем мощнейшее изобразительное средство, сопоставимое по своим информационным характеристикам только с современной киносъемкой.

Существовавшие правила «чтения» изображения, с одной стороны затрудняли процесс получения информации для человека с этими правилами не ознакомленного, то есть не «посвященного» в таинства профессии, а с другой стороны – четко регламентировали само создание изображения, позволяя рассмотреть объект не только с разных видовых точек, но и в движении. Изображения архитектурных объектов на задниках икон, фресках и мозаиках соборов, а также в миниатюрах летописей никогда не предназначались для демонстрации авторской идеи заказчику. Эту функцию в русской изобразительной практике выполняли макеты. Графические изображения предназначались для фиксации информации о построенном объекте и предполагались для использования людьми, посвященными в правила чтения этих изображений.

Список библиографических ссылок

1. Раушенбах Б.В. Пять лекций по истории древнерусской живописи. Октябрь–ноябрь, 1979. Веб-музей МФТИ, Интернет-портал «Легендарный физтех»-muzeum.fizteh.ru URL: <http://www.balancer.ru> (дата обращения: 18.10.13).
2. Раушенбах Б.В. Геометрия картины и зрительное восприятие. – М., Академия, 2002. – 320 с.
3. Раушенбах Б.В. Пространственные построения в древнерусской живописи. – М., Наука, 1975. – 185 с.
4. Раушенбах Б.В. Системы перспективы в изобразительном искусстве. Общая теория перспективы. – М., Наука, 1986. – 256 с.
5. Раушенбах Б.В. Пространственные построения в живописи. – М., Наука, 1980. – 288 с.
6. Рынин Н.А. Начертательная геометрия. Методы изображения. – Петроградъ, 7. Типография А.Э. Коллинсъ, 1916. – С. 110–112.
7. Повесть временных лет. Электронная книга. URL: <http://oxfordcroquet.comwiki> (дата обращения: 18.10.13).
8. Полное собрание русских летописей, Т.3, Новгородская летопись старшего и младшего изводов ISBN:5785901269, 2000.

Shkineva N.B. – associate professor

E-mail: Tasya.1964@mail.ru

Moscow architectural Institute (state Academy)

The organization address: 107031, Russia, Moscow, Rozhdestvenka st., 11

Graphic system of Russian icon painting as a universal system of image information about the architectural object

Resume

The article focuses on image acquisitions of architectural objects in Russian pictorial and graphic arts and analyzes common features and common factors of the images of architectural objects.

The analysis of geometric constructions of «backs» of murals, paintings and miniatures, on basis of Raushenbah's theory can identify a number of patterns of images of architectural objects that form the entourage.

On the basis of the analysis which is instantiated, the conclusion about the existence of a clear system of images, which fracture the rules of classical, «direct» perspective can be drawn. Violations of these rules were dictated by the necessity of solving specific graphics tasks that are aimed at the imaging of the most important distinguishing features of architectural monuments. These images were primarily used as instrument of graphic recording of information about the architectural objects.

If we add rules of «reading» images borrowed from the Eastern traditions images to qualities of reverse perspective that have been already described above, we will have a powerful visual tool, comparable on its informational characteristics only with modern filming.

Thus, the backs of Russian icons can be considered as a kind of a textbook on architectural practice, the reading of which nowadays is fascinating, but extremely difficult. Graphic images of reverse perspective are comparable if we speak about the correctness of the image and substantial amount of information, and even superior all visual tools which exist nowadays on a number of positions.

Keywords: reverse perspective, the classical perspective, geometrical constructions, image proportions.

Reference list

1. Rauschenbach B.V. Five lectures on the history of ancient painting. October-November, 1979, Web Museum MIPT, the Internet portal «the Legendary Fiztek»//muzeum.fiztek.ru. URL: <http://www.balancer.ru> (reference date: 18.10.13).
2. Rauschenbach B.V. Geometry paintings and visual perception. – M., 2002. – 320 p.
3. Rauschenbach B.V. The Spatial structures in the old Russian painting. – M., 1975. – 185 p.
4. Rauschenbach B.V. System perspective in art. General theory of perspective – M., 1986. – 256 p.
5. Rauschenbach B.V. The Spatial structures in painting Science – M., 1980.-288 p.
6. Rynin N.A. Descriptive geometry. Methods of image. – Petrograd, Typography A.E. Kolins, 1916. – P. 110-112.
7. The tale of bygone years. Ebook. URL: <http://oxfordcroquet.comwiki> (reference date: 18.10.13).
8. Complete collection of Russian Chronicles, V.3, The Novgorod Chronicles senior and Junior naged ISBN:5785901269, 2000.

УДК: 58 (571.53)

Мубаракшина Ф.Д. – кандидат архитектуры, доцент

E-mail: faina.arch@rambler.ru

Морозова Е.В. – студент

E-mail: winterwhiteev@mail.ru

Илалова А.Ф. – студент

E-mail: alisa.sch@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

К вопросу истории развития ботанических садов в России и за рубежом

Аннотация

Из древней истории известно, что еще народы старейших цивилизаций, египтяне и вавилоняне, устраивали специальные сады, где культивировались декоративные растения, которые привозились из других стран.

История развития ботанических садов в России и за рубежом – это история интродукции и акклиматизации растений.

Весь путь становления и развития ботанических садов можно разбить на восемь исторических отрезков, сведения о которых известны и легли в основу просветительской функции ботанических садов мира сегодня.

Ключевые слова: ботанический сад, интродукция экзотических растений, оранжерея.

История развития ботанических садов в России и за рубежом неразрывно связана с историей интродукции¹ [2] и акклиматизации растений. Для человека думающего всегда было характерно стремление обогатить флору территории своего проживания как посредством освоения полезных для него растений из других районов, так и путем окультуривания местных диких растений.

Как известно из древней истории, еще народы старейших цивилизаций, египтяне и вавилоняне, устраивали сады, где культивировались декоративные растения, которые привозились из других стран. Эпоха расцвета античной культуры оставила сведения про первый в мире ботанический сад, принадлежавший Теофрасту (371-286 гг. до н.э.), жившему и преподававшему в школе, расположенной в лесопарке около Афин. По свидетельству Плиния (1 в. н.э.-23-79 гг.) римляне также выращивали много растений из других стран. Основной целью первых ботанических садов древности, в основном, было выращивание лекарственных трав и растений. Возникновение потребности в лекарственном сырье послужило основой создания «аптекарских огородов». При зачаточном уровне развития фармакологии уже в средние века при монастырях получили широкое распространение сады с лечебными травами и полезными растениями.

XIV век обозначен в истории как время возникновения первых европейских настоящих ботанических садов: сады в Салерно (1309 г.), в Венеции (1333 г.).

В эпоху Возрождения в ботанических садах осваивались новые растения, их способы использования в полеводстве, плодоводстве и овощеводстве. Наряду с этим, культивировались растения для украшения садов, парков, лесов.

В XVI-XVII вв. были основаны известные ботанические сады в городах Северной Италии, во Франции, Голландии, Германии, Польше, Англии. Их широкому развитию способствовала необходимость создания в ботанических садах разнообразных коллекций растений, формируемых при устройстве экспозиций по систематическому и географическому принципам. Число акклиматизированных иноземных растений резко

¹Формулировка термина «интродукция» утверждена Советом ботанических садов СССР): «Интродукция – целесустребленная деятельность человека по введению в культуру в данном естественноисторическом районе растений (родов, видов, подвидов, сортов и форм), ранее в нем не произраставших, или перенос их из местной флоры».

возросло в связи с существенным всплеском географических открытий и, соответственно, с развитием мореплавания и усовершенствованием морского транспорта.

Историческая периодизация становления и развития ботанических садов сложилась в соответствии с интродуктивным подходом к формированию коллекций растений.

Первый период, относящийся примерно к временному периоду до середины XVI века, в основном, характеризуется введением в малочисленные тогда ботанические сады растений местной природной флоры. В монастырские сады раннего средневековья включались полезные растения, главным образом, лекарственные: базилик, бальзамин, иссоп, мандарин, мелисса, розмарин, рута, тимьян, шалфей и другие. Также в это время в монастырские сады активно вводились овощные и плодовые культуры. С юго-восточных территорий ввозились декоративные растения, в основном, это были цветы: гвоздики, календула, лилии, маки, мальвы, розы и т.д.

Известно, что первый ботанический сад был заложен в начале XIV века Маттео Сильватико (лат. *Mattheus Silvaticus*) при медицинской школе в Салерно.

В 1333 году был устроен и ботанический сад с медицинским уклоном в Венеции. С этих времен началось известное непримиримое соперничество в устройстве пышных ботанических садов между богатейшими итальянскими городами.

В Германии в 1490 году при Кёльнском университете был основан ботанический сад, известный как первый в мире университетский ботанический сад.

Второй период, вторая половина XVI – начало XVII веков, так называемый «луковичный» период, характеризуется появлением в садовых коллекциях восточных луковичных растений. Историческое упрочение связей Европы с Оттоманской империей способствовало привозу таких новых луковичных растений как гиацинты, тюльпаны, крокусы, а также каштана конского, сирени, чубушника. Это время известно как время культа тюльпанов в Голландии, вылившееся в 400-летний опыт их селекции в этой стране и распространение все новых сортов в Европе.

Наиболее известные ботанические сады этого периода: сад в Падуе, основанный в 1545 году, сейчас является памятником Всемирного наследия (рис. 1 а); сады в Ферраре, в Пизе (основан в 1543 году Лукой Гини), в Болонье, Неаполе и Флоренции.

Во Франции первый ботанический сад был основан в Монпелье в 1593 году. В Париже в 1624 году устроенный в 1598 году дворцовый сад лейб-медиком Ги де Бро преобразован в ботанический, под вывеской «Королевский сад медицинских растений».

В Нидерландах в 1577 году был основан академический ботанический сад в Лейдене, позже в Амстердаме (с 1646 года это – один из богатейших садов Европы).

Третий период, XVII век, характеризуется как ответный шаг на открытие европейскими мореплавателями Америки: это период освоения и акклиматизации растений, прибывших из приатлантических районов Северной Америки, из новых прибрежных колоний Франции и Англии.

В начале XVII века был основан ботанический сад с включением приатлантических экзотов в Мадриде (Испания).

Широко известна слава европейских ботанических садов Германии, устроенных в Берлине, Галле, Мюнхене, Штутгарте; а также Бельведерского около Веймара; Шёнбруннского в Австрии, в Вене; Лундского и Уппсалльского садов в Швеции.

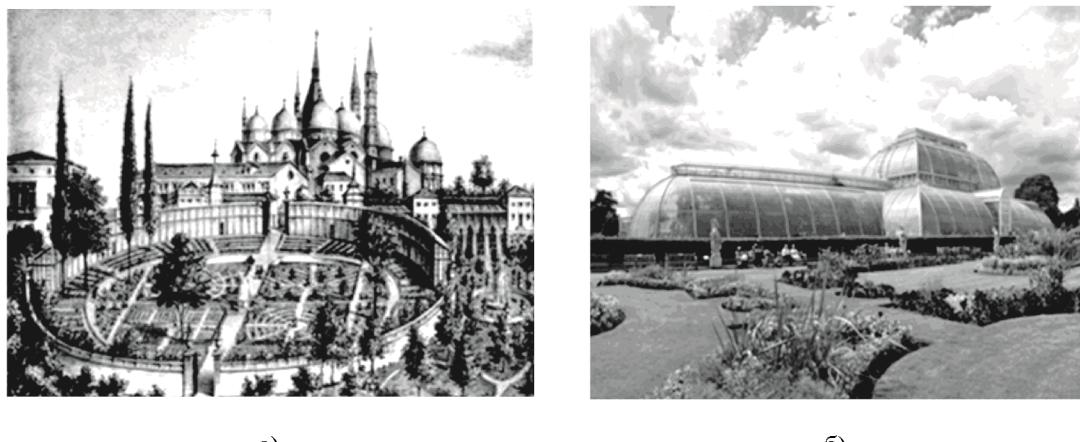
В Англии королевой Елизаветой был основан сад в Кью (рис. 2 б); позже были разбиты сады в Челси, Элтэм, а в 1621 году – старейший Оксфордский университетский ботанический сад. Коллекции растений английских ботанических садов всегда славились как богатейшие в мировом масштабе.

Четвертый период, конец XVII – первая четверть XVIII веков, это, так называемый, «капский» период, который характеризуется ввозом в ботанические сады Европы и России растений из Южной Африки: разнообразных суккулентов, вересков, крупных луковичных и других растений. В России первым ботаническим садом был «Аптекарский огород», старейший ботанический сад России, основанный Петром I в Москве в 1706 году. В 1709 году Петром I аптекарский огород был основан в Лубнах, а в 1714 году – и в Санкт-Петербурге под названием Аптекарского сада. В первой четверти XVIII века графом А.К. Разумовским были разбиты ботанические сады в Москве, Дерпте и Вильне.

Пятый период, середина XVIII века – время освоения североамериканских древесных пород, в это время были ввезены клен красный, орех серый, орех черный, сосна веймутова и другие деревья и кустарники. Увеличение поступления американских древесных пород в Европу явилось ответом, в частности, на зарождение нового ландшафтного стиля парков в Англии, где было достаточно места для многочисленных экзотических пород деревьев.

Новую эпоху в истории ботанических садов в XVIII веке открыл ботанический сад лорда Клиффорда в Гартекампе около Хемстеда, под управлением Карла Линнея.

Шестой период, конец 60-х – начало 70-х годов XVIII века, характеризуется появлением растений из Австралии и Индонезии. Такие жемчужины австралийской флоры как эвкалипт и казуарина начали поступать в европейские ботанические сады, в особенности в Англию. К этому периоду относится основание в 1779 году Палермского ботанического сада в Италии.



а)

б)

Рис. 1. Примеры исторических ботанических садов:

- а) Ботанический сад в Падуе (Италия, XVI век, копия с гравюры);
- б) Королевский ботанический сад в Кью (Англия, оранжерея XVII века)

Седьмой период, конец XVIII века – середина XIX века, – это период строительства оранжерей и теплиц, вызванный необходимостью создания условий для осваиваемой теплолюбивой тропической флоры. К концу периода сформировались три основных типа теплиц для содержания нежных тропических экзотов: холодные, тепловатые, нагреваемые. В наши дни традиционные типы оранжерей дополнены специальными холодными помещениями, предназначенными для культивирования и экспонирования растений субарктической флоры, а также климатронами, снабженными системами автоматического регулирования и поддерживания заданных климатических параметров.

Ярким примером садовых объектов этого периода является сад дворца Шенбрунн в Австрии, разбитый в XIX веке. Одним из наиболее интересных павильонов сада, сохранившихся до сегодняшнего дня, с точки зрения архитектуры, внутреннего пространства и формирования коллекции растений, является основанная в 1822 году оранжерея «Дом пальм» или «Пальмовый дом» (рис. 2 а).

В России к середине XIX века ботанические сады существовали уже во всех университетских городах. Из университетских ботанических садов самый старый – московский (основан в 1804 году), затем – дерптский (основан в 1806 году). Известны множеством достопримечательностей кременецкий (1807 год) и харьковский (1809 год) ботанические сады. Большое разнообразие коллекции растений содержали также ботанические сады в Киеве и Варшаве.

Восьмой период, начавшийся в середине XIX века, – это период освоения японо-китайской флоры как результат европейской и американской экспансии в Японии.

Общим для всех обозначенных периодов развития ботанических садов был постоянный интерес европейских садоводов к экзотической флоре, выливавшийся в

регулярный привоз и неуклонное нарастание объемов поставки иноземных экзотических растений в Европу. С одной стороны, растения из Америки привозились сначала в страны Западной Европы – в Испанию, Францию, Англию, затем далее проникали вглубь континента. С другой стороны, растения с Дальнего Востока поступали в Европу через Петербургский ботанический сад. Растения из Африки и Австралии, как правило, доставлялись морским путем.

К концу XIX века ботанический сад имелся при каждом германском университете.

В России известны были Императорский Никитский ботанический сад около Ялты, Уманский Царицын ботанический сад, ботанический сад в Тифлисе (рис. 2 б), который стал ботанической и акклиматационной станцией для всего кавказского региона.

В Петербурге, кроме Императорского ботанического сада, имелся еще ботанический сад при Лесном институте и ботанический сад при Санкт-Петербургском университете, основанный в 1868 году.

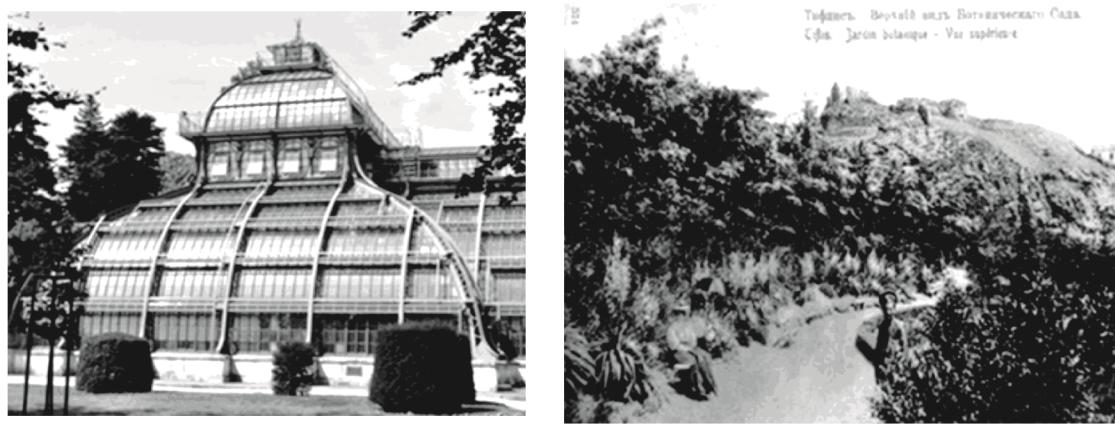


Рис. 2. Примеры исторических ботанических садов:
 а) оранжерея «Пальмовый дом» в Шенбрунне (Австрия, XIX век, современный вид);
 б) ботанический сад в Тифлисе (Россия, Кавказ, XIX век, фото начала XX века)

В процессе исторического развития характер ботанических садов менялся, из узкоутилитарных аптекарских огородов они стали превращаться в учреждения научного характера. С развитием ботаники как науки, с увеличением количества научных кадров создавались ботанические институты, функции которых сводились не только к решению учебных, исследовательских и интродукционных задач, но были связаны и с решением задач просветительских, предполагающих новое содержание научной деятельности.

С возникновением в середине XX века проблемы охраны окружающей среды ботанические сады приобретают новое воспитательно-познавательное значение и рассматриваются как хранилища редких и исчезающих видов представителей флоры, как хранилища генетического фонда сортов, которые имеют риск быть утерянными для будущих поколений и, в целом, как современные музеи растительного мира.

Современный ботанический сад – это озеленённая особо охраняемая природная территория (ООПТ), на основе ресурсов которой создаются документированные коллекции живых растений и ландшафтные сады для целей сохранения биологического разнообразия растительного мира, научных исследований, образования, публичной демонстрации, производства услуг и товарной продукции для улучшения благосостояния людей. Современный ботанический сад сегодня следует рассматривать как уникальный экологический ресурс на урбанизированных территориях, в целом критически важный для устойчивого развития цивилизации [2, 3].

Список библиографических ссылок

1. Векслер А.И. Ботанические сады СССР. – М.: Сельхозгиз, 1949. – 126 с.
2. Кузеванов В.Я., Сизых С.В. Ресурсы ботанического сада Иркутского государственного университета: образовательные, научные и социально-экологические аспекты. – Иркутск: ИГУ, 2005. – 242 с.
3. Кузеванов В.Я. Ботанические сады как экологические ресурсы развития цивилизации / Труды Томского государственного университета. Серия биологическая, т. 274. – Томск: ТГУ, 2011. – С. 218-220.
4. Соколов М.П. Ботанические сады. Основа их устройства и планировки. – М.: Издво Академии наук СССР, 1959. – 196 с.

Mubarakshina F.D. – candidate of architecture, associate professor

E-mail: faina.arch@rambler.ru

Morozova E.V. – student

E-mail: winterwhiteev@mail.ru

Ilalova A.F. – student

E-mail: alisa.sch@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

To the history of botanic gardens development in Russia and other countries

Resume

Since ancient times, as it is known, Egyptians and Babylonians, peoples of oldest civilizations, have organized special gardens, where decorative plants from other countries have been cultivated. The history of the botanic gardens development in Russia and other countries – is the history of a lot of interesting domestic and foreign examples of ancient gardens and the history of introduction of exotic plants in them.

There were eight main periods in world gardens development.

The first one was connected with medical and pharmacological plants.

The second one was connected with tulip flowers cultivation.

Plants of North America have come to Europe at the third period.

Plants of South Africa have come to Europe at the fourth period.

The fifth period was the time of North America's trees. Australian trees and plants have come to Europe at the sixth period.

The seventh period was the time of greenhouses constructing. The eighth period was the time when Japanese and Chinese plants have come to Europe.

Keywords: botanic garden, introduction of exotic plants, greenhouse.

Reference list

1. Veksler A.I. Botanic gardens in USSR. – M.: Selhozgiz, 1949. – 126 p.
2. Kuzevanov V.Y., Sizich S.V. Irkutsk State Universities Botanic gardens resources: educational, scientific and social-ecological aspects. – Irkutsk: IGU, 2005. – 242 p.
3. Kuzevanov V.Y. Botanic gardens as ecological resources of civilization development. / Works of Tomsk State Universities. Part of biology, p. 274. – Tomsk: TGU, 2011. – P. 218-220.
4. Sokolov M.P. Botanic gardens. Basis of their development and planning. – M.: Izdatelstvo Akademii nauk SSSR, 1959. – 196 p.

УДК 72.021

Новикова А.Н. – аспирант

E-mail: annanovikova1984@gmail.com

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Творческие союзы в архитектурной практике. Метод «парного проектирования»**Аннотация**

В статье описывается практика творческих союзов в архитектурной деятельности. Описаны более 10 примеров творческих партнерств с начала XX века и по сегодняшний день. Динамика возникновения архитектурных студий, в которых два архитектора создают свои проекты вместе, говорит о том, что совместное творчество в архитектуре – это устойчивое явление, которое необходимо детально исследовать и совершенствовать его техники. В статье также описаны инструментарий совместной работы и метод «парного проектирования», проанализированы положительные и отрицательные стороны совместного творчества.

Ключевые слова: творческие союзы, индивидуальное и совместное творчество, методы проектирования, парное проектирование, инструментарий проекта.

Впервые понятие «совместного творчества» (joint creativity) стало широко обсуждаться в архитектурных кругах после того, как в марте 2013 года Дениза Скотт Браун и Роберт Вентури обратились к жюри по присуждению Притцкеровской премии с просьбой признать ее вклад и сделать равноправным получателем прицкеровской премии, которую получил Роберт Вентури в 1991 году. Роберт Вентури утверждал: «Дениза Скотт Браун мой вдохновляющий и равноправный партнер».

В 2005 году, в интервью Владимиру Белоголовскому Вентури и Скотт Браун говорили о своем совместном творчестве: «Мы оба одинаково важны в генерировании идей. Денис повлияла на меня, указав на красоту ординарных вещей, познакомила меня с Лас-Вегасом и поп культурой. Я же повлиял на Денис, познакомив ее с понятием аналитического сравнения. Мы оба очень критичны к друг другу, и эта критика очень важная часть нашего дизайна». Скотт Браун подчеркивала: «Никто не хочет этого признавать, но у нас совместное творчество. Многие считают, что творчество не может исходить от двух личностей. Поэтому я должна быть всем что угодно, но не дизайнером – машинисткой, менеджером, плановиком и так далее. На самом же деле я являюсь спектром всех этих вещей. Я заметила, что в мире становится все больше таких творческих союзов. Одна пара даже пишет свои полотна вместе. Он ставит свою подпись слева, а она – справа. В нашем офисе мы оба лидеры и нам помогают более трех десятков архитекторов, чье участие невозможно переоценить» [11].

Это, казалось бы, частное заявление получило широкий общественный резонанс: почти 4000 защитников активно сплотились, собирая онлайн подписи в поддержку Денизы Скотт Браун. Среди подписавших обращение – всемирно известные архитекторы: Заха Хадит, Фаршид Муссави и Хани Рашид, которые сами в своих мастерских также работают в парах. В поддержку Дениз Скотт Браун и Роберта Вентури выступил также лидер архитектурной фирмы ОМА Рэм Колхас, который сказал: «Я полностью поддерживаю эту акцию. Тот факт, что один из самых творческих и продуктивных партнерских союзов, которые когда-либо мы видели в архитектуре, был разделен, а не отмечен призом, было необдуманным актом несправедливости, было бы здорово, чтобы это изменилось» [1].

И секрет такой массовой поддержки заявления Дениз Скотт Браун и Роберта Вентури не только в гендерной политике, на что пытались обратить внимание средства массовой информации, а скорее в изменившемся представлении о природе современного архитектурного творчества. В XX веке в архитектурной практике эпоха мастеров архитектуры – выдающихся индивидуальностей, окруженных учениками и помощниками, уступает место кооперации и совместному творчеству равноправных партнеров. Символической датой столкновения этих двух идеологий в архитектурном творчестве стал выход «Группы десяти» (Team X) из состава CIAM – «Международного конгресса

современной архитектуры» (1956 г.). Среди этой группы молодых архитекторов заметно выделялась чета британских архитекторов Элисон и Питер Смитсонов – один из первых образцов равноправного творческого союза двух архитекторов [2].

Стоит отметить, что впервые в 2001 году лауреатами Притцкеровской премии становятся два архитектора из Швейцарии, работающие и создающие свои проекты вместе, – Жак Герцог и Пьер де Мерон, а в 2010 – японские архитекторы Кадзуо Седзима и Рюэ Нисидзава. В статье описаны примеры творческих партнерств, когда два архитектора работают над проектами вместе. Чтобы подчеркнуть дуальную природу таких союзов, использованы понятия «творческая пара» и «архитекторы, работающие в паре».

Примеры современных известных архитекторов, работающих в паре

1. Элисон (1923-2003) и Питер Смитсоны (1928-1993) (Smithson, Alison and Peter), чета английских архитекторов, заложивших основы брутализма, одного из самых влиятельных направлений в зодчестве второй половины XX века. В 1949 они поженились и с тех пор постоянно работали как соавторы, учредив в 1950 собственное бюро. Известны своими совместными проектами и публикациями по теории истории архитектуры [2].

2. Дениз Скотт Браун (Denise Scott Brown) и Роберт Вентури (Robert Venturi) Мастерская Venturi, Scott Brown and Associates была основана Робертом Вентури в 1964 вместе с архитектором Джоном Раушем (John Rausch). Через три года к ним присоединилась жена Вентури Дениз Скотт Браун.

3. Каролина Бос (Caroline Bos) и Бен ван Беркель (Ben van Berkel). В 1988 году Беном ван Беркелем и Каролиной Бос основана мастерская под названием «Van Berkel & Bos». В 1998 году она была переименована в UNStudio. Оба архитектора последовательно развиваются идеи сотрудничества и сетевого взаимодействия в архитектурной практике, открыв в июне 2013 года общедоступный интернет ресурс «open-source architecture studio».

4. Заха Хадид (Zaha Hadid) и Патрик Шумахер (Patrik Schumacher). Заха Хадид в 1977 присоединилась к мастерской Рэма Колхаса «OMA», а в 1980 основала собственное бюро «Zaha Hadid Architects». Патрик Шумахер, инженер, доктор философии, член Регистрационного совета архитекторов Королевского института британских архитекторов. С 1988 г. работает вместе с Захой Хадид, первой женой-архитектором, награжденной Притцкеровской премией. Работая в фирме «Zaha Hadid Architects», Патрик выступает соавтором и партнером целого ряда крупных проектов, среди которых Центр современного искусства и архитектуры в Риме MAXXI, Центральное здание нового завода БМВ в Лейпциге, оперный театр в городе Гуанчжоу (Китай) и Иорданский королевский дворец культуры.

5. Франсине Хубен (Francine M.J. Houben) и Эрик ван Эгераат (Erick van Egeraat). Мастерская Mecanoo была основана в 1984 Франсине Хубен (Francine Houben) (1955 г. р.), Эриком ван Эгератом (Erick van Egeraat), Хенком Дёллем (Henk Döll) и Крисом де Вейером (Chris de Weijer).

Сейчас Франсине Хубен руководит фирмой лично – остальные партнеры покинули Mecanoo. Мастерская Эрика ван Эгераата основана в 1995 как «Erick van Egeraat associated architects» (EEA), с 2009 называется «Designed by Erick van Egeraat».

6. Лиз-Анн Кутюр (Lise Anne Couture) и Хани Рашид (Hani Rashid). Мастерская Asymptote (Asymptote) была основана Хани Рашидом и Лиз-Анн Кутюр в 1988 в Нью-Йорке.

Хани Рашид родился в 1958 в Каире. Брат Хани Карим Рашид – всемирно известный дизайнер. Будущий архитектор провел детство и юность в Англии (на родине матери) и в Канаде. В 1983 закончил Университет Карлтон в Оттаве, а в 1985 – американскую Академию искусств Крэнбрук.

Лиз-Анн Кутюр родилась в 1959 в Монреале. Закончила Университет Карлтон в 1983 и Архитектурную школу Йельского университета в 1986.

7. Фаршид Мусави (Farshid Moussavi) и Александро Заэра (Alejandro Zaera-Polo). Мастерская «FOA» была основана в 1992 году в Лондоне молодой супружеской парой – 29-летним Александро Заэра из Мадрида и 27-летней Фаршид Мусави из Тегерана. Фаршид Мусави родилась в 1965 в Иране. Училась в школе дизайна Гарвардского университета,

Университетском колледже в Лондоне, а также Бартлеттской школе архитектуры и Университете Данди. После этого она работала в мастерских Ренцо Пьяно и Рема Колхаса.

Александро Саэра-Поло родился в 1963 в Мадриде. Он учился в Политехническом институте, а также в школе дизайна Гарвардского университета. После окончания учебы он работал в бюро Рафаэля Монео и Рема Колхаса.

В апреле 2011 бюро прекратило свое существование, распавшись на две части: Муссави возглавила фирму «Farshid Moussavi Architecture Limited», а Заэра-Поло – «AZPA Limited».

Примеры молодых российских архитекторов, работающих в паре:

8. Ирина (Прыткова) и Данир Сафиуллины (оба выпускники Факультета Архитектуры КазГАСУ). Архитектурная мастерская ЙОРТ/YORT образовалась в 2009 году. Состоит из пары молодых амбициозных архитекторов с опытом работы в известных российских и иностранных компаниях. Каждый их проект отличается индивидуальным подходом и является уникальным.

Данир Сафиуллин – финалист «Премии Авангард» 2011 года – «Новые имена», на звание лучшего молодого архитектора России.

9. Анастасия и Сергей Колчины. Архитектурное бюро «Le Atelier». Анастасия Колчина – архитектор и дизайнер интерьера, выпускница Факультета Архитектуры КазГАСУ. Входит в Топ-15 архитекторов России до 33 лет по версии журнала Проект Россия 53. Тесно сотрудничала с европейским архитектурным бюро «BENG», проектируя энергоэффективные здания, общественные здания и интерьеры в Люксембурге. Сергей Колчин – архитектор и современный художник, дизайнер предметов мебели и освещения, арт-объектов. Автор более 150 архитектурных и художественных проектов. Победитель профессиональных конкурсов, участник архитектурных и художественных выставок.

10. Константин Лагутин и Анна Сажинова. Архитектурно-производственное бюро ArchPole занимается архитектурным проектированием и промышленным дизайном. Это команда молодых архитекторов, которые делают и градостроительные концепции, и интерьеры, и мебель, и дизайнерские мелочи. Офис ArchPole не только проектная, но и дизайн-мастерская, где участники проекта сами придумывают и изготавливают необычные предметы, от дизайнерских аксессуаров до одежды [12].

Об инструментарии и методах проектирования

Как же практически работают архитекторы в парах? Какие методы и инструментарий архитектурного проектирования они используют в совместном творчестве? Какие преимущества дает совместная архитектурная практика? И с какими трудностями сталкиваются архитекторы в совместном творчестве в отличие от индивидуального? На эти и другие вопросы мы искали ответы в интервью с архитектурными парами, уже опубликованными в прессе, а также по результатам опросов выполненных авторами статьи.

На этот вопрос даются самые различные ответы. Некоторые используют на начальных стадиях ручную графику, иногда живописные наброски, в дальнейшем переходят к физическим моделям и компьютерному моделированию. Приемы и техники также различны. Например, рисование в «четыре руки», о которой рассказывает Михаил Белов, известный представитель так называемой «бумажной архитектуры», описывая свой опыт совместной работы над одним из конкурсных проектов 1986-го года для журнала «Архитектура СССР»: «Проект называется: «Пляшем от печки». Мы делали его вдвоем с Андреем Савиным (один из будущих учредителей фирмы «А-Б») и с удовольствием рисовали в четыре руки, обложившись книжками (напоминаю: не интернета, ни даже приличного копира тогда не было) с русским лубком для вдохновения» [6]. Другие «пишут поверх», как об этом упоминает Дениза Скотт Браун, в приведенном выше интервью, или Уильям Олсон, отвечая на вопрос, позволяет ли он своим сотрудникам участвовать в создании его полотен в процессе дизайна, говорит: «Иногда мои работы становятся эклектическими, и картина может превратиться в коллективное творчество с разными людьми, отражающими наши дискуссии и идеи. В самом начале обычно все инициирую я, а затем другие присоединяются и участвуют в процессе... они пишут поверх моих полотен. Это нормально» [9].

Другие, напротив, принципиально не используют ручную графику, а генерируют модели архитектурных объектов, используя новейшие программные продукты. Вот как характеризует эту говорит об этом Хани Рашид: «Виртуальная архитектура – развивающаяся дисциплина, образующаяся в результате проектирования с помощью компьютерных программ, цифрового создания форм, моделирования, «архитектуры» информации, теории и практики виртуальной реальности. Для таких фирм, как «Асимптота» (Asymptote), это новая область, определением которой мы и занимаемся...» [13].

Современные цифровые технологии предоставляют большие возможности для совместного творчества. Изображение объекта в компьютерной графике – более абстрагировано, и поэтому открыто для редактирования двумя авторами – метод «парного проектирования».¹ Этот метод предполагает, что два архитектора одновременно участвуют в моделировании архитектурного объекта, сидя бок о бок за одним компьютером. Один непосредственно выполняет моделирование, в руках у него манипулятор, второй ведет обзор процесса моделирования на мониторе, определяет соответствие модели проектным задачам, отмечает ошибки, которые нарушают архитектурный замысел. При этом архитекторы могут попеременно меняться ролями используя терминологию авторалли, поочередно становясь «штурманом» или «пилотом»: чередование типов проектной деятельности интенсифицирует процесс проектирования и повышает его результативность. Современные программное обеспечение позволяет архитекторам работать каждому на своем компьютере, используя сетевые программы для совместной проектирования, например, TeamWork ArchiCAD. При этом заметно уменьшается вероятность ошибок, так один естественно контролирует работу другого.

Об индивидуальном авторстве и личном архитектурном стиле

Джошуа Принсом-Рамусом (фирма «REX») в своем интервью говорит: «Мне кажется, что в таких проектах, как наша библиотека в Сиэтле, театр Waly в Далласе и Museum Plaza в Луисвилле нам удалось устраниТЬ почерк архитектора... У многих фирм на повестке дня формалистские эстетические предпочтения. Ричард Майер, Фрэнк Гери или Даниэль Либескинд – все они владеют визуальным языком, другими словами обладают стилем. Мы же, поскольку большее значение придаем идеи, а не стилю, не имеем узнаваемого визуального языка. Авторство для нас не имеет значения. В чем мы последовательны, так это в прочности и силе идеи. Нам неинтересно вырабатывать свой собственный архитектурный стиль...» [10].

Похожие мысли высказывает Бъярке Ингельс (фирма «BIG»): «Наша архитектура никогда не возникает благодаря одному событию, никогда не рождается в голове одного творца и никогда не формируется одной рукой. Она также не материализуется согласно некоему персональному и идеалистическому видению... Мы работаем командно. Вначале мы генерируем множество идей и идем по многим направлениям. Большинство предложений быстро отмирает, а выжившие адаптируются к новым идеям, выстраиваясь в обещающее направление» [7].

Другие считают, что совместная работа не только ни нивелирует личность автора, но, напротив, стимулирует индивидуальное творчество. Вот что говорит Умберто Наполитано (Umberto Napolitano) из студии LAN о совместном творчестве с Бунуа Желон (Benoit Jallon): «У меня есть большое уважение к тем, кто открывают свои агентства в одиночку. У меня не было бы ничего без Бенуа и наоборот. Энергия характеризует наши отношения. И, конечно, работа в команде снижает риск догматизма. Это заставляет постоянно обращаться к своей идентичности, не обязательно угрожает характеру своей собственной работы» [5].

Положительные особенности проектирования в паре

Те, кто работает в парах, отмечают позитивные моменты в совместном творчестве. Вот, что пишет Евгений Герасимов о своем совместной архитектурной практике с

¹ Понятие «парное проектирование» получило широкое распространение в методологии проектирования программных продуктов, методы «парного проектирования» описаны Kent Beck, 2000; Laurie Williams, 2001.

Сергеем Чобаном: «С Сергеем Чобаном меня познакомил Олег Харченко осенью 2002-го года в Берлине. Мы подружились и пришли к выводу, что объединение наших усилий могло бы дать нетривиальный результат, что, в общем, и произошло. Мы совместно выиграли несколько больших конкурсов, построили «Дом у моря», банк «Санкт-Петербург», строим «Невскую Ратушу» и выставочный комплекс в Шушарах. Я не думаю, что в нашем тандеме кто-то чем-то поступился. В своей компании каждый привык к политике диктатуры, партнерство же ведет к поиску компромиссной позиции. Мы оба видим выгоду от этого компромисса. Когда идея цепляется за идею, рисунок за рисунок, мы видим, что получается что-то не мое, не его, а что-то наше общее, и мы видим, что это общее сильнее того, что каждый из нас мог бы сделать в одиночку» [15].

Изучив интервью архитекторов, работающих в парах, а также, опираясь на собственный опыт работы автора в парном проектировании над реализацией пяти различных проектов, можно сделать следующие обобщения. Решение большинства проектных задач возможно малыми проектными группами, которые иногда могут состоять лишь из двух партнеров одной специализации/дисциплины (методика командной работы). За последние десятилетия такая практика совместной работы уже неоднократно получала самые положительные отзывы, так как с ее помощью удавалось значительно улучшить процесс архитектурного проектирования и получить качественную архитектуру.

Положительные стороны парного проектирования:

1. У каждого архитектора есть свои индивидуальные техники архитектурного проектирования, которые он приобретает с личным, а потому уникальным опытом реализации архитектурных объектов. Каждый по-своему владеет инструментарием и приемами архитектурного проектирования. *Работая в парах в процессе совместного творчества, происходит естественное взаимное обучение друг у друга.* Даже опытный архитектор всегда найдет, чему научиться у молодого партнера. Они делятся друг с другом своими знаниями и энергией, и таким образом, шаг за шагом приближаются к решению проектной задачи.

2. Процесс архитектурного творчества цикличен и растянут во времени, периоды внутреннего генерирования архитектурного замысла чередуются с периодами презентации – в вербальной и графической форме. Для этапа ре-презентации (объективизации) мыслительного образа важен партнер – собеседник. *Столкновение идей, профессиональная дискуссия – творческий импульс развития архитектурного замысла.*

3. Работающие парами архитекторы, в интервью сообщают о том, что благодаря таким методам работы как «парное проектирование» они могут решать проектные задачи гораздо быстрее, а также о том, что этот метод отличается большей продуктивностью от других сходных техник, например, проведения «мозгового штурма».

4. *Вероятность ошибок при «парном проектировании» заметно уменьшается, так как один архитектор контролирует работу другого.* Учитывая, экспоненциальный рост стоимости ошибки в проекте при строительстве объекта, это очень важное преимущество парного проектирования по сравнению с индивидуальной работой.

Отрицательные особенности проектирования в паре

Тем не менее, о совместной работе над архитектурным проектом в профессиональной среде архитекторов сложилось неоднозначное мнение. Считается, что в современном информационном обществе, находясь в окружении механического, электронного оборудования и гаджетов, у человека снижаются индивидуальные способности к внутреннему осмысливанию и воображению. «В современном мире человек позабыл «свойства одиночества» [4].

Большая часть архитекторов привыкла считать свою работу индивидуальным, а не коллективным творчеством (это убеждение основано как на навыках, которые они получали в процессе обучения, так и на опыте работы в проектных институтах). Так, комментируя интервью с Джошуа Принсом-Рамусом (фирма «REX») Владимир Белоголовский говорит: «Мне импонирует архитектура бюро REX. Она рациональна, логична и решает реальные задачи инновационно и эффектно. Однако меня огорчает сам факт, что такой коллективный метод проектирования и отказ от персонального почерка

архитектора никогда не приведет к рождению таких выдающихся шедевров, как капелла в Роншане Ле Корбюзье, Сиднейская опера Уотсона или учебный центр Rolex бюро SANAA. Эти произведения доставляют нам удовольствие не потому, что они функционируют определенным образом, а потому, что они обладают подсознательной и пронзительной красотой. Не это ли важнее всего?» [10].

С позицией Владимира Белоголовского солидарен британский архитектор Уильям Олсон (William Alsop): «Безусловно, законченные эгоисты – это ужасные люди, но вам нужно быть эгоистом, чтобы облекать свои проекты в конкретные формы и принимать трудные решения. Вы можете устраивать любые дебаты, и вы можете получать от этого удовольствие и учиться у других, но наступает момент, когда вы – архитектор – должны сделать выбор и принять окончательное решение. Это и есть искусство архитектуры – собирать все воедино, но по-своему» [9].

Те, кто привык работать индивидуально, видят в совместной работе угрозу эксплуатации и подчинения. В своем интервью Григорию Ревзину на вопрос, почему ты работаешь один, Михаил Белов ответил: «Я тут маргинал. Так, кажется, не работает никто в архитектурном мире. Ни в Германии, ни в Англии, ни в Японии. Но у меня внутренний ступор... Меня всегда страшно раздражала эксплуатация. Я ненавидел это. В СССР, когда надо было неделями сидеть в проектном институте, и не было никакого выхода. И потом, и в Германии, и всюду. И я не хочу это делать сам. Я придумал другую систему. Мне кажется, это правильно, когда архитектор разрабатывает идею один. Ему и не нужен больше никто – он же автор здания. А потом передает ее тем, кто может ее насытить тринацатью остальными разделами, довести до проекта. И тогда я никого не эксплуатирую, и правильно распределяются средства» [14].

Отрицательные стороны совместного творчества:

1. Не все готовы отказаться от привычного для них индивидуального стиля работы в архитектурном проектировании, поэтому велика вероятность межличностных конфликтов в парах архитекторов.

2. Возникают трудности в идентификации авторства в архитектурном творчестве, как это произошло в случае архитектурной пары Денизы Скотт Браун и Роберта Вентури. Сегодня даже у небольших архитектурных объектов списки участников – соавторов проекта – часто достигают от десятков до сотни имен.

Тем не менее, мы считаем, что положительные моменты творческих союзов и работы архитекторов в паре в архитектурной практике компенсируют недостатки. А динамика возникновения архитектурных студий, в которых два архитектора создают свои проекты вместе, говорит о том, что совместное творчество в архитектуре – это устойчивое явление, которое необходимо детально исследовать и совершенствовать его методы и техники.

Список библиографических ссылок

1. Rosenfield, Karissa. Robert Venturi and Rem Koolhaas Side with Denise Scott Brown on Pritzker Debate // ArchiDaily.com, 2013, 04 апр. URL: <http://www.archdaily.com/355253/robert-venturi-and-rem-koolhaas-side-with-denise-scott-brown-on-pritzker-debate/> (дата обращения: 26.07.2013).
2. Smithson, Alison. The Emergence of Team 10 out of C.I.A.M.: documents / compiled by Alison Smithson. – London : Architectural Association, 1982. – 108 р.
3. Бэнем, Райнер. Новый брутализм. Этика или эстетика. – М., Стройиздат, 1973. – 200 с.
4. Палласмаа Ю. Мыслящая рука: архитектура и экзистенциональная мудрость бытия. – М.: Издательский дом «Классика-XXI», 2013. – 92 с.
5. Tylevich, Katya. UpStarts: LAN Architecture / Katya Tylevich. URL: <http://archinect.com/features/article/95016/upstarts-lan-architecture> (дата обращения: 26.07.2013).
6. Белов М.А. Забытые проекты 1986 «Пляшем от печки» / М.А. Белов. URL: <http://arhbelyov.ru/pechka/> (дата обращения: 26.07.2013).
7. Белоголовский В. Бъярке Ингельс выводит формулу архитектуры // Archi.ru по источнику: Архитектурный Вестник, 2010, № 3 (114). 9 ноя. URL: <http://archi.ru/press/russia/28736/> (дата обращения: 26.07.2013).

8. Белоголовский В. Здания, которые что-то делают. Интервью с Джошуа Принсом-Рамусом // Archi.ru по источнику: Архитектурный Вестник, 2011, № 2. 6 июн. URL: http://archi.ru/events/news/news_present_press.html?nid=34469 (дата обращения: 26.07.2013).
9. Белоголовский В. Смешивание красок. Интервью с Уиллом Олсопом // Archi.ru по источнику: SPEECH 2011/06. 2011. 11 фев. URL: <http://archi.ru/press/russia/31221/> (дата обращения: 26.07.2013).
10. Белоголовский В. Уметь защищать идеи. Интервью с Джошуа Принсом-Рамусом // Archi.ru по источнику: Татлин 2010/05. 2011. 31 мая. URL: <http://archi.ru/press/russia/34302/> (дата обращения: 26.07.2013).
11. Белоголовский В. Уроки Вентури // Архитектурный Вестник. 2005. Вып. 3. URL: http://archi.ru/press/world/press_current.html?nid=191 (дата обращения: 26.07.2013).
12. Информационный портал Архи РУ. Мир: архитекторы и мастерские. URL: <http://archi.ru/architects> (дата обращения: 26.07.2013).
13. Кудрявцев П. Реальности Хани Рашида // Archi.ru. 2002. 11 янв. URL: <http://archi.ru/press/russia/1891/realnosti-hani-rashida> (дата обращения: 26.07.2013).
14. Ревзин Г. Михаил Белов. Интервью Григория Ревзина // Archi.ru. 2008. 12 авг. URL: http://archi.ru/agency/news_current.html?nid=7881 (дата обращения: 26.07.2013).
15. Элькина М. Манифест. Евгений Герасимов // Art1. Visual Daily. 2013. 11 апр. URL: <http://art1.ru/architecture/manifest-evgenij-gerasimov/> (дата обращения: 26.07.2013).

Novikova A.N. – post-graduate student
E-mail: annanovikova1984@gmail.com

Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Creative partnership in architecture and design. «Pair design technique»

Resume

The article describes the practice of creative unions in architectural activity. More than 10 examples of creative partnerships are described in article since the beginning of the twentieth century to the present day. Dynamics of the occurrence of architectural studios in which pair design is the main creative method displays that the joint work of architecture is sustainable phenomenon, which requires detailed study and development of its technique.

The article also describes the tools and techniques of pair design, analyzes the positive and negative aspects of co-creation in architectural process. Positives aspects: mutual interaction and education, changing roles help to find bright design ideas quickly, working in one file minimize the mistakes and something important not taken into account. Negative aspects: personal conflicts, difficulties in authors identity.

Keywords: creative unions, individual- and co-creation, design techniques and methods, pair design.

Reference list

1. Rosenfield Karissa. Robert Venturi and Rem Koolhaas Side with Denise Scott Brown on Pritzker Debate // ArchiDaily.com, – 2013. April 4. (reference date: 26.07.2013).
2. Smithson Alison. The Emergence of Team 10 out of CIAM: documents / compiled by Alison Smithson. – London: Architectural Association, 1982. – 108 p.
3. Benem, Rainer. The new brutalism. Ethics or aesthetics. – M.: Stroizdat, 1973 – 200 p.
4. Pallasmaa Yu Thinking Hand: architecture and existential wisdom of being. – M.: Publishing House «Classic-XXI», 2013. – 92 p.
5. Tylevich Katya. UpStarts: LAN Architecture URL: <http://archinect.com/features/article/95016/upstarts-lan-architecture> (reference date: 26.07.2013).
6. Belov M.A Forgotten projects in 1986 «We dance on the stove». URL: <http://arhbelyov.ru/pechka/> (reference date: 26.07.2013).

7. Belogolovsky B. Bjarke Ingels displays the Architecture formula // Archi.ru Source: Architectural Journal, 2010, № 3 (114), Nov 19. URL: <http://archi.ru/press/russia/28736/> (reference date: 26.07.2013).
8. Belogolovsky B. Buildings that have something to do. Interview with Joshua Prince-Ramus / Vladimir Belogolovsky // Archi.ru Source: Architectural Journal, 2011, № 2, June 6. URL: http://archi.ru/events/news/_news_present_press.html?nid=34469 (reference date: 26.07.2013).
9. Belogolovsky B. Mixing paints. Interview with Will Alsop // Archi.ru Source: SPEECH 2011/06, 2011, Febr 11. URL: <http://archi.ru/press/russia/31221/> (reference date: 26.07.2013).
10. Belogolovsky B. To be able to defend the idea. Interview with Joshua Prince-Ramus // Archi.ru Source: Tatlin in 2010/05, 2011, May 31. URL: <http://archi.ru/press/russia/34302/> (reference date: 26.07.2013).
11. Belogolovsky B. Venturi lessons / Vladimir Belogolovsky // Architectural Journal, 2005, № 3. URL: http://archi.ru/press/world/press_current.html?nid=191 (reference date: 26.07.2013).
12. Information portal Archi RU. World: Architects and workshops. URL: <http://archi.ru/architects> (reference date: 26.07.2013).
13. Kudryavtsev P. Hani Rashid reality // Archi.ru, 2002, January 11. URL: <http://archi.ru/press/russia/1891/realnosti-hani-rashida> (reference date: 26.07.2013).
14. Revzin G. Michael Belov. Interview by Grigory Revzin // Archi.ru, 2008, Aug 12. URL: http://archi.ru/agency/news_current.html?nid=7881 (reference date: 26.07.2013).
15. Elkin M. Manifesto. Evgeny Gerasimov // Art1. Visual Daily, 2013, Apr 11. URL: <http://art1.ru/architecture/manifest-evgenij-gerasimov/> (reference date: 26.07.2013).

УДК 725:697

Хабибулина А.Г. – кандидат экономических наук, старший преподаватель

E-mail: albgomer@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Современные проектные решения системы климатизации многофункционального комплекса

Аннотация

Многофункциональные комплексы (МФК) являются перспективным сегментом российского рынка недвижимости. МФК предполагает развитую инфраструктуру, включающую в себя площади смешанного функционального назначения. Многофункциональное зонирование требует решения сложных инженерных задач для обеспечения воздушно-теплового комфорта помещений объекта. Принятию эффективных проектных решений системы климатизации в МФК, способствует изучение опыта внедрения новейших технических разработок как отечественными, так и зарубежными специалистами в данной области, а также тесный контакт инженеров и архитекторов на начальном, концептуальном этапе разработки проекта.

Ключевые слова: многофункциональный комплекс, система климатизации, микроклимат помещений общественных зданий.

Одним из перспективных сегментов развивающегося российского рынка недвижимости является строительство МФК. Тенденция активного возведения масштабных объектов смешанного функционального назначения актуальна и для современного рынка недвижимости Европы и США [1].

Многофункциональный или мультифункциональный комплекс – объект (совокупность объектов), включающий в себя площади, предназначенные для нескольких (более двух) эксплуатационных назначений, объединяющих коммерческую и жилую функции. Для обеспечения рентабельного функционирования МФК необходимо наличие максимально развитой инфраструктуры: торговые, офисные, гостиничные, развлекательные объекты и т.д. При этом требуется не допустить возможного столкновения функций. В варианте вертикального распределения функций в МФК, зачастую площади нижних этажей отводятся под торговые помещения, средние – под офисы, верхние – под жилую часть.

В российских городах-миллионниках, по состоянию на декабрь 2012 г., функционируют 39 МФК (общая площадь около 3,6 млн. м²). Общая площадь МФК в г. Москве составляет – 1 950 тыс. м², г. Санкт-Петербург – 720 тыс. м², г. Казань – 72 тыс. м². По обеспеченности многофункциональными площадями, из расчета на 1000 жителей, г. Казань занимает 5 место [2]. Наиболее масштабный объект в г. Казани МФК «Олимп» (ул. Р. Зорге, 66). Площадь застройки – 1,7 Га. Проект включает в себя два жилых дома (24 и 18 этажей), гостиница с рестораном (14 этажей), торговый комплекс (3 этажа), бизнес-центр (2 этажа), стилобат (2 этажа), подземный двухуровневый автопаркинг на 478 мест [3].

Современный МФК – это сложный инженерный объект. Использование современных инженерных решений позволяет обеспечить высокое качество предоставляемых МФК услуг, надежность эксплуатации объекта, эффективное хозяйственно-экономическое функционирование. Внедрение «интеллектуальных» технологий для эксплуатации инженерных сетей мультифункциональных объектов даёт инвесторам, управляющим компаниям и владельцам МФК ощущимые преимущества.

Соблюдение требований предъявляемых к комфортабельности и функциональности помещений МФК напрямую зависит от эффективности установленных в ней систем климатизации. Сложность решения инженерных задач обусловлена с одной стороны высоким требованием к качеству и надежности

обеспечения воздушно-теплового комфорта, с другой – многофункциональным зонированием. Функциональные зоны отличаются режимом работы, степенью комфорта, предъявляемым к ним санитарно-гигиеническим требованиям [4]. Соответственно, климатическое оборудование должно позволять максимально автоматизировать функционирование системы, включая контроль, диагностику состояния, защиту от несанкционированного воздействия, программирование режимов работы, архивирование основных показателей работы и др.

Таблица 1
Параметры микроклимата в обслуживаемой зоне помещений общественных зданий

Период года	Наименование помещения	Температура воздуха, °C	Результирующая температура, °C	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
1	2	3	4	5	6
Холодный	Помещения для отдыха	20-22 18-24	19-20 17-23	45-30 60	0,2 0,3
	Помещения для умственного труда	19-21 18-23	18-20 17-22	45-30 60	0,2 0,3
	Помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении сидя: - без уличной одежды - в уличной одежде	20-21 19-23 14-16 12-17	19-20 19-22 13-15 13-16	45-30 60 45-30 60	0,2 0,3 0,2 0,3
	Помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении стоя без уличной одежды	18-20 16-22	17-20 15-21	45-30 60	0,2 0,3
	Помещения для занятий подвижными видами спорта	17-19 15-21	16-18 14-20	45-30 60	0,2 0,3
	Помещения, в которых люди находятся в полураздетом виде (раздевалки, процедурные кабинеты, кабинеты врачей и т.п.)	20-22 20-24	19-21 19-23	45-30 60	0,15 0,2
	Помещения с времененным пребыванием людей (вестибюли, гардеробные, коридоры, лестницы, санузлы, курительные, кладовые)	16-18 14-20	15-17 13-19	НН	НН
	Ванные, душевые	24-26 18-28	23-25 17-27	НН	0,15 0,2
	Помещения с постоянным пребыванием людей	23-25 18-28	22-24 19-27	60-30 65	0,3 0,5
Теплый					

Примечание: * – в числителе даны данные по оптимальным параметрам, в знаменателе – по допустимым параметрам; **НН – не нормируется.

Для поддержания в МФК требуемых стандартов качества воздуха, необходим контроль и регулирование его температуры и относительной влажности в определенном диапазоне (см. таблица 1). Соответствующей степени комфорта невозможно добиться без внедрения современных высокотехнологичных инженерных систем.

Современные системы климатизации позволяют реализовать в МФК полную обработку воздуха, включая его охлаждение и увлажнение. Существующие системы климатизации применяемые для обслуживания общественных зданий [5] и их сравнение представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Сравнение современных систем климатизации
для обслуживания общественных зданий**

Тип системы	Центральные и крышиные кондиционеры	Системы чиллер-фэнкойл	Мультизональные VRV и VRF системы
Наличие системы вентиляции	В наличии. Регулировка соотношения наружного и внутреннего воздуха осуществляется в смесительной камере.	Вентиляция осуществляется за счет дополнительного центрального кондиционера.	Требуется использование отдельной системы вентиляции или внутренних блоков с вентиляцией.
Энергетические затраты	Около 80 Вт/м ²	Около 60 Вт/м ²	Около 35 Вт/м ²
Особенности внедрения системы	Поставка всего оборудования осуществляется одним производителем. Трудоёмкие монтажные работы, требующие больших затрат времени. Для функционирования системы необходима установка наружного блока (компрессорно-конденсаторного блока или крышиного кондиционера, чиллера), центрального кондиционера, прокладка сети магистральных воздуховодов с большим сечением.	Допустима поставка оборудования разными производителями. Требуется дополнительное оборудование: теплообменники, насосы, аккумуляторные баки, регулирующие и запорные вентили. Трудоёмкие монтажные работы, требующие больших затрат времени. Требуется установка чиллера, конденсатора, гидромодуля.	Поставка всего оборудования осуществляется одним производителем. Монтажные работы не требуют больших затрат времени и не сложны. Для функционирования системы необходима установка наружных блоков.
Особенности обслуживания	Для обслуживания системы требуется персонал. Централизованная регулировка режима работы. Индивидуальные требования не учитываются.	Для обслуживания системы требуется персонал. Режим работы регулируется централизованно и индивидуально.	Для обслуживания системы персонал не требуется. Режим работы регулируется индивидуально.

На сегодняшний день, для кондиционирования воздуха в МФК актуально использование системы «чиллер-фэнкойл». Данная система исключает необходимость «навешивания» кондиционеров по всему периметру здания, что позволяет сохранить представительность фасадов. Также, за счет местных теплообменников не требуется прокладка массивных внутренних воздуховодов. При этом система «чиллер-фэнкойл» весьма эффективна и её коммуникационные сети менее заметны, что положительно сказывается на дизайне внутреннего пространства. В помещениях, центральная подготовка воздуха дополняется установкой индивидуально регулируемых доводчиков.

В представительских апартаментах МФК рекомендуется осуществлять ионизацию воздуха. Использование аэроионизаторов позволяет формировать в воздушной среде лёгкие отрицательные ионы с концентрацией 3000-5000 на один куб. см., что в природе наблюдается в зоне морских побережий и хвойных лесов.

Перед проектировщиком стоит решение важной задачи адаптации инженерных систем под потребности заказчика, интеграция климатического оборудования с учетом функциональных особенностей МФК (рис. 1).

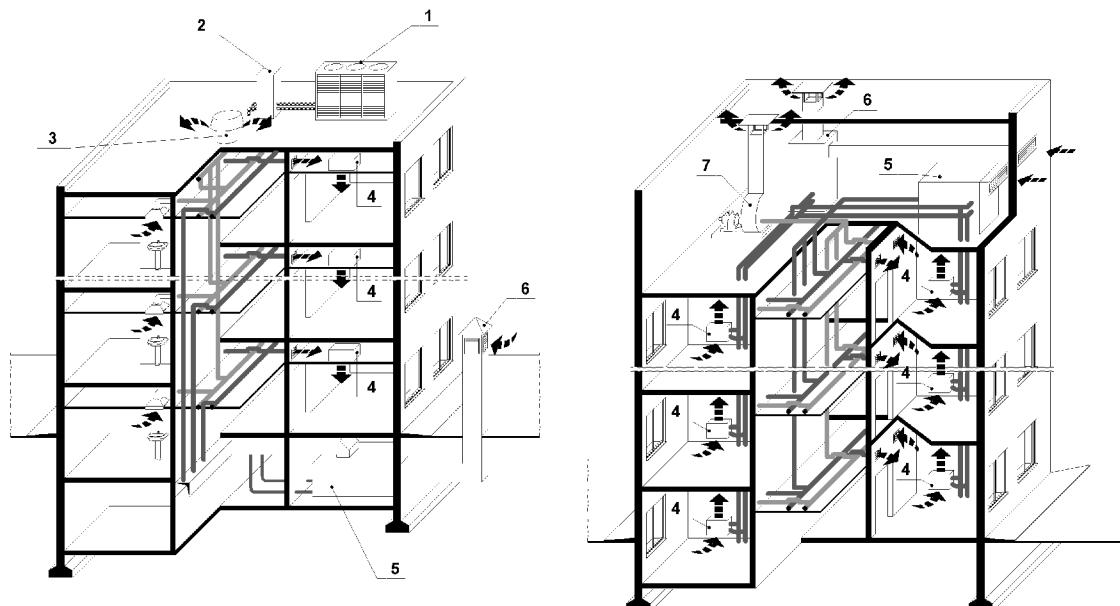


Рис. 1. Схема вариантов решений системы кондиционирования и вентиляции в здании:

- 1 – чиллер с воздушным охлаждением конденсатора, с осевыми вентиляторами;
- 2 – насосная станция; 3 – крышный вентилятор; 4 – фэнкойл; 5 – центральный кондиционер;
- 6 – вентиляционная шахта; 7 – центробежный вентилятор вытяжной системы вентиляции

Рассмотрим, вопрос выбора размещения инженерного этажа.

VIP-апартаменты на верхнем этаже многоэтажного здания – пентхаусы, все больше становятся неотъемлемой частью имиджа представительских высоток. Пентхаус, с открывающимся панорамным видом на мегаполис, стал мировым трендом и непременным атрибутом респектабельности и роскоши. Расположение инженерного этажа, в верхней части здания, может стать причиной шума и соответственно дискомфорта для дорогих элитных апартаментов. Требуется тщательный учет нормируемых параметров допустимых уровней шума [6]. Использование защитных мер от шума и вибрации, производимых механическим оборудованием (устройство амортизаторов, шумопоглощающих экранов, гибких вставок, подвесок, плавающих фундаментов и т.д.), бывает недостаточно эффективным. Решение вопроса может быть достигнуто, на стадии проектирования, за счет подбора и учета технических характеристик требуемого оборудования, изменением расположения инженерного этажа.

Рассмотрим зарубежный опыт проектных решений систем климатизации в МФК.

Небоскрёб Мэри-Экс (Mary Axe) построен в 2004 году по проекту архитектора Нормана Фостера в г. Лондоне (рис. 2-4). Многоэтажный комплекс принадлежит второй в мире по величине швейцарской страховой компании «Swiss Re». Полностью остекленное здание выполнено в форме сигары, имеет высоту 180 м (40 этажей). Диаметр основания круглого в сечении сооружения – 49 м. В здании Мэри-Экс основная часть площади первого этажа отведена под различные магазины. На 33 этажах располагаются офисы общей площадью 46 000 м² рассчитанные на 4000 человек. На верхних этажах размещаются рестораны. Небоскреб покрывает купол, под которым расположен зал приемов, с впечатляющим панорамным видом на город.

Рис. 2. Башня Мэри-Экс
(г. Лондон, Англия)

Рис. 3. Автоматически открывающиеся оконные створки башни Мэри-Экс

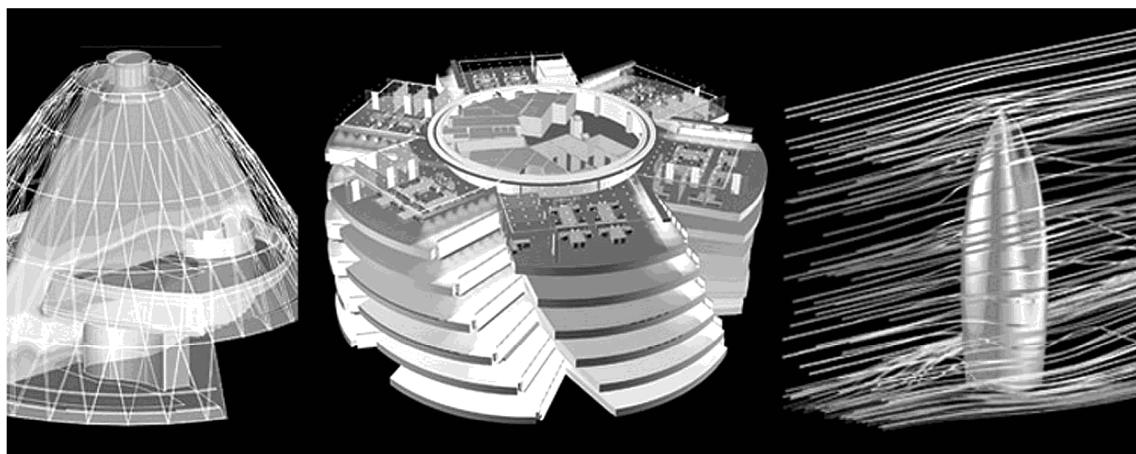


Рис. 4. Компьютерное моделирование башни Мэри-Экс с учетом гидродинамических свойств объекта

В здании компании «Swiss Re» воплощены основные идеи заказчика – создание сооружения дружественного к окружающей среде, сокращение энергозатрат при эксплуатации [7]. Для воплощения сооружения, в виде единой энергетической системы, проектные решения принимались на основании компьютерного моделирования с учетом аэро-, гидродинамических и термодинамических свойств объекта.

В здании используется система вентиляции смешанного типа. Благодаря компьютерному моделированию ветрового режима вокруг башни было выявлено, что в течение большей части календарного года имеется перепад давлений с наветренной и заветренной сторон сооружения. Этих условий достаточно для работы системы естественной вентиляции перекрестного течения за счет оконных створок световых шахт.

Шесть световых шахт треугольного сечения, расположенные по периметру плана на каждом этаже, обеспечивают попадание естественного света во внутренние помещения и являются «легкими» башни. Шахтная камера позволяет влиять на скорость воздушного потока попадающего в рабочие помещения здания. Площадь механически открывающейся поверхности одной световой шахты около 4 м^2 . Соответственно, общая площадь принудительно открываемой поверхности на этаж составляет около 24 м^2 . Величина открывания оконных створок рассчитывается системой энергетического управления зданием, с учетом показаний приборов установленных по всему сооружению, регистрирующих состояние окружающей среды. Учитывается скорость и направление ветра, интенсивность солнечной радиации, температура наружного воздуха и объём дождевых осадков.

Площади типовых этажей отведенных под офисы предполагают свободную планировку. В расчетах естественной вентиляции, при помощи компьютерной гидродинамики, учитывалось влияние планировки помещений на конфигурацию воздушных потоков в здании. Результаты расчетов выявили возможность использования естественной вентиляции в дополнение к системе кондиционирования воздуха в течении 40 % времени. Причем для некоторых участков здания, в определенные периоды, естественное вентилирование оказалось достаточным.

Система кондиционирования воздуха в башне представляет собой децентрализованную сеть, объединяющую узлы воздухоподготовки с рециркуляционными вентиляторными конвекторами. Это решение дало возможность исключить необходимость прокладки вертикальных каналов с большим сечением для воздухообмена внутренних помещений. На каждом этаже, установлены вентиляционные агрегаты шведского производителя Swegon GOLD (<http://www.swegon.com/>). Преимущества вентиляционных агрегатов Swegon GOLD в следующем:

- низкий уровень шума (от 27 дБА);
- небольшие размеры агрегатов позволяют минимизировать площади для установки оборудования;
- допустим монтаж колена в воздуховодах под углом 90° без потерь давления;
- при высокой эффективности вентиляторов, ротор имеет высокий КПД утилизации тепла;
- возможность поэтапного ввода в эксплуатацию системы вентиляции на каждом этаже;
- поэтажное автоматическое регулирование расхода воздуха в заданный промежуток времени.

Поэтажное регулирование удельных расходов на кондиционирование и отопление позволило сократить энергопотребление в целом. Система кондиционирования в здании спроектирована с учетом самых жестких требований. Например, в периоды большого скопления посетителей система кондиционирования позволяет увеличить объемы подаваемого воздуха в помещения на 50 %. Агрегаты системы кондиционирования смонтированы над подвесными потолками.

Ещё одним примером оптимизации проектного решения системы климатизации в МФК может служить 17-ти этажный (высота сооружения – 60,4 м) деловой центр Helsfyr Panorama (г. Осло, Норвегия, архитектурная мастерская: DARK Arkitekter AS) (рис. 5). Общая площадь здания 21330 м^2 . Общий расход воздуха: $143000\text{ м}^3/\text{ч}$. Расход воздуха на типовой этаж: $8250\text{ м}^3/\text{ч}$. В этом объекте также поэтажно установлены малые вентиляционные агрегаты Swegon GOLD. Приток воздуха осуществляется через вентиляционную шахту. В результате выбранного решения удалось исключить необходимость использования последнего 17 этажа площадью 445 м^2 в качестве технического и устроить дополнительные офисные помещения. Два подвальных этажа площадью 860 м^2 , также свободных от климатического оборудования, используются в качестве подземной автопарковки [8].

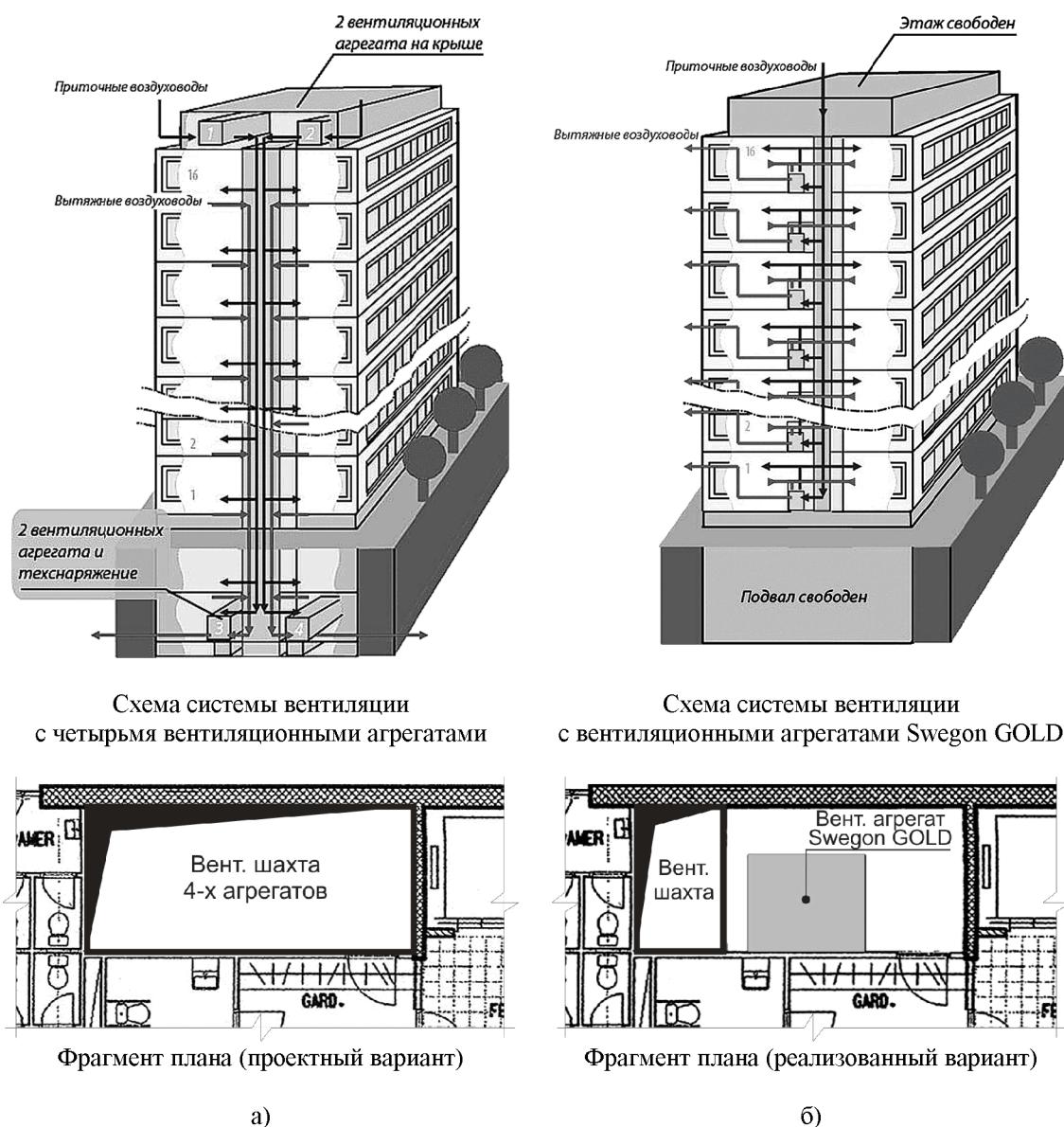


Рис. 5. Варианты системы вентиляции делового центра Helsfyr Panorama (г. Осло, Норвегия) [8]:
а – проектный вариант; б – реализованный вариант

При проектировании МФК требуется принимать во внимание опыт внедрения как отечественными, так и зарубежными специалистами новейших технических разработок в области инженерных систем. Убеждены, что для согласования общих подходов к климатическим характеристикам здания и принятия эффективных проектных решений необходим тесный контакт инженеров и архитекторов на начальном, концептуальном этапе разработки проекта. Применение современных технических решений при внедрении систем климатизации позволяет достичь существенного экономического эффекта.

Организация системы климатизации в общественных зданиях требует особого внимания со стороны проектировщиков. Поэтому рекомендации данного исследования должны быть учтены при подготовке студентов по специальности 270114 «Проектирование зданий», в курсовом и дипломном проектировании зданий общественного назначения.

Список библиографических ссылок

1. Конференция многофункциональные комплексы России: от концепции до реализации // AHConferences. URL: <http://www.ahconferences.com/conferences/?conf=534> (дата обращения: 1.07.2013).
2. Краткий обзор рынка Многофункциональной недвижимости в «городах-миллионниках» РФ 4 кв. 2012 // GVA Sawyer. URL: http://www.gvasawyer.ru/ImgResearch/Mixed_Use_4Q2012Rus.pdf (дата обращения: 25.07.2013).
3. Строительство МФК «Олимп» // ООО «Олимп» URL: http://www.olympkzn.ru/Строительство_комплекса_Олимп (дата обращения: 26.07.2013).
4. ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – М., 1996. – 7 с.
5. Сравнение систем промышленного кондиционирования // РФК Климат. URL: http://www.rfclimat.ru/htm/con_prom.htm (дата обращения: 1.08.2013).
6. МГСН 2.04-97. Допустимые уровни шума, вибрации и требования к звукоизоляции в жилых и общественных зданиях. г. Москва. – М., 1997. – 22 с.
7. Field A. Новый лондонский король // АВОК: вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика, 2004, № 2. – С. 46-51.
8. Как сэкономить 1 000 000 \$ на системе вентиляции офисного здания // ООО «Инженерно-производственный центр «ВЕКОТЕХ». URL: <http://vecotech.com.ua/podbor-e-montazh-dimohodov/667.html> (дата обращения: 1.09.2013).

Khabibulina A.G. – candidate of economical sciences, senior lecturer
E-mail: albgomer@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Modern design decisions of conditioning system of a multipurpose complex

Resume

One of the perspective segments of the developing Russian market of the real estate is the building of multipurpose complexes (MPC). To maintain the profitable functioning of MPC the presence of maximum developed infrastructure is necessary: trading, office, hotel, entertaining objects etc. Multipurpose zoning demands the decision of difficult engineering problems for maintenance of air-thermal comfort of object premises. The use of modern engineering decisions allows providing high quality of services given by MPC, reliability of operation of object, effective housewife-economic functioning. The introduction of «intellectual» technologies for multifunctional objects' engineering networks exploitation gives to investors, the operating companies and MPC owners notable advantages. Article contains the description of existing conditioning systems, applied to service public buildings and their comparison is resulted. As an example of optimisation of the design decision of conditioning system in MPC are Mary Axe skyscraper (London, England) and business centre Helsfyr Panorama (Oslo, Norway). At designing MPC it is required to take into consideration the experience of introduction the newest technical workings out in the field of engineering systems of both domestic and foreign experts. Close contact of engineers and architects is necessary to coordinate the general approaches to climatic characteristics of building and to accept effective design decisions at initial, conceptual stage of project development.

Keywords: multipurpose complex, conditioning system, a microclimate of premises of public buildings.

Reference list

1. Conference multipurpose complexes of Russia: from the concept before realization // AHConferences. URL: <http://www.ahconferences.com/conferences/?conf=534> (reference date: 1.07.2013).
2. The short review of the market of the Multipurpose real estate in «million-plus city» of the Russian Federation 4 quarter 2012 // GVA Sawyer. URL: http://www.gvasawyer.Ru/ImgResearch/Mixed_Use_4Q2012Rus.pdf (reference date: 25.07.2013).
3. Building MPC «Olymp» // LTD «Olymp» URL: http://www.olympkzn.ru/Строительство_комплекса_Олимп (reference date: 26.07.2013).
4. GOST 30494-96. Buildings inhabited and public. Microclimate parameters in premises. – M., 1996. – 7 p.
5. Comparison of systems of industrial air-conditioning // RFC the Climate. URL: http://www.rfclimat.ru/htm/con_prom.htm (reference date: 1.08.2013).
6. MGSN 2.04-97. Admissible noise levels, vibrations and requirements to sound insulation in inhabited and public buildings. Moscow. – M., 1997. – 22 p.
7. Field A. The new London king // AVOC: ventilation, heating, an air conditioning, a heat supply and building thermophysics, 2004, № 2. – P. 46-51.
8. How to save 1 000 000\$ on system of ventilation of office building//Open Company «Engineering-industrial centre «VECOTEX». URL: <http://vecotech.com.ua/podbor-e-montazh-dimohodov/667.html> (reference date: 1.09.2013).

УДК 727:378.6

Шерстюкова Э.Л. – студент
 E-mail: linarovna26@mail.ru

Короткова С.Г. – кандидат архитектуры, старший преподаватель
 E-mail: svetlkor@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет
 Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Особенности системы формирования научно-образовательного центра на территории Республики Татарстан

Аннотация

В настоящее время обществом сформирован запрос на координальное улучшение социальной, экономической и интеллектуальной среды регионов Российской Федерации. Двигателем всестороннего развития региона может выступать научно-образовательный центр. В статье изложены предпосылки формирования научно-образовательного центра на территории республики Татарстан, а также ряд проблем, связанных с использованием различных моделей территориального расположения НОЦ. Сформирована структура университетского комплекса, который является координирующей частью НОЦ.

Ключевые слова: научно-образовательный центр, федеральный университет, исследовательский университет, университетский комплекс, инфраструктура города, интеграция науки и образования.

В последнее время во многих регионах страны наблюдается тенденция к интеграции научных, образовательных и производственных структур. Интеграционные процессы усиленно финансируются федеральным центром. Совершенствуется нормативно-правовая база, способствующая развитию интеграционных механизмов (например, постановление Правительства Российской Федерации от 17.09.2001 г. № 676 «Об университетских комплексах»).

Республика Татарстан является одним из самых динамично развивающихся субъектов Российской Федерации. Республика обладает значительным научно-образовательным потенциалом, а также, серьезными производственными мощностями. Основная составляющая научно-образовательного кластера региона это федеральные и исследовательские университеты, академия наук РТ. На территории республики расположено 15 предприятий входящих в состав госкорпорации «Ростех», самые известные «Камаз» и «Казанский вертолетный завод». В целях наилучшего объединения производственных и научно-образовательных потенциалов республики необходимо рассмотрение архитектурных и градостроительных проблем связанных с созданием научно-образовательного центра (НОЦ). Формирование НОЦ продиктовано развитием рыночных отношений в России и переходом от экономики, основанной на ресурсах, к экономике, основанной на знаниях и инновациях.

Принципиальной особенностью создаваемых НОЦ является сближение производственных и научно-образовательных составляющих региона и эффективное использование кадрового, инновационного и научно-технического потенциала. Ядром НОЦ должны стать федеральные университеты и национальные исследовательские университеты.

Целями создания НОЦ на региональном и отраслевом уровне являются:

1. кадровое обеспечение отрасли;
2. инновационное комплексное социально-экономическое развитие региона на основе интеграции науки, образования, производства;
3. эффективное обеспечение стратегического партнерства с бизнес-сообществом;
4. многоуровневая подготовка квалифицированных кадров в рамках единого образовательного пространства с учетом региональных потребностей;
5. системное влияние на экономику [1].

Нами рассматриваются две модели территориального расположения НОЦ:

1. дифференциальная модель;

2. интегральная модель.

Дифференциальная модель подразумевает территориально разнесенные структуры НОЦ, расположенные друг от друга на значительных расстояниях, с возможностью взаимодействия через такие средства как электронный документооборот. Данные структуры обязаны иметь общие площадки для встреч, взаимодействия, решения проблем и т.д. Данная модель прекрасно работает в условиях равномерного распределения людских потоков в зависимости от локальной пропускной способности инфраструктуры города и в условиях равномерной благоустроенностии прилегающих к объектам НОЦ территорий. Реализация данной модели не представляется возможной. Основой научно-образовательной площадки НОЦ являются структуры, располагающиеся на территории столицы Республики. Казань знаменита своим историческим архитектурным обликом, а также проблемами, связанными с этим обликом. Прежде всего, это узкая дорожная сеть в центральной части города. Также весьма прозрачна причина невозможности расширения дорожных полотен, исторические памятники города не могут быть удалены в целях улучшения транспортной инфраструктуры города. Исторически сложилось, что основной костяк вузов города расположен в его центральной части. Во второй половине 19 века численность населения города была на порядок ниже численности населения начала 21 века. На данный момент расположение вузов не отвечает потребностям 1,5 млн. города. Также стоит отметить чрезвычайно удаленное расположение вузов от принадлежащих им общежитий, за исключением редких примеров, таких как КГАСУ. Не маловажной является проблема отсутствия парковок, мест для коммуникаций и отдыха. Рис. 1 наглядно иллюстрирует вышеизложенные проблемы.

Интегральная модель подразумевает объединение всех или почти всех научно-образовательных структур НОЦ на единой территории со значительной, независимой, автономной инфраструктурой. Такие интегральные модели реализуются в виде университетских комплексов. Первые университетские комплексы возникли в 1993 г. с целью обеспечения непрерывного профессионального образования, а также интеграции образования и научно-практической подготовки студентов [2]. Университетский комплекс должен взять на себя координирующую роль в процессе стратегического развития региона и может выступать интегрирующим элементом, улучшающим качество взаимодействия между тремя субъектами – властью, бизнесом и местным сообществом [3]. В современных социально-экономических условиях университетский комплекс должен стать важнейшим социальным институтом, обеспечивающим устойчивое и сбалансированное развитие экономики, социальной сферы и культуры регионального сообщества [4]. Целями организации университетского комплекса в составе НОЦ являются:

1. Разгрузка инфраструктуры города;
2. Повышение привлекательности республики;
3. Создание благоприятной среды обучения студентов;
4. Оптимальное распределение финансовых потоков между учреждениями;
5. Широкая направленность деятельности;
6. Междисциплинарная деятельность.

Существует вопрос о целесообразности формирования таких крупных проектов как университетский комплекс в условиях ускоренного развития информационно-коммуникационных технологий. Можно предположить, что в условиях существования сети интернет и других коммуникационных технологий надобность в живом общении может отсутствовать. С. Кроуфордом была опубликована статья [5], посвященная связям между учеными, работавшими в области исследования сна. Изучалось объединение ученых, расселенных в 30 штатах США. Анализ сделал очевидным, что в пределах объединения выделяются группы, в том числе, пять крупных, сформировавшихся вокруг наиболее продуктивных ученых и локализованных в районах с диаметром, не превышающим 80 миль. Е.Б. Рябов (директор программы развития наукограда Дубна) утверждает: «Идея, что люди могут сделать целостный программный продукт, живя в разных городах и общаясь с помощью современных средств связи, неправильная. Ученые должны общаться вживую, делиться идеями» [6]. Целесообразность формирования НОЦ подтверждает положительный Российский и зарубежный опыт. Под Москвой

сформированы научные центры (Пущино, Троицка, Обнинска, Дубны и др.). Во Франции, в окрестностях Парижа построили научный городок Сите-Декарт, а в Бельгии университетский город Лувен-ла-Нев [6]. Зоны концентрации ученых сегодня являются местом, где происходят важнейшие события в мире науки.

В июле 2013 года на федеральном уровне были отобраны 15 лучших вузов страны, которые получат субсидии в размере 600 млн. руб, на развитие направлений позволяющих в 2020 году попасть в топ – 200 международных рейтингов – QS, THE, и ARWU. 5 из этих 15 вузов должны будут попасть в топ – 100 главных международных рейтингов. Оценка вузов осуществляется по нескольким категориям (таблица).

Таблица
Категории формирования рейтингов QS и THE

Категории	Рейтинг QS	Рейтинг THE
Репутация, опрос экспертов	40 %	18 %
Цитируемость научных публикаций	20 %	30 %
Качество обучения	20 %	30 %
Интернационализация	10 %	7,5 %
Репутация среди работодателей	10 %	
Объем финансирования исследовательской деятельности		6 %
Количество публикаций на одного НГР		6 %
Финансирование исследований компаниями		2,5 %

Необходимо отметить, что одноименные категории рейтингов могут иметь различные критерии расчета, но это никак не отражается на нашем анализе.

При формировании рейтингов наблюдается крен в сторону академической репутации вузов. Также общими положениями для обоих рейтингов являются критерии качества образования, цитируемость научных публикаций, интернационализация. Академическая репутация определяется на основе опроса экспертов из разных стран. К участию в опросе 2013 года, результаты которого будут опубликованы весной 2014 года, были приглашены представители научных направлений в следующем соотношении: 22,1 % – социальные науки, 21,3 % – инженерные науки, 18,0 % – физические науки, 15,4 % – клинические науки, медицина, 12,7 % – науки о жизни, 10,5 % – гуманитарные науки. Из этих соотношений можно сделать вывод о трудностях попадания университетов в мировые рейтинги в отсутствии всесторонней направленности поля деятельности университетов. В целях улучшения позиций университетского комплекса по категории интернационализации, может быть разработана архитектурная концепция, направленная на привлечение зарубежных студентов и специалистов, таким образом привлечь внимание зарубежного сообщества. Ярким положительным примером формирования интернационального контингента обучающихся является Парижский интернациональный университетский городок. Главное здание городка скопировано с дворцового замка Фонтенбло. Постепенно были возведены 38 домов-общежитий разнообразной архитектуры мира, зачастую финансировавшиеся иностранными государствами. Всего в университетском городке проживает около 5,5 тыс. студентов из 132 стран мира. Создание НОЦ, а также университетского комплекса в составе НОЦ позволит максимально адаптироваться к категориям данных рейтингов, повысить узнаваемость университетского комплекса мировым сообществом.

Рисунок 2 иллюстрирует основные структуры университетского комплекса, формирующие его научно-образовательный и производственный потенциал. Татарстан реализует отраслевую кластерную модель взаимодействия науки, образования и производства. Формирование учебно-научно-производственных комплексов (УНПК) по отраслям знаний или новым направлениям развития науки, техники и технологий позволит избежать отклонений от кластерной модели. Отталкиваясь от производственных ориентиров республики можно составить перечень основных УНПК:

1. УНПК «Нефтепереработка и нефтехимия»;

2. УНПК «Инфокоммуникационные технологии»;
3. УНПК «Радиоэлектроника»;
4. УНПК «Фармацевтика, биотехнологии и биомедицина»;
5. УНПК «Строительство»;
6. УНПК «Машиностроение»;
7. УНПК «Авиостроение»;
8. УНПК «Сельское хозяйство и производство продуктов питания».

Успех по данным направлениям может быть достигнут только в случае междисциплинарного взаимодействия. Так развитие УНПК «Фармацевтика, биотехнологии и биомедицина» не возможно без интеграции знаний в областях биологии, медицины, физики и химии, а УНПК «Строительство», «Машиностроение», «Авиостроение» без интеграции знаний в областях математики, механики, физики и химии. Данная идеология подразумевает тесное взаимодействие кафедр и институтов, имеющих различные области исследований. Важнейшую роль при организации УНПК играют отраслевые университеты, вошедшие в состав университетского комплекса, такие как Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, Казанский государственный медицинский университет, Казанский государственный аграрный университет. Отраслевые университеты имеют значительный опыт взаимодействия с промышленностью, а также широкое представление проблем и потребностей своих отраслей. Отраслевые вузы при поддержке кафедр и институтов федерального вуза, обеспечивающих фундаментальный инструментарий, позволят получить технологии на стыке научных дисциплин, внедрять в производство передовые разработки. Научно-производственная деятельность УНПК интегрирована с учебным процессом, их единство обеспечивается:

1. участием студентов в разработках, выполняемых научно-исследовательскими группами;
2. внедрением результатов научных исследований в лекционные курсы, практические лабораторные занятия;
3. широким совмещением педагогической деятельности и производственной практики;
4. усилением практической направленности с учетом регионального фактора;
5. привлечением к участию в учебно-образовательном процессе руководителей производства, высококвалифицированных специалистов предприятий республики.[7]

Необходимо подчеркнуть, что УНПК отражает мировую тенденцию организации обучения при всемирно известных фирмах, таких как IBM и «Oracle» в США или «Фольксваген» в Германии и т.п.

Большое количество структур требует организовать среду проживания, которая будет соответствовать запросам различного круга лиц, отличающихся своим статусом и возрастом. Университетский комплекс должен иметь возможность размещения студентов, сотрудников, а также семей сотрудников. Большая концентрация людей предполагает организацию структур для удовлетворения социо-культурных и бытовых потребностей. Обязательными объектами являются спортивные комплексы (залы для игры в футбол, баскетбол, волейбол, теннисный корт, тренажерный зал, плавательный бассейн), предприятия общественного питания (кафе, буфет, столовая), развлекательные комплексы, парковые зоны, библиотека, магазины.

На основе опроса студентов Южного федерального университета составлен список дополнительных нужд студентов (в порядке предпочтения): интернет кафе, продуктовый магазин, кинозал, компьютерный зал, магазин канцелярских товаров, студенческий парк, медпункт, клуб, стоянка автомобилей, универсальный зал для культурно-массовых мероприятий, парикмахерская, магазин хозяйственных товаров, комнаты для детей, почтовое отделение, телеграф, фотолаборатория, аптека, пункт ремонта одежды, баня (сауна), отделение сбербанка, прачечная, выставочный зал для студенческих работ, минигостиница для приезжающих (родственников), кассы продажи билетов, мастерские [8].

Организация комфортной среды, эстетика и экологичность архитектурных сооружений позволяют выработать благоприятную атмосферу для студентов и сотрудников комплекса.

Предполагаемым местом для реализации университетского комплекса является территория на выезде из города, вдоль трассы Р239, соседствующая со Smart City (рис. 3). Данное расположение университетского комплекса является благоприятным с точки зрения инфраструктурных особенностей, а также оставляет возможность для территориального развития. Оренбургский тракт является чрезвычайно важной дорожной инфраструктурой города, обладает большой пропускной способностью, имеет хорошую связь с центром города (в рамках подготовки к универсиаде в Казани 2013 г. был реализован комплекс развязок, соединяющий оренбургский тракт с центром города) и аэропортом. В пределах нескольких километров располагаются комплексы студенческих общежитий и крупные спортивные сооружения, которые могут использоваться университетским комплексом.

На основе анализа социальных потребностей и пространственных особенностей республики Татарстан предложена концепция территориального расположения университетского комплекса в составе НОЦ. Исследования, изложенные в работе, позволяют судить о положительных эффектах в социальной, экономической, научной, образовательной, производственной сферах региона.

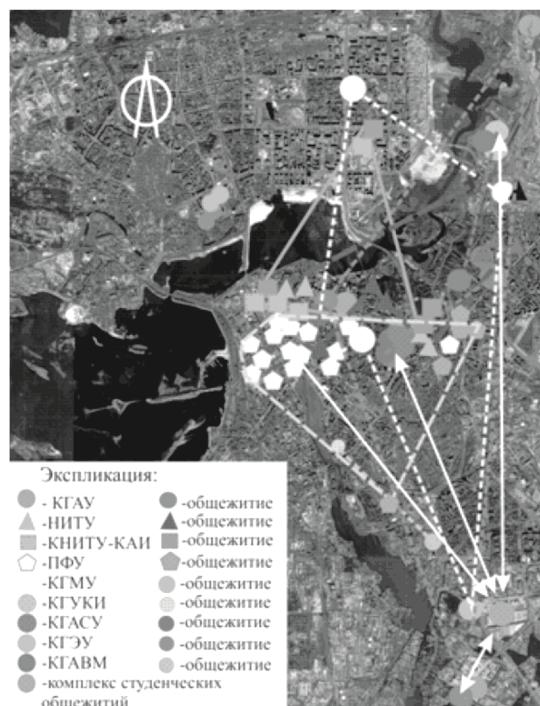


Рис. 1. Анализ структуры университетских комплексов г. Казани

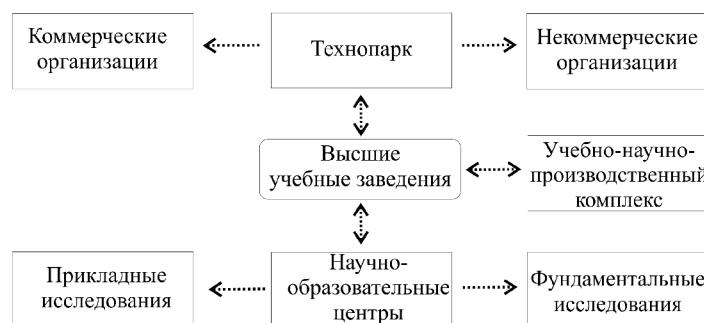


Рис. 2. Модель университетского комплекса

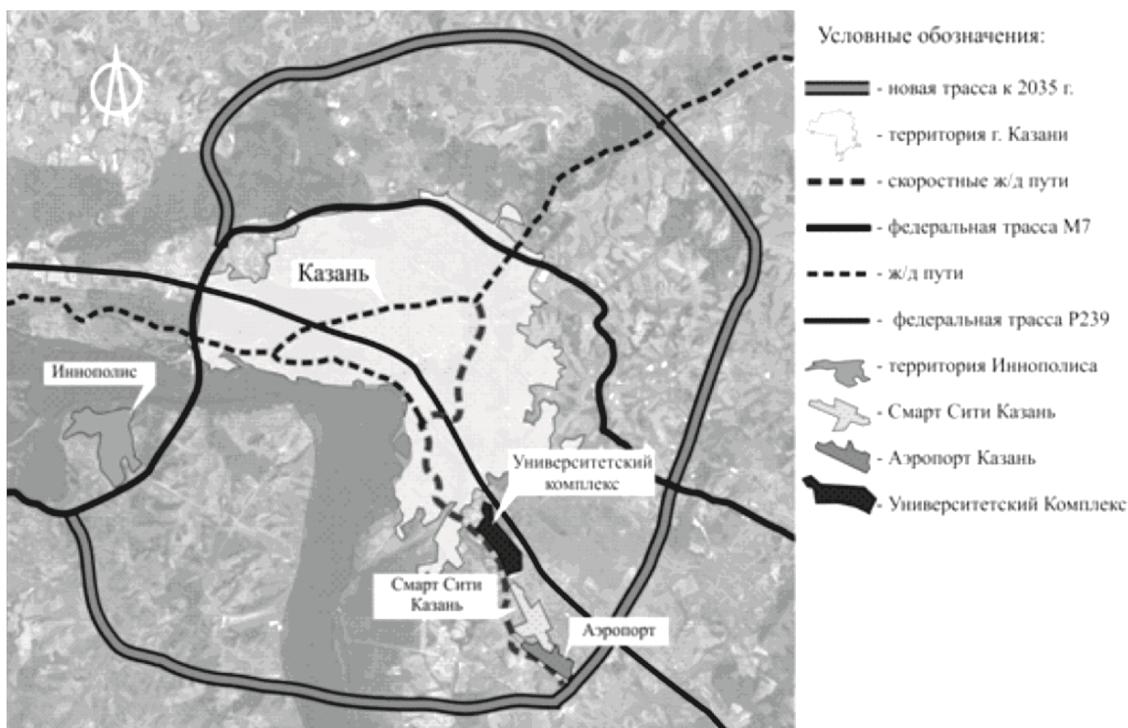


Рис. 3. Территориальное расположение университетского комплекса

Список библиографических ссылок

1. Стенографический отчет о совещании по развитию сети научно-образовательных центров в России. – М.: МИФИ. 24 июля 2008 г.
2. Краснобаева И.А. Формирование федеральной сети научно-образовательных центров в свете задачи взаимодействия науки и образования // Экономический журнал, 2010, № 20. – С. 24-34.
3. Белоновская И.Д., Цветкова К.Е. Координационная деятельность базового вуза в системе непрерывного образования. // Материалы Всероссийской научно-методической конференции. – Оренбург: ОГУ. 2012. – С. 31-37.
4. Ковалевский В.П. Развитие университетского комплекса как условие повышения качества подготовки специалиста // Университетское управление: практика и анализ. – Екатеринбург, 2008, № 1. – С. 11-17.
5. Кроуфорд С. Неформальная коммуникация между специалистами в области исследования сна // «Коммуникация в современной науке». – М.: Прогресс, 1976. – С. 348.
6. Фрезенская Н.Р. Научные центры и общение ученых. – М.: ОНИР ГИПРОНИИ РАН, 2011. – С. 129-130.
7. Ковалевский В.П. Университетский комплекс ОГУ как основа подготовки кадров для экономики Оренбуржья. // Вестник ОГУ – Оренбург: ОГУ, 2002, № 5. – С. 4-12.
8. Верещагина Э.И. Основная проблематика и тенденции формирования студенческих общежитий. // АМИТ 2 (19). – М.: МАРХИ, 2012, № 9.

Sherstyukova E.L. – student

E-mail: linarovna26@mail.ru

Korotkova S.G. – candidate of architecture, senior lecturer

E-mail: svetlkor@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Characteristic features of forming the scientific and educational center in the Republic of Tatarstan

Resume

Formation of research-educational centers (REC) promotes integration of science, education and industry, and effective use of human resources, innovation and scientific-technical potentials. In the article, we review two models of territorial location of research-educational center – differential and integral. Differential model suggest territorial diversity of REC structures, which are situated at considerable distances from each other. The integrated model means the union of all or almost all scientific and educational REC structures in the same territory with a significant, autonomous infrastructure. The article give conclusion that it is efficient to use the integrated model in the Republic of Tatarstan. There is a need to organize the university complex in the REC because of the specific location of the major scientific-educational structures of the Republic of Tatarstan. The university complex is regarded as a coordinating structure that promotes interaction between government, business and the local community. Analysis of the international rankings of universities can judge about the competitiveness of Tatarstan universities due to the formation of the university complex. Using the categories of forming international ratings of universities QS and THE formed goals of the organization of the university complex. A model of the university complex and its referencing to the area on the basis of favorable infrastructure factors is designed.

Keywords: research and educational center, federal university, research university, university campus, city's infrastructure, integration of science and education.

Reference list

1. Transcript of the meeting on the development of research-educational centers in Russia. – M.: MEPI. 24 июля 2008 г.
2. Krasnobaeva I.A. Formation of federal research-education centers on the basis of the problem of cooperation between science and education // Economic magazine, 2010, № 20. – P. 24-34.
3. Belonovskaya I.D., Tsvetcova K.E. Coordination of the basic university in the education system. // Materials of Russian scientific and methodological conference. – Orenburg: OSU, 2012. – P. 31-37.
4. Kovalevsky V.P. Development of the university complex as a condition of improving the quality of specialist training // University management: practice and analysis. – Ekaterinburg, 2008, № 1. – P. 11-17.
5. Crawford S. Informal communication between professionals in the field of sleep research // «Communication in the modern science». – M.: Progress, 1976. – P. 348.
6. Frezenskaya N. R. Research centers and communication between scientists. – M.: DSR HDSRIK RAS, 2011. P. 129-130.
7. Kovalevsky V.P. The university complex of OSU as a basis of training personnel for the economy of the Orenburg region. // OSU newsletter. – Orenburg: OSU, 2002, № 5. – P. 4-12.
8. Vereshchagina E.I. Key problem and tendencies of formation of student's hostels. // AMIT 2 (19). – M.: MARCHI, 2012, № 9.



УДК 624.012

Ахметзянов Ф.Х. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: olegxxii@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Причины возникновения микроповреждаемости цементного камня и бетона в процессе твердения

Аннотация

В статье приведены 20 видов дефектов и повреждений (ДиП) цементного камня (бетона), возникающих в период твердения материала строительных элементов.

При этом ДиП могут в условиях повышения воздействия стать повреждениями структуры материала. Перечень ДиП, собранный по литературным источникам, установлен на основе исследований многих авторов с использованием различных методов и подходов физики, физической химии, механики деформирования твёрдого тела.

Описаны механизмы перестройки структуры кристаллов и поликристаллов цементного камня при появлении дефектов и повреждений, приводящих к изменению локальных механических свойств. Выяснены причины скола в цементном камне при механических воздействиях.

Ключевые слова: цементный камень (бетон), кристаллы и поликристаллы, дефекты и повреждения, малые и большие угловые границы кристаллов и поликристаллов.

По установившемуся в технической литературе мнению бетон в XXI веке будет ведущим материалом для строительных элементов зданий и сооружений. Прочность и долговечность бетона обеспечивает цементный камень. Однако в процессе твердения бетона в цементном камне и по контакту его с заполнителем возникают нарушения сплошности в виде точечных, линейных, объёмных дефектов структуры, снижающие и прочность, и долговечность.

При этом до 70 % долговечности бетона обусловливается сопротивляемостью микроструктуры цементного камня, которая может изменяться в зависимости от видов дефектов, их количества в удельных площадках и объёмах материала. Поэтому в целях повышения и прочности, и долговечности цементного камня для разработки мер предотвращения дефектов на всех стадиях формирования и эксплуатации материала строительных элементов необходимо знать причины образования различных дефектов в микроструктуре цементного камня.

В этом направлении исследования интенсифицировались с применением электронной микроскопии и микрофотографии, рентгеноскопии и рентгенографии, фотоупругих методов [1], [2], [3], [4], [5], [29], [30].

В настоящее время есть возможность собрать и обобщить результаты этих исследований, разбросанных в разных публикациях. Поэтому цель данной статьи – изложить причины дефектов (микроповреждаемости) цементного камня в процессе твердения.

Известно, что экспериментальные данные свидетельствуют о возникновении дефектов структуры цементного камня и бетона еще в период изготовления бетона, до приложения механических нагрузок и воздействий. На этот процесс влияют много причин, основные из которых, в том числе, виды дефектов, приведенные в таблице. Далее под дефектом структуры материала понимаем образуемые в процессе изготовления отклонения показателей, приводящие к снижению полезности элемента (прочности, долговечности, надежности проницаемости, герметичности) на незначительных размерах площадок и объемов.

Это нарушения сплошности структуры в виде пор, капилляров, трещин. Под повреждаемостью будем понимать несплошности структуры (поры, капилляры, трещины), более существенно влияющие на прочность, надежность, неупругость.

Факторы микроповреждаемости. Процесс накопления повреждений в конструкционных элементах из бетона и железобетона состоит по результатам испытаний

на прочность и надёжность (долговечность) из нескольких стадий, в том числе происходит и на стадии изготовления материалов и элементов. Этот процесс недостаточно полно изложен в технической литературе и нуждается в обобщении видов дефектов, влияния особенностей технологического процесса, показателей структуры материала.

Таблица
Факторы микроповреждаемости

№	Виды дефекта	Причины дефекта	Ист.
1	2	3	4
1	Пористость	Испарение воды, свободной воды, расположенной вдоль сольватной оболочки катиона, по объему, превышающему долю, необходимую для реакции гидратации цемента. Контракционные поры.	[1], [2], [6]
2	Кристаллизационное давление	Различие скорости образования кристаллизационных контактов срастания кристаллических фаз. Развитие внутренних напряжений, обусловливаемых ростом кристаллических контактов по исследованиям Е. Сигаловой.	[2], [3]
3	Градиент прочностных и деформационных характеристик	Различие химического состава кристаллов и их размеров.	[3], [4]
4	Статистический разброс физико-механических характеристик цементного геля	Изменение плотности жидкости цементного геля с увеличением содержания воды, в свою очередь зависящей от минералогического состава и дисперсности цемента, содержания в последнем добавок и количества воды затворения. Агрегированность частиц цемента, вызывающая неравномерное распределение воды в системе. Поэтому различают 3 основных вида структур цементного геля: компактную, групповую замкнутую и групповую разбросенную.	[1]
5	Уменьшение поверхностной энергии частиц (кристаллитов, зерен цементного камня)	При адсорбции жидкости и газов снижение поверхностной энергии частиц приводит к уменьшению их прочностной характеристики.	[5]
6	Капиллярное давление	Возрастание градиента капиллярного давления (обратно пропорционально радиусу пор) на участках с различными радиусами.	[2], [5], [6]
7	Оsmотическое давление	При гидратации цементов грубого помола (размер частиц клинкера > 5 мкм). Вокруг частиц возникают экранирующие оболочки, обусловливающие осмотическое давление в системе при гидратации цемента	[2]
8	Дислокации в кристаллах цементного камня	Наличие дислокаций вызывает появление напряжений в кристаллах цементного камня и вероятное обусловленных ими микротрещин.	[7], [8], [9]
9	Точечные дефекты в кристаллах (ваканции в узлах кристаллической решетки, междуузельные атомы или ионы)	По термодинамическим положениям физики в кристаллах всегда имеется определенная концентрация вакансий, которые вызывают искажение кристаллической решетки в районе узла и некоторые местные напряжения. Так же и с междуузельными атомами и ионами.	[9]
10	Мало- и большеугловые границы в кристаллах	Около границ кристаллов происходит искажение решетки кристаллов и появление соответствующих дополнительных местных напряжений.	[9], [10], [11]
11	Неупругие деформации цементного камня при достаточно высокой температуре (термообработка до 70°C, нагрев поверхности слоя бетона в здании летом до 60°C)	Напряжения в цементном камне при модуле упругости в 150000 кг/см ² и коэффициенте температурного расширения $\alpha(t^0)=10^{-5}$ составляют: $\sigma_{bt}=E \cdot \alpha(t^0) \cdot \Delta t^0 = 150000 \cdot 10^{-5} \cdot 60 = 90 \text{ кг/см}^2;$ При растяжении такое напряжение вызывает образование трещин для любого класса бетона, указанного в СП 52-101-2003.	[12]
12	Шероховатость поверхностей	Около выступов на поверхности концентрация напряжений повышает средние до трех раз.	[13]

Продолжение таблицы

13	Импульсы деформаций и напряжений около концентраторов напряжений	При значительной скорости нагружения формируются поверхности откола в кристаллитах (зернах) на участках слабой сопротивляемости (статистических минимумов прочностных характеристик, около концентраторов напряжений – у границ пор, капилляров, включений другой фазы).	[14], [15]
14	Изменение структуры и свойств в микромасштабе материала	Образование рассеянных и местных повреждений при перекристаллизации, периодическом и отдельном изменении размеров слоев гидросиликатов кальция, вследствие изменения содержания межслоевой воды (например, при изменении температуры).	[5], [16], [17]
15	Нарушения обычного атомного порядка	Комплексное воздействие различных причин (например, одновременно температуры, приближение деформаций к границе неупругости, импульсное воздействие давления).	[18], [20]
16	Коррозия цементного камня (бетона)	Диффузия агрессивных атомов и молекул, образование растворимых соединений из элементов структуры, из-за местного давления от увеличения объема проецировавших частиц.	[19]
17	Понижение спечления между цементным камнем и зёренами заполнителя	Избыточное количество воды при достаточном количестве цемента. Загрязнённая поверхность заполнителя.	[33]
18	Низкая прочность бетона	Недостаточное количество цемента в бетоне для того, чтобы образовать достаточно прочную структуру	[2], [33]
19	Седиментационные полости под крупным заполнителем	Рыхлая структура цементного камня из-за минимального количества воды, перемещающейся сверху вниз под крупный заполнитель под действием гравитационных сил	[2]
20	Усадка бетона	Повышение деформаций цементного камня при изменении его влажности	[2], [5]

Механизм микроповреждаемости. Следует отметить, что необходимо знание термодинамической (равновесной) формы микрокристаллов (например, для цементного геля и кристаллогидратов цементного камня) в тех или иных условиях. Для кристаллов макроскопических размеров равновесная форма определяется правилом Вульфа [21]. Однако микрокристаллы зачастую не подчиняются этому правилу [22], [23]. Причиной этого может быть зависимость удельной свободной энергии межфазной границы от площади контакта зародыша кристалла с подложкой.

Кристаллическую структуру, прежде всего, описывают с помощью трансляционных решеток Бравэ (1850 г.) – 14 видов. Выведенные Федоровым, Шенфлисом и Барлоу 230 пространственных групп представляют те геометрические законы, по которым атомы располагаются внутри кристаллических построек.

При деформации кристаллической структуры возможны изменения формы кристаллов, например, простой кубической на ромбоэдрическую. Происходит сдвиг плоскостей (III) через одну вдоль оси третьего порядка и небольшая однородная ромбоэдрическая деформация.

Экспериментально установлено также, что скол кристаллов перпендикулярно тригональной связи происходит по длинной связи между плоскостями. Поверхность (III) не испытывает реконструкции, имеет место незначительная (~1-2,5 % от постоянной решетки) релаксация первого слоя [24]. Похожая ситуация возникает и в тетраэдрических кристаллах [24].

По экспериментальным данным [4] на фрактограммах процесса разрушения цементного камня наблюдаются ступеньки скола, а также микротрешины у стенок пор, по плоскостям спаянности и границам зёрен кристаллитов. Отметим, что цементный гель, составляющий около 75 % объема от цементного камня [2], состоит из частиц коллоидного размера. По данным работы [16], аморфные либо микрокристаллические коллоиды могут со временем образовывать группировки кристаллов микроскопических размеров. Главным структурным мотивом их являются тетраэдры SiO_4 .

При исследованиях кристаллов экспериментальными методами установлено, что дефекты, присутствующие на поверхности или при поверхностном слое, могут играть важную роль при определении физических свойств поверхности. В случае адсорбции на

поверхности область существенного изменения свойств поверхности приходится на субмонослои. При раскрывании кристалла появляются микротрещины, ступени, вакансии и др. У заряженных атомов дефектов кулоновское взаимодействие, слабо экранированное из-за существования свободного полупространства вне кристалла, может привести к неоднородному распределению заряда, что повлекёт структурные перестройки [25].

В кристаллах малого размера ($\sim 10^2 \text{ \AA}$), к которым можно отнести в цементном камне иглы этрингита, как частицы ультрадисперсной среды, при термообработке в процессе изготовления может происходить рекристаллизация [26], что и наблюдается в экспериментах [27]. Это можно объяснить тем, что в таких кристаллах так сильно развита граница, что она становится существенно неравновесной [28].

Необходимо отметить в зернах поликристаллов наличие малоугловых и большеугловых границ. К последним относят углы разориентировки кристаллов $>10\ldots 15^\circ$. Так как расстояние между дислокациями становится малым, происходит слияние ядер дислокаций и атомное очертание в большеугловых границах иное, чем в малоугловых [29]. Большеугловые границы в гораздо большей степени ослабляют интеркристаллитное сцепление (когезию), что ведет к охрупчиванию в области такой трещины. По-разному ведут себя мало- и большеугловые границы и при взаимодействии с внутризеренными сдвигами. Первые достаточно интенсивно перестраиваются под действием внутренних полей упругих напряжений, генерируемых поджатыми к границам дислокационными скоплениями. Эти перестройки протекают тем активнее, чем меньше угол разориентации θ , т.е. чем более независимо могут перемещаться в этих полях образующие границы дислокации. Большеугловые границы из-за отсутствия в их структуре решеточных дислокаций подвержены подобным перестройкам в значительно меньшей степени [28]. В процессе деформации границы в местах взаимодействия с их внутризеренными сдвигами дробятся (испытывают фасетирование). Интенсивность фасетирования различна для границ, различающихся разориентировкой. В наибольшей степени фасетируются (перестраиваются) границы с самой малой разориентировкой, в наименьшей – большеугловые границы. Чем больше малоугловых границ в поликристаллах, тем в меньшей степени они склонны при высоких температурах (пожарах) к межзеренной и пластической деформации.

На малоугловых границах в силу высокой упорядоченности их атомокристаллического строения явление делокализации подавлено и, возможно, не реализуется вовсе, поэтому чем больше малоугловых границ в кристаллах, тем в меньшей степени они склонны к межзеренной и пластической деформации. В связи с тем, что свойства мало- и большеугловых границ столь различны, механические свойства кристаллов могут зависеть от соотношения количеств границ каждого типа. Как показывают опыты, для реальных поликристаллов типично аномально большое по сравнению с хаотически разориентированным ансамблем количество малоугловых границ. Естественно, можно ожидать в таких обстоятельствах (при относительной подавленности межзеренной и пластической деформации) в зернах цементного камня возникновения скола.

В последнее время получены данные с появлением большеугловых границ при растяжении и сжатии кристаллической структуры тугоплавких металлов [30], когда соседние кристаллы сопрягаются между собой не вдоль большеугловых границ с той же разориентировкой, а вдоль сложных переходных образований – микрополос.

Последние имеют ширину 2-3 мкм и состоят из набора 10-20 малоугловых (с $\theta \sim 3^\circ$) дислокационных границ, совокупность которых и обеспечивает наблюдаемые большеугловые разориентировки полос деформации. Впоследствии накопились данные, что наряду с малоугловыми границами и сложными коррелированными их комбинациями, приводящими к большеугловым разворотам, в сильно деформированных кристаллах формируются индивидуальные границы межзеренного типа.

Границы деформационного происхождения представляют собой не объемные, а плоские образования [30]. При $\theta < 3^\circ$ границы деформационного происхождения имеют ярко выраженную дислокационную структуру. Они весьма несовершенны, как правило, окружены дислокационной бахромой. Дислокации в границах расположены нерегулярно. Видимая ширина границ составляет не менее 200 \AA . При относительно небольших

деформациях ε многие границы с $\theta < 3^\circ$ обрываются внутри кристалла, создавая вдоль линии обрыва источники упругих напряжений дислокационного типа.

В работе [31] определялось число дислокаций в блоках мозаики кристаллов цементного камня, которое составляло $1,1 \times 10^{11} \dots 1 \times 10^{12} \text{ см}^2$ в возрасте 420 суток. В наклепанных металлах число дислокаций равно 10^{12} . Средние внутренние напряжения в кристалле цементного камня достаточны для начала скольжений и зарождения зародышевых субмикротрешин длиной до $36 \dots 375 \text{ \AA}$ и микротрешин длиной 480 \AA [32].

По своим морфологическим и кристаллогеометрическим признакам (большая величина θ , наличие полосчатого контракта) мощные границы деформационного происхождения во многом напоминают большеугловые границы зерен. Единственное их существенное отличие от последних – многочисленные источники дальнодействующих упругих напряжений, в изобилии имеющиеся на большеугловых границах деформационного происхождения [30].

Связи в кристаллах металла и цементного камня – это связи между положительно заряженными ионами, осуществляемые за счет притяжения электронов (свободно перемещающихся по кристаллу – в металле или путем полного смещения электронной пары к одному из атомов в кристаллах цементного камня). В первом случае возможность смещения ионов в любом направлении объясняется пластичность металлов и меньшая прочность связи относительно ионной в цементном камне (в чисто ионном соединении). При образовании связей в сложном кристалле при соотношении ионных радиусов в пределах 0,41-0,73 имеет место октаэдрическая координация ионов, при соотношении 0,73-1,37 – кубическая координация и т.д.

Подытоживая изложение о микроповреждаемости цементного камня (бетона), уместно отметить принципиальные положения, исходящие из законов химии и физики. При воздействии внешней энергией на формирующуюся и даже возникшую кристаллическую структуру может происходить перестройка структуры с появлением точечных, линейных и двумерных и даже трехмерных дефектов (в виде мелких трещин скола или отрыва (субмикротрешин, микротрешин)).

При этом в процессе отдельного и сгруппированного воздействия (в последнем случае, например, одновременная или перемежающаяся во времени группа (механическая нагрузка, температура, влажность, диффузия ионов из внешней среды...)) в соответствии с величиной приложенной энергии появляется тот или иной вид дефекта из перечисленных в кристаллической структуре.

В идеальной кристаллической структуре без дефектов (кроме термодинамически обусловленных) считаем, что в микроструктуре существует критические напряжения отрыва и сдвига соответственно σ_{mu}^* и τ_{mu}^* (при осредненном их определении по единичной площадке и объему).

Наличие дефекта в зависимости от его размеров снижает локально (а при увеличении – и глобально) сопротивляемость воздействию внешней энергии (по удельной или объему).

Результат воздействия внешней энергии проявляется в структуре материала в виде смещений кристаллов и кристаллитов (зерен) или локальной перестройки с появлением точечных, линейных, двумерных, трехмерных дефектов. Влияние дефектов на прочностные характеристики удельной площадки (объема) феноменологически (до накопления данных физики, химии) можно оценивать в виде функций:

$$\begin{aligned} R_{0\sigma} &= \sigma_{mu}^* - f(\sigma_{mu}^*, D), \\ R_{0\tau} &= \tau_{mu}^* - f(\tau_{mu}^*, D), \end{aligned}$$

где $f(\sigma_{mu}^*, D)$, $f(\tau_{mu}^*, D)$ – тензорные величины для оценки напряженного (напряженно-деформированного) состояния удельной площади или объема с учетом идеального и фактического (с учетом дефектов) состояний материала в определенных условиях (температуре, влажности, кристаллической структуре).

Форма функций f и f_i предлагается далее. Для этого проанализированы экспериментальные данные деформаций в бетоне перед воздействием трещин с раскрытием 0,06-0,1 мм, измеренных с использованием фотоупругих покрытий на поверхности железобетонной балки [33]. Распределение деформаций перед моментом разрыва у берегов будущей трещины с раскрытием 0,1 мм можно описать экспоненциальной или степенной

функцией. При этом наиболее удобно при подборе функции использовать 3 параметра ввиду возможности более точной аппроксимации. Следует отметить, что всплеск максимумов на участке около трещин (в перпендикулярном направлении к раскрытию трещины) охватывает небольшое расстояние от берега – не более 5 мм.

Выводы

1. В цементном камне (бетоне) механические свойства кристаллов и поликристаллов зависят от соотношения малоугловых ($\theta \leq 10\ldots 15^\circ$) и большеугловых границ. Вследствие относительно малого числа большеугловых границ при деформировании подавляются межзеренные и пластические деформации, что приводит к сколу на участках наличия концентраторов напряжения (пор, капилляров, субмикротрещин и т.п.).

2. В цементном камне количество дислокаций достигает до $10^{11}\ldots 10^{12}$, что достаточно для начала скольжений и зарождения зародышевых микротрещин длиной до 36...480 Å.

3. При углах $\theta \leq 3^\circ$ границы деформационного происхождения имеют ярко выраженную структуру. Многие границы обрываются внутри кристалла, вызывая вдоль линии обрыва источники упругих напряжений дислокационного типа.

Изложенные выше результаты, обобщённые в выводах, думается, имеют научную новизну.

Список библиографических ссылок

1. Ахвердов И.Н. Основы физики бетона. – М.: Стройиздат, 1981. – 464 с.
2. Шейкин А.Е., Чеховский Ю.В., Бруссер М.И. Структура и свойства цементных бетонов. – М.: Стройиздат, 1979. – 344 с.
3. Кузнецова Т.В., Кудряшов М.В., Тимашев В.В. Физическая химия вяжущих материалов – М.: Высшая школа, 1989. – 384 с.
4. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: Высшая школа, 1975. – 455 с.
5. Красильников К.Г., Никитин Л.В., Скоблинская Н.Н. Физико-химия собственных деформаций цементного камня – М.: Стройиздат, 1980. – 254 с.
6. Горчаков Г.И. Строительные материалы. – М.: Высшая школа, 1981. – 412 с.
7. Макридин Н.И., Максимова И.Н., Прошин А.П., Соломагов В.Н., Соколова Ю.А. Структура, деформативность, прочность и критерии разрушения цементных бетонов – Саратов: Издательство Саратовского университета, 2001. – 208 с.
8. Ахметзянов Ф.Х. Особенности физической структуры цементного камня и микроструктурная повреждаемость // Эффективные строительные конструкции: теория и практика: сб. статей по материалам 3-й международной науч.-техн. конф. – Пенза, 2002. – С. 21-30.
9. Орлов А.Н. Введение в теорию дефектов в кристаллах. – М.: Высшая школа, 1983. – 122 с.
10. Григорьев С.Н., Гладких А.Н., Ветчинкина З.К. Структуры межфазных границ с винтовой разориентацией в PbTe-PbSe // Вестник АН СССР. Поверхность. Физика, химия, механика, 1988, Вып. 3. – С. 85-90.
11. Boolmann W. Crystal Defects and Crystallite Interfaces. – Berlin: Sprinser-Vertag, 1970. – 244 р.
12. Свод правил СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. Введ. 2004-03-01. – М.: ГУП «НИИЖБ», ФГУП ЦПП, 2004. – 214 с.
13. Хусу А.П., Ветенберг Ю.Р., Пальмов В.А. Шероховатость поверхностей. – М.: Наука, 1975. – 130 с.
14. Мешеряков Ю.Н. Статистическая модель формирования поверхности откола и критерий разрушения // Вестник АН СССР. Поверхность. Физика, химия, механика, 1988, Вып. 3. – С. 101-111.
15. Трощенко, В.Т. Усталость и неупругость при неоднородном напряженном состоянии // Международный научно-технический журнал института проблем прочности им. Г.С. Писаренко Национальной академии наук Украины. Проблемы прочности. – Киев, 2010, Вып. 5. – С. 14-30.
16. Пенкаля Т. Очерки кристаллохимии. – Ленанар: Химия, 1974. – 496 с.

17. Лебедев А.А. Развитие теорий прочности в механике // Международный научно-технический журнал института проблем прочности им. Г.С. Писаренко Национальной академии наук Украины. Проблемы прочности. – Киев, 2010, № 5. – С. 127-146.
18. Максимиллан Н. под ред. Ишлинского А.Ю. Идеальная прочность материалов // Механика. Новое в зарубежной науке, Вып. 40, Атомистика разрушения. – М.: Мир, 1987. – С. 35-103.
19. Алексеев А.Н., Иванов М.Ф. Коррозия бетона. – М.: Стройиздат, 1981. – 275 с.
20. Александровский С.В. Расчет бетонных и железобетонных конструкций на изменения температуры и влажности с учетом ползучести. – М.: СИ, 1973. – 432 с.
21. Хинигман Б. Рост и форма кристаллов. – М.: Химия, 1961. – 95 с.
22. Johnson W. Over estimates of load for some two-dimensional forging operations. Proc. 3rd U.S. Cong. appl. mech., 1958. – Р. 297-309.
23. Петров Ю.И. Физика малых частиц. – М.: Наука, 1982. – 122 с.
24. Молотков С.Н., Татарский В.В. Поверхностные состояния на грани (111) в полу металлах V группы // Вестник АН СССР. Поверхность. Физика, химия, механика, 1988, Вып. 5. – С. 17-27.
25. Вещунов М.С. О зарядовых переходах на поверхности полупроводников // Вестник АН СССР. Поверхность. Физика, химия, механика, 1988, Вып. 5. – С. 31-33.
26. Морохов И.Д., Трусов Л.И., Лаповок В.И. Физические явления в ультрадисперсных средах – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 178 с.
27. Матухин В.Л. Введение в квантовую физику кристаллических тел. – Казань: МЭИ, 1997. – 37 с.
28. Новиков В.И., Трусов Л.И., Лаповок В.Н., Гомейшвили Т.П. Физика твердого тела, 1989, т. 25. – С. 36-96.
29. Рыбин В.В., Титовец Ю.Ф., Вергазов А.Н., Козлов А.Л. Малоугловые границы зерен в поликристаллах. – М.: Энергоатомиздат, 1980. – 79 с.
30. Вергазов А.Н., В.В. Рыбин, Н.Ю. Золотаревский, А.С. Рубцов Большеглавые границы деформационного происхождения // Вестник АН СССР. Поверхность. Физика, химия, механика, 1985, Вып. 5. – С. 5-31.
31. Ахметзянов Ф.Х. Особенности физической структуры цементного камня и повреждаемость // Эффективные строительные конструкции: теория и практика Сб. статей 3-й международной научно-практической конф. – Пенза, 2004. – С. 27-30.
32. Зайцев Ю.В. Механика для строителей. – М.: Высшая школа, 1991. – 288 с.
33. Гарчаков Г.И., Ориентлихер Р.П., Лифанов И.И., Мурадо Э.Г. Повышение трещиностойкости и водостойкости легких бетонов. – М.: Стройиздат, 1977. – 158 с.

Akhmetzianov F.Kh. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: olegxxii@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

The reasons of occurrence of microdamageability cement stone and concrete in the course of hardening

Resume

Twenty kinds of defects and damages (D&D) of the cement stone (concrete), arising during the hardening period of material of building elements, are placed in article.

In the conditions of influence the D&D can become damages of material structure. The list of D&D collected under references, is established on the basis of researches of many authors with the use of various methods and approaches of physics, physical chemistry, mechanics of deformation of a firm body.

Mechanisms of reorganization of structure of crystalline particles and polycrystals of a cement stone are described at occurrence of defects and the damages, leading to change of local mechanical properties. The reasons of splitting in cement stone are found out at mechanical influences.

Conclusions:

- In the cement stone (concrete) the mechanical properties of crystals and polycrystals depend on the ratio of low-angle ($\theta \leq 10 \dots 150$), and large-angle borders. Due to the relatively small number large-angle borders intergranular and plastic deformation are suppressed, which leads to spalling of the areas having stress concentrators (long capillaries submicrocracks etc.).
- In the cement stone number of dislocations is reached up to $10^{11} \dots 10^{12}$, that is enough to start the slides and the emergence of embryonic microcracks up to $36 \dots 480 \text{ \AA}$.
- At angles $\theta \leq 30$ border deformation origin have a strong structure. Many border broken off inside the crystal, causing a break along the line sources of elastic stresses of dislocation type.

Keywords: a cement stone (concrete), crystals and polycrystals, defects and damages, small and big angular borders of crystals and polycrystals.

Reference list

1. Achverdov I.N. Foundation of the physics concrete. – M.: Stroyizdat, 1981. – 464 p.
2. Shejkin A.E., Chekhovian U.V., Brusser M.I. Structure and properties of cement concrete. – M.: Stroyizdat, 1979. – 364 p.
3. Kuznetsova T.V., Kudryashov M.V., Timashev V.V. Physical chemistry of astringent materials. – M.: The High school, 1989. – 384 p.
4. Bazhenov U.M. Technology of concrete. – M.: The High school, 1975. – 455 p.
5. Krasilnikov K.G., Nikitin L.V., Skoblinsky N.N. Physical chemistry of own deformations of a cement stone. – M.: Stroyizdat, 1980. – 254 p.
6. Gorchakov G.I. Building materials. – M.: The High school, 1981 – 412 p.
7. Makridin N.I., Maksimova I.N., Proshin A.P., Solomatov V.N., Sokolov U.A. Structure, deformation, durability and criteria of destruction of cement concrete. – Saratov: Publishing house of the Saratov University, 2001. – 208 p.
8. Ahmetzjanov F.H. Features of physical structure of a cement stone and microstructural damageability // 3rd international scientific and technical conference «Effective building designs: the theory and practice» Collect. articles – Penza, 2004. – P. 21-30.
9. Orlov A.N. Introduction in the theory of defects in crystals. – M.: The High school, 1983. – 122 p.
10. Grigorev S.N., Gladkikh A.N., Vetchinkina Z.K. Structure of interphase borders with screw disorientation in PbTe-PbSe. // A surface. Physics, chemistry, mechanics. Academy of Sciences of the USSR, 1988, № 3. – P. 85-90.
11. Boolmann W. Crystal Defects and Crystallite Interfaces. – Berlin: Sprimser-Vertag, 1970. – 244 p.
12. Code of rules CR 52-101-2003. Concrete and reinforced concrete constructions designs without preliminary pressure of armature. – M.: GUP «NIIJB», FGUP CPP, 2004. – 214 p.
13. Husu A.P., Vnitenberg J.R., Palmov V.A. A roughness of surfaces. – M.: the Science, 1975. – 130 p.
14. Metscherekov U.N. Statistical model of formation of a surface of a splitting off and criterion of destruction // The Surface. Physics, chemistry, mechanics. Academy of Sciences of the USSR, 1988, vol. № 3. – P. 101-111.
15. Troshchenko V.T. Firedbess and unelasticity at a non-uniform tension. // Durability Problems. The international scientific and technical magazine of institute of problems of durability of G.S. Pisarenko of national academy of Sciences of Ukraine. – Kiev, 2010, vol. № 5. – P. 14-30.
16. Pentaklja T. Essey chemistry of crystal. – Lenanar: Chemistry, 1974. – 496 p.
17. Lebedev A.A. Development of durability theories in the mechanic // Durability Problems. The international scientific and technical magazine of institute of problems of durability of G.S. Pisarenko of national academy of Sciences of Ukraine. – Kiev, 2010, vol. № 5. – P. 127-146.
18. Maksillian H. Ideal durability of materials. // Mechanics. New in a foreign science. Fol. 40 Atomistika of destruction. – M.: The World, under the editorship of A.J. Ishlinsky, 1987. – P. 35-103.

19. Alekseev A.N., Ivanov M.F. Corrosion of concrete. – M.: Stroyizdat, 1981. – 275 p.
20. Aleksandrovsky S.V. Calculation of concrete and reinforced concrete designs on changes of temperature and humidity taking into account creep. – M.: SI, 1973. – 432 p.
21. Hiningman B. Growth and form of crystals. – M.: Chemistry, 1961. – 95 p.
22. Johnson W. Over estimates of load for some two-dimensional forging operations. Proc. 3rd U.S. Congr. appl. mech., 1958. – P. 297-309.
23. Petrov U.I. Physics of small fractions. – M.: The Science, 1982. – 122 p.
24. Molotkov S.N., Tatarskiy W.W. Superficial conditions on the verge of (111) in a floor metals of V group. // The Surface. Physics, chemistry, mechanics. Academy of Sciences of the USSR, 1988, vol. № 5. – P. 17-27.
25. Veshchunov M.S. About charging transitions to surfaces of semiconductors. // The Surface. Physics, chemistry, mechanics. Academy of Sciences of the USSR, 1988, vol. № 5. – P. 31-33.
26. Morohov I.D., Trusov L.I., Lapovok V.N. The physical phenomena in ultradisperse environments. – M.: Energoatomizdat, 1984. – 178 p.
27. Matuhin V.L. Introduction in the quantum physics of crystal solids. – Kazan: MEI, 1997. – 37 p.
28. Novikov V.I., Trusov L.I., Lapovok V.N., Gomeishwilly T.P. Physics of a solid, 1989, vol. 25. – P. 36-96.
29. Ribin W.W., Titovets U.F., Vergazov A.N., Kozlov A.L. Little corners boundary of grains in polycrystals // The Surface: Physics, chemistry, mechanics. Academy of Sciences of the USSR, 1985. – M.: Energoatomizdat, 1980. – 79 p.
30. Vergazov A.N., Ribin W.W., Zolytarveskij N.J., Rubtsov A.C. Big corners boundary origin of deformation // The Surface: Physics, chemistry, mechanics. Academy of Sciences of the USSR, 1985, vol. № 5. – P. 5-31.
31. Ahmetzjanov F.H. Features of physical structure of a cement stone and microstructural damageability. 3-rd international scientific and technical conference «Effective building designs: the theory and practice» Collect. articles – Penza, 2004. – P. 27-30.
32. Zaitsev U.V. Mechanics for builders. – M.: The High school, 1991. – 288 p.
33. Gorchakov G.I., Orientliher R.P., Lifanov I.I., Murado E.G. Increase crack resistance and water resistance of light concrete. – M.: Stroyizdat, 1977. – 158 p.

УДК 692

Ишанова В.И. – аспирант
E-mail: veronika_ishanova@mail.ru

Пекерман Э.Е. – ассистент
Удлер Е.М. – кандидат технических наук, профессор
E-mail: udler@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Построение сети Чебышева на поверхности гиперболического параболоида

Аннотация

Предлагается методика и алгоритм итерационного процесса численного решения задачи о наложении сети Чебышева с равносторонними ячейками на седловую поверхность гиперболического параболоида с целью получения раскройной формы тканевой заготовки тентового покрытия. Составлена система нелинейных уравнений для отыскания узлов искомой сети на основе представления криволинейных сторон ячеек прямолинейными. Даётся анализ допустимости такого представления в зависимости от параметров геометрии поверхности. Приводится блок-схема итерационного процесса расчета координат узлов сети.

Ключевые слова: тентовые покрытия, мягкие оболочки, пленочно-тканевые ограждения сооружений, сетевой угол, формообразующие свойства материалов, сетчатые оболочки, поверхности отрицательной гауссовой кривизны, гиперболический параболоид, сети Чебышева, раскрой тентовых оболочек сложных форм.

Гиперболический параболоид один из основных видов поверхностей для тентовых покрытий. Это объясняется его отрицательной гауссовой кривизной, обеспечивающей способность воспринимать знакопеременные нагрузки механически напряженными мягкими оболочками, из которых состоят тентовые покрытия.

Как известно, геометрия поверхностей характеризуются двумя важными показателями кривизны:

- гауссовой, равной произведению главных кривизн:

$$K_g = k_1 \cdot k_2; \quad (1)$$

- и средней, равной половине их суммы:

$$K_{cp} = \frac{k_1 + k_2}{2}. \quad (2)$$

Поверхности, имеющие минимальную площадь на заданном контуре, называют минимальными. Такие поверхности имеют постоянную отрицательную гауссову и нулевую среднюю кривизну. Однако, обратное не всегда справедливо. То есть не все поверхности отрицательной гауссовой кривизны с нулевой средней являются минимальными.

При проектировании тентовых покрытий естественно стремление к минимизации расхода материалов путем использования минимальных поверхностей. С целью оптимального использования механических характеристик тканей желательно приданье покрытию формы поверхности постоянной отрицательной кривизны. Однако, эти условия значительно обедняют палитру архитектурных форм тентовых сооружений и поэтому редко учитываются в реальном проектировании. Как правило, основным исходными архитектурными параметрами проектирования являются контурные условия: форма в плане и габариты внутреннего пространства сооружения.

В настоящей работе рассматриваются поверхности в форме гиперболического параболоида, описываемого известным уравнением (3):

$$\frac{x^2}{2p} - \frac{y^2}{2q} = z. \quad (3)$$

Заметим, что параметры главных образующих парабол p и q , позволяют в определенном диапазоне изменять форму оболочки и с ними архитектурный облик тентового покрытия.

Важной, но сложной задачей проектирования покрытий строительных сооружений из тентовых оболочек является построение схем их раскроя. Сложность заключается в том, что поверхности двойкой кривизны не разворачиваются на плоскость. Одним из путей решения задачи является использование особого свойства армирующей основы тентовых материалов – тканей, имеющих, как правило, простое полотняное переплетение нитей. Таким свойством является способность тканей в определенных пределах трансформировать геометрическую структуру за счет изменения угла между нитями двух направлений армирования, который принято называть сетевым углом.

Идея плоского раскроя не развертывающихся поверхностей с учетом изменения сетевого угла принадлежит русскому математику П.Л. Чебышеву, который еще в 1878 году сделал доклад «О кройке одежды» [1]. Особенностью сетей Чебышева является равенство противоположных сторон четырехугольных ячеек сети. Для целей проектирования тентовых оболочек эту идею предлагали использовать отечественные архитекторы В.Г. Штолько [2], В.А. Сладков [3]. Численному решению задачи раскроя некоторых тентовых поверхностей с использованием сетей Чебышева уделяется внимание в исследованиях Попова Е.В. [4].

Чаще всего при построении сетей Чебышева на поверхностях их ориентируют по геодезическим линиям. На первый взгляд это представляется рациональным, поскольку геодезические линии являются кратчайшими на поверхностях. Однако, на гиперболическом параболоиде это прямые линии и направление по ним армирующей основы материала не соответствует условиям силовой работы гибкого механически напрягаемого покрытия при знакопеременных нагрузках. Оптимальным с позиции механики следует считать расположение нитей ткани по направлениям главных кривизн оболочки.

В данной статье описывается методика построения сети Чебышева ориентированной по направлениям главных образующих парабол поверхности, плоскости которых X_0Z и Y_0Z нормальны друг другу. Эти два направления принимаются за исходные оси сети Чебышева. При решении задачи делается допущение о возможности в некоторых пределах замены криволинейных сторон ячеек сети прямолинейными. Отклонения в размерах стороны ячейки при такой замене зависят от соотношения величины кривизны к размеру стороны ячейки. Поскольку максимальная кривизна параболы в ее вершине, то здесь следует ожидать максимального различия между длиной дуги параболы и ее хордой.

Численное значение величин дуги и хорды можно определить из интеграла (4) и формулы (5) соответственно:

$$L_u^r = \int_0^x \sqrt{1+z'^2} du, \quad (4)$$

$$L_u^h = \sqrt{u^2 + z^2}, \quad (5)$$

где u обозначает оси X или Y .

Для вычисления интеграла (4) с учетом уравнения (3) получены выражения (6а, б) для длины дуги в интервале $[0, d]$.

$$L_x^r = \frac{x}{2p} \sqrt{x^2 + p^2} + \frac{p}{2} \ln \left(x + \sqrt{x^2 + p^2} \right) - \frac{p}{2} \ln p, \quad (6a)$$

$$L_y^r = \frac{y}{2q} \sqrt{y^2 + q^2} + \frac{q}{2} \ln \left(y + \sqrt{y^2 + q^2} \right) - \frac{q}{2} \ln q. \quad (6b)$$

Для вычисления длины хорды из уравнений (5) с учетом (3) получаем выражения (7):

$$L_x^h = \frac{x}{2p} \sqrt{x^2 + 4p^2}; \quad L_y^h = \frac{y}{2q} \sqrt{y^2 + 4q^2}. \quad (7)$$

Проведенные авторами вычисления показывают, что длина дуги превышает длину хорды d менее, чем на 1 %, если выполняется условие (8):

$$d \leq a / 2. \quad (8)$$

Здесь a принимает значения p или q .

Построение сети Чебышева начинается с вычисления координат узловых точек на осях сети, совмещаемых с ветвями центральных парабол поверхности, как показано на рис. 1. Эти точки являются опорными для построения всей сети.

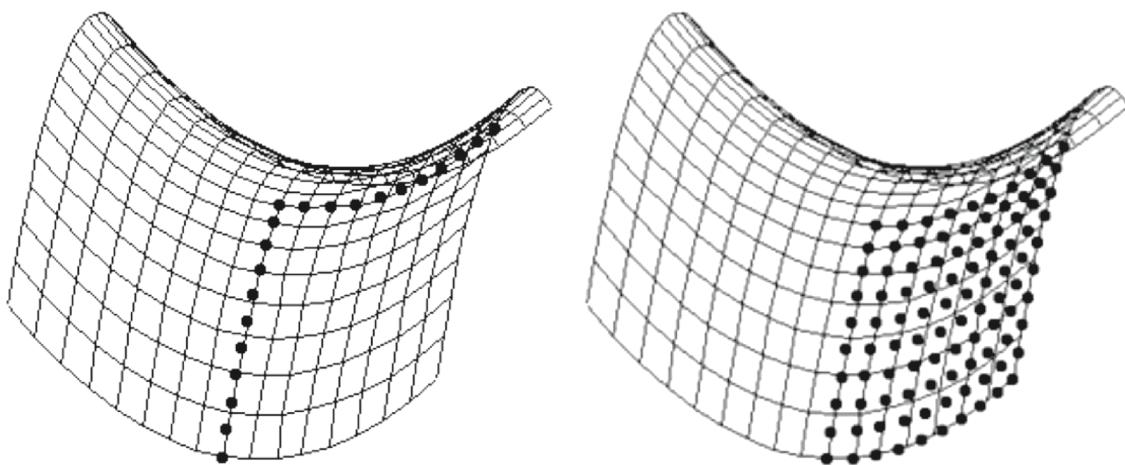


Рис. 1. Опорные точки на осях (слева) и вычисленные узлы сети Чебышева, наложенной на четверть поверхности гиперболического параболоида (справа)

Далее задача заключается в нахождении по трем опорным точкам четвертого узла ячейки сети. Этот узел отстоит на расстоянии равном стороне ячейки d от смежных вершин ячейки на поверхности гиперболического параболоида. Очевидно, что искомая точка находится на пересечении двух сфер радиусом d , центры которых расположены в смежных с искомым узлом вершинах ячейки, с поверхностью оболочки. Это приводит к необходимости подбора координат, удовлетворяющих системе из трех нелинейных уравнений (9), для каждой новой вершины (узла сети):

$$\begin{aligned} (x_{i,j} - x_{i-1,j})^2 + (y_{i,j} - y_{i-1,j})^2 + (z_{i,j} - z_{i-1,j})^2 &= d^2; \\ (x_{i,j} - x_{i,j-1})^2 + (y_{i,j} - y_{i,j-1})^2 + (z_{i,j} - z_{i,j-1})^2 &= d^2; \\ \frac{x_{i,j}^2}{2p} - \frac{y_{i,j}^2}{2q} &= z_{i,j}. \end{aligned} \quad (9)$$

Авторами разработан алгоритм итерационного процесса, позволяющего численным методом находить координаты искомых узлов сети. Блок-схема процесса представлена на рис. 2.

В соответствии с алгоритмом и блок-схемой, для каждой новой искомой точки вычисляются первые приближенные значения координат X_0 , Y_0 и Z_0 по соотношениям (10) из соображений симметрии, справедливой для плоских или очень пологих оболочек.

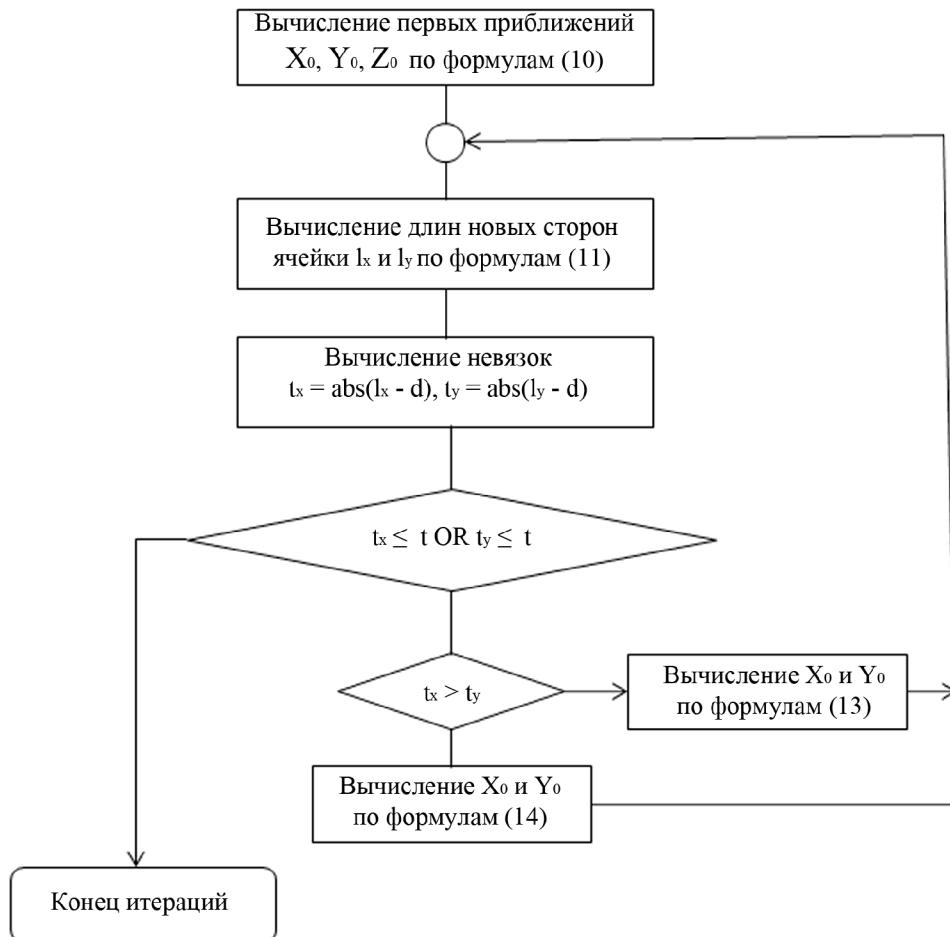


Рис. 2. Блок-схема процесса итераций

$$\begin{aligned}
 x_o^1 &= x_{i-1,j-1} + (x_{i-1,j} - x_{i-1,j-1}); \\
 y_o^1 &= y_{i-1,j-1} + (y_{i,j-1} - y_{i-1,j-1}); \\
 z_o &= \frac{x_o^2}{2p} - \frac{y_o^2}{2q}.
 \end{aligned} \tag{10}$$

Затем вычисляются длины новых сторон ячейки: l_x и l_y по формулам (11):

$$\begin{aligned}
 l_x^2 &= (x_o - x_{i,j-1})^2 + (y_o - y_{i,j-1})^2 + (z_o - z_{i,j-1})^2; \\
 l_y^2 &= (x_o - x_{i-1,j})^2 + (y_o - y_{i-1,j})^2 + (z_o - z_{i-1,j})^2.
 \end{aligned} \tag{11}$$

Проверяется равенство этих расстояний шагу d по соотношениям (12), где ε – заданная точность вычисления:

$$|l_x - d| \leq \varepsilon; |l_y - d| \leq \varepsilon. \tag{12}$$

Если не выполняется хотя бы одно из условий (12), то пересчитываются искомые координаты X_0, Y_0 по приведенным ниже зависимостям.

Если справедливо соотношение:

$$|l_x - d| \geq |l_y - d|,$$

то перерасчет ведется по формулам (13):

$$\begin{aligned}
 x_0^k &= x_{i,j-1} + (x_{i,j-1} - x_o^{k-1}) \cdot \frac{d}{l_x}; \\
 y_0^k &= y_{i,j-1} + (y_{i,j-1} - y_o^{k-1}) \cdot \frac{d}{l_x},
 \end{aligned} \tag{13}$$

в противном случае, по формулам (14):

$$\begin{aligned}x_o^k &= x_{i-1,j} + (x_{i-1,j} - x_o^{k-1}) \cdot \frac{d}{l_y}; \\y_o^k &= y_{i-1,j} + (y_{i-1,j} - y_o^{k-1}) \cdot \frac{d}{l_y}.\end{aligned}\tag{14}$$

В этих формулах k – шаг итерации.

Смысл пересчета в приведении в соответствие с системой уравнений (9). Заметим, что уравнения (13) и (14) определяют две координаты (X_0 , Y_0) точки пересечения стороны ячейки с соответствующей сферой радиуса d . Значение Z_0 следует вычислять по третьему уравнению системы (10), так как искомый узел сети должен лежать на поверхности гиперболического параболоида. Процесс завершается при выполнении обоих условий (12).

По разработанному алгоритму, авторами составлена компьютерная программа автоматизированного наложения сетей Чебышева на поверхности гиперболических параболоидов. Она апробирована при проектировании тентовых сооружений. Пример результата практического решения подобной задачи на компьютере приведен на рис. 1.

Список библиографических ссылок

- Чебышев П.Л. «О кройке одежды». Полное собрание сочинений. Том V. – М., 1955. – 256 с.
- Штолько В.Г. «Архитектура сооружений с висячими покрытиями». – Киев, Будівельник., 1979. – 152 с.
- Сладков В.А. «Архитектурные формы и виды тканевых и сетчатых покрытий, трансформируемых из плоскости». Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры. – М., МАРХИ, 1969.
- Попов Е.В. Геометрическое моделирование тентовых тканевых конструкций с помощью метода натянутых сеток.

Ishanova V.I. – post-graduate student

E-mail: veronika_ishanova@mail.ru

Pekerman E.E. – assitant

Udler E.M. – candidate of technical sciences, professor

E-mail: udler41@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

About imposition of Chebyshev's meshes by the surface as hyperbolic paraboloid

Resume

The article describes the method and algorithm of iterative process of numerical solution of the problem of the application of the Chebyshev grid with cells with equal sides on the saddle-shaped surface of the hyperbolic paraboloid. It is necessary to cut the flat elements made of soft materials, films and fabrics, for light building hanging with coatings known as the «tent structures». The proposed technique is based on change the curve side of cells on the straight line. In article presents a system of nonlinear equations that reflect the relationship between the coordinates of interconnected nodes in cell. The method involves the numerical solution of this system of three nonlinear equations for calculate the coordinates of the fourth vertex of cells when the three known. Furthermore, made analysis of limits the is application of methods are depending on the parameters and dimensions of the surface geometry cell network. In conclusion, the authors provide a block-diagram of the iterative calculation process. For

practical use, was compiled a computer program as the implementation of the algorithm for solve the problem of the application of the Chebyshev grid.

Keywords: awning cover, soft shell, film-tissue structures fencing, mesh angle, properties of material to change form, mesh shell surface of negative Gaussian curvature, the hyperbolic paraboloid, the mesh of Chebyshev, tent membrane cutting of complex shapes.

Reference list

1. Chebyshev P.L. «On the cutting of clothes». // Complete Works. Volume V. – M., 1955. – 256 p.
2. Shtolko V.G. «Architecture of buildings with hanging coverings». – Kiev, Budivelnik, 1979. – 152 p.
3. Sladkov V.A. Architectural forms and types of fabric and mesh coverings, transformed from a plane. // Dissertation for the degree of candidate of architecture. – M., Moscow Architectural Institute, 1969.
4. Popov E.V. Geometric modeling of tent fabric designs using the stretched mesh.

УДК 692

Ишанова В.И. – аспирант

E-mail: veronika_ishanova@mail.ru

Удлер Е.М. – кандидат технических наук, профессор

E-mail: udler@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Возможности формообразования тентовых материалов

Аннотация

В статье приводится анализ состояния вопроса проектирования тентовых оболочек, связанного с формообразованием и раскроем тентовых оболочек отрицательной гауссовой кривизны. Описывается процесс проведения предварительных испытаний, целью которых стало изучение свойства формуемости тентовых материалов, как следствия изменения сетевых углов. По мнению авторов это позволит упростить процесс проектирования раскрай тентовых оболочек двойкой кривизны. Принципиальной задачей в ходе исследований, описываемых в статье, стало изучение процесса перестройки структуры нитей в образцах из тентового материала. Представлены алгоритм и результаты испытаний.

Ключевые слова: тентовые покрытия, мягкие оболочки, раскрай оболочек сложных форм, пленочно-тканевые ограждения сооружений, сетевой угол, формообразующие свойства материалов, поверхности отрицательной гауссовой кривизны, сетчатые оболочки, чебышевские сети.

Тентовые покрытия притягивают к себе творческое внимание современных архитекторов широкими возможностями формообразования и технологичности. В подтверждение можно привести примеры новейших крупных сооружений. Торгово-развлекательный центр «Хан Шатер» в столице Казахстана Астане по проекту архитектора Нормана Фостера (рис. 1а). «Центр динамики Земли» в Эдинбурге архитектора М. Хопкинса (рис. 1б). Ангар для дирижаблей CargoLifter фирмы SIAT Architektur + Technik в немецком городе Бранде. Ботанический сад «Эдем» в Корнуолле, спроектированный архитектором Н. Гrimشو с весьма впечатляющими размерами. Пролет этого покрытия 120 м, а длина около 1 км при высоте 60 м. Транспортный терминал в Детройте, разработанный в студии FTL Design Engineering Studio, и ряд других. Одним из первых значительный вклад в развитие тентовых сооружений внес архитектор Ф. Отто, известный своими реализованными проектами тентового павильона ФРГ на ЭКСПО-67 в Монреале, покрытия олимпийского стадиона в Мюнхене (1972 г.), павильона Федеральной выставки садоводства в Мангейме (1975 г.), аэропорта в Джидде (Саудовская Аравия, 1980 г.). В проектировании и строительстве сооружений с применением тентовых систем принимали участие такие архитекторы как Р. Роджерс, Ф. Самин (Бельгия), Р. Пиано (Италия). И в России уделяется внимание развитию этого типа архитектурных и строительных сооружений. Известны научные труды ряда отечественных ученых, например, Ю.И. Блинова, В.А. Сладкова [1], Е.М. Удлера [2], Ю.С. Лебедева, В.Г. Темнова, Т.М. Дымковой, Н.А. Сапрыкиной и др.

Как правило, тентам придают форму поверхностей отрицательной гауссовой кривизны для повышения их стабильности. Основной проблемой проектирования таких оболочек являются расчет формообразования и построение раскройных карт покрытия. Сложности проектирования раскрай оболочек отрицательной гауссовой кривизны связаны с тем, что такие поверхности не разворачиваются на плоскость. Толчком для такого рода исследований послужила идея П.Л. Чебышева о развертывании сложных поверхностей с использованием сетей с равносторонними ячейками, так называемых чебышевских сетей [4].

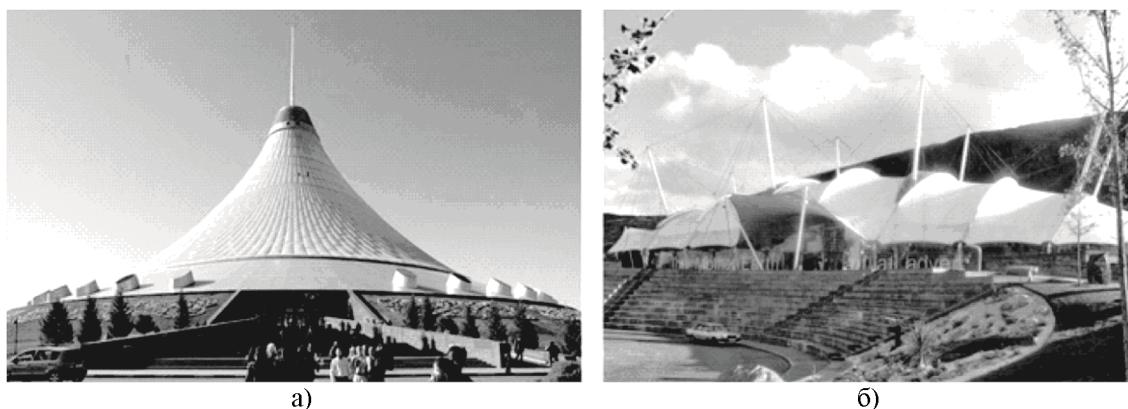


Рис. 1. Примеры тентовых архитектурных сооружений

Вопросам формообразования и раскроя оболочек отрицательной гауссовой кривизны уделяется внимание в работах Б. Табарокка, Е.В. Попова [3], В.Н. Шалимова, В.Н. Кислоокого. Тем не менее, до сих пор остается не достаточно изученным вопрос о влиянии структурной перестройки в тканях, используемых для изготовления тентовых материалов, на их способность приобретать форму оболочек двойкой кривизны.

Из исследований в области швейной промышленности известно, что ткань может в определенных границах принимать форму поверхности двойкой кривизны за счет изменения углов между нитями ткани, называемых сетевыми углами. Эту способность тканей переходить из плоского в объемное состояние за счет изменения сетевых углов, при сохранении длины самих нитей, принято называть формуемостью. Исследования этого свойства современных материалов, предназначенных специально для проектирования тентовых сооружений, в научной литературе не отражены и авторам не известны.

В связи с этим, целью исследований, описываемых в данной статье, стало изучение свойства формуемости тентовых материалов, как следствие изменения сетевых углов. Это необходимо при определении размеров и границ плоских заготовок для мягких оболочек двойкой кривизны, что позволит увеличить размеры раскройных элементов и как следствие, положительно отразится на экономии материала, упрощении технологии изготовления и повышении выразительности формы в целом. Авторами проведен ряд предварительных испытаний растяжением на разрывной машине образцов из нескольких видов материалов, с разной структурой строения: канвы, брезента и тентовой ткани с пленочным покрытием.

В тканевых материалах различают два взаимноортогональных направления армирования – основу и уток, определяющих ортотропность их механических характеристик. Переплетение нитей в технических тканях обычно полотняные или в виде рогожки. Последнее отличается наличием двух комплексных нитей в направлении основы или утка. Такой тип плетения имеет тканевая основа тентовых ПВХ материалов. Ткани с пленочным покрытием, используемые для тентовых сооружений, как правило, многослойны. Пропитки, пленки, полимерные связующие значительно влияют на механизмы их структурной перестройки и усложняют их изучение. Поэтому сначала проводились испытания образцов материалов с ярко выраженной тканевой структурой, имеющих схожее плетение нитей, таких как канва и брезент.

Замечено, что при приложении небольших растягивающих усилий, направленных под углом 45° к нитям такой ткани, изначально квадратные ячейки между нитями принимают форму ромба, сохраняя при этом длины сторон, но изменяя сетевой угол между нитями. Задачей исследования в экспериментах было определение предельных изменений сетевого угла, когда поверхность образца при растяжении ткани по диагонали еще остается в плоском состоянии (т.е. до момента образования складок). Это легло в основу методики испытаний, принятой авторами.

В процессе экспериментов стал вопрос об оптимальных размерах образцов для испытаний. Для повышения точности измерений сетевых углов желательна большая ширина образца. Но она ограничена возможностями разрывной машины. В связи с этим было принято решение отступить от стандартных размеров образцов 200x50 мм,

используемых для испытаний тканей на прочность при растяжении. Так, в испытаниях образцов из канвы, брезента и тентовой ПВХ ткани производства корейского завода HANWHA (рис. 3а, б, в соответственно), были приняты размеры 200x55 мм, 300x55 мм. Увеличение размеров связано с попыткой получения большего участка образца, мало подвергаемого поперечным деформациям, так как при растяжении полоса ткани получает наибольшие изменения у зажимов и по краям образца, как показано на рис. 2б.

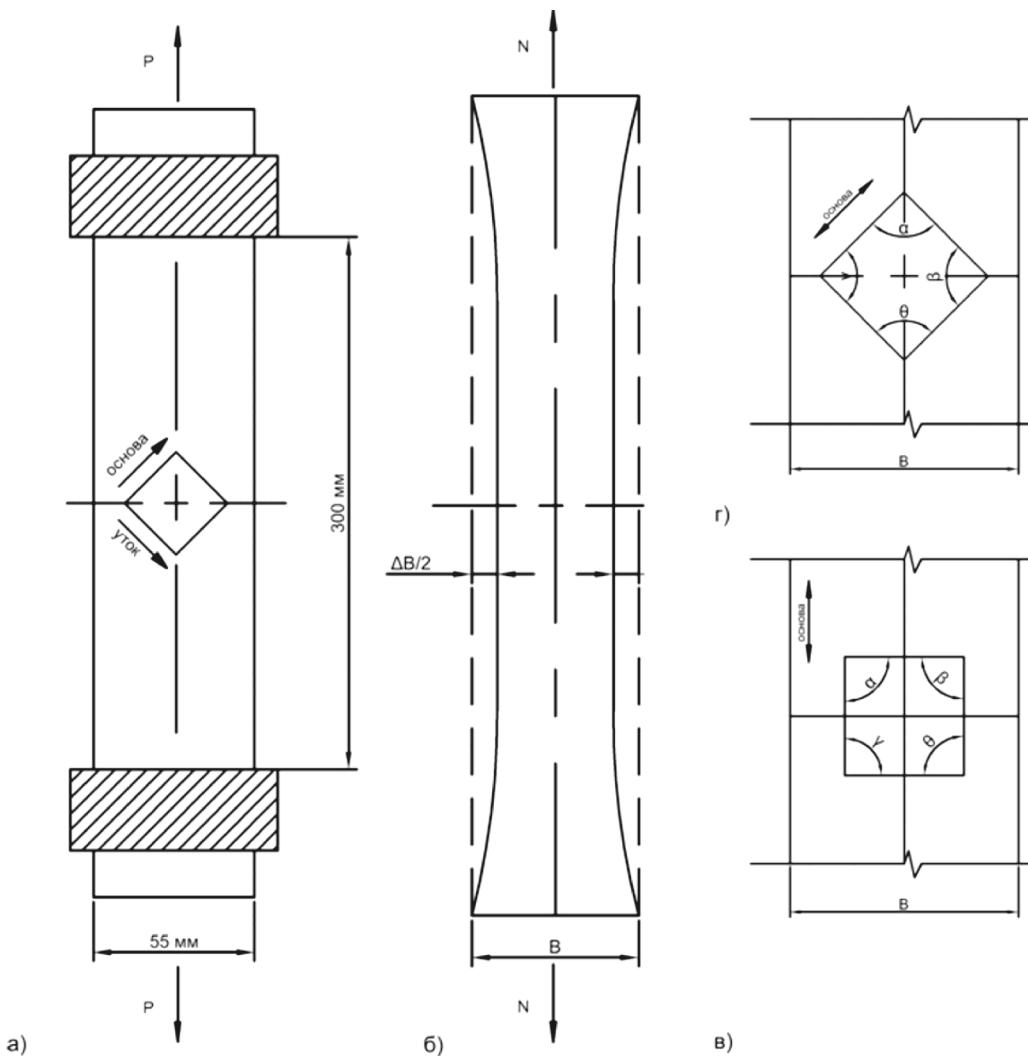


Рис. 2. Схема деформаций образца ткани. Схемы образцов ткани

Испытания проводились растяжением на электромеханической разрывной машине. Нагружение образцов проводилось механическим способом с интервалом по времени 3 секунды. Схема нагружения показана на рис. 2а. Величина ступени нагружения для каждого типа образца принималась различной (рис. 4), в зависимости от механических свойств материала и угла раскроя образца относительно направления основы ткани. Растяжение осуществлялось до момента образования складок, который определялся визуально. Фиксация результатов испытаний производилась при помощи фотоаппарата, установленного на штативе перпендикулярно к плоскости испытуемого образца.

Образцы материалов имели прямоугольную форму с геометрическими размерами 200x55 мм и 300x55мм (рис. 3). Испытывались четырех вида образцов для каждой ткани: выкроенных вдоль основы и под углом 45° к основе для каждого из размеров соответственно. На образцах ровно посередине расчерчивался квадрат со сторонами 28 мм, параллельно направлениям нитей ткани (рис. 2).

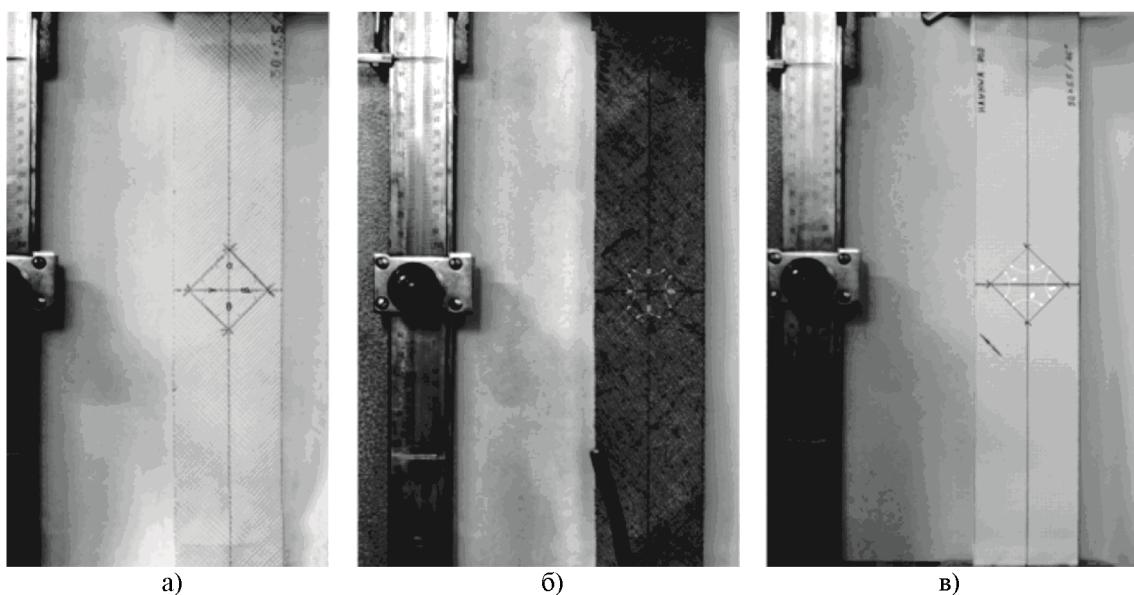
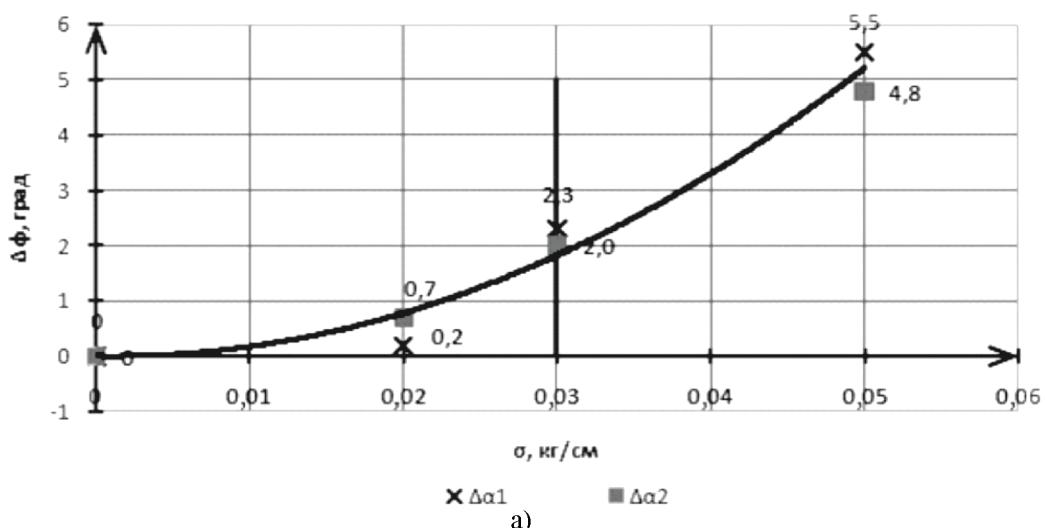


Рис. 3. Фотографии образцов тканей

Величины сетевых углов α , β , θ , γ (рис. 2 в, г) замерялись в процессе обработки фотографий, полученных в ходе экспериментов, на ЭВМ. Для этого была сделана серия фотоснимков с фиксацией каждого шага нагружения. Усредненные результаты испытаний были представлены в виде графиков изменения сетевых углов в зависимости от усилий растяжения, как показано на рис. 4а, б, в.

Сложной задачей оказалась точная фиксация момента образования складок на образцах из тентового материала. Для ее решения авторы предполагают, в дальнейшем, повысить видимость теней от складок за счет бокового освещения или использовать эффект муара.

Выявлена некоторая аналогия в процессах перестройки структуры нитей во всех испытанных типах материалов. При исследовании образцов из канвы и брезента, в момент образования складок наблюдалась значительная релаксация напряжений. Фиксация этого момента при испытании образцов из тентового материала, позволила определить усилие в момент образования складки на образце. Это отмечено вертикальной линией на графиках на рис. 4. Величина приращения сетевого угла $\Delta\alpha_{ср}$ (кривая на графиках на рис. 4) в момент образования складок на материале может быть принята за искомую характеристику формируемости материала. То есть для каждого материала можно определить максимальное значение изменения сетевого угла, в пределах которого тент может формироваться без образования складок.



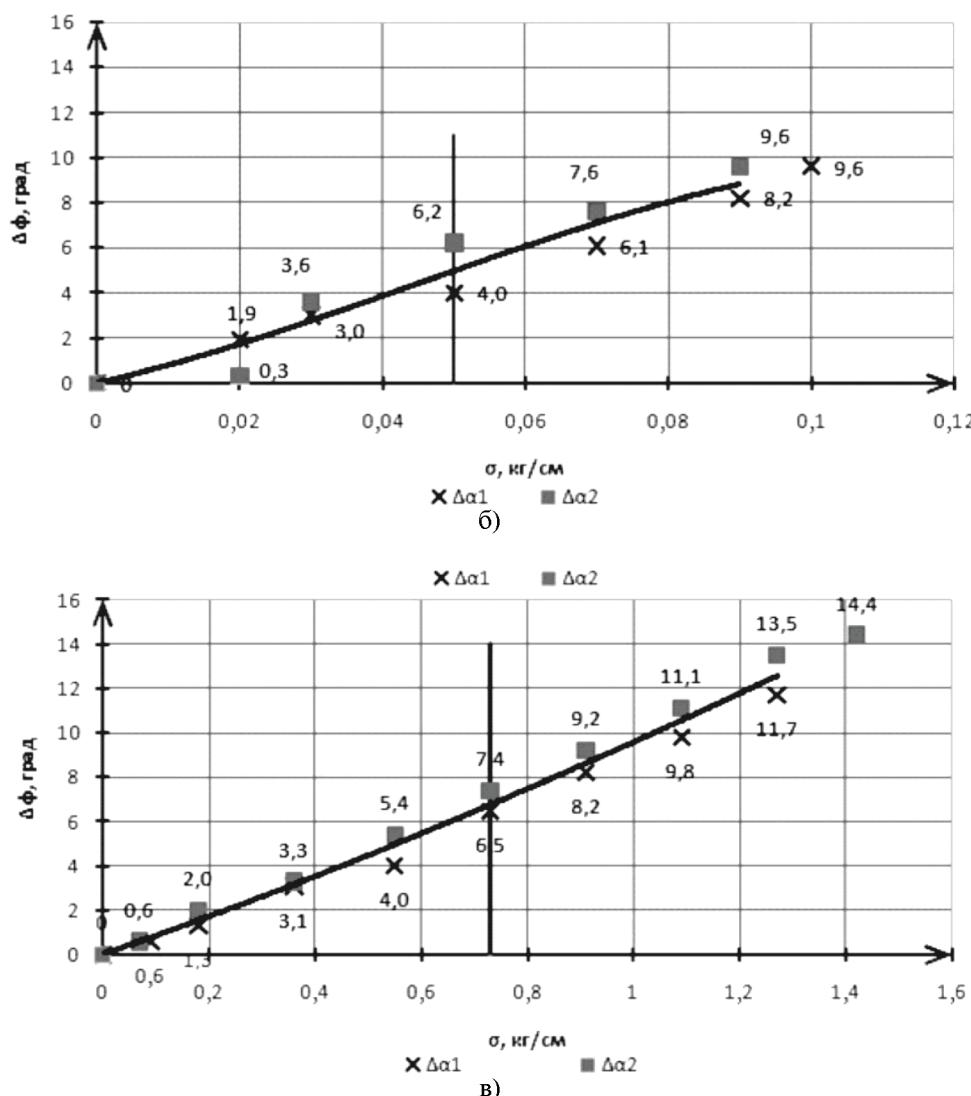


Рис. 4. Графики изменения сетевых углов, построенные по результатам испытаний канвы (а), брезента (б), пленочно-тканевого тентового материала (в)

Проведенные авторами постановочные эксперименты позволяют сделать следующие выводы:

- разрабатываемая методика позволяет изучать изменение величин сетевых углов, а значит и свойство формируемости тентовых материалов;
- тентовые материалы с пленочными покрытиями, как и непокрытые ткани обладают определенными свойствами формируемости, а значит, при раскрое оболочек может быть использована идея сетей Чебышева.

Список библиографических ссылок

1. Сладков В.А. Архитектурные формы и виды тканевых и сетчатых покрытий, трансформируемых из плоскости // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры. – М., МАРХИ, 1969.
2. Удлер Е.М. Сооружения с подвесными тентовыми ограждениями // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук.
3. Попов Е.В. Геометрическое моделирование тентовых тканевых конструкций с помощью метода натянутых сеток.
4. Чебышев П.Л. «О кройке одежды». Полное собрание сочинений. Том V. – М., 1955. – 256 с.

Ishanova V.I. – post-graduate student

E-mail: veronika_ishanova@mail.ru

Udler E.M. – candidate of technical sciences, professor

E-mail: udler@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

The possibility of formation of tent material

Resume

The article is an analysis of the study of the design tent shells in general, as well as analysis of existing scientific papers related to shaping and cutting of soft shells of negative Gaussian curvature. Listed counterparts of architectural tent structures. Describes the authors proposed a possible method of investigation of tent material, the purpose of which is to determine the formability properties of such materials. The principal objective of the study authors became finding the limit of the mesh angle at which on the fabric begin to form folds, that, in their opinion, will simplify the process of designing a cutting tent shells of double curvature. For this purpose, the authors have tested samples of tent material stretching on the electromechanical tensile machine. The algorithm of the pre-test of the authors. In the above preliminary studies, the authors have determined the geometric parameters of the test pieces of tent materials in order to determine their properties of formability. By the authors as a result of the study revealed the presence of structural alteration in the tent materials that can be used for the design of shells of double curvature overlay networks Chebyshev method for curved surfaces.

Keywords: tent shells, soft-shell, cutting of complex shaped shells, film-fabric fences of constructions, net angle, shaping properties of materials, mesh shell surface of negative Gaussian curvature, mesh shells, a network of Chebyshev.

Reference list

1. Sladkov V.A. Architectural forms and types of fabric and mesh coverings, transformed from a plane. // Dissertation for the degree of candidate of architecture. – M., MAI, 1969.
2. Udler E.M. Buildings with outboard tilted fences // Dissertation for the degree of Doctor of Science.
3. Popov E.V. Geometric modeling of tent fabric designs using the stretched mesh.
4. Chebyshev P.L. «On the cutting of clothes». // Complete Works. Volume V. – M., 1955. – 256 p.

УДК 624.012.4-183.2, 624.044:539.384

Карпенко Н.И. – доктор технических наук, профессор
E-mail: niisf_lab9@mail.ru

Научно-исследовательский институт строительной физики РААСН

Адрес организации: 127238, Россия, г. Москва, Локомотивный проезд, д. 21

Соколов Б.С. – доктор технических наук, профессор
E-mail: sokolov@kgasu.ru

Радайкин О.В. – кандидат технических наук, старший преподаватель
E-mail: olegxxii@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

К расчёту прочности, жёсткости и трещиностойкости внецентренно сжатых железобетонных элементов с применением нелинейной деформационной модели

Аннотация

Целью проведённых исследований ставилось выполнение анализа результатов расчёта прочности, жёсткости и трещиностойкости внецентренно сжатых железобетонных элементов по нелинейной деформационной модели с использованием различных диаграмм деформирования бетона. На основе единого подхода рассмотрены все стадии работы элементов – от начала нагружения вплоть до разрушения. Для оценки влияния продольной силы на напряжённо-деформированное состояние внецентренно сжатых элементов рассчитывались также изгибающие элементы, имеющие аналогичные физико-механические и геометрические характеристики. Установлено, что вид рассмотренных диаграмм практически не влияет на конечный результат при определении изгибающих моментов образования трещин и разрушения, но оказывается на величине расчётной жёсткости сечения. Также установлено, что влияние продольной силы на жёсткость особенно на начальных этапах нагружения, а также на разрушающий изгибающий момент, является существенным и зависит от процента армирования и эксцентричности продольной силы. Кроме того, сделан вывод, что диаграмма состояния бетона, полученная авторами ранее для изгибаемых элементов, может быть использована и для расчёта внецентренно сжатых.

Ключевые слова: внецентренно сжатый элемент, железобетон, прочность, диаграмма деформирования, диаграммный метод, методика расчета.

Современный этап развития норм по проектированию железобетонных конструкций характеризуется необходимостью более широкого использования компьютерных технологий. Это позволяет с помощью нелинейной деформационной модели решать многофакторные задачи с учётом фактического напряжённо-деформированного состояния конструкций на всех стадиях их работы. Основу этой модели составляют диаграммы деформирования (состояния) бетона и арматуры, которые являются интегральной характеристикой физико-механических свойств материалов и могут быть описаны различными математическими выражениями, что предопределяет точность получаемых расчётных данных.

В работах [1-3] показана перспективность применения для расчёта изгибаемых элементов диаграмм, предложенных в монографии [4]. Для этого в аналитические выражения, описывающие диаграммы, введены новые корректирующие коэффициенты, что позволило более точно описать напряжённо-деформированное состояние.

В данной работе приведены результаты расчёта прочности, жёсткости и трещиностойкости внецентренно сжатых элементов с применением различных диаграмм, включая ранее полученную [1-3]. Для сравнения и выявления особенности их работы – оценки влияния продольной силы на напряжённо-деформированное состояние – выполнен расчёт изгибаемых элементов с физико-механическими и геометрическими характеристиками аналогичными внецентренно сжатым элементам.

Алгоритм расчёта с использованием нелинейной деформационной модели соответствовал принятому в СП 63.13330.2012 с включением в него поочередно 4-х видов аналитических зависимостей, описывающих диаграммы состояния бетона:

- трехлинейные диаграммы СП 63.13330.2012;
- криволинейные диаграммы EuroCode-2;
- диаграммы, полученные в работах [1-3];
- экспоненциальные диаграммы [5].

Для арматуры во всех случаях использовалась двух-линейная диаграмма Прандтля, параметрические точки которой определялись согласно Своду правил.

Решение поставленной задачи реализовано в программном комплексе математического анализа *MathCad-15*.

Результаты сравнивались с расчётом по предельным состояниям СНиП 2.03.01-84* и экспериментальными данными [6].

На рис. 1 представлены схемы распределения усилий и напряжений в нормальном сечении внецентренно сжатого элемента для двух расчётных случаев: а – при эксцентриките приложения продольной силы $e_0=M/N < h/6$, что вызывает сжатие всего сечения; б, в – при эксцентриките $e_0 \geq h/6$, когда наряду со сжимающими в сечении возникают растягивающие напряжения. Для изгибаемых элементов схемы распределения усилий и напряжений приведены в работе [2] и соответствуют представленным на рис. 1 б, в.

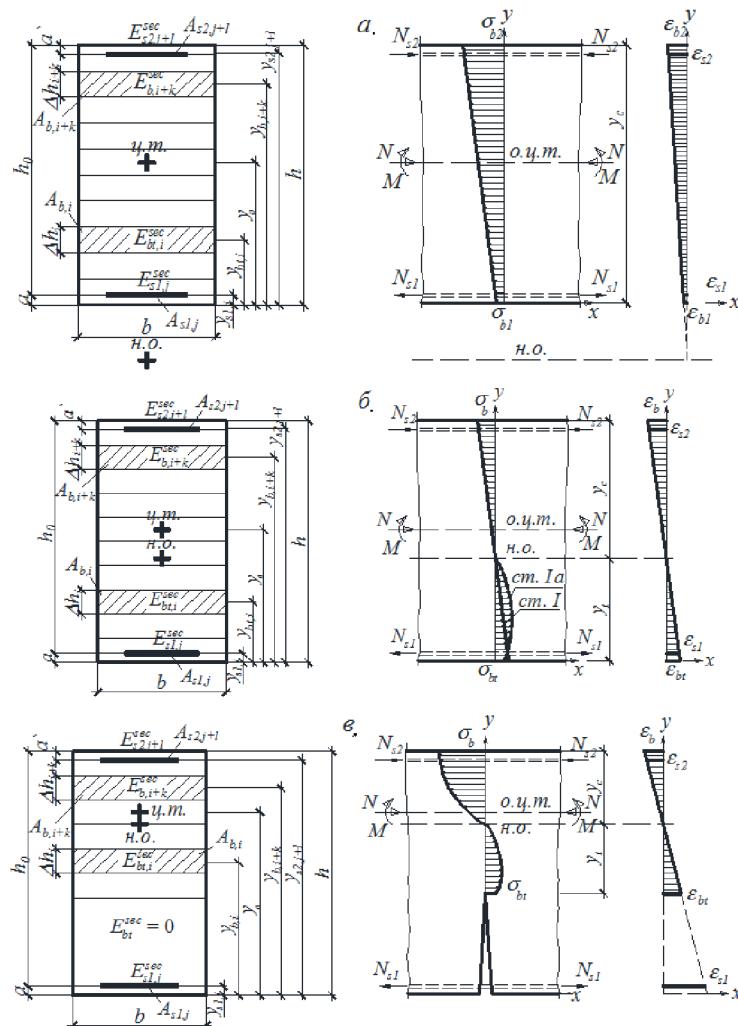


Рис. 1. Схемы распределения усилий и напряжений в нормальном сечении внецентренно сжатого элемента

Расчёт выполнен для опытных внецентренно сжатых образцов (К-1...К-4), приведённых в работе [6], которые представляют собой призматические элементы сечением $b \times h = 200 \times 200$ мм длиной $l=1$ м (гибкостью $l/h=5$), отличающиеся друг от друга

процентом армирования – μ , прочности бетона и арматуры и эксцентрикитетом приложения продольной силы – e_0 :

- 1 – для образцов К-1: $R_{bn}=23,9$ МПа (В30), $R_{sn}=399$ МПа, $\mu=2,5\%$, $e_0=h/2+100=200$ мм;
- 2 – для образцов К-2: $R_{bn}=29,6$ МПа (В40), $R_{sn}=560$ МПа, $\mu=3,0\%$, $e_0=h/2+200=300$ мм;
- 3 – для образцов К-3: $R_{bn}=33,3$ МПа (В45), $R_{sn}=520$ МПа, $\mu=3,5\%$, $e_0=0,175h=35$ мм;
- 4 – для образцов К-4: $R_{bn}=39,3$ МПа (В50), $R_{sn}=520$ МПа, $\mu=3,5\%$, $e_0=h/2=100$ мм.

Для расчёта изгибаемых элементов (Б-1…Б-4), как указано выше, приняты аналогичные физико-механические и геометрические характеристики и схемы армирования.

На рис. 2 в качестве примера показаны нормативные диаграммы состояния бетона класса В50 (для образцов К-4, Б-4), построенные по различным методикам. Подобные диаграммы получены также для остальных классов бетона. Видно, что диаграммы EuroCod-2, [1-3], [5] практически близки, однако при напряжениях $\sigma_b \approx 0,1R_{bn}$ отклонение между [5] и EuroCod-2 на восходящей ветви составляет $\approx 16,5\%$. Наибольшее расхождение между СП 63.13330.2012 и EuroCod-2 наблюдается при напряжениях $\sigma_b \approx 0,8R_{bn}$ и равно $\approx 28\%$. Выявленные расхождения могут повлиять на конечные результаты расчёта прочности, жёсткости и трещиностойкости элементов.

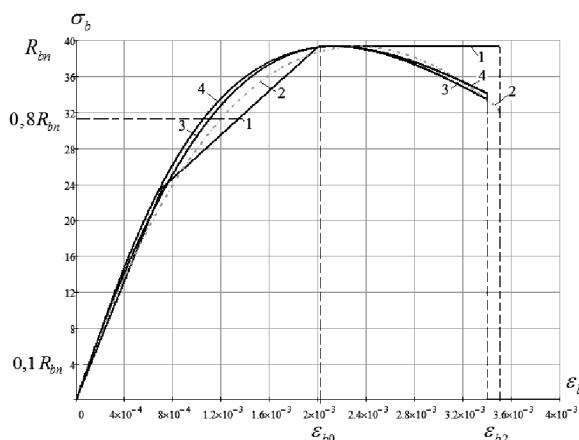


Рис. 2. Нормативные диаграммы деформирования бетона класса В50 при сжатии:
1 – СП 63.13330.2012; 2 – EuroCod-2; 3 – [1-3]; 4 – [5]

Сравнения изгибающих моментов при образовании трещин и разрушении, полученных по расчёту и экспериментально, представлены в таблицах 1 и 2. В скобках для внецентренно сжатых элементов указан процент расхождения теоретических данных с опытом (только в таблице 2), а для изгибаемых – процент расхождения с расчётом для внецентренно сжатых, что является оценкой степени влияния продольной силы на напряжённо-деформированное состояние элемента.

Таблица 1

Момент трещинообразования M_{crc} , кН·м

Серия образцов	Расчётная методика				
	СНиП 2.03.01-84*	СП 63.13330.2012	EuroCod-2	[1-3]	[5]
Внецентренно сжатые элементы					
К-1	5,189	5,178	5,068	5,087	5,087
К-2	6,132	6,136	5,968	6,054	6,054
К-3*	-	-	-	-	-
К-4	6,931	6,989	6,773	6,958	6,958
Изгибаемые элементы					
Б-1	5,189 (0 %)	5,137 (-0,8 %)	5,303 (+4,6 %)	5,300 (+4,2 %)	5,300 (+4,2 %)
Б-2	6,132 (0 %)	6,046 (-1,5 %)	6,152 (+3,1 %)	6,235 (+3,0 %)	6,235 (+3,0 %)
Б-4	6,931 (0 %)	6,880 (-1,6 %)	6,962 (+2,8 %)	7,126 (+2,4 %)	7,126 (+2,4 %)

Примечание: * – в образце К-3 всё сечение сжато, поэтому момент трещинообразования для него не определялся

Таблица 2
Разрушающий момент M_{ult} , кН·м

Серия образцов	Расчётная методика					Опыт [6]
	СНиП 2.03.01-84*	СП 63.13330.2012	EuroCod-2	[1-3]	[5]	
Внеклентренно сжатые элементы						
K-1	51,8 (+10,2 %)	48,1 (+2,3 %)	47,5 (+1,1 %)	46,2 (-1,7 %)	47,6 (+1,3 %)	47,0
K-2	61,9 (-2,7 %)	57,6 (-9,0 %)	57,7 (-9,3 %)	57,9 (-9,0 %)	57,9 (-9,0 %)	63,6
K-3*	34,8 (-13,4 %)	37,0 (-8,0 %)	38,0 (-5,5 %)	38,8 (-3,5 %)	39,6 (-1,5 %)	40,2
K-4	64,2 (+9,7 %)	57,6 (-1,5 %)	57,8 (-1,2 %)	58,2 (-0,5 %)	58,3 (-0,3 %)	58,5
Изгибаемые элементы						
B-1	45,9 (-11,4 %)	43,7 (-9,1 %)	44,0 (-7,4 %)	35,9 (-22,3 %)	44,0 (-7,6 %)	-
B-2	60,4 (-2,4 %)	58,8 (+2,1 %)	58,9 (+2,3 %)	58,9 (+1,7 %)	58,9 (+1,7 %)	-
B-4	73,1 (+13,9 %)	70,9 (+23,1 %)	71,0 (+22,8 %)	69,6 (+19,6 %)	71,2 (+22,1 %)	-

Примечание: * – в образце K-3 всё сечение сжато, поэтому изгибаемый элемент-аналог для него не рассматривался

Из табл. 1 видно, что для внеклентренно сжатых элементов расхождение теоретических данных между собой не превышает 7,8 %, что свидетельствует о незначительном влиянии вида диаграммы состояния бетона на конечный результат. При этом по методикам [1-3] и [5] получены одинаковые значения M_{crc} – с точностью до 0,01 %.

Кроме того, моменты M_{crc} , полученные для внеклентренно сжатых и изгибаемых элементов, близки – расхождение не превышает 4,6 %. Отсюда следует, что продольная сила не оказывает существенного влияния на определение момента трещинообразования.

В таблице 2 показано, что расхождение в расчётах по несущей способности внеклентренно сжатых элементов не превышает 5,5 % – исключение составляет образец K-2, для которого методика СНиП 2.03.01-84* даёт более низкое значение примерно на 16 %. Это свидетельствует, как и в случае с M_{crc} , о незначительном влиянии вида диаграммы состояния бетона на конечный результат. Расхождение расчёта M_{ult} с экспериментом не превышает 6,3 %. Следует отметить, что диаграммные методики во всех случаях (за исключением образца K-4) показывают лучшую сходимость с опытом в сравнении с методом предельных состояний.

Для внеклентренно сжатых элементов момент M_{ult} существенно отличается от изгибаемых, имеющих аналогичные физико-механические и геометрические характеристики – до -24,3 % (для образцов K-1, B-1), что зависит от процента армирования и эксцентриситета приложения продольной силы: внеклентренно сжатые элементы с эксцентриситетом, лежащим вне ядра сечения ($e_0 \geq h/6$), и высоким процентом армирования по напряжённо-деформированному состоянию близки к изгибаемым (кроме образца K-3). Причём при эксцентриситетах $e_0 \leq h/2$ внеклентренно сжатые элементы имеют более низкую несущую способность, чем изгибаемые (для образца K-4 до 23,1 %), что обусловлено схемой их разрушения по сжатому бетону и с недоиспользованием резервов прочности растянутой арматуры ($\sigma_s < R_{sn}$).

На рис. 3 показаны зависимости расчётной жёсткости сечения при непродолжительном действии нагрузки для рассмотренных образцов, определённой по различным расчётным методикам.

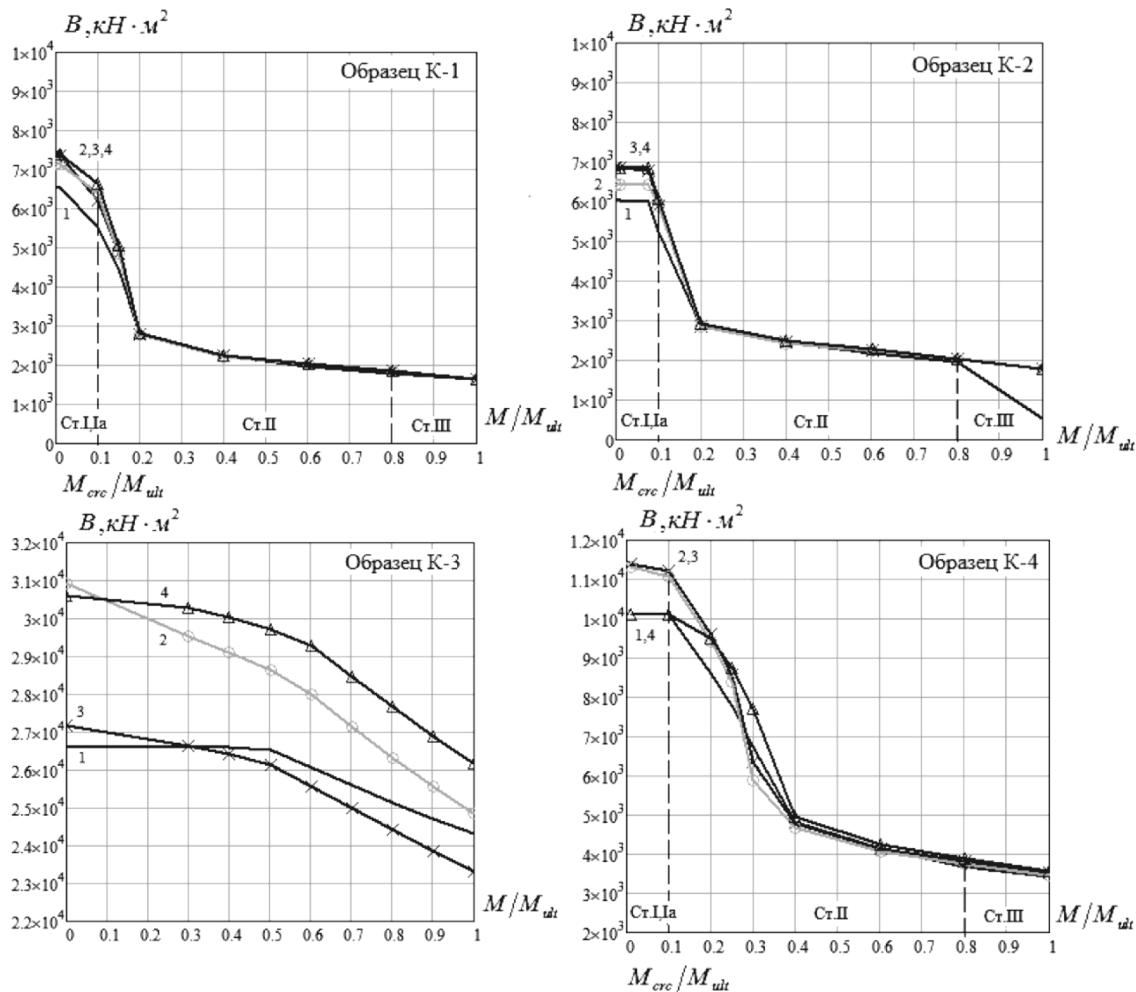


Рис. 3. Изменение жёсткости сечения внецентренно сжатых элементов при непродолжительном действии нагрузки: 1 – по СП 63.13330.2012, 2 – по EuroCod-2, 3 – по методике [1-3], 4 – по методике [5]

Нетрудно увидеть, что жёсткости сечений внецентренно сжатых образцов (кроме К-3) имеют три характерных участка, отвечающих трём стадиям напряжённо-деформированного состояния элемента: I – стадия упругой работы элемента; Ia – стадия перед образованием первой трещины; II – работа элемента с развивающимися по мере нагружения трещинами; III – разрушение.

Наибольшее расхождение в значениях расчётной жёсткости наблюдается на первом участке графиков – до появления трещин ($0 < M < M_{crc}, M_{crc} \approx 0,1M_{ult}$), и на небольшом участке в начале второй стадии работы элемента ($M_{crc} \leq M < (0,2...0,3)M_{ult}$). При этом методика СП 63.13330.2012 даёт более низкие значения жёсткости, а методики [1-3] и [5] – более высокие. Методика EuroCod-2 занимает промежуточное положение. Максимальный разброс теоретических данных составляет для образца К-1 – 20,3 %, К-2 – 15,8 %, К-4 – 21,2 %. В конце второго и на всём протяжении третьего участков расхождение данных не превышает 3-5 % для всех образцов (кроме методики 1 для К-2).

На рис. 4 показаны графики сравнения расчётной жёсткости сечения, полученной для внецентренно сжатого и изгибающегося элементов соответственно К-1 и Б-1. Кривые изменения жёсткости для остальных образцов не приводим с целью сокращения объёма статьи.

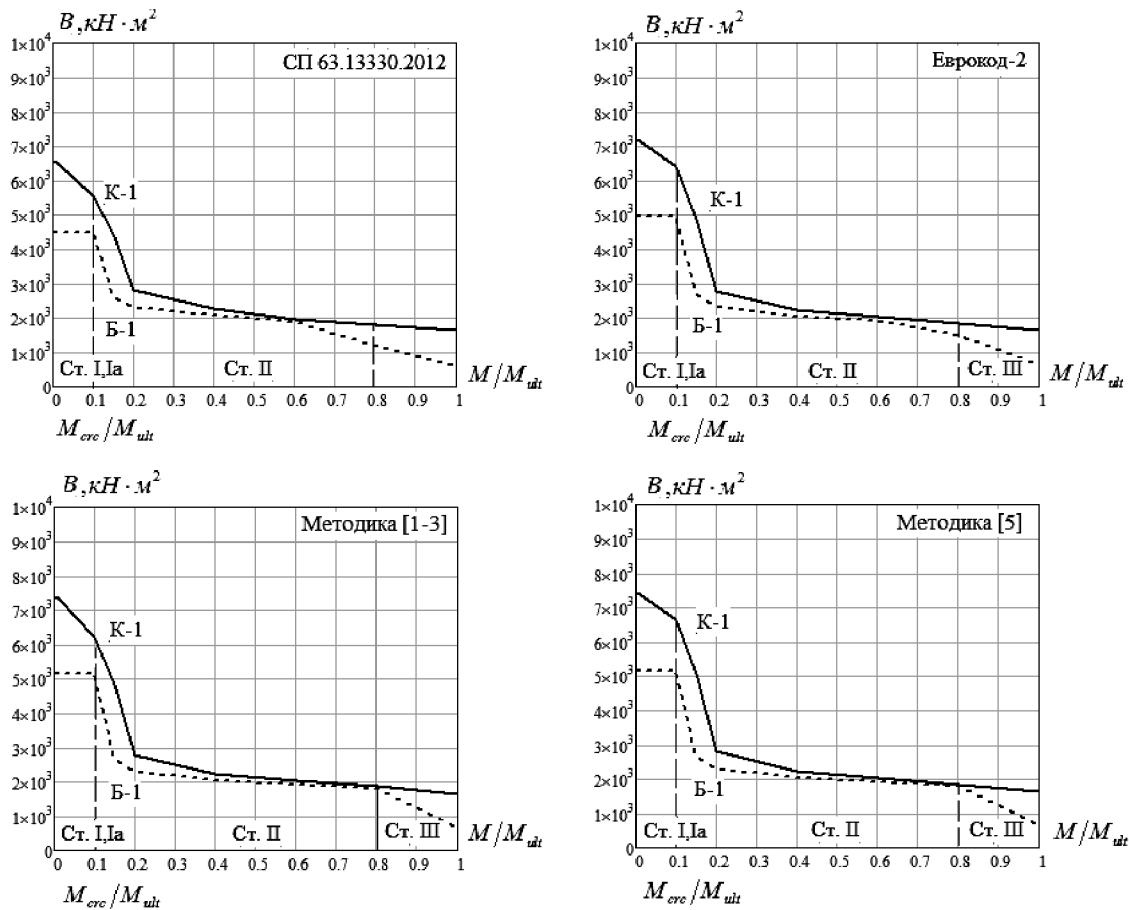


Рис. 4. Сравнение жёсткости сечения внецентренно сжатых и изгибаемых элементов при непродолжительном действии нагрузки – для образцов К-1 и Б-1

Из рис. 4 видно, что для внецентренно сжатых элементов жёсткость сечения отличается от изгибаемых (для образца К-1 до 23 %), что зависит от вида применяемой диаграммы – тангенса угла наклона секущей в рассматриваемой точке графика « σ - ϵ » (это отмечено в работе [1]), величины нагрузки, процента армирования и эксцентрикситета приложения продольной силы. С увеличением M , μ и e_0 жёсткости сечений элементов обоих типов сближаются, то есть в этом случае их напряжённо-деформированные состояния становятся близки по характеру. При этом внецентренно сжатые элементы имеют более высокую жёсткость по сравнению с изгибаемыми. Следует также отметить, что жесткость сечений образов К-3 и Б-3 отличаются почти на порядок (на рисунке не показано) – это обусловлено существенным различием их напряжённо-деформированного состояния, о чём говорилось выше.

Выводы

1. Впервые на основании единого подхода – с использованием нелинейной деформационной модели – выполнен расчёт прочности, жёсткости и трещиностойкости внецентренно сжатых железобетонных элементов с эксцентрикситетом приложения продольной силы, изменяющимся в широких пределах, на всех стадиях нагружения – от нуля вплоть до разрушения.

Основой принятой модели послужили диаграммы состояния бетона, полученные авторами ранее для изгибаемых элементов.

2. Для внецентренно сжатых элементов вид рассмотренных диаграмм состояния бетона не существенно влияет на конечный результат при определении изгибающих моментов образования трещин и разрушения.

3. Сравнение результатов расчёта внецентренно сжатых элементов и изгибаемых, имеющих аналогичные физико-механические и геометрические характеристики, показало:

- продольная сила не оказывает существенного влияния на сопротивление образованию трещин;
- продольная сила существенно влияет на разрушающий момент – до 23,1 %, что зависит от процента армирования и эксцентрикитета её приложения;
- жёсткость внецентренно скатых элементов превышает жёсткость изгибаемых – до 23 %, что зависит от типа применяемой диаграммы (тангенса угла наклона секущей в рассматриваемой точке графика « σ - ϵ »), величины нагрузки, процента армирования и эксцентрикитета приложения продольной силы.

Список библиографических ссылок

1. Карпенко Н.И., Соколов Б.С., Радайкин О.В. К определению деформаций изгибаемых железобетонных элементов с использованием диаграмм деформирования бетона и арматуры // Строительство и реконструкция. – Орёл: Изд. ОГТУ, 2012, № 2 (40). – С. 11-20.
2. Карпенко Н.И., Радайкин О.В. К совершенствованию диаграмм деформирования бетона для определения момента трещинообразования и разрушающего момента в изгибаемых железобетонных элементах // Строительство и реконструкция. – Орёл: Изд. ОГТУ, 2012, № 3 (41). – С. 10-17.
3. Карпенко Н.И., Соколов Б.С., Радайкин О.В. Анализ и совершенствование криволинейных диаграмм деформирования бетона для расчета железобетонных конструкций по деформационной модели // Промышленное и гражданское строительство. – № 1, 2013. – С. 25-27.
4. Карпенко Н.И. Общие модели механики железобетона. – М.: Стройиздат, 1996. – 416 с.
5. Мурашкин Г.В., Мурашкин В.Г. Моделирование диаграммы деформирования бетона и схемы напряженно-деформированного состояния // Известия Вузов. Строительство. – 1997. – № 10. – С. 4-6.
6. Мордовский С.С., Мурашкин В.Г. Напряжённое состояние экспериментальных образцов при внецентренном нагружении // Электронный научный журнал «Современные проблемы науки и образования». – М: Академия естествознания, 2012, № 4. URL: <http://www.prognosis.ru/print.html?id=6464> (дата обращения: 12.11.2012).

Karpenko N.I. – doctor of technical science, professor

E-mail: niisf_lab9@mail.ru

Scientific-Research Institute of construction physics of RAACS

The organization address: 127238, Russia, Moscow, Locomotive Travel, 21

Sokolov B.S. – doctor of technical science, professor

E-mail: sokolov@kgasu.ru

Radaikin O.V. – candidate of technical sciences, senior lecturer

E-mail: olegxxii@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Calculation of strength, stiffness and crack resistance of eccentrically compressed reinforced concrete elements using non-linear deformation model

Resume

For the first time on a common approach basis – using a non-linear deformation model – a calculation of strength, stiffness and crack resistance of eccentrically compressed reinforced concrete elements with an eccentricity longitudinal force application that varies widely, at all loading stages – from the zero up to fracture, is done.

The state diagram of concrete, obtained earlier for flexural members by the authors, adopted as the model basis.

For eccentrically compressed elements considered: view diagrams of concrete does not significantly affect the final result in the determination of the bending moments of cracking and fracture.

The calculation results of eccentrically compressed and bent elements with similar physical, mechanical and geometrical characteristics, found:

- Longitudinal force has no significant effect on the resistance to cracking;
- Longitudinal force affects the breaking point – to 23,1 %, depending on the percentage of reinforcement and the eccentricity of its applications;
- Rigidity eccentrically struts stiffness than the bent – up to 23 %, depending on the type of the state concrete diagram (the slope of the secant at the point graphic « σ - ϵ »), the load, the percentage of reinforcement and eccentric application of longitudinal force.

Keywords: eccentrically compressed element, reinforced concrete, strength, stress-strain diagram, the diagram method, the method of calculation.

Reference list

1. Karpenko N.I., Sokolov B.S., Radaykin O.V. Determination of flexural deformation of reinforced concrete elements using strain diagrams of concrete and rebar // Construction and reconstruction. – Orel: Eagle Publishing House. OSTU, 2012, № 2 (40). – P. 11-20.
2. Karpenko N.I., Radaykin O.V. To improve the strain diagrams of concrete to determine the moment of cracking and breaking moment in the bent reinforced concrete elements // Construction and reconstruction. – Orel: Eagle Publishing House. OSTU, 2012, № 3 (41). – P. 10-17.
3. Karpenko N.I., Sokolov B.S., Radaykin O.V. Analysis and improvement of curved concrete strain diagrams for the reinforced concrete structures calculation using the deformation model // Industrial and civil construction. – № 1, 2013. – P. 25-27.
4. Karpenko N.I. General model of the reinforced concrete mechanics. – M.: Stroyizdat, 1996. – 416 p.
5. Murashkin G.V., Murashkin V.G. Simulation charts and diagrams of concrete deformation mode // Proceedings of Higher Education. Building, 1997, № 10. – P. 4-6.
6. Mordovsky S.S., Murashkin V.G. The state of stress test specimens under eccentric loading // Electronic scientific journal «Contemporary science and education». – M: Academy of Natural Science, 2012, № 4. URL: <http://www.prognosis.ru/print.Html?id=6464> (reference date: 12.11.2012).

УДК 697.137.2

Куприянов В.Н. – доктор технических наук, профессор

E-mail: kuprivan@kgasu.ru

Сафин И.Ш. – аспирант

E-mail: zavlab17@rambler.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Количественные параметры конденсации парообразной влаги в наружных стенах

Аннотация

Предложены методы определения количественных параметров конденсации:

- календарной продолжительности увлажнения наружных стен конденсированной влагой на основе сопоставления годового хода температур наружного воздуха в заданном климатическом районе и температуры начала конденсации для конкретной конструкции наружной стены;

- количества конденсата, накапливающегося в ограждении за период увлажнения на основе разности диффузионных потоков парообразной влаги до плоскости (зоны) конденсации и после плоскости (зоны) конденсации;

- изменения теплопроводности материалов в результате их увлажнения.

Ключевые слова: упругость водяного пара, диффузионные потоки, температура, конденсация, теплопроводность.

Конденсация парообразной влаги внутри наружных стен является нежелательным эксплуатационным воздействием, поскольку при увлажнении внутренних слоев материала снижаются теплозащитные качества ограждений, возникают коррозионные процессы всех видов, ускоряется замораживание и оттаивание материалов и в итоге снижается долговечность наружных стен.

Изучению закономерностей конденсации посвящено большое количество работ, однако количественные параметры конденсации, а именно, календарная продолжительность увлажнения и количество конденсата исследованы недостаточно. Недостаточно изучено влияние количества образующегося конденсата на изменение теплозащитных характеристик наружных стен.

Изучение этих вопросов и анализ опубликованных работ [1, 2] позволили установить, что конденсация парообразной влаги зависит от конструктивного решения наружных стен. В одних конструктивных решениях конденсация начинается при температуре наружного воздуха $t_H = 0^\circ\text{C}$, в других – не происходит до $t_H = -35^\circ\text{C}$.

Обобщение этих исследований позволило ввести понятие: **температура начала конденсации (t_{HK})** [1, 2]. Величина t_{HK} численно равна температуре наружного воздуха t_H , при которой в слое ближайшем к наружной поверхности появляется конденсат и возникает плоскость конденсации. При дальнейшем понижении температуры наружного воздуха плоскость конденсации перерастает в зону конденсации, расширяясь по сечению наружной стены в сторону внутренней поверхности.

Таким образом, величина t_{HK} является важнейшей теплофизической характеристикой наружных стен, которая определяется используемыми материалами и конструктивными решениями.

Если температура наружного воздуха в зимний период $t_H > t_{HK}$, то в этой конструкции стены конденсации парообразной влаги не происходит. Если $t_H = t_{HK}$, то в конструкции наружной стены образуется плоскость конденсации; если $t_H < t_{HK}$, то конденсации влаги идет по нескольким сечениям ограждения, то есть образуется зона конденсации.

Используя величину t_{HK} конкретного ограждения и сравнивая её с годовым ходом температуры наружного воздуха в каком-либо климатическом районе, можно оценить календарную продолжительность увлажнения наружных стен конденсированной влагой.

На рис. 1 представлен годовой ход среднемесячных температур наружного воздуха для Казани (кривая 1) и годовой ход t_H , скорректированный на величину среднесуточных амплитуд наружного воздуха (кривая 2) в сравнении с t_{HK} двух типов ограждающих конструкций СТО-1 и СП-1.

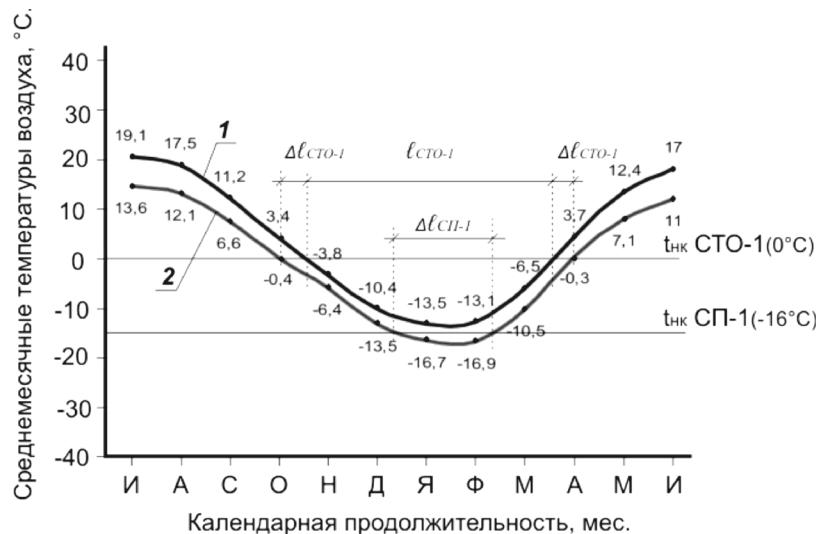


Рис. 1. Определение календарной продолжительности конденсации парообразной влаги ограждений по величине температуры начала конденсации t_{HK} :
1 – среднемесячные температуры наружного воздуха; 2 – среднемесячные температуры, скорректированные по величине среднесуточных амплитуд наружного воздуха; ℓ – календарная продолжительность; $\Delta\ell$ – календарная продолжительность конденсации только в ночное время

Конструкция, с условным наименованием СТО-1, представляет собой трехслойную стену: внутренняя штукатурка, керамический эффективный кирпич монолитный пенобетон, керамический эффективный кирпич. Технические характеристики СТО-1 описаны в примере 2 приложения 6 стандарта организации (РОИС) СТО 00044807-001-2006. Конструкция, с условным наименованием СП-1 представляет собой трехслойную стену: внутренняя гипсовая штукатурка, монолитный железобетон, экструдированный пенопласт Styrofoam, керамический кирпич, наружная поризованная штукатурка. Технические характеристики СП-1 описаны в приложении Э свода правил СП 23-101-2004. В целях экономии места технические характеристики СТО-1 и СП-1 в статье не приводятся.

По рис. 1 можно видеть, что конденсация парообразной влаги в конструкциях СТО-1 и СП-1 в одинаковых климатических условиях происходит по-разному. Можно видеть, что это определяется величиной t_{HK} . Календарная продолжительность конденсации в ограждении СТО-1 составляет пять месяцев (с конца октября до середины марта) — ℓ_{STO-1} , по кривой 1. К этой продолжительности следует добавить 1,5 месяца ($\Delta\ell_{STO-1}$), когда конденсация парообразной влаги будет наблюдаться только в ночное время (по годовому ходу, построенному с учетом средних суточных амплитуд, по кривой 2). В ограждении СП-1 при среднемесячных значениях t_H конденсация отсутствует, а будет наблюдаться только в ночное время с начала января до середины февраля ($\Delta\ell_{SP-1}$, с учетом среднесуточных амплитуд t_H по кривой 2).

Возникновение конденсации парообразной влаги в ночное время (за счет суточных колебаний t_H) подтверждено экспериментально теоретическими исследованиями [3]. Для этих целей был изготовлен и установлен в простенке эксплуатируемого здания специальный стенд. Этот стенд представляет собой конструкцию наружной стены из силикатного кирпича и утеплителя *Rockwool* с тонким слоем наружной штукатурки из *Ceresit CT-190* толщиной 8мм. По сечению утеплителя расположены датчики температуры. Подробное описание экспериментального стендса приведено в [4].

Экспериментальный стенд позволяет получить данные по изменению температуры материалов по сечению стены в течение суток, что показано на рис. 2.

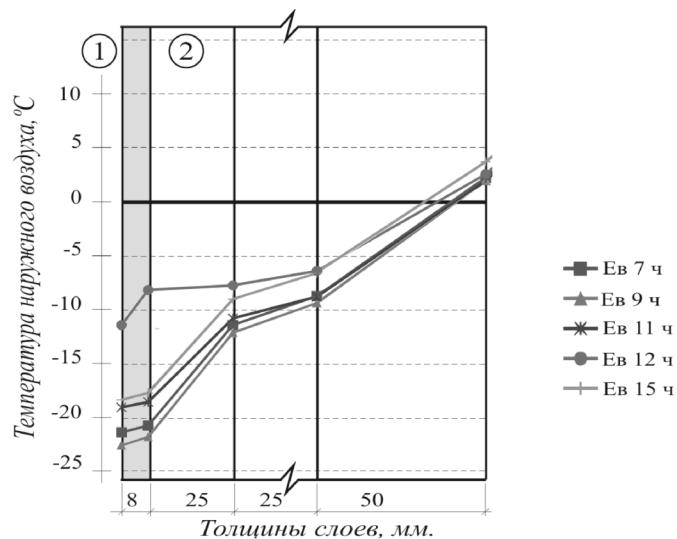


Рис. 2. Распределение температур по толщине утеплителя *Rockwool* по часам суток

Данные рис. 2 позволяют по значениям температур в слоях ограждения в разное время суток (ϕ_i) построить аналогичную зависимость по изменению максимальной упругости водяного пара (E_i) по часам суток в тех же сечениях. Величина (E_i) по значению (ϕ_i) определяется по справочным таблицам или по формуле:

$$\hat{A}_i = 10^{\frac{2,125 + \frac{156 + 8,12 \cdot \xi}{236 + \xi}}{\xi}}. \quad (1)$$

На рис. 3 представлено распределение E_i по сечению ограждения в разное время суток в сравнении с распределением действительной упругости парообразной влаги (e_i) по сечению ограждения.

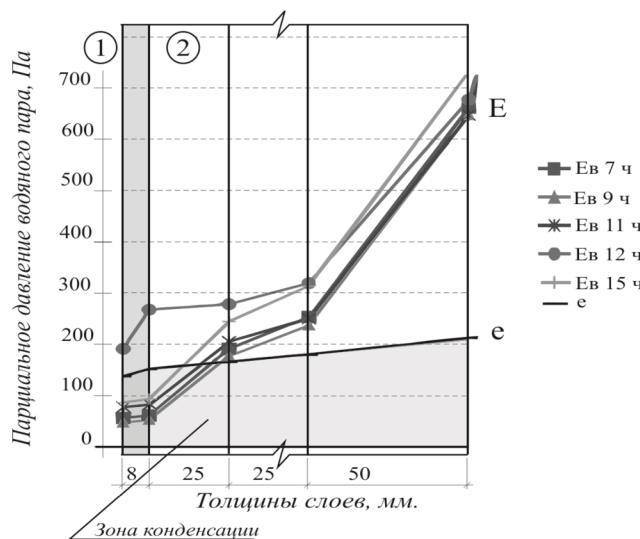


Рис. 3. Возникновение конденсации парообразной влаги в ограждении при суточных колебаниях температуры

Распределение e_i принято постоянным в течении суток по ряду причин. Во-первых, действительная упругость водяного пара в помещении (e_B) будет постоянной в силу обеспечения в помещении нормальных температурно-влажностных условий (по определению). Во-вторых, действительную упругость водяного пара в наружном воздухе (e_H) также можно считать постоянной, в силу малой изменчивости этой величины в зимний период. Так, величина e_H в климатических условиях Казани в январе составляет 280 Па, а в феврале – 290 Па. Разница составляет 10 Па или около 3 %, чем можно пренебречь.

Из рис. 3 видно, что распределение E_i в 7-00, 9-00, 11-00 и 15-00 часов лежит ниже распределения e_i по сечению ограждения на расстояние до 3 см от наружной поверхности, следовательно, в эти часы суток, на эту глубину утеплителя возникает конденсация парообразной влаги. Происходит это один раз в сутки.

Таким образом, годовой ход среднемесячных значений t_h определяет продолжительность непрерывного увлажнения ограждающих конструкций конденсированной влагой (ℓ по рис. 1), а суточные колебания t_h определяют периодическое ежесуточное увлажнение продолжительностью по несколько часов в сутки на календарной продолжительности $\Delta\ell$, рис. 1.

Факт выпадения конденсата внутри ограждающей конструкции еще не означает наступление предельного состояния. Предельное состояние наружной стены, при увлажнении ее конденсированной парообразной влагой, наступает в двух случаях:

- когда влага, накопившаяся в ограждении, в зимний период не удаляется из ограждения до наступления очередного отопительного сезона, и будет накапливаться в ограждении с годами, постоянно ухудшая эксплуатационные свойства конструкций;
- когда влага, накопившаяся в ограждении в зимний период, превысит некоторую величину, которая окажется критической для каких-либо эксплуатационных свойств.

Важным этапом в учете конденсации парообразной влаги в наружных стенах является определение количества конденсированной влаги, которая накапливается в ограждении в зимний период.

Для решения этих задач использованы закономерности ($E_i - e_i$) от t_h , полученные в табличной и графической формах, как это показано в [2, 5] для различных конструкций наружных стен и их сечений.

Использованы также известные зависимости [6] описывающие накопление конденсата в единицу времени, для конструкций с плоскостью конденсации:

$$G_k = G' - G'' = \frac{e_b - E_k}{R'_i} - \frac{E_k - e_h}{R''_i}, \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}), \quad (2)$$

и для конструкций с зоной конденсации:

$$G_k = G_1 - G_2 = \frac{e_b - E_1}{R_{\Pi 1}} - \frac{E_2 - e_h}{R_{\Pi 2}}, \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}). \quad (3)$$

В этих формулах G' и G_1 , R'_i и $R_{\Pi 1}$ – соответственно плотность диффузионных потоков и сопротивление паропроницанию ограждений до плоскости или зоны конденсации:

G'' и G_2 , R''_i и $R_{\Pi 2}$ – то же, после плоскости или зоны конденсации;

e_b и e_h – действительная упругость водяного пара внутреннем и наружном воздухе;

E_k – максимальная упругость водяного пара в плоскости конденсации;

E_1 – максимальная упругость водяного пара на границе зоны конденсации со стороны внутренней поверхности ограждения;

E_2 – то же, со стороны наружной поверхности ограждения.

Формулы 2 и 3 применимы для постоянной температуры наружного воздуха, тогда количество конденсата за период времени T (часы) определится по формуле:

$$Q_k = G_k T, \text{ мг}/\text{м}^2. \quad (4)$$

В реальных условиях эксплуатации температура наружного воздуха не постоянна, она изменяется по суточному и годовому ходу. Использование формул 2 и 3 становится возможным, если годовой ход температуры наружного воздуха разбить на дискретные периоды времени, в которых температуру можно принять постоянной.

Подобная информация имеется в справочной литературе, где продолжительность действия температур в часах приведена для интервалов температур в 1°C [7] или 2°C [8] для ряда климатических районов.

Используя эти данные и формулы, можно оценить количество конденсата на дискретных температурных интервалах и получить суммарное количество конденсата за весь период увлажнения.

В качестве примера: в табл. 1 и 2 приводится расчет количества конденсата для двух конструкций наружных стен – СТО-1 и СП-1. Конструкция СП-1 предназначена для

условий Москвы, а СТО-1 для условий Самары, поэтому годовой ход температур в расчетах принят для указанных климатических условий.

Из табл. 1 и 2 видно, что характер увлажнения и высушивания в обеих конструкциях и разных климатических районах аналогичный. Скорость диффузии парообразной влаги от внутренней поверхности ограждения до плоскости конденсации уменьшается с возрастанием температуры наружного воздуха от минимальной для данного климатического района (столбец 8), а скорость диффузии от плоскости конденсации до наружной поверхности (высыхание конструкции) повышается с ростом t_H (столбец 9).

Таблица 1

Процесс увлажнения и высушивания конструкций СП-1 в климатических условиях г. Москвы

Интервал, °C	Принятая для расчета, °C	Расчетные параметры				Скорость диффузии, мг/ (м ² ·ч)		Количество конденсата в час $G_k = G' - G''$ из него $G_k \cdot T$, мг/м ²		
		Наружного воздуха		В плоскости конденсации		При увлажнении $G' = \frac{e_A - \bar{A}_B}{R'_I}$	При высыхании $G'' = \frac{E_B - \bar{a}_I}{R''_I}$			
		E_H , Па	e_H , Па	t_K , °C	E_K , Па					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
-38÷-36,1	-37	2	18	15	-33,4	27	62,8	10,9	51,9	103,8
-36÷-34,1	-35	3	22	18	-31,5	34	62,4	14,5	47,9	143,7
-34÷-32,1	-33	3	27	23	-29,6	39	62,2	14,5	47,7	143,1
-32÷-30,1	-31	7	34	29	-37,8	47	61,8	16,4	45,4	317,8
-30÷-28,1	-29	9	42	35	-25,9	57	61,3	20,0	41,3	371,7
-28÷-26,1	-27	18	51	43	-24,0	69	60,7	23,6	37,1	667,8
-26÷-24,1	-25	24	63	53	-22,2	83	60,0	27,3	32,7	784,8
-24÷-22,1	-23	44	77	65	-20,3	100	59,1	31,8	27,3	1201,2
-22÷-20,1	-21	69	93	78	-18,4	120	58,1	38,2	19,9	1373,1
-20÷-18,1	-19	80	113	95	-16,5	144	56,9	44,5	12,4	992,0
-18÷-16,1	-17	103	137	115	-14,7	170	55,7	50,0	5,7	556,2
Всего за период увлажнения – 6655,2 мг/м ²										
-16÷-14,1	-15	140	165	139	-12,8	203	54,0	58,2	-4,2	-588,0
-14÷-12,1	-13	180	199	167	-10,9	240	52,2	66,4	-14,2	-2556,0
-12÷-10,1	-11	230	237	199	-9,0	284	50,0	77,3	-27,3	-6279,0
-10÷-8,1	-9	270	284	239	-7,2	332	47,6	84,5	-36,9	-9963,0

Таблица 2

Процесс увлажнения и высушивания конструкций СТО-1 в климатических условиях г. Самары

Интервал °C	Принятая для расчета, °C	Расчетные параметры				Скорость диффузии, мг/ (м ² ·ч)		Количество конденсата в час $G_k = G' - G''$ из него $G_k \cdot T$, мг/м ²		
		Наружного воздуха		В плоскости конденсации		При увлажнении $G' = \frac{e_A - \bar{A}_B}{R'_I}$	При высыхании $G'' = \frac{E_B - \bar{a}_I}{R''_I}$			
		E_H , Па	e_H , Па	t_K , °C	E_K , Па					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
-32÷-30,1	-31	9	34	29	-25,7	59	481	35	446	4041
-30÷-28,1	-29	26	42	35	-23,9	70	477	41	436	11336
-28÷-26,1	-27	35	51	43	-22,1	84	471	48	423	14805
-26÷-24,1	-25	44	63	53	-20,3	101	465	56	409	17996

Продолжение таблицы 2

-24÷-22,1	-23	70	77	65	-18,5	118	458	62	396	27720
-22÷-20,1	-21	96	93	78	-16,7	142	449	74	375	36000
-20÷-18,1	-19	140	113	95	-14,9	166	439	82	357	49980
-18÷-16,1	-17	196	137	115	-13,1	197	427	95	332	65072
-16÷-14,1	-15	201	165	139	-11,4	229	414	105	309	62109
-14÷-12,1	-13	273	199	167	-9,6	268	399	138	261	70992
-12÷-10,1	-11	289	237	199	-7,8	315	381	135	246	71094
-10÷-8,1	-9	289	284	239	-6,0	369	360	151	209	60401
-8÷-6,1	-7	342	338	284	-4,2	429	336	169	167	57114
-6÷-4,1	-5	377	402	338	-2,4	500	308	188	120	45240
-4÷-2,1	-3	438	476	400	-0,6	581	276	210	66	28908
-2÷-0,1	-1	508	563	473	1,2	667	243	225	18	9144*
<hr/>										
0÷1,9	1	578	657	552	3,0	759	207	241	-34	-19652
2÷3,9	3	342	759	638	4,8	860	167	258	-91	-31122
4÷5,9	5	324	872	682	6,6	975	122	340	-160	-70652
6÷7,9	7	333	1001	701	8,3	1095	75	458	-383	-127539
8÷9,9	9	316	1148	804	10,1	1236	20	502	-482	-152312
10÷11,9	11	386	1312	905	12,0	1403	-46	905	-625	-241250
<hr/>										
...						
20÷21,9	21	394	2488	1542	19,1	2197	-357	762	-1119	-440886

*Всего за период увлажнения (от -32°C до 0°C) – 631952 мг/м²

При определенной температуре, характерной для каждой конструкции наружной стены, скорости увлажнения и высушивания выравниваются, а при дальнейшем повышении температуры процесс высушивания ограждения становится преобладающим. Эти температуры являются температурой начала конденсации – t_{HK} : для СП-1 (табл. 1) это -16 °C, а для СТО-1 (табл. 2) это 0 °C.

Количество конденсата, которое накопилось в ограждениях СП-1 и СТО-1 в интервале температур от минимальной до t_{HK} различаются на несколько порядков. В конструкции СП-1 это 6,655 г/м², а в СТО-1 – 631,952 г/м². Этот факт подтверждает необходимость понижать величину t_{HK} при проектировании наружных стен.

Анализ табл. 1 и 2 показывает, что количество конденсата определяется не только величиной t_{HK} но, также скоростью диффузии, парообразной влаги, которая зависит от сопротивления паропроницанию всего R_{Π} . Сравнение столбцов 8-9 показывает, что поток парообразной влаги в ограждении СТО-1 в несколько раз превышает таковой в СП-1. Например, при $t_H = -31^{\circ}\text{C}$ в конструкции СП-1 $G' = 61,8$ и $G'' = 16,4 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, а в конструкции СТО-1 $G' = 481$ и $G'' = 35 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$. Сопротивления паропроницанию этих конструкций различаются в 6 раз. В СП-1 $R_{PO} = 21,15 (\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/\text{мг}$, а в СТО-1 $R_{PO} = 3,41 (\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/\text{мг}$.

Таким образом, количество конденсата в наружных стенах растет с увеличением температуры начала конденсации(t_{HK}), и снижается с увеличением сопротивления паропроницанию (R_{PO}) наружных стен.

Из анализа табл. 2 следует, что конденсированная влага, накопившаяся в ограждении СТО-1 в интервале температур от -38°C до 0°C (631954 мг/м²) удалится из ограждения за период времени достижения температуры воздуха +11°C. Эта величина среднемесечной температуры приходится на конец апреля – начало мая месяца. К этому моменту времени из ограждений удалится 642507 мг/м² влаги, то есть вся конденсированная влага.

Влага, накопившаяся в ограждениях в виде конденсата, увеличит влажность материала теплоизоляционного слоя, что должно повлечь увеличение коэффициента теплопроводности утеплителя.

В конструкции СП-1 в качестве утеплителя использован экструдированный пенополистирол плотностью $c_0 = 28 \text{ кг}/\text{м}^3$ при толщине слоя 0,1 м. Отсюда масса 1м² будет равна $28 \cdot 0,1 = 2,8 \text{ кг}$.

Прирост влажности утеплителя за счет конденсации 6,655 г/м² составит по массе:

$$W_m = (G_k / M) \cdot 100 = (6,655 / 2800) \cdot 100 = 0,24 \%. \quad (5)$$

Прирост коэффициента теплопроводности (λ) на каждый процент прироста влажности (z) по данным [6] составит для пенополистирола 2 %. В итоге получим прирост λ от увеличения влажности материала:

$$\lambda_{вл} = \lambda \cdot (1 + W_m \cdot z / 100) = \lambda (1 + 0,24 \cdot 2 / 100) = 1,0048 \lambda \quad (6)$$

Таким образом, коэффициент теплопроводности утеплителя в СП-1 увеличится менее, чем на 0,5 %, что несущественно.

В конструкции СТО-1 в качестве утеплителя использован монолитный пенобетон плотностью $c_0 = 300 \text{ кг/м}^3$ при толщине слоя 0,15 м. Отсюда масса 1 м² будет равна $300 \cdot 0,15 = 45 \text{ кг}$.

Прирост влажности утеплителя за счет конденсации $631,952 \text{ г/м}^2$ составит по массе.

$$W_m = (G_k / M) \cdot 100 = (0,631952 / 45) \cdot 100 = 1,4 \% \quad (7)$$

Прирост коэффициента теплопроводности (λ) на каждый процент прироста влажности (z) по данным [6] составит для пенобетона 12 %.

В итоге получим: прирост λ от увеличения влажности:

$$\lambda_{вл} = \lambda \cdot (1 + W_m \cdot z / 100) = \lambda (1 + 1,4 \cdot 12 / 100) = 1,168 \lambda \quad (8)$$

То есть, коэффициент теплопроводности утеплителя в СТО-1 увеличится почти на 17 %, что существенно увеличит теплопотери через ограждение в зимний период.

В итоге проведенных исследований установлено, что конструкция наружных стен с низкой температурой начала конденсации парообразной влаги имеет более короткую календарную продолжительность увлажнения, что оказывает положительное влияние на теплозащитные свойства наружных стен в результате уменьшения количества конденсата в конструкции.

Список библиографических ссылок

- Куприянов В.Н., Сафин И.Ш., Хабибулина А.Г. К вопросу о паропроницаемости в ограждающих конструкциях // Журнал РААСН «ACADEMIA. Архитектура и строительство», 2009, № 5. – М., – С. 504-507.
- Куприянов В.Н., Сафин И.Ш. Проектирование ограждающих конструкций с учетом диффузии и конденсации парообразной влаги // Известия КГАСУ, 2011, № 1 (15). – С. 93-103.
- Куприянов В.Н., Иванцов А.Н. Конденсация парообразной влаги в наружных стенах при суточных колебаниях температуры наружного воздуха // Приволжский научный журнал, 2013, № 2. – Н. Новгород: ННГАСУ. – С. 17-22.
- Иванцов А.И., Куприянов В.Н., Сафин И.Ш. Натурные исследования эксплуатационных воздействий на фасадные системы с различными видами эффективных утеплителей // Жилищное строительство, 2013, № 7. – М. – С. 29-32.
- Куприянов В.Н., Сафин И.Ш., Шамсутдинов М.Р. Влияние конструкции ограждения на конденсацию парообразной влаги // Жилищное строительство, 2012, № 6. – М. – С. 29-31.
- Шильд Е., Кассельман Х.-Ф., Данен Г., Поленц Р. Строительная физика: пер. с нем. – М.: Стройиздат, 1982. – 296 с.
- Строительная климатология и геофизика. СНиП II-A.6-72. – М., 1972.
- Строительная климатология. Справочное пособие к СНиП 23-01-99* / под ред. Савина В.К. – М.: НИИ строительной физики РААСН, 2006. – 258 с.

Kupriyanov V.N. – doctor of technical sciences, professor,

E-mail: kuprivan@kgasu.ru

Safin I.S. – post-graduate student

E-mail: zavlab17@rambler.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Quantitative parameters of condensing vaporous moisture in the outer walls

Resume

Condensation of vaporous moisture inside the fencing is undesirable operational influence as when moistening inside layers of a material heat-shielding qualities of protections decrease.

Studying of questions of condensation allowed to establish that condensation of vaporous moisture depends on the constructive solution of external walls. To temperature of external t_h air at which in a layer the next to an external surface there is a condensate and there is a condensation plane, the new concept temperature of the beginning of condensation - t_{hk} is entered. If temperature of external air during the winter period of $t_h > t_{hk}$, in this design of a wall the condensation of vaporous moisture doesn't occur. If $t_h = t_{hk}$, in a design of an external wall is formed the condensation plane if $t_h < t_{hk}$, condensation of moisture goes on several sections of a protection, that is the condensation zone is formed.

Using the size t_{hk} of a concrete protection and comparing it to an annual course of temperature of external air in any climatic area it is possible to estimate the calendar duration of moistening of external walls the condensed moisture and further to count the amount of condensate during the moistening.

The moisture which has collected in protections in the form of condensate, will increase humidity of a material of a heat-insulation layer that will entail increase in coefficient of heatwater content of a heater.

Keywords: elasticity of the water vapour diffusion flows, temperature, condensation, heat conductivity.

Reference list

1. Kupriyanov V.N., Safin I.S., Khabibulina A.G. On the water vapor permeability walling / Journal RAASN ACADEMIA Construction and Architecture, 2009, № 5. – M. – P. 504-507.
2. Kupriyanov V.N., Safin I.S. Designing of enclosing structures with regard to diffusion and condensation of the vapor moisture // News of the KSUAE, 2011, № 1 (15). – P. 93-103.
3. Kupriyanov V.N., Ivantsov A.I. Condensation vaporous moisture in the outer walls of the daily fluctuations of temperature of external air // Volga scientific journal, 2013, № 2. – N. Novgorod: NNGASU. – P. 17-22.
4. Ivantsov A.I., Kupriyanov V.N., Safin I.S. Field studies of operational impacts on the facade systems with different kinds of effective heaters // Housing construction, 2013, № 7. – M., – P. 29-32.
5. Kupriyanov V.N., Safin I.S., Shamsytdinov M.R. Influence of the construction of the fence on condensation vaporous moisture // Housing, 2012, № 6. – M. – P. 29-31.
6. Schild E., Casselman H.-F., Dahmen G., Polenz R. Building Physics: trans. with germ. – M.: Striyizdat, 1982. – 296 p.
7. Building climatology and geophysics. SNIP II-A.6-72. – M., 1972.
8. Building climatology: a reference manual to SNIP 23-01-99* / Ed. Savina V.K. – M.: NYY stroytelnoy fiziky RAACN, 2006. – 258 p.

УДК 624.073-415/419

Хайруллин Л.Р. – кандидат технических наук, старший преподаватель

E-mail: lenar76@rambler.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Усиление зоныстыка заполнителя в трехслойных панелях

Аннотация

При изготовлении трехслойных панелей с металлическими обшивками и средним слоем из листов пенополистирола по непрерывной технологии, в готовых панелях возникает поперечный стык среднего слоя, расположенный произвольно по длине панели. С целью повышения несущей способности панелей, предложено новое техническое решение со вставкой в месте стыка. В статье приведены результаты численных исследований моделей трехслойных панелей различной толщины и вставкой в месте стыка заполнителя и без вставки. Численные расчеты показали, что наличие вставки в месте стыка значительно снижает максимальные напряжения в заполнителе и существенным образом повышает несущую способность панели на действие поперечной силы (на 69-138 %).

Ключевые слова: трехслойная панель, сэндвич-панель, стык заполнителя, прочность заполнителя.

При изготовлении трехслойных панелей с металлическими обшивками и средним слоем из листов пенополистирола по непрерывной технологии, в готовых панелях возникает поперечный стык среднего слоя, расположенный произвольно по длине панели [1]. С целью увеличения несущей способности трехслойной панели с заполнителем, имеющим сплошной поперечный стык на всю ширину панели, например, из отдельных листов ППС, на действие перерезывающей силы в месте стыка автором с коллективом соавторов было разработано техническое решение с применением вставки из профилированного листа в месте стыка [2].

Трехслойная панель, включающая верхнюю 1 и нижнюю 2 обшивки, соединённые между собой на kleю слоем пенополистирола 3, состоящего из отдельных по длине листов, отличается тем, что между собой по длине листы пенополистирола 3 на всю их ширину соединены отрезком профилированного листа 4, вдавленного в торцы стыкуемых листов пенополистирола 3 (рис. 1). Отрезок профилированного листа обладает повышенной жесткостью на срез и способен более эффективно воспринимать перерезывающую силу, чем сечение заполнителя, ослабленное наличием стыка.

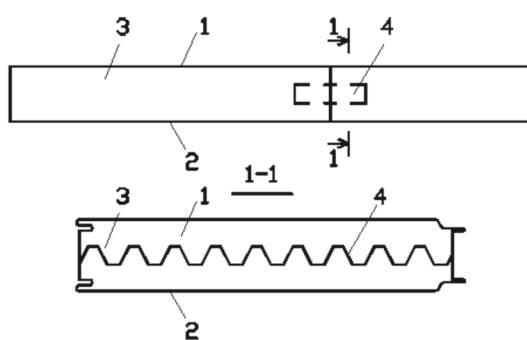


Рис. 1. Схема трехслойной панели со вставкой из профилированного листа

Однако разработанное техническое решение, позволяющее увеличить не только несущую способность, но и эксплуатационную надежность трехслойных панелей, потребовало проведения численных исследований конечно-элементных моделей с изучением распределения компонентов НДС в обшивках, а также в элементах заполнителя, особенно прилегающих к стыкам.

Численное исследование моделей трехслойных панелей с различным расположением стыка проведено на ВК «Лира-9.4». Для рассмотрения принята плоская конечно-элементная модель. Моделировалось 150 вариантов трехслойных панелей толщиной 50, 100 и 150 мм с расположением поперечного стыка заполнителя на расстоянии 50, 300 и 600 мм от опоры и вставкой с геометрическими характеристиками профлиста Н44-1000-0,7 длиной 2-14 см, с шагом 2 см. При этом панели моделировались как без непроклея, так и с непроклеем величиной 10-40 мм.

В результате численного расчета панелей со вставкой из профлиста выявлены следующие предельные состояния конструкции: потеря устойчивости верхней сжатой обшивки и достижение заполнителем предела прочности. Здесь рассматривается техническое решение, направленное только на уменьшение напряжений в заполнителе, т.е. на увеличение несущей способности панели от действия поперечной силы.

Численные расчеты показали, что наличие вставки в месте стыка существенно уменьшает максимальные напряжения в заполнителе. При этом величина напряжения также зависит от длины вставки. Результаты исследований напряженного состояния панелей со вставкой на расстоянии 300 мм от опоры, разной толщины и с величиной непроклея 0-40 мм в зависимости от наличия и длины вставки представлены на рис. 2-6.

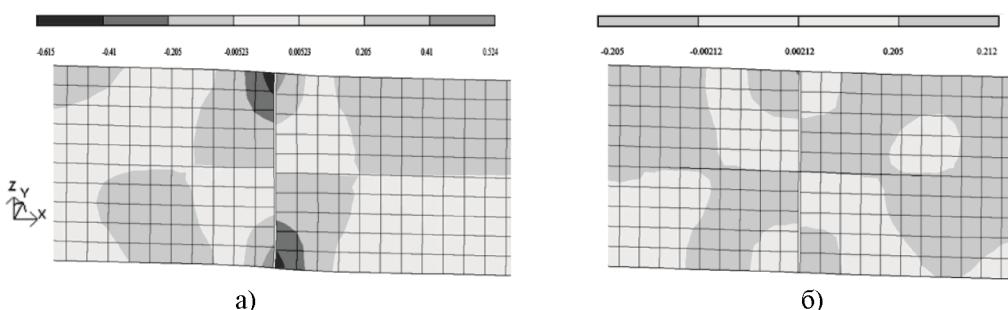


Рис. 2. Изополя напряжений σ_z (МПа·10-1) в среднем слое панели толщиной 100 мм вблизи стыка на расстоянии 300 мм от опоры (без непроклея): а – без вставки; б – со вставкой 12 см

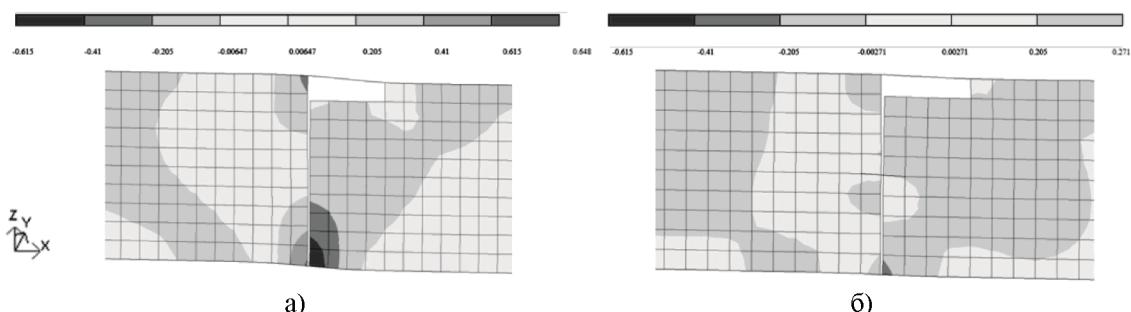


Рис. 3. Изополя напряжений σ_z (МПа·10-1) в среднем слое панели толщиной 100 мм вблизи стыка на расстоянии 600 мм от опоры (непроклей 40 мм): а – без вставки; б – со вставкой 2 см

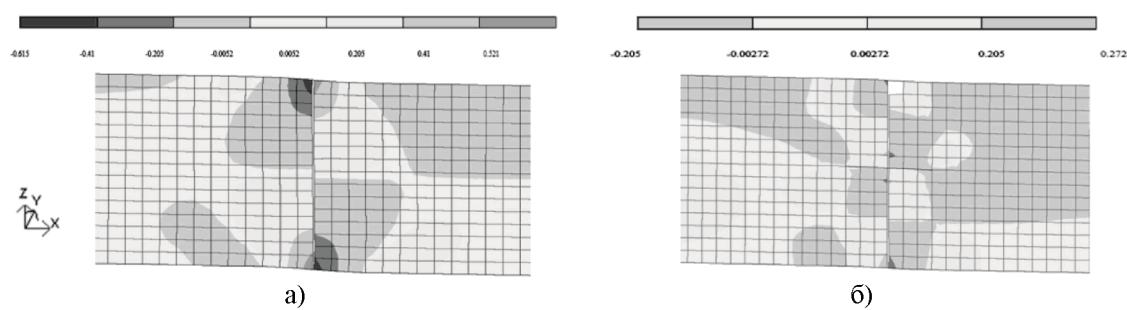


Рис. 4. Изополя напряжений σ_z (МПа·10-1) в среднем слое панели толщиной 150 мм вблизи стыка на расстоянии 300 мм от опоры (непроклей 10 мм): а – без вставки; б – со вставкой 3 см

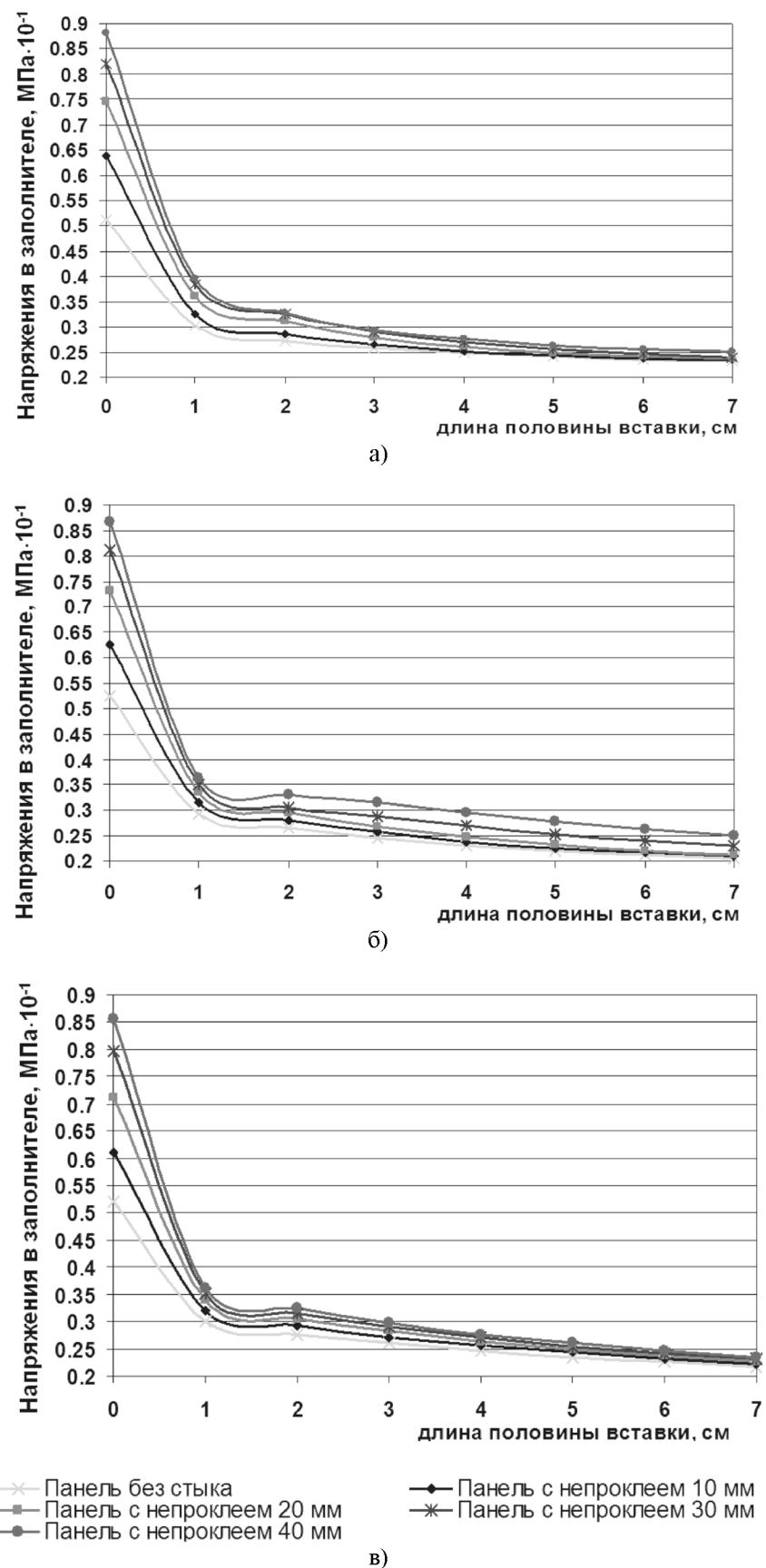


Рис. 5. Максимальные напряжения в заполнителе трехслойных панелей от нагрузки 1 кПа
в зависимости от наличия и величины вставки в месте стыка:
а – панель толщиной 50 мм; б – панель толщиной 100 мм; в – панель толщиной 150 мм

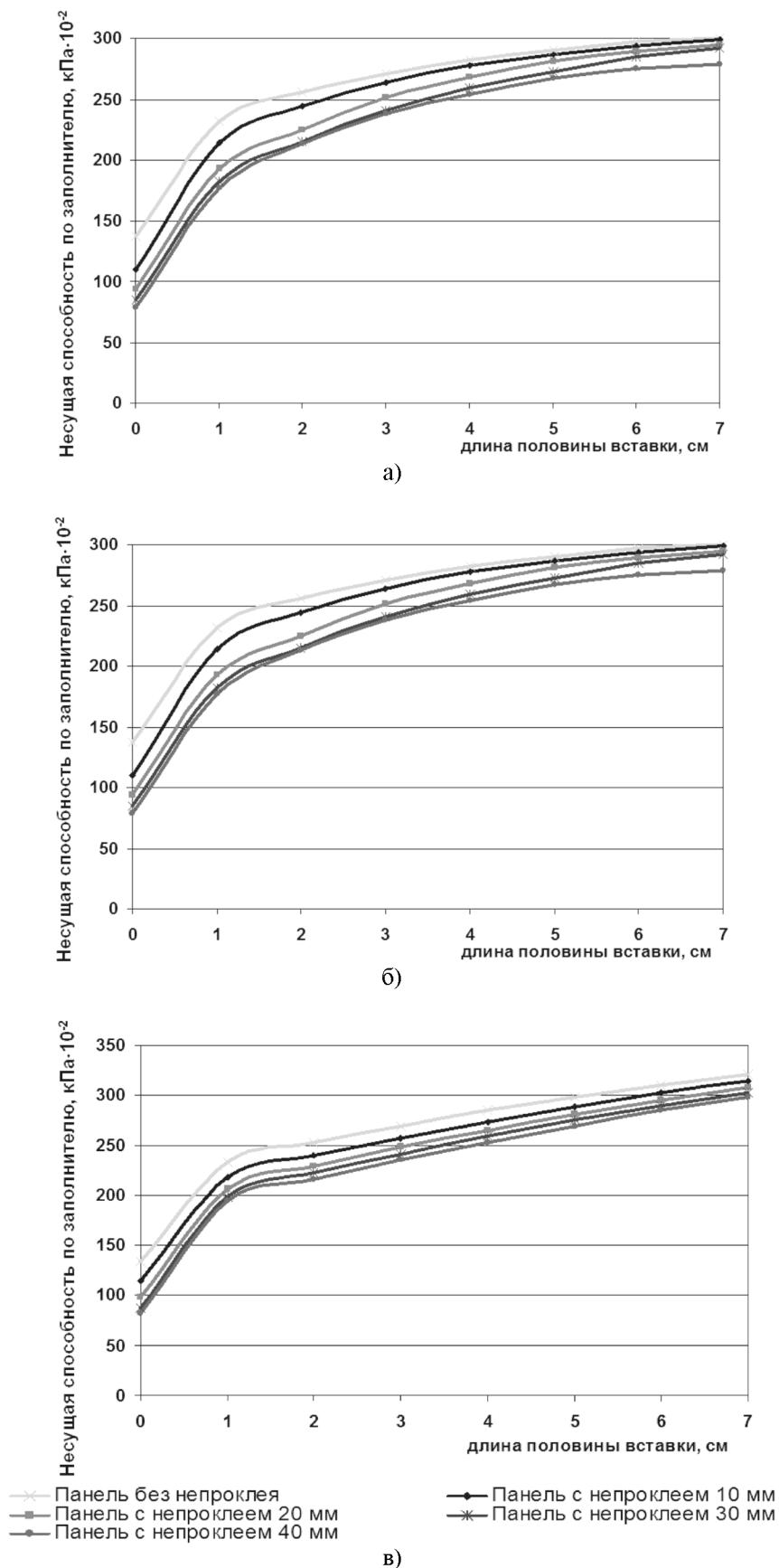


Рис. 6. Несущая способность трехслойных панелей по прочности заполнителя в зависимости от наличия и величины вставки в месте стыка:

а – панель толщиной 50 мм; б – панель толщиной 100 мм; в – панель толщиной 150 мм

Таким образом, можно сделать вывод о том, что уже само наличие вставки значительно снижает максимальные напряжения в заполнителе и существенным образом повышает несущую способность панели на действие поперечной силы (на 69-138 %). Для панелей с непроклеем заполнителя эффективность вставки выше (рис. 7), т.е. чем больше непроклей, тем значительней повышается несущая способность по сравнению с панелью без стыка. При этом толщина панели несущественно влияет на напряжения в заполнителе на стыке. Увеличивая длину вставки в месте стыка, мы также можем дополнительно увеличить несущую способность панели на действие поперечной силы. Например, при вставке длиной 14 см (на графиках – длина половины вставки 7 см) несущая способность дополнительно увеличивается на 29-60 %. Однако при увеличении длины вставки более чем на 6-8 см уменьшение напряжений носит умеренный характер (еще на 6-19 %), т.е. затухает. В связи с вышеуказанным, а также по технологическим причинам можно принять оптимальной длину вставки в месте стыка равной 6-8 см вне зависимости от толщины панели.

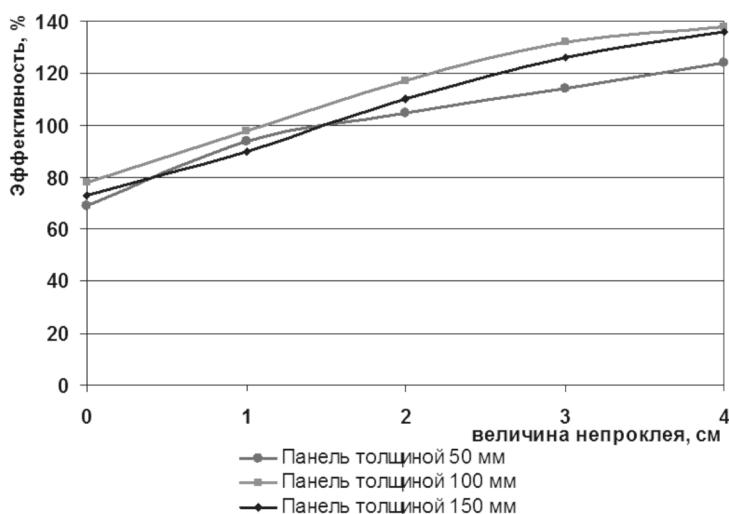


Рис. 7. Эффективность применения вставки
в зависимости от наличия и величины непроклея в месте стыка

Список библиографических ссылок

- Новые формы легких металлических конструкций / Под общ. ред. В.И. Трофимова. ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. – М., 1993. – 286 с.
- Пат. 2204666 Российская Федерация. – М. Кл. 7 Е 04 С 2/26. Трехслойная панель / Кузнецов И.Л., Хайруллин Л.Р., Соколов И.И., Давлетшина Ф.И.; заявитель и патентообладатель КазГАСА. № 2001108554/03; заявл. 30.03.01; опубл. 20.05.03, Бюл. №14. – 3 с.

Khairullin L.R. – candidate of technical sciences, senior lecturer
E-mail: lenar76@rambler.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Reinforcement of the butt joint area of the middle layer in sandwich panels

Resume

During the manufacturing of sandwich panels by uninterrupted technology, with outer layer from steel sheets and middle layer from geofoam, in finished sandwich panels the middle layer always has a butt joint which randomly located in longitudinal direction of the panel. One of the resistant factors of sandwich panels during the carrying lateral load is a failure of the middle layer in butt joint area. In order to increase the load capacity of panels the way which it

has to be done was invented which includes insertion of reinforce element into the butt joint of the middle layer. This solution was patented in Russia. In the paper the results of numerical studies of different sandwich panel models with varying thickness and with reinforce element and without it are reviewed. Also the varying location of the butt joint of the middle layer and existence of the non-glued areas between the outer layer and middle layer in but joint zone were researched. Calculations showed that the reinforce element inside the butt joint area significantly reduces the maximum stress in the middle layer and strongly increases the load capacity of the whole panel during the carrying lateral force (from 69 up to 138 %). The stress value in the middle layer depends on the length of the reinforce element, at the same time the thickness of the panel slightly affects on stress values.

Keywords: three-layer panel, sandwich panel, joint filler, the strength of the filler.

Reference list

1. New forms of light metal structures / Ed. Ed. V.I. Trofimov. TsNIISK. V.A. Kucherenko. – M., 1993. – 286 p.
2. Patent 2204666 Russian Federation, Moscow, Cl. 7 E 04 C 2/26. Three-layer panel / Kuznetsov I.L., Khayrullin L.R., Sokolov I.I., Davletshina F.I. applicant and patentee KazGASA. № 2001108554/03; appl. 30.03.01, publ. 20.05.03, Bull. № 14. – 3 p.

УДК 624.019; 624.072

Хусаинов Д.М. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: xdmt@mail.ru

Пеньковцев С.А. – кандидат технических наук, старший преподаватель

Шагиева Г.Р. – студент

E-mail: shagieva.gu@gmail.com

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Совершенствование инженерной методики расчета на устойчивость рекламных конструкций

Аннотация

Инженерная методика расчета на устойчивость (опрокидывание) рекламных конструкций как правило сводится к определению фактического коэффициента запаса k , определяемого как отношение момента от удерживающих сил к моменту сил опрокидывания, и сравнения полученного значения k с каким-то допустимым или нормативным значением коэффициентом запаса. Предлагается методика определения нормативного значения коэффициента запаса при расчете на опрокидывание рекламных конструкций с использованием методов теории надежности. Определение значения коэффициента запаса принимается в зависимости от вероятности отказа рекламной конструкции в виде ее опрокидывания ветровой нагрузкой, определяемой из решения задач 2-х типов: задачи с возможными неэкономическими потерями и задачи определения минимума экономических потерь.

Ключевые слова: ветровая нагрузка, вероятность отказа рекламной конструкции в виде ее опрокидывания, закон распределения ветровой нагрузки.

Инженерная методика расчета строительных конструкций на устойчивость (и опрокидывание), как правило сводится к проверке по формуле (1):

$$M_{y\partial e p} / M_{op} \geq k, \quad (1)$$

где $M_{y\partial e p}$ – удерживающий момент для рассматриваемой конструкции;

M_{op} – опрокидывающий момент для рассматриваемой конструкции;

k – коэффициент запаса при расчете на устойчивость.

Для разных видов конструкций значение коэффициента k назначается экспериментальным путем или на основе расчетов с учетом недостаточно обоснованных критериев.

Как правило, в виде опрокидывающей нагрузки для строительных и рекламных конструкций воспринимается ветровая нагрузка (рис. 1).

Основными параметрами этой нагрузки являются нормативное ветровое давление W_0 , рассматриваемое как среднее значение максимальных ветровых давлений с периодом повторяющимся 5 – 10 лет [4].

В работе [3] получено значение вероятности опрокидывания конструкции в зависимости от соотношения опрокидывающего и удерживающего моментов:

$$q = e^{-c(W_0 \cdot M_{y\partial e p} / M_{op})^\beta}, \quad (2)$$

где W_0 – нормативное значение ветрового давления;

c, β – параметры распределения ветрового давления по закону Вейбула.

С учетом (1) формулу (2) можно записать в виде:

$$q = e^{-c(k \cdot W_0)^\beta}, \quad (3)$$

где k – коэффициент запаса при расчете на устойчивость.

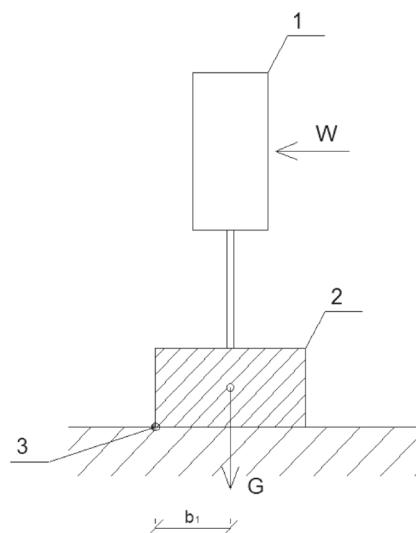


Рис. 1. Схема расчета рекламной конструкции на опрокидывание:
1 – Рекламная конструкция; 2 – Балласт весом G ; 3 – Точка опрокидывания;
 b_1 – расстояние от центра тяжести балласта до точки отрыва (опрокидывания);
 W – ветровое давление на рекламный щит

Вероятность отказа рекламной конструкции при опрокидывании от ветровой нагрузки при ее эксплуатации в течение времени t можно записать в виде:

$$q_t = 1 - (1 - q)^t. \quad (4)$$

Формула (4) устанавливает зависимость между временем эксплуатации и коэффициентом запаса при расчете на устойчивость при опрокидывании.

Определение значение коэффициента запаса при расчете на опрокидывание зависит от значения вероятности отказа q конструкции, которая может быть определена из решения задач 2 типов: задачи с возможными неэкономическими потерями и задачи определения минимума экономических потерь [1].

Рассмотрим задачу определения коэффициента запаса при неэкономических потерях. Тогда из работы [5] можно записать следующее уравнение, позволяющее определить значения коэффициента k :

$$1 - \left(1 - \frac{4,1 \cdot 10^{-4}}{L \cdot F(z)}\right)^{\frac{1}{50}} - e^{-c(k \cdot W_0)^\beta} = 0, \quad (5)$$

где L – средне вероятное количество людей на 1 м^2 поражающей поверхности;

$F(z)$ – площадь поражения при опрокидывании конструкции;

$4,1 \cdot 10^{-4}$ – величина эталонных неэкономических потерь.

Определим значения коэффициента запаса при расчете на опрокидывание рекламной конструкции для г. Казани: $W_0 = 30 \text{ кг}/\text{м}^2$, $c = 1,0611$, $\beta = 0,611$ при возможном понижении n -го количества людей:

$$n = L \cdot F(z), \\ 1 - \left(1 - \frac{4,1 \cdot 10^{-4}}{n}\right)^{0.2} - e^{-1.0611(k \cdot 30)^{0.611}} = 0. \quad (6)$$

Значение коэффициента k приведены в таблице.

Таблица

Значение коэффициента запаса k при расчете на устойчивость

n , количество людей в зоне поражения	1	2	3	10
q , вероятность при эталонных неэкономических потерях	$8,2 \cdot 10^{-5}$	$4,1 \cdot 10^{-5}$	$2,73 \cdot 10^{-5}$	$8,2 \cdot 10^{-6}$
k , коэффициент запаса	1,18	1,33	1,42	1,69

Рассмотрим задачу определения коэффициента запаса при расчете на опрокидывание из условия обеспечения минимума экономических потерь.

В работе [3] значения вероятности опрокидывания рекламной конструкции q , соответствующее минимуму функции стоимость возможных экономических потерь определяется по формуле:

$$\frac{B \cdot k_1}{b_1 \cdot c^{\frac{1}{\beta}}} \left(\ln \left(\frac{1}{q} \right) \right)^{\frac{1-\beta}{\beta}} \cdot \frac{1}{q} - n \cdot t^2 = 0, \quad (7)$$

где c, β – параметры распределения ветрового давления по закону Вейбула;

n – ежегодная планируемая прибыль от эксплуатации рекламной конструкции;

t – планируемое время эксплуатации;

b_1 – расстояние от точки опрокидывания до точки приложения удерживающей силы;

B – стоимость единицы объема удерживающего элемента рекламной конструкции;

$k_1 = M_{\text{опр}} / W_0$.

Из формулы (3) можно записать выражения, устанавливающая зависимость между коэффициентами запаса и вероятность опрокидывания конструкции:

$$k = \sqrt{\frac{\ln(1/q)}{c \cdot W_0^{\beta}}}, \quad (8)$$

Подставляя выражение (8) в (7) можно получить зависимость следующего вида:

$$\frac{B \cdot k_1}{b_1 \cdot c^{1/\beta}} \cdot c^{1-\beta/\beta} \cdot (k \cdot W_0)^{c(k \cdot W_0)^{\beta}} - n \cdot t^2 = 0, \quad (9)$$

Рассмотрим пример определения коэффициента запаса при расчете на опрокидывание рекламной конструкции в г. Казани.

Параметры распределения ветрового давления для г. Казани: $c = 1,0611$; $\beta = 0,611$ по [2], $W_0 = 30 \text{ кг}/\text{м}^2$ для II ветрового района, $B = 2 \text{ руб}/\text{кг}$, $b_1 = 1,5 \text{ м}$ при различных значениях ежегодной прибыли n и времени эксплуатации t .

Результаты расчетов приведены в графике на рис. 2.

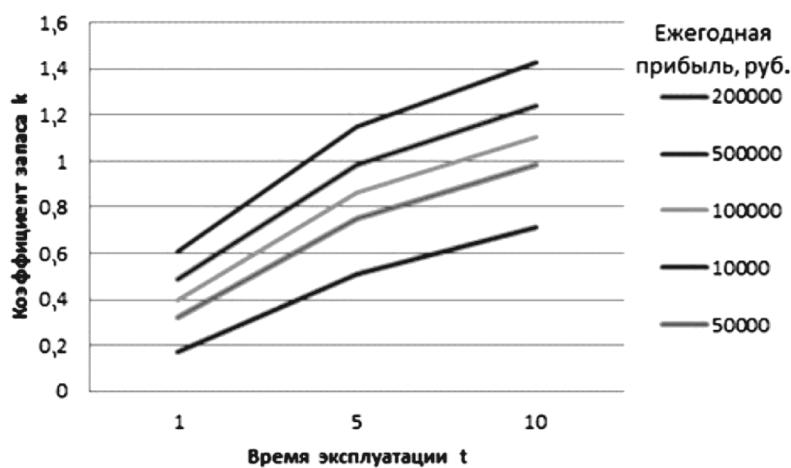


Рис. 2.

Для большего удобства анализа зависимость (9) можно записать в виде:

$$\frac{C_m}{k \cdot W_0} \cdot c^{1-\beta} \cdot (k \cdot W_0)^{1-\beta} \cdot e^{c(k \cdot W_0)^{\beta}} - n \cdot t^2 = 0, \quad (10)$$

где $C_m = B \cdot G$ – стоимость материала рекламной конструкции, удерживающего ее в устойчивом положении фундамента или балласта;

G – вес фундамента (балласта) конференции.

Полученные зависимости (5) и (10) позволяют определить обоснование значения коэффициента запаса в зависимости от времени эксплуатации и величины материального и не материального ущерба.

Список библиографических ссылок

1. Лычев А.С. Надежность строительных конструкций. – М.: Издательство АСВ, 2008. – 168 с.
2. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия.
3. Хусаинов Д.М., Козлов М.В., Шагиева Г.Д. Определение оптимальных размеров фундаментов рекламных конструкций балластного типа. // Известия КГАСУ, 2012, № 4. – С. 171-174.
4. Хусаинов Д.М., Шмелев Г.Н., Козлов М.В. Определение вероятностных характеристик ветровой нагрузки в г. Казани. // Известия КГАСУ, 2010, № 2. – С. 132-136.
5. Хусаинов Д.М., Крупин В.П., Шагиева Г.Р. Определение параметров рекламных крышных конструкций балластного типа с учетом неэкономических потерь. // Известия КГАСУ, 2012, № 4. – С.175-179.

Khusainov D.M. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: xdmt@mail.ru

Penkovcev S.A. – candidate of technical sciences, senior lecturer

Shagieva G.R. – student

E-mail: shagieva.gu@gmail.com

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Improvement of an engineering calculation procedure on stability of advertising constructions

Resume

The engineering method of calculation of constructions on capsizing from the wind action loading is reduced to calculation of coefficient size of the moments of holding and upsetting forces.

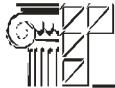
Allowed value of a stock coefficient as a rule is appointed by an expert way without due settlement justification. In article is offered the technique of determination of allowed coefficient sizes of a stock on capsizing. Two possible cases of tasks are considered when capsizing: the task with non economic losses and the task with economic losses with ensuring their minimization only. Wind loading on constructions is considered as the random variable distributing on the Veybull low. The probability of capsizing of an advertising constructions is decided with the use of methods of the theory of reliability. Dependences of the coefficient size of a stock on the number of people in a possible zone of the collapse, planned time of exploitation, parameters of the holding ballast, planned profit from the exploitation of an advertising construction are received in article.

Examples of using the received dependences of a stock in a numerical and graphic form for the district of the city of Kazan are given. Parameters of distribution of Veybull are taken from earlier conducted researches by which wind loading is described.

Keywords: wind load, the probability of failure of the advertising construction as its rollover, the distribution of wind load.

Reference list

1. Lychov A.S. Reliability of building structures. – M.: Izdatelstvo ASV, 2008. – 168 p.
2. SP 20.13330.2011. Loads and actions.
3. Khusainov D.M., Kozlov M.V., Shagieva G.R. Determination of optimal size of the foundations of ballast type advertising structures. // News of the KSUAE, 2012, № 4. – P. 171-175.
4. Khusainov D.M., Smelev G.N., Kozlov M.V. Definition of probability characteristics of wind load in Kazan. // News of the KSUAE, 2010, № 2. – P. 132-136.
5. Khusainov D.M., Krupin V.P., Shagieva G.R. Defining the parameters of ballast type advertising constructions roof with the non-economic losses. // News of the KSUAE, 2012, № 4. – P. 175-179.



УДК 699.8:551.448

Кобыща О.Е. – студент

E-mail: kokosanik@mail.ru

Бочкарева Т.М. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: tsp-btm@mail.ru

Пономарёв А.Б. – доктор технических наук, профессор

E-mail: spstf@pstu.ac.ru

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

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

Моделирование систем армирования массива грунта в качестве противокарстового мероприятия

Аннотация

В представленной публикации рассмотрены вопросы по созданию армированных массивов грунта в качестве противокарстового мероприятия, а именно моделирования армогрунтовых оснований ленточных фундаментов. Актуальность данной темы заключается в необходимости усиления оснований фундаментов зданий и сооружений, возводимых на закарстованных территориях Пермского края. В статье приводится описание экспериментального исследования, целью которого является оценка эффективности предлагаемой системы армирования грунта горизонтальными элементами из блоков в качестве противокарстового мероприятия.

Ключевые слова: закарстованные территории, противокарстовая защита, противокарстовые мероприятия.

В последнее время в Пермском крае наблюдается тенденция к увеличению объемов и темпов строительства, как и по всей стране в целом, в связи с развитием строительной отрасли и внедрением современных достижений. Соответственно, всё чаще приходится использовать под строительство территории, считавшиеся ранее непригодными, например, закарстованные.

Карстующиеся породы широко распространены на территории Пермского края. Общая площадь карстовых районов составляет 45,9 тыс. км², т.е. треть территории края (160,6 тыс. км²). Для разработки стратегии освоения природных ресурсов, строительства зданий и сооружений различного назначения, а также их защиты от карстовых процессов необходимо изучение закономерностей распределения карстующихся пород как по Пермскому краю, так и по отдельным административным районам.

Анализ существующих научных трудов по данной тематике показал наличие множества неизученных факторов влияния карстообразования на разных стадиях его развития на строительство и эксплуатацию зданий и сооружений. Ввиду отсутствия нормативных документов по выбору противокарстовой защиты, изыскательские и проектные организации не учитывают, в должной мере, природу карстового процесса и параметры, влияющие на выбор вида противокарстовой защиты.

Следовательно, решение задач по повышению эффективности инженерной защиты строящихся объектов в зонах, предотвращающей вероятностные деформации, возникающие вследствие развития карстовых процессов, является весьма актуальной.

В результате изучения и анализа исследуемого вопроса автором разработана классификация противокарстовых мероприятий (рис. 1, рис. 2), позволяющая выявить эффективные области их использования и определения основных направлений исследований.

В результате аналитической работы, для дальнейшего детального исследования были приняты геотехнические противокарстовые мероприятия (рис. 3).

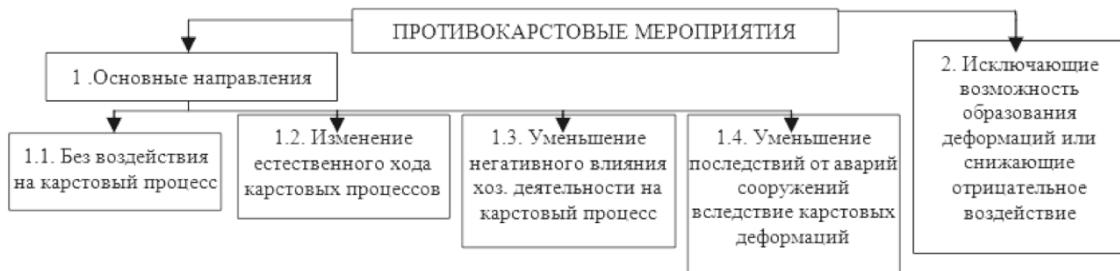


Рис. 1. Классификация основных направлений противокарстовых мероприятий



Рис. 2. Классификация противокарстовых мероприятий, ориентированных на инженерную защиту зданий и сооружений

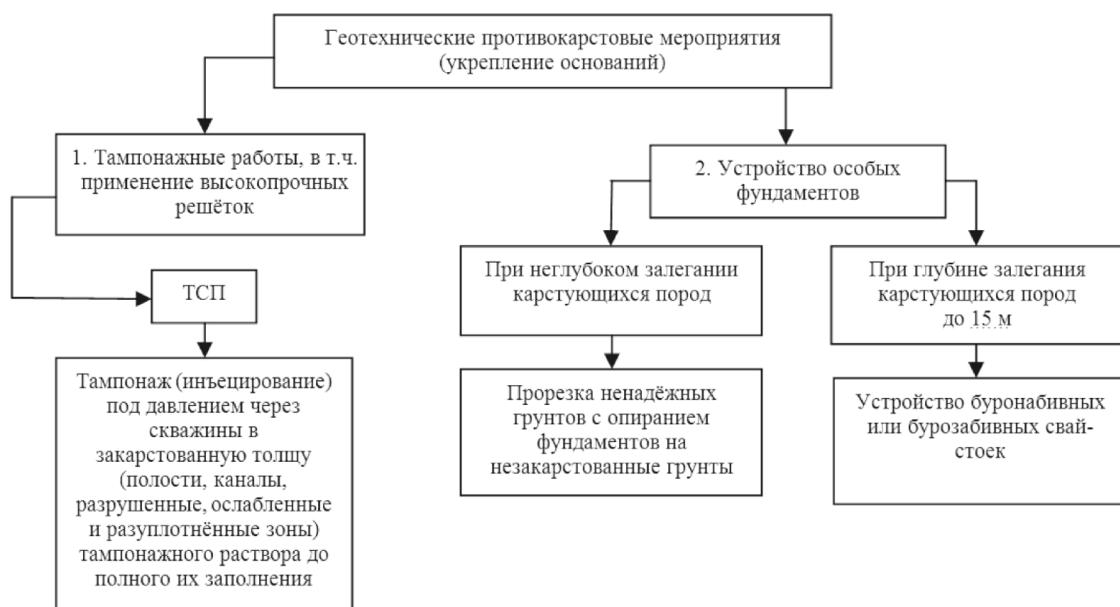


Рис. 3. Геотехнические противокарстовые мероприятия

В результате сравнения противокарстовых мероприятий для исследования были принятые методы армирования массива грунта геосинтетическими материалами и конструктивные решения систем армирования на основе геосинтетики.

Объектом исследования является грунт, содержащий растворимые горные породы карстового происхождения, а также карстовые полости, а целью моделирования – оценка эффективности предлагаемой системы армирования грунта в качестве противокарстового мероприятия.

В качестве количественной оценки влияния карста на строительный объект принят показатель осадки земной поверхности, выделенный из ряда подобных определений, таких как просадки, подъемы и осадки, оседания, горизонтальные перемещения, провалы.

Экспериментальные исследования включали в себя два цикла испытаний. Оба цикла представляют собой маломасштабные модельные штамповые испытания: первый цикл заключался в моделировании карстовой полости, второй цикл – в моделирование систем армирования грунта над зоной карстовой полости.

Область задач моделирования включала:

- 1) получение графической зависимости величины осадки грунта в объеме, включающего карстовую полость, от заданного давления на рассматриваемый массив грунта;
- 2) выполнение сравнительного анализа результатов 2-х циклов испытаний;
- 3) выявление характера изменения зависимости исследуемых параметров;
- 4) определение рациональности применения моделируемого вида армирования и его оптимальных параметров.

Модельные эксперименты проводились на материально-технической базе Экспертной лаборатории при кафедре «Строительное производство и геотехника».

Согласно теории подобия, для аналогии модели и объекта моделирования были выдержаны условия геометрического, механического и силового соотношений.

Устройство для испытаний представляет собой стендовую установку размерами 480x720x156 мм, предназначенную для проведения лабораторных и научно-исследовательских работ. Стенд позволяет проводить, в условиях плоской и осесимметричной деформации, испытания модели ленточного фундамента – жесткого штампа размерами 156x50 мм. Расстояние между подошвой штампа и дном лотка выдерживается не менее 6-ти ширин штампа, а расстояние до стенок лотка не менее 3-х ширин штампа для предотвращения их взаимовлияния. Стенд представляет собой плоский лоток с прозрачными передней и задней стенками, выполненными из оргстекла толщиной 50 мм.

Внешняя нагрузка создается установкой степенями при помощи компрессора под управлением пневмоцилиндра и может прикладываться как вдавливающее, так и выдергивающее усилие вертикально или наклонно, с углом наклона до 60° от вертикали. Вертикальное перемещение модели фундамента измеряется датчиком перемещения, а нагрузка датчиком силы.

Управление процессом испытаний выполняется автоматически с использованием программы Geotek-ACIS3.2.

Принятые приближения моделирования эксперимента:

1. Штамп (ширина 50 мм) рассматривается как ленточный фундамент (ширина 1,5 м), т.е. применён масштаб 1:30;
2. В качестве грунта используется песок, который рассматривается как некоторая однородная среда;
3. Грунт содержит карстовую полость, расположенную в центре грунтового массива непосредственно под штампом (моделью ленточного фундамента) на глубине 100мм (3 м – в реальных условиях);
4. В качестве карстовой полости используется объем резинового шарика, наполненного воздухом до диаметра равного 100 мм, что соответствует 3 м в реальных условиях;
5. Поэтапное (ступенчатое) нагружение штампа моделирует поэтапное возведение здания;
6. При некоторой нагрузке объем шарика деформируется, моделируя аварийную ситуацию, а именно провал массива грунта, располагаемого над карстовой полостью.

Порядок проведения 1-ого цикла испытаний:

1. В установку отсыпался грунт слоями толщиной 2 см ($0,4b=0,4 \times 50=20$ мм) с цветными прослойками из инертного материала (белый кварцевый песок) толщиной пренебрежимо малой по сравнению с толщиной песка (≈ 1 мм). Прослойки выполнялись до глубины, на которой оказывается влияние сжимающих напряжений интенсивностью 0,1 внешней нагрузки, т.е. до глубины $6b$ ($6b=6 \times 50=300$ мм). В процессе отсыпки песка выполнялся контроль плотности создаваемой толщи статическим плотномером СПГ-1 методом пенетрации в 3-х точках.
2. В центре грунтового массива, непосредственно под штампом, располагался резиновый шар, заполненный воздухом до диаметра 100 мм, и перекрывался песком в процессе полного заполнения установки.
3. После полной отсыпки установки песком до нормативной высоты, устанавливался жесткий штамп в начальное положение, и запускалась программа Geotek-ACIS3.2 (управление процессом испытаний выполняется автоматически).

Нагрузка на штамп увеличивалась ступенями давлений $\Delta p=15\text{ кПа}$. Каждая ступень выдерживается до условной стабилизации деформации грунта (осадки штампа).

За критерий условной стабилизации деформации принимается скорость осадки штампа, не превышающая 0,1 мм за время $t=1\text{ час}$.

4. При некоторой нагрузке происходил провал, моделирующий деформацию массива грунта над карстовой полостью, после чего экспериментальное наблюдение продолжалось.

Результаты первого цикла испытаний (моделирования карстовой полости) сведены в таблицу, графически «осадка – давление» рис. 4.

В эксперименте второго цикла испытаний сохранялась последовательность 1-ого цикла, за исключением: после создания модели карстовой полости в массив грунта укладывалась армирующая система.

Модель однослойной системы армирования укладывалась в грунт на глубину $0,3 \times b$ ($0,3 \times 50 = 15$ мм, где $b=50$ мм – ширина штампа) и представляла собой прямоугольник размерами $3b \times 156$ мм ($3 \times 50 \times 156$ мм = 150×156 мм) [4].

В качестве системы армирования использовались:

1. Геосинтетик Delta-Reflex. 4-х слойная пленка со следующими характеристиками – прочность на разрыв $450/400\text{ Н/5 см}$, – эквивалентная толщина сопротивления диффузии $Sd > 150\text{ м}$, вес: 180 г/м^2 .

2. Предлагаемая модель армирования массива грунта, состоящая из керамических блоков 11×11 мм, соединённых между собой в единой плоскости гибкими связями.

Предлагаемые автором системы армирования представляют собой:

Вариант № 1. Блоки размером 11×11 мм, соединенные по основанию гибкой подложкой (системой связей);

Вариант № 2. Блоки размером 14×14 мм, соединенные по основанию гибкой подложкой (системой связей);

Вариант № 3. Блоки размером 11×11 мм, соединенные гибкими связями, располагаемыми в одной плоскости внутри блоков по осям их симметрии.

В экспериментальной работе варьировались размеры блоков и расположение гибких связей: в первом случае размещаемых в качестве подложки блоков, во втором случае гибкие связи располагались внутри блоков по осям их симметрии.

Физический смысл работы армирующей системы, состоящей из блоков и связей между ними, заключается в принципе работы каждого блока в качестве отдельного «якоря». В случае смещения системы армирования над карстовой полостью, блоки сближаются до упора по вертикальным граням, обеспечивая принцип работы «замка».

Таблица
Зависимость осадки от давления, при использовании различных вариантов армирования

№	Опыты без армирования		Опыты с геосинтетическим материалом «Delta-Reflex»		Опыты с блоками 11×11 мм, соединёнными по основанию (вариант № 1)		Опыты с блоками 14×14 мм, соединёнными по основанию (вариант № 2)		Опыты с блоками 11×11 мм, соединёнными внутри (вариант № 3)	
	Давление, кПа	Осадка, мм	Давление, кПа	Осадка, мм	Давление, кПа	Осадка, мм	Давление, кПа	Осадка, мм	Давление, кПа	Осадка, мм
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	15	-0,483	15	-0,273	15	-0,152	15	-0,184	15	-0,132
3	30	-0,943	30	-0,574	30	-0,454	30	-0,477	30	-0,393
4	45	-1,382	45	-0,953	45	-0,806	45	-0,859	45	-0,716
5	60	-1,751	60	-1,415	60	-1,207	60	-1,286	60	-1,164
6	75	-2,044	75	-1,854	75	-1,642	75	-1,683	75	-1,569

Продолжение таблицы

7	90	-2,512	90	-2,246	90	-1,974	90	-2,036	90	-1,918
8	105	-2,971	105	-2,632	105	-2,274	105	-2,342	105	-2,201
9	120	-3,533	120	-2,989	120	-2,665	120	-2,761	120	-2,604
10	135	-4,148	135	-3,486	135	-3,000	135	-3,138	135	-2,915
11	150	-4,831	150	-3,949	150	-3,331	150	-3,457	150	-3,251
12	165	-5,122	165	-4,519	165	-3,703	165	-3,828	165	-3,636
13	180	-22,19	180	-5,420	180	-4,093	180	-4,199	180	-4,004
14	-	-	195	-6,286	195	-4,474	195	-4,552	195	-4,399
15	-	-	210	-6,968	210	-4,985	210	-5,130	210	-4,887
16	-	-	225	-7,568	225	-5,410	225	-5,564	225	-5,333
17	-	-	240	-22,202	240	-6,187	240	-6,096	240	-6,152
18	-	-	-	-	255	-6,952	255	-22,58	255	-6,635
19	-	-	-	-	270	-22,58	-	-	270	-7,864
20	-	-	-	-	-	-	-	-	285	-22,79

В результате проведённых испытаний моделей массива грунта с карстообразной полостью: 1-ый цикл – без систем армирования грунта; 2-ой цикл – с системами армирования грунта (геосинтетик Delta-Reflex; блоками размером 11x11 мм, соединенными по основанию гибкой подложкой; блоками размером 14x14 мм, соединенными по основанию гибкой подложкой; блоками размером 11x11 мм, соединенными гибкими связями, располагаемыми в одной плоскости внутри блоков по осям их симметрии) были получены зависимости «осадка-давление», которые приведены на рис. 4.

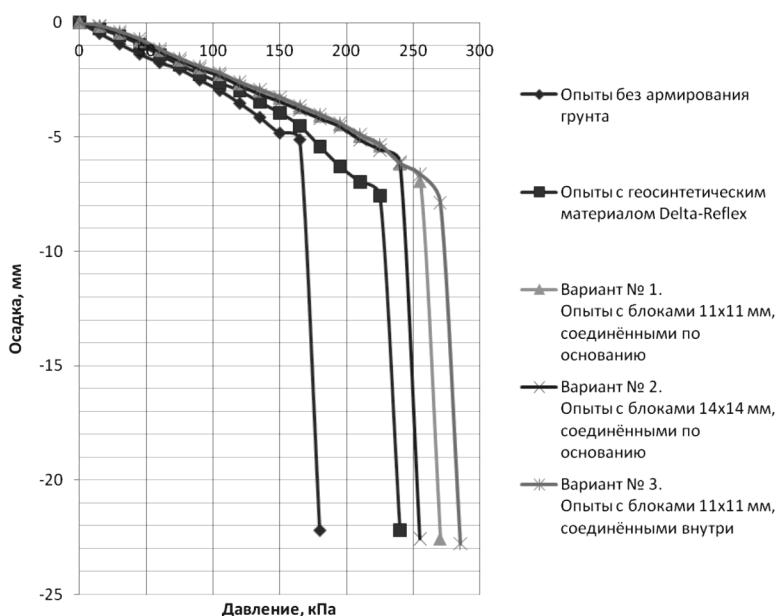


Рис. 4. Сравнение результатов испытаний

Анализ полученных графиков (рис. 4) показал:

- при давлении 180 кПа на поверхности грунта и в его массиве, содержащем воздушную полость, но не включающем противокарстовые системы армирования, образуется провал;
- использование армирующих систем позволяет массиву грунта выдерживать более интенсивные давления до 240-285 кПа;

- эффективными системами армирования грунта, из рассматриваемых, являются модели из блоков, соединённые между собою связями, и обеспечивающие выдерживание давлений до 255-285 кПа;
- из предлагаемых моделируемых систем армирования наиболее эффективными являются системы с блоками меньшего размера, т.е. 11x11 мм (т.к. количество «якорей» получается большим), которые позволяют работать армированному массиву грунта без видимых деформаций до давления 285 кПа.
- уменьшение размеров блоков на 21,5 % (с 14 мм на 11 мм) повышает армирующие качества системы на 6 %;
- расположение гибких связей внутри блоков (по сравнению с расположением по основанию) повышает армирующие качества системы на 6 %.

Физический смысл работы армирующей системы заключается в принципе работы блоков в качестве «якорей», что препятствует их перемещению в грунтах. В случае смещения системы армирования над карстовой полостью, блоки сближаются до упора по вертикальным граням, обеспечивая принцип работы «замка»

В результате проведенных экспериментальных исследований моделей массива грунта с карстообразной полостью и предлагаемыми системами армирования из блоков было установлено, что системы армирования, воспринимающие давление штампа, «разрушаются» по гибким связям. Следовательно, целесообразно, изготавливать гибкие связи из материалов, обладающих высокой прочностью на разрыв.

Основные выводы

1. Авторами предложена общая классификация противокарстовых мероприятий, из которых особое внимание уделено использованию геосинтетических материалов. В результате сравнения характеристик существующих противокарстовых конструктивных систем и мероприятий для исследования были предложены методы армирования массива грунта геосинтетическими материалами и конструктивные решения систем армирования на основе геосинтетики.

2. Анализ результатов, полученных в процессе экспериментальных исследований, показал: при давлении 180 кПа на поверхности грунта и в его массиве, содержащем воздушную полость, но не включающем противокарстовые системы армирования, образуется провал; использование армирующих систем из геосинтетических материалов позволяет массиву грунта выдерживать более интенсивные давления до 240-285 кПа.

3. На основании экспериментальных данных автором установлены наиболее эффективные системы армирования грунта, к которым относятся модели из блоков, соединённые между собою связями. Из предлагаемых моделируемых систем армирования наиболее эффективными являются системы с блоками меньшего размера, т.е. 11x11 мм (т.к. количество якорей получается большим), которые позволяют работать армированному массиву грунта без видимых деформаций до давления 285 кПа. Установлено, что уменьшение размеров блоков на 21,5 % (с 14 мм на 11 мм) повышает армирующие качества системы на 6 %, так же как и расположение гибких связей внутри блоков (по сравнению с расположением по основанию).

4. В результате проведения экспериментальных исследований моделей массива грунта с карстообразной полостью и предлагаемыми системами армирования из блоков было установлено, что системы армирования, воспринимающие давление штампа, «разрушаются» по гибким связям. Следовательно, целесообразно, изготавливать гибкие связи из материалов, обладающих высокой прочностью на разрыв.

5. По результатам исследования были составлены рекомендации по использованию предлагаемой системы армирования, которая представляет собой набор бетонных блоков, соединённых в единой плоскости, внутри блоков, гибкими связями, в качестве которых можно использовать стеклопластиковую арматуру или искусственный арматурный канат. При образовании провала блоки армирующей системы работают в качестве «якорей», что препятствует их перемещению в грунтах. В случае смещения системы армирования над карстовой полостью, блоки сближаются до упора по вертикальным граням, обеспечивая принцип работы «замка».

6. Предлагаемую систему армирования целесообразно применять при строительстве зданий и сооружений, имеющих ленточный фундамент, II и III уровня ответственности, расположенных на территориях с покрытым видом карста; при категориях устойчивости территорий по интенсивности образования карстовых деформаций: III-V и категориях закарстованности территорий по средним диаметрам провалов: В и Г.

7. В дальнейших исследованиях целесообразно детально изучить напряженно-деформируемое состояние грунтового массива армированного геосинтетиками с целью прогноза работы конструкции на протяжении всего периода эксплуатации здания или сооружения, а также возможности подбора оптимальных параметров бетонных блоков и гибких связей.

Список библиографических ссылок

1. Рекомендации по использованию инженерно-геологической информации при выборе способов противокарстовой защиты / Производственный и научно-исследовательский институт по инженерным изысканиям в строительстве: Стройиздат, 1987. – 80 с.
2. ТСН 22-304-06. Проектирование, строительство и эксплуатация зданий и сооружений на закарстованных территориях Пермского края. – Пермь, 2006.
3. Строительство в особых грунтовых условиях. Тема 8: «Строительство и эксплуатация сооружений, возводимых на закарстованных территориях». URL: <http://gendocs.ru/v257?cc=8> (дата обращения: 19.09.12).
4. Клевеко В.И. Оценка напряжённо-деформированного состояния армированных оснований в пылевато-глинистых грунтах: дис. ... канд. техн. наук / Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2002. – 152 с.

Kobyscha O.E. – student

E-mail: kokosanik@mail.ru

Bochkareva T.M. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: tsp-btm@mail.ru

Ponomarev A.B. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: spstf@pstu.ac.ru

State National Research Polytechnical University of Perm

The organization address: 614990, Russia, Perm, Komsomolsky prospekt st., 29

Modelling of systems of soil massif reinforcing as an antikarstic action

Resume

In the presented publication the questions concerning construction of buildings and constructions in karst territories of Perm Krai, and also design of ways of antikarstic protection are considered. This subject deserves attention as recently in Perm Krai the tendency to increase in volumes and speed of construction, as well as over all country as a whole, in connection with development of construction branch and introduction of modern achievements is observed. Respectively, even more often it is necessary to use the territories which were considered earlier unsuitable, for example, karst under construction.

The main attention in article is paid to geotechnical antikarstic actions, namely methods of reinforcing of the massif of soil by geosynthetic materials and to constructive decisions of systems of reinforcing on the basis of geosynthetics. The description of a pilot study which includes two cycles of tests is provided. Both cycles represent small-scale model stamped tests: the first cycle consisted in modeling of the karstic cavity, the second cycle – in modeling of systems of reinforcing of soil over a zone of a karstic cavity. Research objective is the assessment of efficiency of offered system of reinforcing of soil as antikarstic action.

Keywords: karstic territories, antikarstic protection, antikarstic actions.

Reference list

1. Recommendations for the use of engineering and geological information in selecting methods protivokarstovoy protection / Production and Research Institute for Engineering Surveys in Construction Stroyizdat, 1987. – 80 p.
2. TSN 22-304-06. Design, construction and operation of buildings and structures on karst areas of the Perm Territory. – Perm, 2006.
3. Construction in special soil conditions. Theme 8: «Construction and operation of structures erected on the karst territories». URL: <http://gendocs.ru/v257?cc=8> (reference date: 19.09.12).
4. Kleveko VI Evaluation of stress-strain state of reinforced bases in the silty clay soils: Dis. ... Candidate. tehn. Science / Perm. State. tehn. Univ. – Perm, 2002. – 152 p.

УДК 624.131

Мирсаяпов И.Т. – доктор технических наук, профессор

E-mail: mirsayarov@kgasu.ru

Королева И.В. – кандидат технических наук, старший преподаватель

E-mail: koroleva@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Особенности геотехнического мониторинга уникальных зданий и сооружений

Аннотация

В статье приводятся особенности устройства системы геотехнического мониторинга комплекса зданий, расположенных на высоком склоне (площадка строительства представлена откосом высотой 60 м, с углом наклона 46°), а также спортивного сооружения – футбольного стадиона, построенного на намытых территориях. Описываются основные конструктивные особенности сооружений. Приводятся принципиальные схемы устройства систем мониторинга как надземной части здания, так и оснований фундаментов, а также методика оценки состояния элементов здания.

Ключевые слова: склон, безопасность здания, трехосное сжатие, устойчивость склона, система мониторинга.

Сотрудниками кафедры Оснований, фундаментов, динамики сооружений и инженерной геологии КГАСУ разработана система геотехнического мониторинга конструкций и оснований комплекса зданий на крутом откосе левого берега реки Казанка [3].

Кроме того, авторами разрабатывался эскизный проект системы мониторинга спортивного сооружения (футбольного стадиона) на стадии включения в работу всех конструкций.

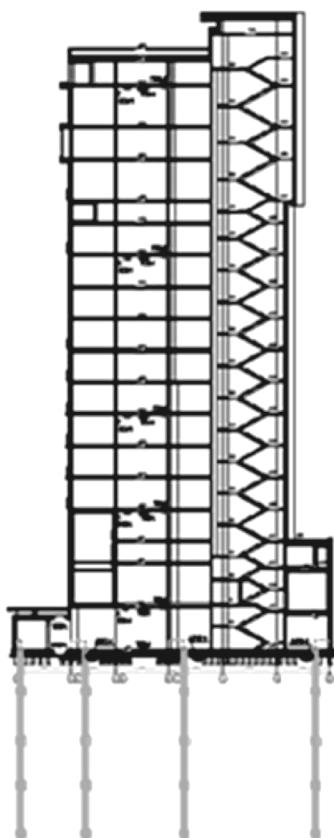


Рис. 1. Принципиальный разрез здания на склоне с системой измерения контрольных параметров

Система геотехнического мониторинга конструкций и оснований состоит из следующих разделов:

1. Автоматизированная система измерения напряжений и деформаций в конструкциях здания и основании. Система предполагает установку различных электронных датчиков на элементах конструкций зданий с целью определения влияния физического и силового воздействия на их прочность и деформируемость. Данная система обеспечивает передачу данных с контролируемых конструкций без визуального их осмотра.

2. Геодезическая система измерения. Выполняются с помощью нивелировки и позволяют определять перемещение объекта (здания или отдельных его частей) в пространстве, в том числе, измерять осадки и крены.

3. Георадиолокационные исследования. Метод георадиолокации является эффективным средством неразрушающего контроля. Основным преимуществом этого метода является высокая детальность и производительность. Использование данных георадиолокационных исследований позволяет сократить объемы бурения, и обеспечивает получение детальной информации о состоянии инженерных конструкций без нарушения целостности. Высокая чувствительность этого метода к незначительным изменениям в строении, структуре и состоянии материалов конструкции сооружения, делают его незаменимым для выявления дефектов, накапливающихся, развивающихся и проявляющихся под действием внешних нагрузок и обуславливающих снижение долговечности и несущей способности конструкций в целом. Основные задачи, решаемые с помощью георадара, можно разделить на несколько групп с характерными для каждой группы методиками исследований, способами обработки, типами отображения объектов исследования в поле электромагнитных волн и представления результатов. Первая группа включает в себя геологические задачи: картирование геологических структур – поверхности коренных пород под рыхлыми осадками; прослеживание уровня пластов, границ между слоями с различными характеристиками; определение мощности пластов; определение зоны суффозии. Вторая группа задач включает в себя поиск локальных объектов: полостей, заполненных насыпными грунтами; остатков фундаментов коммуникаций и других объектов в зоне разреза; выделение русел ручьев, рек и оврагов, заполненных техногенными отложениями и наносами разрушенных пород.

4. Геофизические исследования. Геофизические исследования грунтов (сейсморазведка) проводятся с целью получения сейсмограмм, которые после обработки преобразуются во временной или глубинный разрез. В основе сейсмических методов лежит возбуждение упругих волн при помощи специального источника. В результате геологическая среда реагирует возникновением периодического колебательного процесса и образованием упругой волны. Распространяясь в объеме горных пород, упругая волна попадает на границы раздела, изменяет направление и динамические свойства, образуются новые волны. На пути следования волн размещаются точки наблюдения, где при помощи специальных приборов – сейсмоприемников – определяются свойства колебательных процессов. Из полученных данных извлекается полезная информация о строении и составе изучаемой среды.

5. Исследование отклонения от вертикали конструкций здания и сооружения и смещения склона. Производится с помощью инклинометров (датчики наклона). Датчики наклона конструкций устанавливаются на вертикальные и горизонтальные элементы сооружений. Инклинометры для регистрации смещения склона устанавливаются в специально пробуренные скважины. Датчики наклона по направляющим роликам устанавливаются в алюминиевую встроенную направляющую трубу. Датчики наклона соединяются с блоком внешних сканеров.

6. Оценка результатов мониторинга. В общем случае для определения категории технического состояния несущих строительных конструкций, оснований, фундаментов и подпорных стенок результатам геотехнического мониторинга используются общепринятые условия:

$$S \leq [S_u], \quad (1)$$

$$i \leq [i_u], \quad (2)$$

$$\Delta S \leq [\Delta S_u], \quad (3)$$

$$\delta \leq [\delta_u], \quad (4)$$

где S , i , ΔS , δ – фактическое значение осадок оснований фундаментов, крена здания и подпорных стенок, разности осадок фундаментов, горизонтальных смещений грунтового массива склонов, полученные в процессе геотехнического мониторинга с момента начала строительства; $[S_u]$, $[i_u]$, $[\Delta S_u]$, $[\delta_u]$ – предельно допустимы значения этих же параметров состояния.

Площадки строительства рассмотренных объектов имели следующие особенности инженерно-геологического и инженерно-гидрологических условий.

Жилой комплекс, состоящий из шести зданий по улице Гоголя в г. Казани, располагается на крутом склоне левого берега реки Казанка. Геологический разрез склона представлен песками, суглинками и супесями, некоторые слои суглинов и супесей являются просадочными. Склон является неустойчивым даже в природном состоянии в случае замачивания грунтов.

Площадка строительства Футбольного стадиона на 45000 зрителей по ул. Чистопольская в г. Казани сложена водонасыщенными песками на глубину до 12 м к основаниям и фундаментам предъявляются особые требования по оценке несущей способности и осадок грунтовых оснований. Кроме того, результаты работ по сейсмическому микрорайонированию площадки строительства показывают, что сейсмическая активность площадки при данных грунтах основания оценивается как 7,0 баллов по шкале MSK 64 с ускорением 143 см²/сек при коротких и средних периодах колебаний. Известно, что при сейсмическом воздействии происходит виброразжижение таких грунтов. Кроме того переменный уровень грунтовых вод, гидравлически связанный с уровнем вод Волжского водохранилища, приводит к систематическому изменению напряженно-деформированного состояния водонасыщенных песчаных грунтов и, как следствие, фундаментов и надземных конструкций.

При определенных условиях изменения деформаций и напряжений в грунтах оснований указанных объектов могут превышать допустимые величины, что может привести к дефектам и повреждениям в надземных конструкциях.

В связи с этим возникает необходимость проведения расширенного геотехнического мониторинга за поведением оснований, фундаментов и надземных конструкций жилого комплекса и стадиона.

Цель мониторинга – проведение наблюдений за состоянием, своевременным выявлением и развитием имеющихся отклонений в поведении надземных конструкций стадиона и жилого комплекса, оснований его фундаментов и окружающего массива грунта от проектных данных, а также сохранение окружающей природной среды; разработка прогноза состояния объекта, воздействия его на атмосферную, геологическую, гидрогеологическую и гидрологическую среду в период строительства и последующие годы эксплуатации для оценки изменений их состояния, своевременного выявления дефектов, предупреждения и устранения негативных процессов, а также оценки правильности принятых методов расчета, проектных решений и результатов прогноза.

В задачи мониторинга входит обеспечение надежности системы «основание – фундамент – сооружение», недопущение негативных изменений окружающей среды, разработка технических решений предупреждения и устранения отклонений, превышающих значения, предусмотренные в проекте.

При создании системы мониторинга ставятся и решаются следующие основные задачи:

- выбор конструктивных элементов (объектов контроля), определение в них основных сечений и назначение контрольных точек на объектах наблюдения;
- разработка методов определения контролируемых параметров, выбор серийных технических средств контроля, изготовление и установка их на объекте;
- проведение визуальных, инструментальных наблюдений и определение фактических перемещений, деформаций, напряжений, усилий в контролируемых конструктивных элементах;
- оценка технического состояния конструкций по данным сопоставления натурных наблюдений с результатами расчетов или с критериальными характеристиками.

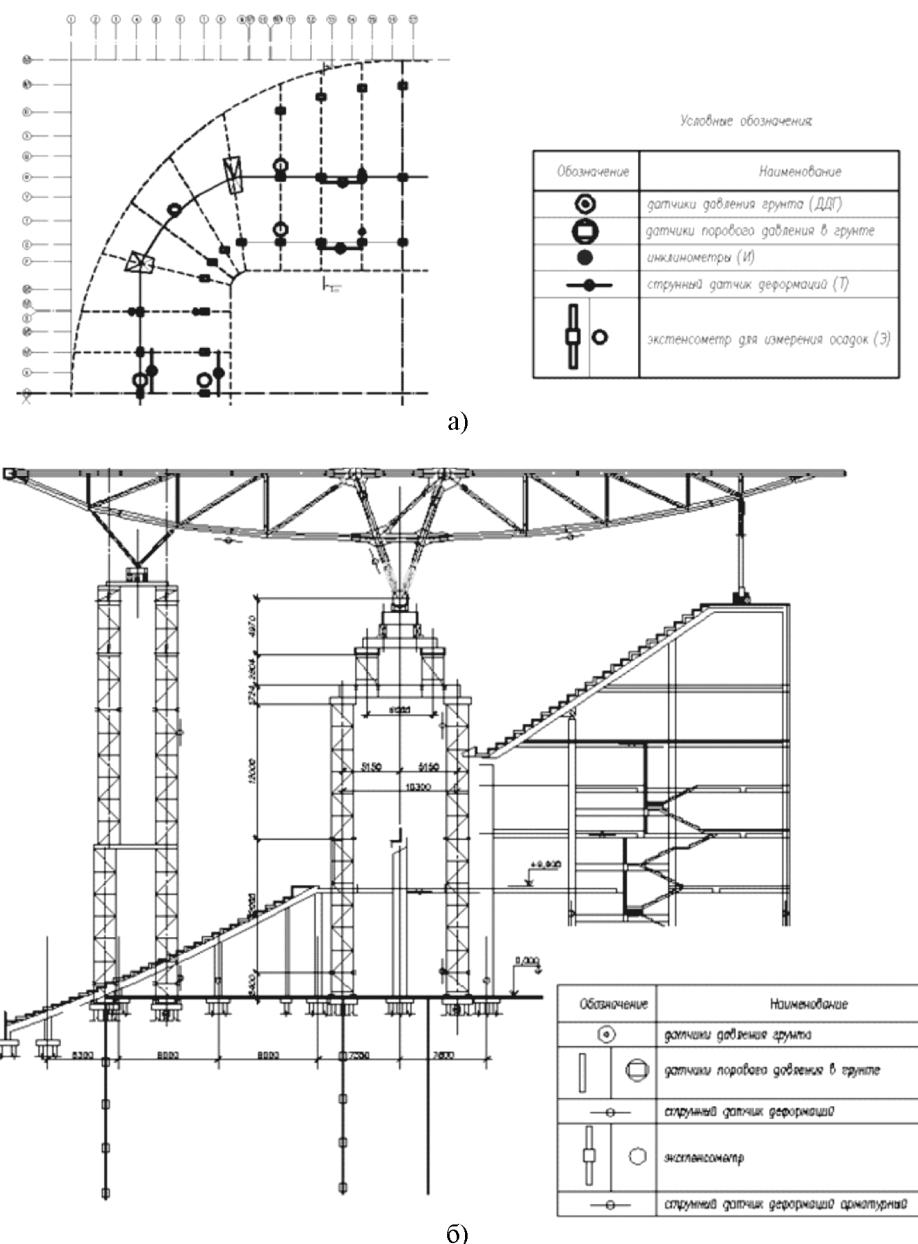


Рис. 2. Футбольный стадион.
Принципиальная схема мониторинга и схема расположения измерительного оборудования:
а) в горизонтальной плоскости (фрагмент); б) в вертикальной плоскости

В соответствии с нормами техническое состояние объекта мониторинга можно считать:

- исправным, когда выполняются все требования действующих норм и проекта;
- работоспособным, при котором обеспечивается нормальная эксплуатация здания в конкретных условиях с отсутствием дефектов и повреждений, несмотря на выявленные отступления от норм;
- ограниченно работоспособным;
- неработоспособным (недопустимым).

Контролируемые параметры выбраны из условия получения характеристик НДС для оценки действительного состояния конструкций, оснований и фундаментов. В качестве наблюдаемых параметров принимали следующие:

- геодезический контроль (измерения наклонов и осадок различных частей зданий);
- скважинные измерения осадок в грунтах;
- измерения порового давления и вариации уровня грунтовых вод;
- определения нагрузок на грунт и напряжений в фундаментной плите и сваях;

- измерение напряжений в конструкциях: стенах, плитах и колоннах;
- наблюдение колебаний здания;
- наблюдение изменений уровня и состава грунтовых вод;
- измерение оползневых деформаций грунтового массива и подпорных стен.

Ниже приводятся общая система установки датчиков, контролирующих напряженно-деформируемое состояние отдельных элементов и сооружения в целом (рис. 2 и 3).

Система электронных датчиков позволяет контролировать рост напряжений и зарождение деформаций в конструкциях зданий, отклонение от вертикали, горизонтальные смещения на определенном горизонте, оценивать величину давления объекта на подстилающие породы и грунты, осуществлять контроль инженерно-геологической и гидрогеологической обстановки в основании здания. Основу геометрии размещения датчиков составляют результаты расчетов статики и динамики зданий. Датчики размещаются в наиболее нагруженных элементах конструкций и подключаются к 50 канальным устройствам сбора аналоговых сигналов, которые преобразовывают аналоговые сигналы с датчиков в цифровой вид и далее в режиме реального времени передают информацию по проводам на центральный сервер (на стационарную станцию мониторинга).

В общую схему добавлены тензометрические датчики, позволяющие контролировать зарождение деформаций в силовых, несущих, опорных элементах. Они контролируют знак и характер деформации плитного ростверка, изменения напряжений и деформаций в колоннах и плитах перекрытий.

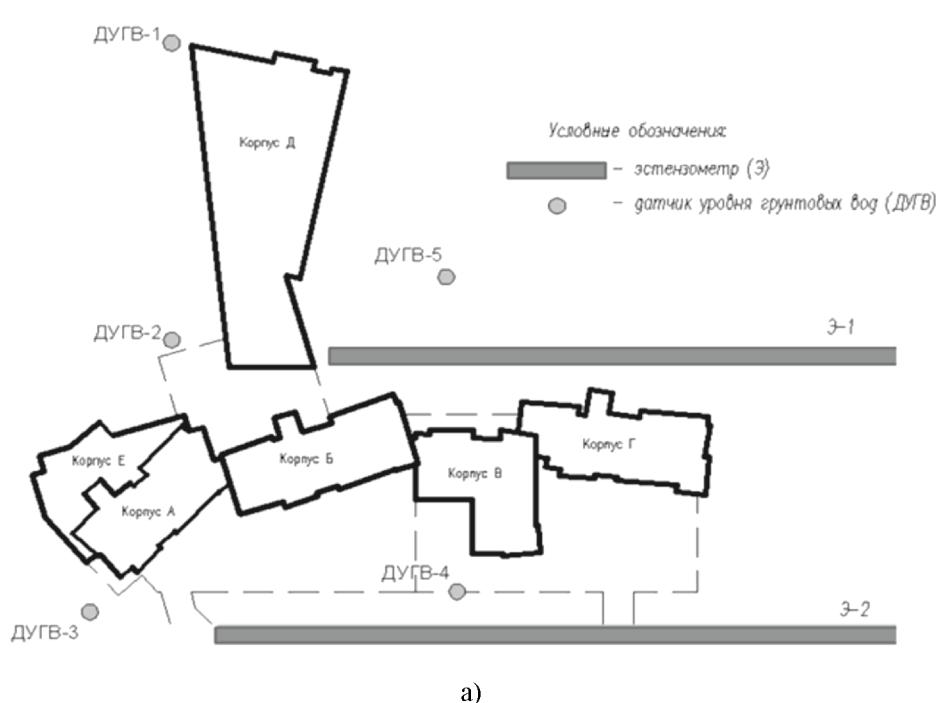
Информационный обмен между внешними сканерами и стационарной станцией мониторинга осуществляется с использованием слаботочной кабельной сети по многофункциональному кабелю типа «витая пара».

Система предназначена для оценки текущего состояния несущих конструкций и оснований зданий в процессе их эксплуатации и обеспечивает выполнение следующих функций:

1. Периодический контроль напряженно-деформированного состояния элементов монолитных пространственных каркасов зданий, комбинированных свайно-плитных фундаментов, оснований и подпорной стенки.

2. При превышении измеренных значений напряжений и деформаций предельных значений система формирует сигналы опасности и выдает информации о месте превышения предельных значений прочности и деформации.

3. Автоматическая регистрация событий в оперативной памяти системы, выдача отчетов о событиях в соответствии с запросом, а при наступлении событий по п. 2 – автоматически.



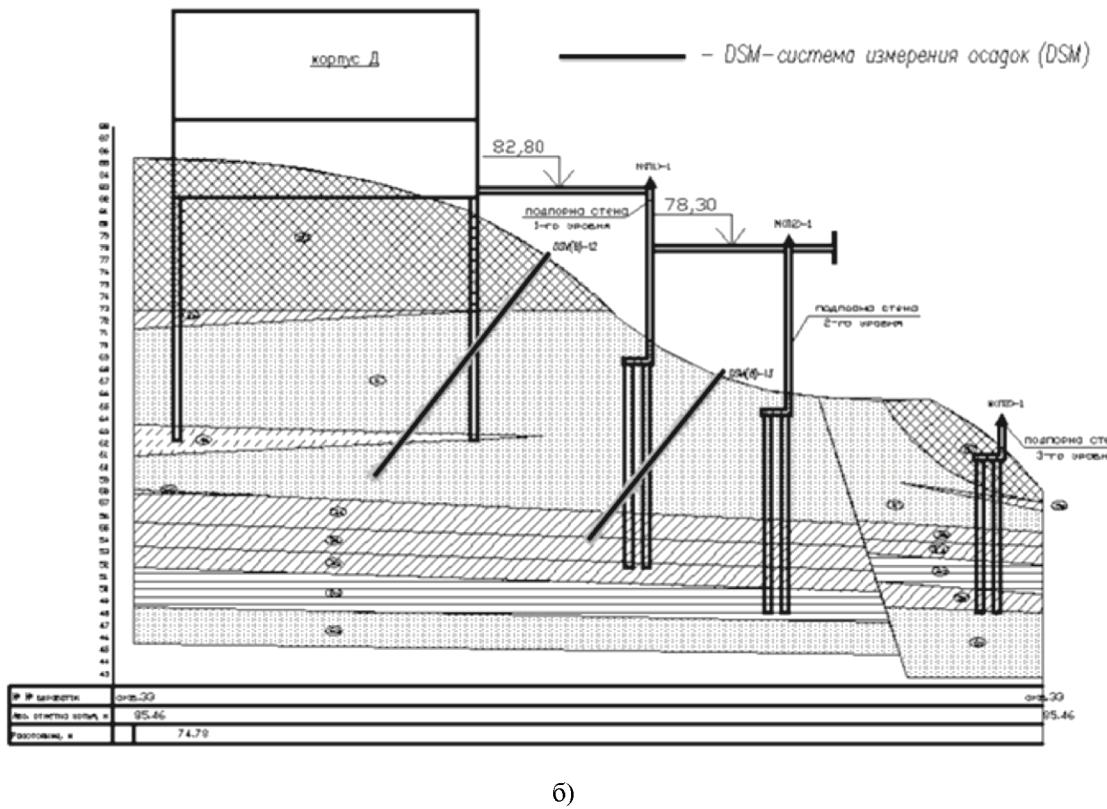


Рис. 3. а) Принципиальная схема установки экстензометров и датчиков уровня грунтовых вод жилого комплекса; б) Принципиальная схема мониторинга и схема расположения измерительного оборудования деформаций откоса (жилой комплекс)

При недопустимых значениях напряжений и деформаций в элементах монолитных пространственных каркасов зданий, комбинированных свайно-плитных фундаментов, основаниях и подпорных стенах выполняется передача информации в соответствующие службы города и оповещение об эвакуации людей.

Оценка технического состояния основных несущих конструкций, оснований, фундаментов, подпорных стен по результатам мониторинга будет проводиться по характеру изменения графиков контролируемых параметров, приведенных в формулах 1-4, во времени. Для увеличения степени точности и возможности оперативного вмешательства в случае обнаружения нештатных ситуаций, периодичность замера контролируемых параметров в начальной стадии – через один месяц в течении полугода, затем через три месяца и через полгода до полной стабилизации напряженно-деформированного состояния системы.

Если развитие контролируемых параметров в течении расчетного периода стабильное или близко к стабильному т.е. $d\Pi/dt \rightarrow 0$ (где Π – контролируемый параметр), то техническое состояние рассматриваемых элементов и всей системы оценивается как исправное или работоспособное.

Начало увеличения скорости изменения контролируемых параметров, является признаком перехода какого-то из элементов системы или всей системы в другое состояние и в этом случае требуется проведение более детального анализа напряженно-деформированного состояния системы, состояния грунтов основания, уровня грунтовых вод и т.д.

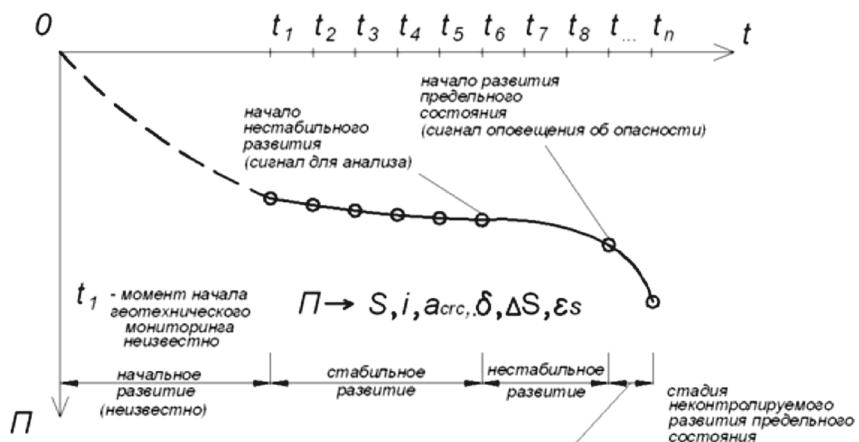


Рис. 4. Графики изменения контролируемых параметров во времени эксплуатации (мониторинга)

При превышении измеренных значений контролируемых величин проводятся численные исследования путем математического моделирования работы всей системы при фактических значениях нагрузок, физико-механических характеристик строительных материалов и грунтов, а также обнаруженных дефектов и повреждений.

Оценка состояния элементов здания рассмотрена на примере анализа развития осадок основания. По результатам мониторинга определяется фактическое значение осадки $S_t^{\text{факт}}$ к моменту времени t . Исходя из формулы $S = \sum_{i=1}^n \varepsilon_{zi} \cdot h_i$, определяем общее

приращение деформаций ε_{zi} , вызывающих такую осадку. Используя ниже приведенный алгоритм, полученный в работе [1], получаем величины напряжений, действующих в массиве грунта основания σ_{zi} и вызывающих такую деформацию.

Определяем условные модули, характеризующие переход из природного состояния основания в состояние после приложения местной нагрузки:

$$K_V = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon_V}, \quad G_V = \frac{\Delta\sigma_i}{3\Delta\varepsilon_i}. \quad (5)$$

Модули (5) могут быть представлены параметрами закона Гука в приращениях напряжений и деформаций для шага нагружения.

Тогда приращение осевой деформации, представляется в виде:

$$\Delta\varepsilon_z = \frac{\Delta\sigma_z - \Delta\sigma \cdot \frac{3K_V - G_V}{3K_V \cdot G_V}}{G_V}. \quad (6)$$

Затем учитывается влияние длительности действия нагрузки. Для этого модули $K_V(t)$ и $G_V(t)$ представляются в виде:

$$K_V(t) = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon_V + \Delta\varepsilon_V(t)}, \quad G_V(t) = \frac{\Delta\sigma_i}{3(\Delta\varepsilon_i + \Delta\varepsilon_i(t))}, \quad (7)$$

где $\Delta\varepsilon_i(t) = \sigma_i \cdot K_V(t, \tau)$; $\Delta\varepsilon_v(t) = \sigma \cdot K_V(t, \tau)$.

После этого напряжения в каждой точке сравниваются с предельными напряжениями, определяемыми исходя из уравнения [2]:

$$4 \cdot [\sigma_V(t) \cdot A_{sh} \cdot \cos a_1(t) + \tau_V(t) \cdot A_{sh} \cdot \sin a_1(t)] \geq \sigma_1 \cdot A_1. \quad (8)$$

Если условие (8) выполняется в каждой рассматриваемой точке основания, напряжения в основании меньше предельных и его техническое состояние оценивается как работоспособное.

Аналогичные моделирование и анализ состояния можно проводить для каждого элемента здания.

В необходимых случаях принимаются конкретные целенаправленные решения по стабилизации ситуации и выполняются адекватные компенсирующие мероприятия.

Список библиографических ссылок

1. Мирсаяпов И.Т., Королева И.В. Исследование прочности и деформативности глинистых грунтов при длительном трехосном сжатии. // Известия КГАСУ, 2009, № 2 (12). – С. 167-172.
2. Мирсаяпов И.Т., Королева И.В. Прогнозирование деформаций оснований фундаментов с учетом длительного нелинейного деформирования грунтов. // Научно-технический журнал «Основания, фундаменты и механика грунтов», 2011, № 4. – С. 16-23.
3. Мирсаяпов И.Т., Хасанов Р.Р., Сафин Д.Р., Попов А.О. Система геотехнического мониторинга конструкций и оснований жилого комплекса по ул. Гоголя г. Казани. Пояснительная записка к проекту. – Казань, 2008. – 51 с.

Mirsayapov I.T. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: mirsayapov@kgasu.ru

Koroleva I.V. – candidate of technical sciences, senior lecturer

E-mail: koroleva@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Geotechnical monitoring features of unique buildings and structures

Resume

The article provides geotechnical monitoring features of unique buildings – conducting observations of the state, timely identification and development of existing deviations in the behavior of above-ground structures stadium and residential complex, bases its foundations and the surrounding soil mass on the configuration and the preservation of the environment, development of forecasting the state object, its impact on the atmospheric, geological, hydrogeological and hydrological environment during the construction and operation of the following years to assess changes in their condition, early defect detection, prevention and elimination of negative processes and the evaluation of the correctness of the accepted methods of calculation, design solutions and the results of the forecast.

Geotechnical monitoring system of structures and foundations consists of the following sections:

1. An automated system for measuring stress and strain in the construction of the building and the ground. The system involves a variety of electronic sensors on the structural elements of buildings to determine the effects of physical and impacts to their strength and deformability.

2. Geodetic measurements. Performed using leveling and allow you to define the movement of the object (building or parts of it) in the space, including the measurement of precipitation and rolls.

3. GPR survey. GPR method is an effective non-destructive testing. The main advantage of this method is the high detail and performance.

4. Geophysical studies. Geophysical studies of soils (seismic) are carried out to obtain seismograms, which after processing is converted into a temporary or a deep cut.

5. The study deviation from the vertical structures of buildings and the displacement of the slope. Produced by inclinometers (tilt sensors).

6. Evaluation of the results of monitoring.

Assessment of building elements considered by analyzing the development of sediment mainly with regard to the spatial stress-strain state and the duration of the load.

Keywords: slope, the safety of the building, triaxial, slope stability monitoring system.

Reference list

1. Mirsayapov I.T., Koroleva I.V. Study of strong and deformability clay soil for long triaxial compression. // News of the KSUAE, 2009, № 2 (12). – P. 167-172.
2. Mirsayapov I.T., Koroleva I.V. Prediction of deformation of the foundation with the long-term non-linear deformation of soil. // Scientific and technical magazine «OFMG», 2011, № 4. – P. 16-23.
3. Mirsayapov I.T., Khasanov R.R., Safin D.R., Popov A.O. Geotechnical monitoring system of structures and foundations of residential complex on the street Gogol in Kazan city. The explanatory note to the draft. – Kazan, 2008. – 51 p.

УДК 624.131

Мирсаяпов И.Т. – доктор технических наук, профессор

E-mail: mirsayarov@kgasu.ru

Королева И.В. – кандидат технических наук, старший преподаватель

E-mail: koroleva@kgasu.ru

Мирсаяпова И.И. – студент

E-mail: ilgina@list.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Динамическая устойчивость водонасыщенных грунтовых массивов намытых территорий при сейсмических воздействиях

Аннотация

На территории города Казани прогнозируются землетрясения с интенсивностью до 7,0 баллов по шкале MSK 64 с ускорением 143 см²/сек. Площадка строительства сложена водонасыщенными песками на глубину до 12 м. На основании результатов лабораторных динамических исследований грунтов при сценарных землетрясениях проведена оценка виброразжижаемости водонасыщенных песчаных грунтов основания. Анализ результатов экспериментальных исследований позволил сделать вывод, что при прогнозных землетрясениях грунты рассмотренной площадки являются динамически устойчивыми.

Ключевые слова: водонасыщенный грунт, виброразжижение, трехосное сжатие, динамическая устойчивость, землетрясение.

Строительство Куйбышевского водохранилища привело к поднятию уровня грунтовых вод и подтоплению ряда территорий города Казани, в том числе правобережья реки Казанка.

В 80-х годах прошлого столетия территория правого берега реки Казанка была намыта песчаными грунтами, мощность которых составляет от 3 до 12 метров, в результате чего погребенными оказались слои слабых водонасыщенных заторфованных грунтов. Эти техногенные грунты стали основанием фундаментов самого молодого и крупного района города – Ново-Савиновского. В этом районе размещены объекты Универсиады, высотные здания, зрелищные сооружения с большим скоплением людей. К этим зданиям предъявляются повышенные требования по безопасности.

Поднятие уровня грунтовых вод и наличие тектонических разломов спровоцировали увеличение уровня сейсмической активности территории Республики Татарстан. Согласно карте сейсмического районирования ОСР-97 на территории города Казань возможны землетрясения с интенсивностью 7 баллов на средних грунтах, и как результат, требуется применение антисейсмического усиления при проектировании и возведении сооружений, а также оценка динамических свойств грунтов оснований при изысканиях.

Указанная территория сложена водонасыщенными песками, мощность слоя которых достигает 12 метров (рис. 1). Данные грунты могут быть чувствительными к сейсмическим воздействиям, проявляя разжижаемость или тиксотропные свойства. Наличие таких грунтов может также обусловить необходимость повышения сейсмической бальности отдельных площадок размещения сооружений по результатам сейсмического микрорайонирования.

В связи с этим были проведены работы по сейсмическому микрорайонированию площадки строительства [3]. По результатам которых установлено, что на территориях, расположенных на правом берегу реки Казанка сейсмическая активность площадки оценивается как 7,0 баллов по шкале MSK 64 с ускорением 143 см²/сек (рис. 2, 3).

Для исследования динамической устойчивости слоя водонасыщенных песков с позиции оценки возможности их разжижения при сейсмических воздействиях, соответствующих проектной сейсмической активности площадки, выполнены лабораторные исследования.

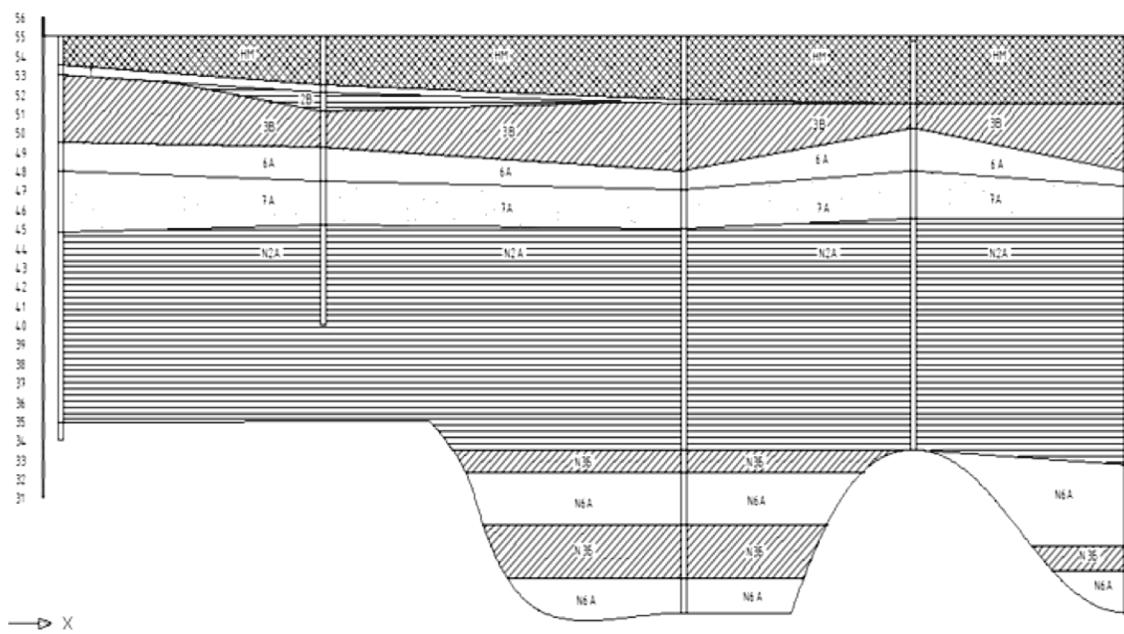


Рис. 1. Геологический разрез площадки строительства

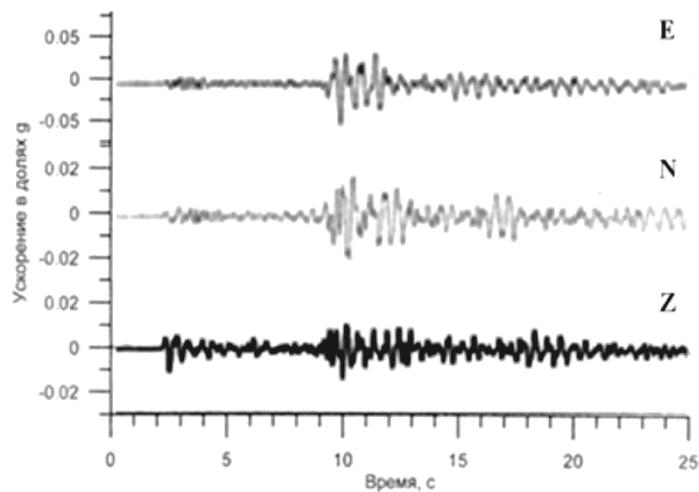
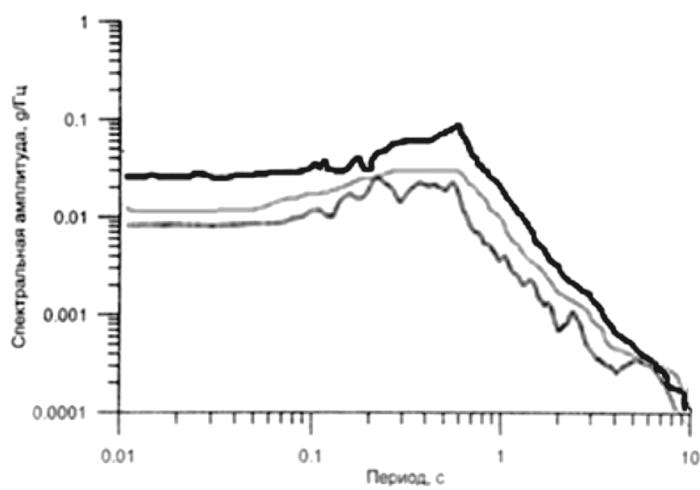
Рис. 2. Расчетные акселерограммы землетрясения ($M=5,0$, $R=55$ км)

Рис. 3. Спектры реакции землетрясения

Для моделирования поведения грунта при сейсмическом воздействии, перед проведением лабораторных исследований грунтов при циклическом нагружении проводится моделирование сценарного сейсмического воздействия. Применяется общепринятая методика определения величины сейсмической нагрузки, разработанная Г.Б. Сидом и И. Идрисом [2, 5]. В соответствии с этой методикой сейсмическая нагрузка характеризуется величиной приведенных эквивалентных циклических напряжений сдвига (CSR) при землетрясении заданной повторяемости:

$$CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_v}, \quad (1)$$

где τ_{av} – среднее значение напряжений сдвига при параметрах циклического нагружения, эквивалентному сценарному сейсмическому воздействию;

σ'_v – значение вертикальных напряжений.

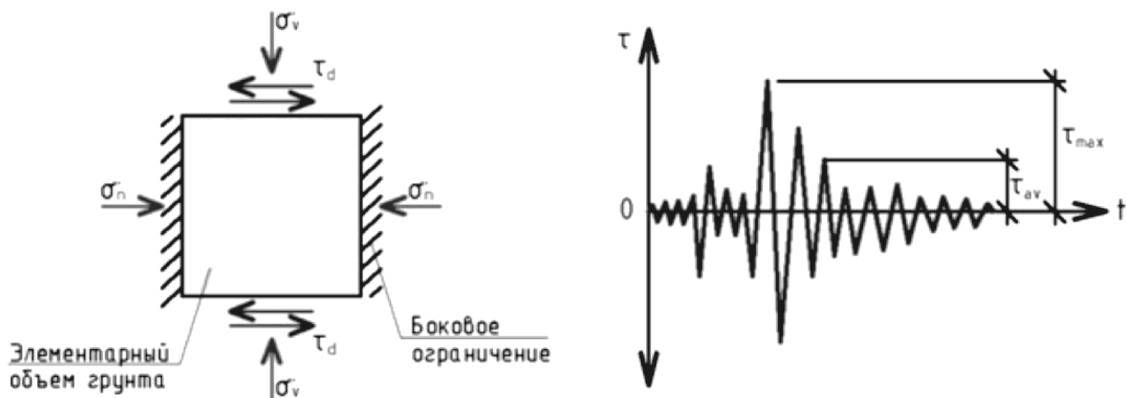


Рис. 4. а) Напряженное состояние в элементарном объеме грунта
в условиях сейсмических воздействий;

б) Фактический характер распространения напряжений сдвига при сейсмических воздействиях

Динамическое нагружение грунта во время землетрясений при прохождении сейсмических волн через массив грунта вызывает касательные напряжения, которые являются непериодическими и разнонаправленными при рассмотрении в горизонтальной плоскости (рис. 4). В практических расчетах нерегулярные касательные напряжения приводятся к эквивалентному в силовом отношении регулярному синусоидальному или косинусоидальному закону.

Касательные напряжения, возникающие при прохождении сейсмических волн в грунте, являются непериодическими и разнонаправленными при рассмотрении в горизонтальной плоскости. При выполнении количественной оценки характеристик разжижения слоев водонасыщенных песков при случайном нерегулярном характере сейсмических воздействий, вводятся поправочные коэффициенты для корректировки циклической прочности, полученной при регулярном нагружении, учитывающие особенности реального сейсмического нагружения (C_2 и C_5) [2, 5].

Исходя из этого, для оценки возможности разжижения грунта в водонасыщенном состоянии в практических расчетах принимаются средние значения регулярных сдвиговых напряжений, вызванных землетрясением на глубине h , определяемые из выражения:

$$\tau_{av} = (0.65 \cdot \gamma h / g) a_{max} \cdot r_d. \quad (2)$$

Величина a_{max} принимается согласно акселерограмме землетрясения по пиковым горизонтальным ускорениям для горизонтальных составляющих колебаний [3].

Пиковые вертикальные ускорения для землетрясения на рассматриваемой площадке значительно меньше величин горизонтальных составляющих, поэтому не учитываются при оценке разжижаемости грунтов [3].

При моделировании сейсмического воздействия в лабораторных условиях количество циклов нагружения (N) задается согласно методике, изложенной в [1, 2, 4, 5]. Оно зависит от магнитуды и длительности землетрясения. Расчет по вышеописанному алгоритму позволяет определить максимальную величину ожидаемых напряжений сдвига при землетрясении (τ_{av}). При проведении динамических испытаний в приборе трехосного сжатия указанная величина принимается равной 50 % от осевой динамической нагрузки.

Исследования поведения песчаных грунтов в водонасыщенном состоянии проведены в лаборатории кафедры Оснований, фундаментов, динамики сооружений и инженерной геологии по недренированной схеме на стабилометре, модернизированном для проведения испытаний в условиях трехосного циклического сжатия по методике, позволяющей наложение на статическое напряженное состояние, соответствующее начальному природному состоянию, образцов грунтов динамических напряжений. При этом продолжительность, частота и амплитуда динамического воздействия эквивалентны параметрам расчетного сценарного землетрясения. Во время проведения испытаний контролировались напряжения, поровое давление, вертикальные и радиальные деформации.

Анализ результатов экспериментальных исследований позволил выявить основные закономерности развития деформаций при эквивалентном циклическом нагружении и установить характер усталостного разрушения водонасыщенного грунта.

На рис. 5. наглядно показано увеличение вертикальных деформаций в условиях циклического нагружения при постоянных значениях максимальной вертикальной нагрузки σ_{1max} .

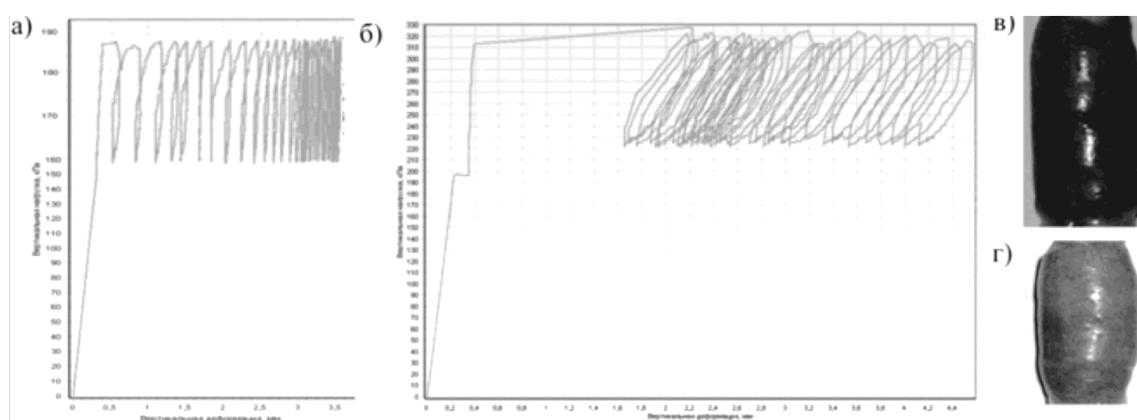


Рис. 5. а) График развития вертикальных деформаций сжатия от увеличения напряжений после 30 циклов при режиме циклического нагружения, эквивалентному расчетному сценарному землетрясению с интенсивностью 7,0 баллов;
б) График развития вертикальных деформаций сжатия от увеличения напряжений при разрушении при режиме циклического нагружения, эквивалентному расчетному сценарному землетрясению с интенсивностью более 7,0 баллов; в и г) Форма разрушения образца после испытания

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что при циклическом нагружении в приборе трехосного сжатия образцов песчаного грунта в водонасыщенном состоянии при параметрах, равносильных сейсмическому воздействию с интенсивностью 7,0 баллов, интенсивность развития деформаций на разных стадиях эксперимента различна. На первых этапах нагружения в результате доуплотнения грунта развитие деформаций происходит интенсивно, на последующем интервале деформации образца стабилизируются.

Называть критерий виброразжижения в виде некоторого числового параметра не представляется возможным. В связи с выше изложенным предлагается использовать инженерный метод оценки виброразжижаемости.

Закономерности развития осевых вертикальных деформаций цилиндрического образца грунта стандартных размеров при испытаниях в приборе трехосного сжатия при циклическом трехосном нагружении в недренированных условиях служат для

определения механизма виброразжижения песчаного грунта в водонасыщенном состоянии при сейсмическом воздействии.

На основании анализа результатов экспериментальных исследований грунта при трехосном циклическом нагружении [1, 2, 4, 5], выбраны следующие критерии виброразжижения водонасыщенного грунта:

- возникновение 5 % вертикальной деформации при циклическом нагружении в условиях трехосного сжатия образцов песчаного грунта в водонасыщенном состоянии служит критерием для определения начала циклического разуплотнения или виброразжижения;
- критерием разжижения является коэффициент порового давления β : если $\beta \leq 0,6$, то сопротивление разжижению обеспечено;
- если в процессе циклического нагружения отмечается увеличение ширины петли гистерезиса, то этот момент условно принимается за начало процесса разжижения, в противном случае при $\Delta\varepsilon_{30} < \Delta\varepsilon_{29}$ сопротивление виброразжижению обеспечено.

Испытания на циклическое нагружение при параметрах, эквивалентных землетрясению с интенсивностью 7,0 баллов, величина продольных деформаций сжатия не превышает 3,5 мм (4,6 %) (рис. 5а), коэффициент отношения порового давления к вертикальному давлению 0,3, приращение деформаций в тридцатом цикле не превышало приращений деформаций в двадцать девятом цикле нагружения. В процессе испытаний не установлены внешние признаки достижения предельного сопротивления (образование бочки и наклонной плоскости сдвига).

Обработка результатов проведенных экспериментальных исследований при режимах нагружения с параметрами, соответствующими землетрясению с интенсивностью более 7,0 баллов (рис. 5б) и их анализ позволяют сделать вывод о том, что интенсивность развития деформаций образцов песчаного грунта существенно зависит от величин динамических напряжений σ_d . На первых этапах нагружения в результате доуплотнения грунта наблюдается интенсивный рост деформаций, при последующем нагружении фиксируется их замедление и стабилизация. Следует отметить, что при достижении грунтом предела сопротивления виброразжижению наблюдается увеличение прироста деформаций за цикл нагружения, следовательно, начинаются процессы разуплотнения грунта, уменьшения модуля общих деформаций, снижения угла внутреннего трения.

По результатам испытаний второй серии образцов установлено, что виброразжижение водонасыщенных песков начинается при значениях динамических напряжений, превышающих от 3,0 до 5,7 раза значения динамических напряжений, соответствующих расчетным сценарным землетрясениям с интенсивностью 7,0 баллов.

По результатам экспериментальных исследований получены аналитические уравнения, описывающие процессы изменения деформаций, прочности, модуля общих деформаций и угла внутреннего трения при трехосных циклических нагрузлениях, эквивалентных сейсмическому воздействию в силовом отношении:

$$f_i(\sigma_1, \sigma_d, \sigma_m, N) = \lg(N) \cdot a_i - N^{b_i^{k_i}} + m_i, \quad (3)$$

где $f_i(\sigma_1, \sigma_d, \sigma_m, N)$ – объемные и линейные деформации, прочность образца грунта, модуль общих деформаций, угол внутреннего трения грунта;

N – количество циклов нагружения;

a_i, b_i, k_i, m_i – параметры полученные экспериментальными исследованиями.

Заключение.

Проведенные лабораторные исследования динамической устойчивости виброразжижению водонасыщенных песчаных грунтов оснований показывают, что при прогнозных землетрясениях с интенсивностью 7,0 баллов по шкале МСК 64 грунты рассмотренной площадки являются динамически устойчивыми.

Список библиографических ссылок

1. Вознесенский Е.А. Поведение грунтов при динамических нагрузках. – М.: Издательство МГУ, 1997. – 286 с.
2. Ишихара К. Поведение грунтов при землетрясениях. – СПб.: Издательство Геореконструкция, 2006. – 379 с.

3. Мирсаяпов И.Т., Королева И.В. Футбольный стадион на 45000 зрителей, ул. Чистопольская. Лабораторные динамические исследования грунтов при сценарных землетрясениях площадки строительства объекта. Отчет о научно-исследовательской работе. – Казань, 2010. – 69 с.
4. Ставнишер Л.Р. Сейсмостойкость оснований и фундаментов. – М.: Издательство АСВ, 2010. – 448 с.
5. Seed H.B. Soli liquefaction and cyclic mobility evaluation for level ground during earthquakes. // Journal of ASCE, 1996, 105, T2. – P. 201-255.

Mirsayapov I.T. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: mirsayapov@kgasu.ru

Koroleva I.V. – candidate of technical sciences, senior lecturer

E-mail: koroleva@kgasu.ru

Mirsayapova I.I. – student

E-mail: ilgina@list.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Dynamic stability of water-saturated soil masses in washed areas under seismic actions

Resume

The foundation soil exposed to different loads. Real dynamic effects on soil foundation during an earthquake are random. For practical calculations of stress-strain state of soil seismic load leads to an equivalent impact on the cyclic loading. To study the dynamic stability of a layer of water-saturated sands from the perspective of evaluation possibilities of their thinning seismic loads corresponding to the design of seismic activity areas, performed laboratory tests.

The authors conducted laboratory studies of water-saturated sandy soils under cyclic triaxial loading a specially developed technique. Tests were conducted on samples of artificially prepared soil. Experimental studies have shown patterns of development at an equivalent strain cyclic loading and the nature of fatigue failure of the samples. The results showed that during the application of cyclic loading strains develop at different rates in all stages of the test. It should be noted that the most intensive development of volumetric strain occurred in the early stages of cyclic loading. The magnification depends on the strain rate and magnitude of the applied load. According to the results of a series of experiments established characteristic pattern of destruction of the samples. The authors have formulated the criteria for soil liquefaction. Analysis of the results of experimental studies concluded that when forecasting earthquakes with an intensity of 7,0 points on the MSK 64 soils of the site are considered dynamically stable.

Keywords: saturated soil, vibration liquefaction, triaxial compression, dynamic stability, earthquake.

Reference list

1. Voznesensky E.A. The behavior of soils under dynamic loads. – M.: Publishers MSU, 1997. – 286 p.
2. Ishihara K. Soil Behaviour in Earthquake Geotechnics. Publishers GRF, Saint-Petersburg, 2006. – 379 p.
3. Mirsayapov I.T., Koroleva I.V. The football stadium for 45,000 spectators, Chistopolskaya str. Laboratory of dynamical studies of soils under simulated earthquakes construction site. Report on research work. – Kazan, 2010. – 69 p.
4. Stavnipter L.R. Seismic resistance of bases and foundations. – M.: Publishers ASV, 2010. – 448 p.
5. Seed H.B. Soli liquefaction and cyclic mobility evaluation for level ground during earthquakes. // Journal of ASCE, 1996, 105, T. 2. – P. 201-255.

УДК 624.131

Офрихтер В.Г. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: ofrikhter@mail.ru

Лихачева Н.Н. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: olga@pstu.ru

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

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

Реологическая модель твердых бытовых отходов

Аннотация

Твердые бытовые отходы (далее ТБО) представляют собой армогрунтоподобный материал, к которому можно применять закономерности механики грунтов.

При изучении армогрунтов и армогрунтоподобных материалов важно исследовать зависящие от времени явления, такие как ползучесть или релаксация напряжений. При общем описании армогрунтоподобного материала должны приниматься в расчет реологические свойства армирующей матрицы. Ползучесть армирования оказывает заметное влияние на общее поведение армогрунтоподобного массива.

Реологическая модель ТБО позволяет прогнозировать развитие напряженно-деформированного состояния массива отходов во времени и затухание осадок. Надежность прогноза зависит от достоверности показателей физико-механических свойств и реологических характеристик механической ползучести и биологического разложения отходов, определяемых в ходе полевых и лабораторных испытаний.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, армогрунтовый материал, реологическая модель.

1. Введение

Твердые бытовые отходы (далее ТБО) представляют собой армогрунтоподобный материал, к которому можно применять закономерности механики грунтов. Особенности классификации ТБО приведены в статье [1].

При изучении армогрунтов и армогрунтоподобных материалов важно исследовать зависящие от времени явления, такие как ползучесть или релаксация напряжений. При общем описании армогрунтоподобного материала должны приниматься в расчет реологические свойства армирующей матрицы. Ползучесть армирования оказывает заметное влияние на общее поведение армогрунтоподобного массива, что подтверждается доступными эмпирическими результатами, зафиксировавшими значительные деформации и последующие изменения геометрии конструкций [6, 7, 8, 9, 10, 11, 13].

Как было отмечено [10], графики осадок ТБО характеризуются двумя практически линейными функциями с разными угловыми коэффициентами (рис. 1).

Скорость осадки по отношению к логарифму времени изменяется в интервале между 200 и 650 днями с момента окончания заполнения полигона от относительно малой вначале до относительно более значительной впоследствии. Вплоть до окончания периода наблюдений (минимум 10000 дней) нет никакого намека на дальнейшее изменение скорости осадки. Изменение скорости осадки по отношению к логарифму времени могут быть признаками биодеградации и процессов физико-химического разложения ТБО [12].

2. Типы поведения армогрунтоподобного материала ТБО

Рассмотрим два типа поведения простой модели упруго-пластической грунтоподобной основной породы ТБО, армированной вязко-упругой армирующей матрицей (аналог [14]). Первый тип поведения соответствует упругой грунтоподобной породе (Е-В тип) и второй – пластической породе (Р-В тип). Для описания упругого диапазона поведения грунтоподобной породы принимается закон Гука, а для описания пластических свойств породы – условие текучести Кулона-Мора с ассоциированным законом течения. Работа армирующей матрицы предполагается только в одном направлении (оси X). Проскальзывание по отношению к грунту в расчет не принимается (совершенное сцепление). Упругая модель твердых бытовых отходов описана в статье [3], упругопластическая – в статье [4].

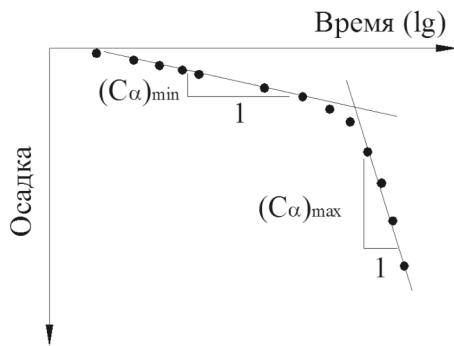


Рис. 1. Идеализированный график осадки полигона ТБО в зависимости от логарифма времени [2]

Рассмотрим стандартную вязко-упругую модель армирующей матрицы (рис. 2). Модель состоит из двух основных элементов, соединенных вместе в последовательности $H_1 - (H_2 | N) = H_1 - K$, а именно пружины (упругий элемент Гука – H_1), определяемой ее жесткостью E_1 и системы Кельвина (упруго-вязкое тело Кельвина-Фойгта – K), характеризуемой жесткостью E_2 (упругий элемент Гука – H_2) и вязкостью η (вязкий элемент Ньютона – N).

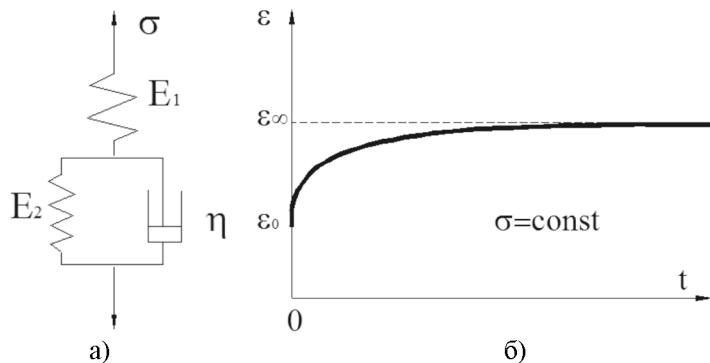


Рис. 2. Стандартная реологическая модель (а) и типичная кривая ползучести (б) [16]

В одномерном случае модель может быть описана следующим базовым уравнением [16]:

$$\frac{d\sigma}{dt} + \frac{E_1 + E_2}{\eta} \sigma = E_1 \left[\frac{d\varepsilon}{dt} + \frac{E_2}{\eta} \varepsilon \right]. \quad (1)$$

В уравнение (1) подставим микронапряжения и микродеформации:

$$\frac{d\sigma_x^r}{dt} + \frac{E_1 + E_2}{\eta} \sigma_x^r = E_1 \left[\frac{d\varepsilon_x^r}{dt} + \frac{E_2}{\eta} \varepsilon_x^r \right], \quad (2)$$

где индекс r означает армирующую составляющую, а индекс s – грунтоподобную.

Методы, представленные в настоящей статье могут быть применены для других реологических моделей.

В рассматриваемом случае ограничения, налагаемые деформацией компонентов и совместимостью микронапряжений, принимают следующий вид (направление армирования совпадает с осью X):

$$\sigma_y = \sigma_y^s = \sigma, \quad (3)$$

$$\sigma_x = n_s \sigma_x^s + n_r \sigma_x^r, \quad (4)$$

$$\tau_{xy} \cong \tau_{xy}^s = \tau, \quad (5)$$

$$\varepsilon_y \cong \varepsilon_y^s, \quad (6)$$

$$\varepsilon_x = \varepsilon_x^s = \varepsilon_x^r, \quad (7)$$

$$\gamma_{xy} \cong \gamma_{xy}^s. \quad (8)$$

На рис. 3. изображены две фазы (типа) поведения ТБО. Предполагается, что начальные напряженные состояния, как макро-, так и микро- известны. Рассматривается случай постоянных макронапряжений, когда изменение микронапряжений возможно вследствие ползучести армирующей матрицы.

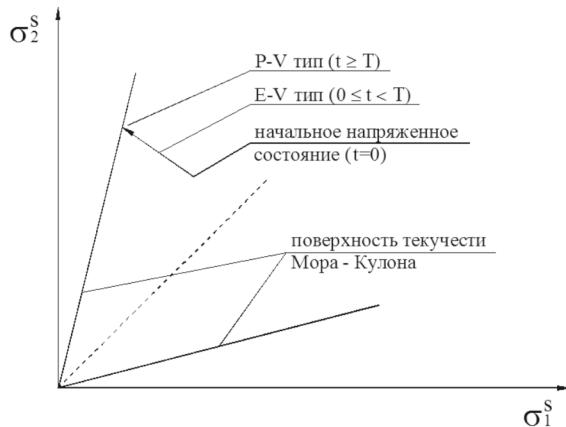


Рис. 3. Иллюстрация двух типов поведения ТБО в пространстве главных микронапряжений [16]

В первой фазе (*E-V* тип) основная порода остается в упругом состоянии, а армирующая матрица – в вязкоупругом. Эта фаза заканчивается при достижении основной породой условия текучести. Это соответствует началу второй фазы поведения композита (*P-V* тип), в которой основная порода ТБО работает в пластической зоне с вязкоупругой армирующей матрицей.

Условие текучести ТБО описано в статье [2]

3. Упругая основная порода – вязкоупругая армирующая матрица

Упругие микродеформации грунтоподобной основной породы, работающей в плоском напряженном состоянии даны в выражениях (9) и (10):

$$\varepsilon_x = \frac{1}{E_s} \left[(1 - \nu^2 B_x^s) \sigma_x - B_x^s (\nu + \nu^2 - 2C) \sigma_y \right] = B_1^x \sigma_x + B_2^x \sigma_y, \quad (9)$$

$$\varepsilon_y = \frac{1}{E_s} \left[-\nu (1 + \nu) \sigma_x + (1 - \nu^2) \sigma_y \right] = B_1^y \sigma_x + B_2^y \sigma_y, \quad (10)$$

$$\gamma_{xy} = \frac{1}{G} \tau_{xy} = B^{xy} \tau_{xy}, \quad (11)$$

$$B_x^s = \frac{E_s}{n_s E_s + n_r E_r}; C = \frac{n_s E_r}{\nu_s n_r E_s}; B_1 = \frac{1 - \nu^2}{E_s}; B_2 = \frac{\nu}{E_s}; B_3 = \frac{\nu + \nu^2 - 2C}{E_s};$$

$$B_1^x = \frac{1 - \nu^2 B_x^s}{E_s}; B_2^x = -B_3 B_x^s; B_1^y = -B_2 (1 + \nu); B_2^y = B_1; B^{xy} = \frac{1}{G}. \quad (12)$$

Вязко-упругое поведение армирующей матрицы определяется выражением (2).

В случае постоянных макронапряжений, подстановка выражения (9) с учетом (7) в уравнение (2) приводит, после несложных математических преобразований, к

дифференциальному уравнению для напряжений в вязкоупругой армирующей матрице в каноническом виде:

$$\frac{d\sigma_x^r}{dt} + D\sigma_x^r = F, \quad (13)$$

$$\text{где } D = \frac{E_1 E_s - E_2 (2E_1 B_x^s - E_s)}{E_s \eta}, F = \frac{E_1 E_2}{\eta E_s} \left[(1 - \nu^2 B_x^s) \sigma_x - \nu (1 + \nu) B_x^s \sigma_y \right].$$

Начальные условия имеют следующий вид:

$$\sigma_x^r(t=0) = \sigma_0^r \quad (14)$$

где σ_0^r – начальные напряжения в армирующей матрице.

Решение уравнения (13) с начальными условиями (14) имеет вид [16]:

$$\sigma_x^r = \left(\sigma_0^r - \frac{F}{D} \right) e^{-Dt} + \frac{F}{D}. \quad (15)$$

Уравнение (15) описывает уменьшение растягивающих усилий в армирующей матрице и имеет силу для временного интервала $0 \leq t < T$, где T обозначает время, соответствующее началу пластического течения грунта. Соответствующие изменения в горизонтальных напряжениях в основной породе описываются выражением (16), которое означает, что сжимающие напряжения в основной породе также уменьшаются в течение рассматриваемого процесса:

$$\sigma_x^s = \frac{\sigma_x - n_r \sigma_x^r}{n_s}. \quad (16)$$

Подстановка уравнения (15) в уравнение (9) дает макроскопическое основное уравнение (17), описывающее горизонтальные деформации в основной породе ТБО, в которых принято в расчет влияние ползучести армирующей матрицы:

$$\varepsilon_x = \frac{1}{E_s} \left\{ (1 - \nu^2 B_x^s) \sigma_x + 2B_x^s \left[\left(\sigma_0^r - \frac{F}{D} \right) e^{-Dt} + \frac{F}{D} \right] - \nu (1 + \nu) B_x^s \sigma_y \right\}. \quad (17)$$

Уравнения (10) и (17) имеют силу до достижения основной породой ТБО условия текучести.

Примем специфическую форму условия текучести Кулона-Мора, которое имеет следующий вид в принятой системе обозначений:

$$f^s = (\sigma_y - \sigma_x^s) - (\sigma_y + \sigma_x^s) \sin \phi \leq 0. \quad (18)$$

Вышеприведенное неравенство определяет область изменения σ_x^s , соответствующую упругому поведению основной породы:

$$\sigma_x^s \geq \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \sigma_y = \Theta. \quad (19)$$

Основная порода становится пластичной, когда $\sigma_x^s = \Theta$. Подстановка уравнений (15) и (16) в условие (19) приводит к выражению:

$$\sigma_x^s = \frac{\sigma_x - n_r \sigma_x^r}{n_s} = \frac{\sigma_x}{n_s} - \frac{n_r \left[\left(\sigma_0^r - \frac{F}{D} \right) e^{-Dt} + \frac{F}{D} \right]}{n_s} = \Theta. \quad (20)$$

Время T , соответствующее началу пластического течения в основной породе ТБО определяется выражением:

$$T = -\frac{1}{D} \ln Q, \quad (21)$$

$$\text{где } Q = \frac{D\sigma_x - Dn_s \Theta - n_r F}{n_r (\sigma_0^r - F)}.$$

Необходимо отметить, что для достижения физически разумного решения должно выполняться условие $0 < Q < 1$.

4. Пластиичная основная порода – вязкоупругая армирующая матрица

После достижения основной грунтоподобной породой условия текучести, начинается вторая фаза поведения ТБО (P - V тип).

Условие текучести основной породы в составляющих напряжениях определяется выражением [5]:

$$f = (\sigma_y - \sigma_x^s)^2 - (\sigma_y + \sigma_x^s)^2 \sin^2 \phi + 4\tau_{xy}^2 = 0. \quad (22)$$

Скорости пластических деформаций можно определить с помощью ассоциированного закона течения [16]:

$$d\varepsilon_{ij}^p = d\lambda \frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}}, \quad (23)$$

где f – функция текучести:

$$d\varepsilon_x^p = d\lambda \frac{\partial f}{\partial \sigma_x^s} = -2d\lambda [\sigma_y (1 + \sin^2 \phi) - \sigma_x^s \cos^2 \phi], \quad (24)$$

$$d\varepsilon_y^p = d\lambda \frac{\partial f}{\partial \sigma_y} = 2d\lambda [\sigma_y \cos^2 \phi - \sigma_x^s (1 + \sin^2 \phi)], \quad (25)$$

$$d\varepsilon_{xy}^p = d\lambda \frac{\partial f}{\partial \tau_{xy}} = 2d\lambda (4\tau_{xy}). \quad (26)$$

Для упрощения пренебрежем упругими деформациями основной породы.

Процесс приложения нагрузки (в дальнейшем – нагружения) может быть представлен соответствующей траекторией в пространстве напряжений, а действительное (фактическое) напряженное состояние – вектором σ в том же пространстве (рис. 4).

Напряженное состояние, представленное вектором σ , лежащим внутри поверхности текучести, вызывает только упругие деформации. Когда конец вектора напряжений лежит на поверхности текучести, возможно также развитие пластических деформаций. Последующее приращение напряжений может быть направлено или внутрь поверхности текучести (разгрузка) или по касательной к этой поверхности (нейтральное нагружение). Во втором случае:

$$\frac{df}{d\sigma} = \frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}} d\sigma_{ij} = \frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}} d\sigma_{ij} = 0. \quad (27)$$

Необходимо отметить, что используются разные системы обозначений – или индексная или абсолютная.

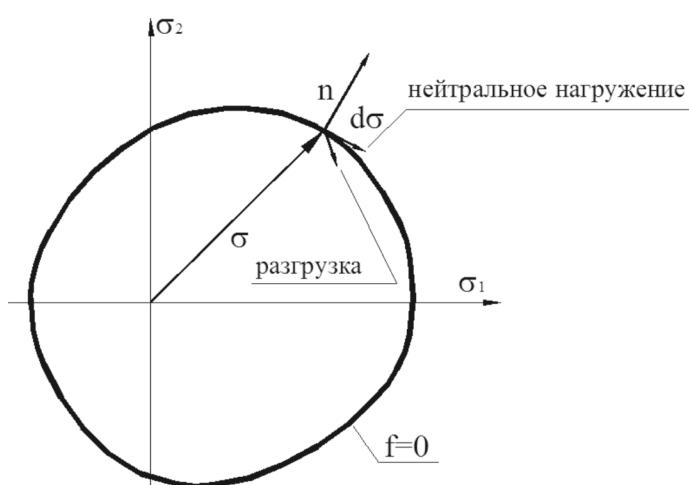


Рис. 4 [16] Иллюстрация разгрузки и нейтрального нагружения

Разгрузка описывается законом Гука. При нейтральном нагружении развиваются как упругие, так и пластические деформации. Пластические деформации, которые могут развиться при удовлетворении условий текучести определяются законом течения. Поскольку величина пластического течения не ограничена, нельзя ничего сказать об общих пластических деформациях, но можно представить так называемую скорость деформаций. Общая скорость деформаций состоит из упругой и пластической частей (28) [16]:

$$\frac{\partial \varepsilon_{ij}}{\partial \xi} = \frac{\partial \varepsilon_{ij}^e}{\partial \xi} + \frac{\partial \varepsilon_{ij}^p}{\partial \xi}, \quad (28)$$

где ξ – монотонно возрастающий параметр.

Значение ξ не всегда физически ясно. Во многих публикациях этот параметр рассматривается как время. Необходимо отметить, что идеально пластичное поведение не должно зависеть от реального времени, таким образом, более удобно ввести приращение пластических деформаций $d\varepsilon_{ij}^p$ взамен скорости деформаций [16].

Условия нагружения (27) для рассматриваемого случая получаются путем дифференцирования выражения (22):

$$\begin{aligned} \partial f / \partial \sigma_x^s &= -2 \left[\sigma_y \left(1 + \sin^2 \phi \right) - \sigma_x^s \cos^2 \phi \right]; \\ \partial f / \partial \sigma_y &= 2 \left[\sigma_y \cos^2 \phi - \sigma_x^s \left(1 + \sin^2 \phi \right) \right]; \partial f / \partial \tau_{xy} = 8 \tau_{xy}. \end{aligned}$$

Условия нагружения имеют вид:

$$df = - \left[\sigma_y \left(1 + \sin^2 \phi \right) - \sigma_x^s \cos^2 \phi \right] d\sigma_x^s + \left[\sigma_y \cos^2 \phi - \sigma_x^s \left(1 + \sin^2 \phi \right) \right] d\sigma_y + 8\tau_{xy} d\tau_{xy} = 0 \quad (29)$$

В случае постоянных макронапряжений $d\sigma_y = d\sigma_x = d\tau_{xy} = 0$ из уравнения (29) имеем:

$$\left[\sigma_y \left(1 + \sin^2 \phi \right) - \sigma_x^s \cos^2 \phi \right] d\sigma_x^s = 0. \quad (30)$$

Уравнение (30) обращается в равенство, когда либо $d\sigma_x^s = 0$, либо выражение в квадратных скобках равно нулю, что приводит к условию:

$$d\sigma_x^s = 0 \rightarrow \sigma_x^s = const. \quad (31)$$

Этот результат указывает на то, что в случае пластического течения основной грунтоподобной породы напряжения в вязкоупругой армирующей матрице (4) остаются постоянными.

В этом случае равенство (2) принимает канонический вид:

$$(E_1 + E_2/\eta) \sigma_x^r = E_1 \left[(d\varepsilon_x^r/dt) + E_2 \varepsilon_x^r / \eta \right] \rightarrow d\varepsilon_x^r/dt + D_1 \varepsilon_x^r = F_1, \quad (32)$$

где $D_1 = E_2/\eta$; $F_1 = \sigma_x^r \left[(E_1 + E_2)/E_1 \eta \right]$.

Начальные условия имеют следующий вид:

$$\varepsilon_x^r(t=0) = \varepsilon_0^r, \quad (33)$$

где ε_0^r – начальные деформации в армирующей матрице в момент времени $t=0$. Время t замеряется от начала пластического течения.

Решение уравнения (32) с начальными условиями (33) имеет вид [16]:

$$\varepsilon_x^r = \left(\varepsilon_0^r - \sigma_x^r/E^* \right) e^{-E_2 t/\eta} + \sigma_x^r/E^*, \quad (34)$$

где $E^* = (E_1 E_2)/(E_1 + E_2)$.

Модуль деформации E^* характеризует запаздывающую упругую реакцию материала при $t \rightarrow \infty$ [15].

Функция λ , появляющаяся в уравнениях (24)-(26) может быть определена из уравнений (24) и (34). Необходимо отметить, что скорость деформации (28) можно записать как:

$$d\varepsilon_x^p/d\xi, \quad (35)$$

где ξ – некоторый монотонно возрастающий параметр [16].

В классической теории пластичности не рассматривается процесс пластического течения, который зависит от реального времени. В рассматриваемом случае пластическое течение грунтоподобной составляющей контролируется вязкоупругими деформациями армирующей составляющей. Тогда пластическое течение зависит от реального времени и можно заменить $\xi = t$ в уравнении (35). Это наблюдение позволяет определить функцию λ и, впоследствии, пластические деформации армогрунтоподобного материала. Из этих результатов можно сделать заключение о том, что твердые бытовые отходы ведут себя в макроскопическом масштабе как вязкопластичный материал [16].

Несложные математические преобразования уравнений (24), (32), (34) приводят к следующему выражению:

$$\lambda = \frac{E_2 \left(\varepsilon_0^r - \frac{1}{E^*} \sigma_x^r \right) e^{-\frac{E_2}{\eta} t}}{2\eta \left[\sigma_y \left(1 + \sin^2 \phi \right) - \sigma_x^s \cos^2 \phi \right]}. \quad (36)$$

Заключение

Реологическая модель ТБО позволяет прогнозировать развитие напряженно-деформированного состояния массива отходов во времени и затухание осадок. Надежность прогноза зависит от достоверности показателей физико-механических свойств и реологических характеристик механической ползучести и биологического разложения отходов, определяемых в ходе полевых и лабораторных испытаний.

Список библиографических ссылок

1. Офрихтер В.Г. Особенности классификации твердых отходов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: «Строительство и архитектура». – Волгоград: ВолгГАСУ, 2009, вып. 14 (33). – С. 33-37.
2. Офрихтер В.Г., Лихачева Н.Н. Условие текучести твердых бытовых отходов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: «Строительство и архитектура». – Волгоград: ВолгГАСУ, 2012, вып. 29 (48). – С. 136-142.
3. Офрихтер В.Г., Лихачева Н.Н. Упругая модель твердых бытовых отходов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: «Строительство и архитектура». – Волгоград: ВолгГАСУ, 2013, вып. 32 (51). – С. 33-41.
4. Офрихтер В.Г., Лихачева Н.Н. Упругопластическая модель твердых бытовых отходов // Академический вестник УРАЛНИИПРОЕКТ РААСН. – Екатеринбург, 2013, вып. 2. – С. 86-90.
5. Ухов С.Б., Семенов В.В., Знаменский В.В., Тер-Мартиросян З.Г., Чернышев С.Н. Механика грунтов, основания и фундаменты. – М.: АСВ, 1994.
6. Bathurst R.J. Geosynthetics for reinforcement applications in retaining walls // Proceedings of 44 Canadian Geotechnical Conference. – Calgary, 1991, Vol. 2. – P. 1-10.
7. Bathurst R.J. Case study of a monitored propped panel wall // J.T.H. Wu (eds) Geosynthetic – Reinforced Soil Retaining Walls. – Rotterdam: Balkema, 1992. – P. 159-166.
8. Benigni C. Construction and performance of an experimental large scale wall reinforced with geosynthetics / C. Benigni, G. Bosco, D. Cazzuffi, R. De Col // H. Ochiai, N. Yasufuku, K. Omnie (eds) Earth Reinforcement. – Rotterdam: Balkema, 1996. – P. 315-320.
9. Djarwadi D. Construction and performance of spillway walls for Makakuning Dam / D. Djarwadi, I.H. Wong // Proceedings of 5th International Conference on Geotextiles, Geomembranes and Related Products. – Singapore, 1994. – P. 289-292.
10. Edgers, L. 1992. A biological model for longterm settlement in landfills. / Edgers, L., Noble, J.J., Williams, E. // Proceedings of Mediterranean Conference on Environmental Geotechnology. – Rotterdam: A.A.Balkema, 1992. – P.179-184.

11. König D. Zur Beurteilung der Standsicherheit und zur Prognose von Mischabfalldeponien. / D. König, R. Kockel, H.L. Jessberger // Priihls, H., Mullner, B. (hrsg.): 12 Nürnberg Deponieseminar «Geotechnische Probleme beim Bau von Abfalldeponien». – Eigenverlag LGA, Germany, 1996. – P. 93-118.
12. Manassero M., Van Impe W.F., Bouazza A. Waste Disposal and Containment // Preprint of Special Lectures and State-of-the-Art Reports for 2nd International Congress on Environmental Geotechnics. – Rotterdam: A.A. Balkema, 1996. – P. 193-242.
13. Park H.I., Park B. Prediction of MSW long-term settlement induced by mechanical and decomposition-based compression // International Journal of Environmental Research. – Tehran, Iran: University of Tehran, 2009, Vol. 3, Iss. 3. – P. 335-348.
14. Sawicki A. Mechanical analogues of soil compaction and associated phenomena // Journal Studia Geotechnica et Mechanica. – Wroclaw, 1996, Iss. XVIII (3-4). – P. 3-17.
15. Sawicki A., Kazimierowicz-Frankowska K. Creep behaviour of geosynthetics // Geotextiles and Geomembranes, 1998, Iss.16 (6). – P. 365-382.
16. Sawicki A. Mechanics of reinforced Soil. – Rotterdam: A.A. Balkema, 2000.

Ofrikhter V.G. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: ofrikhter@mail.ru

Likhacheva N.N. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: olga@pstu.ru

Perm National Research Polytechnical University

The organization address: 614990, Russia, Perm, Komsomolsky av., 29

Rheological model of municipal solid waste

Resume

Municipal solid waste (hereinafter MSW) represent the material similar to reinforced soil, for which the soil mechanic rules could be applied. During the study of MSW reinforced soil-like materials it is important to investigate the time-dependent phenomena such as creep or stress relaxation. At general description of reinforced soil-like material the rheological properties of reinforced matrix should be taken into account. The creep of reinforcement significantly influences on the general behaviour of reinforced soil-like material.

During the research of reinforced soils and reinforced soil-like materials it is important to investigate such time-dependent effects as creep and stress relaxation. In general description of reinforced soil-like material, rheological properties of reinforced matrix should be taken into account. Creepage of the reinforcement has a significant effect on general behaviour of reinforced soil-like mass.

Two types of behaviour are intrinsic to the simple model of elasto-plastic soil-like basic stratum of MSW, reinforced by viscous-elastic reinforced matrix. The first type corresponds to elastic soil-like stratum (type E-V) and second – to the plastic stratum (type P-V). For the description of elastic range of behaviour of soil-like stratum Hook law is accepted and for the description of its plastic properties – Mohr-Coulomb yield condition with associated flow rule. The reinforced matrix performance is intended in one horizontal direction, which corresponds to the structure of MSW, forming during the waste placement

The rheological model of MSW allows to predict the development of stress-strain state of waste body in time as well as settlement attenuation. The reliability of prediction depends on authenticity of the figures of physico-mechanical properties and rheological characteristics of mechanical creep and biological decay of waste, determined during the field and laboratory testing.

Keywords: municipal solid waste, reinforced soil-like material, rheological model.

Reference list

1. Ofrikhter V.G. Peculiar features of solid waste classification // Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering Series: Civil Engineering and Architecture. – Volgograd: VolgGASU, 2009, Iss. 14 (33). – P. 33-37.

2. Ofrikhter V.G., Likhacheva N.N. Conditions for solid waste flow // Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering Series: Civil Engineering and Architecture. – Volgograd: VolgGASU, 2012, Iss. 29 (48). – P. 136-142.
3. Ofrikhter V.G., Likhacheva N.N. Elastic model of solid household wastes // Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering Series: Civil Engineering and Architecture. – Volgograd: VolgGASU, 2013, Iss. 32 (51). – P. 33-41.
4. Ofrikhter V.G., Likhacheva N.N. Elasto-plastic model for municipal solid waste // Academic bulletin of UralNIIPROEKT RAASN. – Yakaterinburg, 2013, Iss. 2. – P. 86-90.
5. Ukhov S.B. Soil mechanics, bases and foundations / S.B. Ukhov, V.V. Semenov, V.V. Znamenskii, Z.G. Ter-Martirosian, S.N. Chernyshev – M.: ASV, 1994.
6. Bathrust R.J. Geosynthetics for reinforcement applications in retaining walls // Proceedings of 44 Canadian Geotechnical Conference. – Calgary, 1991, Vol. 2. – P. 1-10.
7. Bathrust R.J. Case study of a monitored propped panel wall // J.T.H. Wu (eds) Geosynthetic – Reinforced Soil Retaining Walls. – Rotterdam: Balkema, 1992. – P. 159-166.
8. Benigni C. Construction and performance of an experimental large scale wall reinforced with geosynthetics / C. Benigni, G. Bosco, D. Cazzuffi, R. De Col // H. Ochiai, N. Yasufuku, K. Omnie (eds) Earth Reinforcement. – Rotterdam: Balkema, 1996. – P. 315-320.
9. Djarwadi D. Construction and performance of spillway walls for Makakuning Dam / D. Djarwadi, I.H. Wong // Proceedings of 5th International Conference on Geotextiles, Geomembranes and Related Products. – Singapore, 1994. – P. 289-292.
10. Edgers L., Noble J.J., Williams E. A biological model for longterm settlement in landfills. // Proceedings of Mediterranean Conference on Environmental Geotechnology. – Rotterdam: A.A. Balkema, 1992. – P. 179-184.
11. König D., Kockel R., Jessberger H.L. Zur Beurteilung der Standsicherheit und zur Prognose von Mischaabfalldeponien. // Priihls, H., Mullner, B. (hrsg.): 12 Nürnberger Deponieseminar «Geotechnische Probleme beim Bau von Abfalldeponien». – Eigenverlag LGA, Germany, 1996. – P. 93-118.
12. Manassero M., Van Impe W.F., Bouazza A. Waste Disposal and Containment // Preprint of Special Lectures and State-of-the-Art Reports for 2nd International Congress on Environmental Geotechnics. – Rotterdam: A.A. Balkema, 1996. – P. 193-242.
13. Park H.I., Park B. Prediction of MSW long-term settlement induced by mechanical and decomposition-based compression // International Journal of Environmental Research. – Tehran, Iran: University of Tehran, 2009, Vol. 3, Iss. 3. – P. 335-348.
14. Sawicki A. Mechanical analogues of soil compaction and associated phenomena // Journal Studia Geotechnica et Mechanica. – Wroclaw, 1996, Iss. XVIII (3-4). – P. 3-17.
15. Sawicki A., Kazimierowicz-Frankowska K. Creep behaviour of geosynthetics // Geotextiles and Geomembranes, 1998, Iss. 16 (6). – P. 365-382.
16. Sawicki A. Mechanics of reinforced Soil. – Rotterdam: A.A. Balkema, 2000.



УДК 697.1(107), 697.03:5(107)

Давыдов А.П. – кандидат технических наук, профессор

E-mail: ap_Davidov@mail.ru

Валиуллин М.А. – кандидат технических наук, профессор

Габдрахиков Р.Р. – аспирант

E-mail: rust413@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

К вопросу влияния неравномерности всасывания на объем удаляемого воздуха

Аннотация

В вентиляционной технике, при улавливании выделяющихся вредностей от технологического оборудования, устраивают местные отсосы. Эффективность работы таких устройств зависит не только от равномерности всасывания. В случае несоосного расположения источника вредностей и воздухоприемника появляется необходимость создания неравномерного поля скоростей в воздухоприемнике.

В статье рассматривается течение вредностей от источника к стоку расположенных под различными углами. Получена аналитическая зависимость для определения скорости воздуха в любой точке отсоса. Эффективность улавливания определялась экспериментально при углах расположения источника и стока 90° и 180° , а также визуально с помощью теневого прибора Теплера. Неравномерность всасывания обеспечивалась установкой внутреннего экрана.

Ключевые слова: вентиляционная техника, улавливание вредностей, местный отсос, неравномерность всасывания.

Считается, что высокая равномерность всасывания обеспечивает высокую эффективность работы местного отсоса. Однако, это утверждение справедливо лишь для случая соосного расположения источника вредностей и отсоса. В случае несоосного расположения источника вредностей и воздухоприемника появляется необходимость создания неравномерного поля скоростей в воздухоприемнике [1], [2]. Рассмотрим плоскую схему течения – «источник вредностей» – «воздухоприемник», рис. 1.

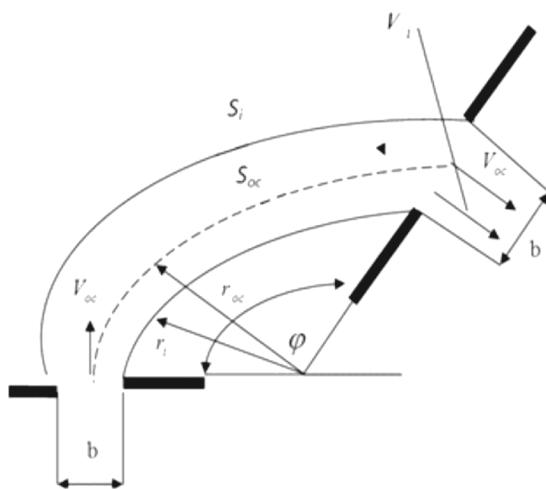


Рис. 1. Расчетная схема

Пусть вредные вещества выделяются равномерно и непрерывно со скоростью V_o , образуя воздушный потенциальный поток. Положение частиц в потоке определяется углом φ и радиусом r_i . Скорость воздуха в любой точке отсоса обозначим через V_i , а на оси потока через V_{oc} . Предполагая, что для предотвращения размыва потока вредностей

необходимо соблюсти условие одинаковости потенциалов скорости в сечениях потока, например, в плоскости отсоса. В этом случае справедливо записать:

$$V_{oc}dS_{oc} = V_i dS_i, \quad (1)$$

где V_{oc} – скорость на оси потока, м/с; V_i – скорость воздуха в любой точке рассматриваемого сечения, м/с; S_{oc} и S_i – соответственно путь проходимый частицей от источника до отсоса по оси и в отдалении от оси.

Путь, пройденный частицей, можно выразить через угол φ и радиус кривизны потока r_i . Таким образом, выражение (1) можно записать в виде:

$$V_{oc}r_{oc}d\varphi = V_i r_i d\varphi, \quad (2)$$

или

$$V_i = V_{oc} \frac{r_{oc}}{r_i}. \quad (3)$$

Скорость воздуха на оси воздухоприемника можно определить с достаточной степенью точности из выражения:

$$V_{oc,\varphi} = V_{oc,0} \frac{S_{oc}}{bm}, \quad (4)$$

где $V_{oc,0}$ – начальная скорость движения, выделяющихся вредностей, м/с; S_{oc} – длина пути, проходимая частицей по оси потока; b – высота воздухоприемного отверстия, м; m – коэффициент, учитывающий влияние экранных поверхностей.

Подставляя в выражение (3) выражение (4), получим:

$$V_i = V_{oc} \frac{r_{oc}}{r_i} \frac{S_{oc}}{bm}. \quad (5)$$

Длину пути, проходимую частицей потока от источника вредностей до отсоса, представляется целесообразным определять как часть длины эллипса, параметрическое уравнение которого, записывается так:

$$x = a \cos \varphi; y = c \sin \varphi, \quad (6)$$

где a и c оси эллипса.

Радиус кривизны, в этом случае, выразится в виде:

$$r = \frac{(a^2 \sin^2 \varphi + c^2 \cos^2 \varphi)^{2/3}}{ac}, \quad (7)$$

а длина пути:

$$S = \int_0^{\varphi} \sqrt{(a^2 \sin^2 \varphi + c^2 \cos^2 \varphi)} d\varphi. \quad (8)$$

С учетом выражений (6), (7) и (8) уравнение (5) можно представить как:

$$V_i = V_{oc} \frac{a_{oc} c_{oc} (a_{oc}^2 \sin^2 \varphi + c_{oc}^2 \cos^2 \varphi)^{2/3}}{b m a_i c_i (a_i^2 \sin^2 \varphi + c_i^2 \cos^2 \varphi)^{2/3}} \int_0^{\varphi} \sqrt{(a_{oc}^2 \sin^2 \varphi + c_{oc}^2 \cos^2 \varphi)} d\varphi. \quad (9)$$

В том случае, если $a=c=r$, где r радиус поворота потока воздуха по окружности.

В этом случае выражение (9) принимает вид:

$$V_i = V_{oc} \frac{r^{3/2}}{b m r_i^{2/3}} \int_0^{\varphi} d\varphi. \quad (10)$$

Уравнение (9) позволяет определить скорость воздуха по высоте отсоса при любой величине угла от 0 до φ_i . Из анализа уравнения (9) вытекает, что требуемая неравномерность всасывания воздуха по высоте отсоса зависит только от соотношения расстояний от общего полюса.

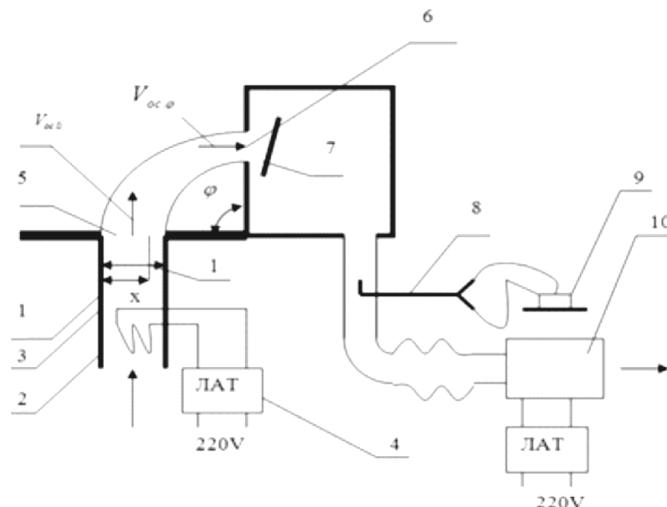
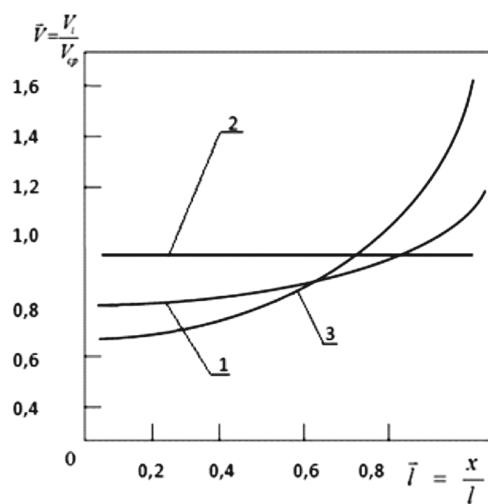


Рис. 2. Схема экспериментальной установки

С целью проверки полученных зависимостей были проведены экспериментальные исследования с использованием теневого прибора Теплера. Экспериментальная установка рис. 2 представляла собой воздухопровод – I. В начале воздухопровода размещался нагреватель – 2. Воздухопровод изолировался асбестовым шнуром – 3. Напряжение на нагревателе регулировалось с помощью лабораторного автотрансформатора – 4.

Конвективный поток выходил через отверстие – 5 размером 0,04x0,01 м с установкой вдоль большего края оптических стекол, с целью приближения течения к плоскому, и через отверстие размером 0,04x0,04 м. Улавливание конвективного потока осуществлялось через отверстия равного размера – 6. Неравномерность всасывания по высоте отверстий обеспечивалось установкой внутреннего экрана – 7. Скорость воздуха в конвективном потоке замерялась термоанемометром. Удаление воздуха осуществлялось пылесосом – 10, производительность которого регулировалась лабораторным трансформатором. Расход воздуха во всасывающем воздухопроводе определялся по динамическому давлению в нем, замеряемому пневтометрической трубкой – 8 и микроманометром ММН-250-9. Эксперимент проводился при двух углах установки отсоса относительно источника выделения вредностей – $\varphi=90^\circ$ и $\varphi=180^\circ$. Коэффициент m в расчетах принимался равным – 0,16 для $\varphi=90^\circ$ и 0,23 для $\varphi=180^\circ$.

Рис. 3. Кривые распределения скоростей – $\varphi=90^\circ$ и $\varphi=180^\circ$

На рис. 3 (кривая 1, $\varphi=90^\circ$; кривая 3, $\varphi=180^\circ$) приведена зависимость распределения скорости воздуха, входящего во всасывающее отверстие. По данным, приведенным на рис. 3, можно заключить, что в эксперименте обеспечивалась достаточно близкая к расчетной неравномерность всасывания воздуха. Максимальное отклонение составило 14 %. На этом же рисунке (кривая 2) показано распределение скорости воздуха конвективного потока в плоскости его выхода из отверстия, максимальное отклонение скорости составило 16 %.

Картина течения конвективного потока к отсосу при неравномерном всасывании фиксировалась с помощью теневого прибора Теплера при одновременном замере расхода воздуха. Объем удаляемого воздуха при использовании отсоса с неравномерным всасыванием был ниже на 40-60 % чем при равномерном всасывании для щелевого воздухоприемника. Расхождение между расходом удаляемого воздуха, рассчитанным с использованием формулы (9) и полученным в результате эксперимента, составила для щелевого воздухоприемника при угле $\varphi=90^\circ$, -13 %, для угла $\varphi=180^\circ$, -18 %.

На рисунке 4а и 4б приведены теневые картины течения «конвективная струя» – «отсос» для условий их расположения $\varphi=90^\circ$. Рис. 4а показывает картину течения для условий неравномерного всасывания, 4б для условий равномерного всасывания при одинаковых объемах удаляемого воздуха. Характер течения, представленный на рис. 4б показывает прорыв конвективного потока за пределы улавливания отсосом при угле $\varphi=90^\circ$.

На рисунке 5а и 5б приведены теневые картины течения «конвективная струя» – «отсос» для условий их расположения $\varphi=180^\circ$. Рис. 5а показывает картину течения для условий неравномерного всасывания, 5б для условий равномерного всасывания при одинаковых объемах удаляемого воздуха. Характер течения, представленный на рис. 5б также показывает прорыв конвективного потока за пределы улавливания отсосом при угле $\varphi=180^\circ$.

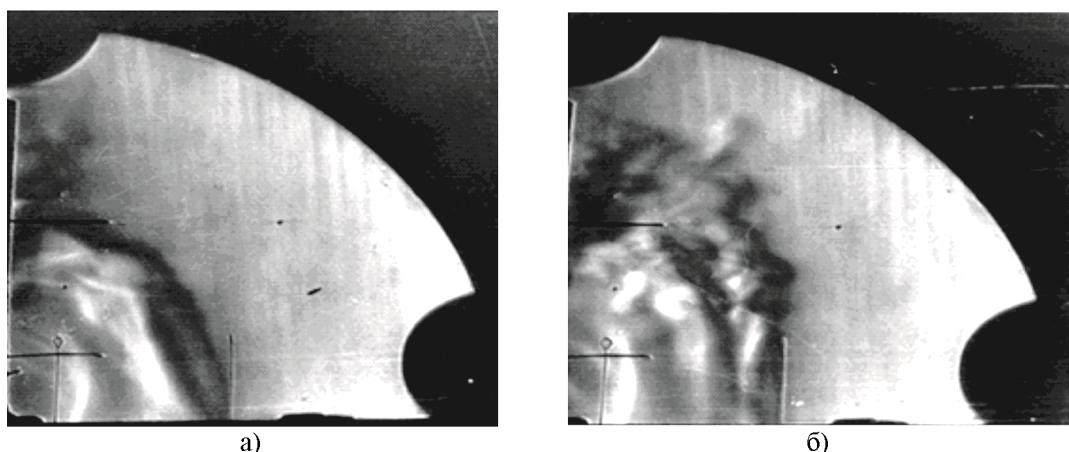


Рис. 4. Теневая картина течения «конвективная струя» – «отсос» для условий их расположения $\varphi=90^\circ$

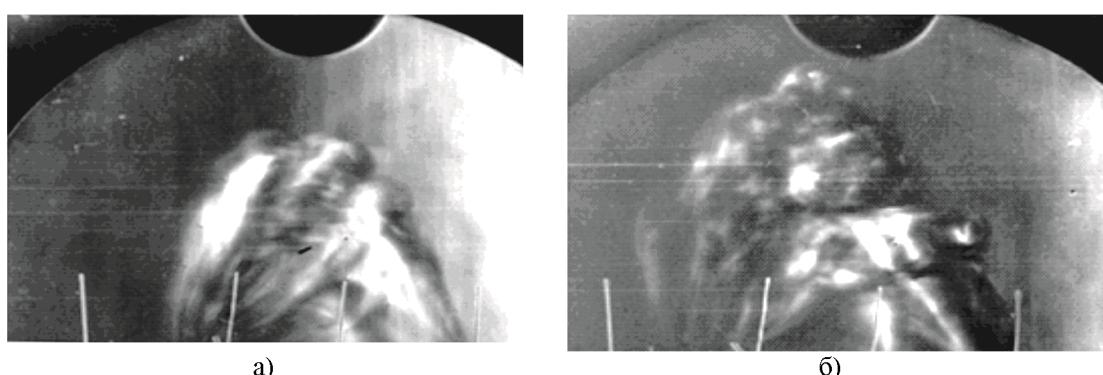


Рис. 5. Теневая картина течения «конвективная струя» – «отсос» для условий их расположения $\varphi=180^\circ$

Список библиографических ссылок

1. Порохин В.Н. Рациональное конструирование местных отсосов. // Водоснабжение и санитарная техника, № 11, 1978. – С. 28-29
2. Аверьянов А.Г., Гримиткин Я.И., Тимофеева О.И., Эльтерман Е.М., Эльянов Л.С. Вентиляция цехов судостроительных заводов. – Л.: Судостроение, 1969. – 156 с.

Davidov A.P. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: ap_Davidov@mail.ru

Valiullin M.A. – candidate of technical sciences, associate professor

Gabdrafikov R.R. – post-graduate student

E-mail: rust413@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

To the question of the influence of suction irregularity on the exhaust air volume

Resume

In some cases, technological equipment releases harmful substances as vapors, gases, dust, etc. In order to create the required sanitary-hygienic conditions the workplace is arranged by exhaust ventilation – a local suction.

The overall performance is determined by the uniformity of suction of pollutant emission. However, such a requirement is valid only in a coaxial arrangement of the «source» – a «sink». If it is not an important role on the local ventilation performance affects the condition of suction irregularity throughout the height of the holes.

This paper considers the case of out of alignment location of the system the «source» – a «sink». Analytically received dependence affords to determine the velocity of suction throughout the height of the air inlet at any angle of out-of-alignment of the system the «source» – a «sink».

Obtained dependences were verified experimentally by using the shadow device «Toepler». The irregularity suction throughout the height of the air inlet was regulated by the installation of internal screen.

The volume of exhaust air by using the air inlet with the irregular suction was 40-60 % less than in the same conditions but in equally suction air inlet. The discrepancy between the flow of exhaust air was calculated according to the dependences obtained in the experiment, was 13 % at an out-of-alignment angle of 90 degrees, and 18 % for an out-of-alignment angle of 180 degrees.

Keywords: ventilation equipment, carbon capture «hazards», system «source» – «sink», suction irregularity.

References

1. Posohin V.N. Rational design of local suction // Water supply and sanitary engineering, № 11, 1978. – P. 28-29.
2. Averianov A.G., Grimitkin Ia.I., Timofeev O.I., Elterman E.M., Elyanov L.S. Ventilation shops shipyards. – L.: Shipbuilding, 1969. – 156 p.

УДК 532.5:621.694.519.6

Золотоносов Я.Д. – доктор технических наук, профессор

E-mail: zolotonosov@mail.ru

Горская Т.Ю. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: tatyana_gorskaya@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Бармин К.Е. – студент

Казанский (Поволжский) федеральный университет

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

Метод коллокации для уравнения задачи движения

Аннотация

В работе приведена математическая модель задачи движения в осесимметричном канале. Численное решение уравнения для задачи движения предложено вычислять с помощью метода коллокации. Для этого в области интегрирования в качестве узлов коллокации берутся узлы Чебышева первого рода. Приводится вычислительная схема метода коллокации, приводящая к системе линейных матричных уравнений, которая решается методом матричной прогонки.

Ключевые слова: приближенные методы, вычислительная схема, задача движения.

Введение

Математическое моделирование в научных исследованиях является одним из перспективных направлений решения физических задач.

Существует несколько способов моделирования.

Предметное моделирование характеризуется тем, что осуществляется на модели, воспроизводящей основные геометрические, физические, динамические и функциональные характеристики оригинала. Физическое моделирование основывается на том, что объект и модель имеют одну и ту же физическую природу. В основе физического моделирования лежит теория подобия и анализ размерности. Аналоговое моделирование основано на изоморфизме явлений, имеющих различную физическую природу, но описываемых одинаковыми математическими уравнениями. Кибернетическое моделирование делает акцент на моделировании функционирования изучаемых систем, абстрагируясь от их структуры. Стохастическое моделирование основано на установлении вероятности тех или иных событий (например, изучение турбулентного течения жидкости). Математическое моделирование является универсальным видом моделирования, оно позволяет моделировать как весь объект целиком, так и по частям. Задачами математического моделирования являются: составление математической модели процесса, нахождение решения, оптимизация полученного решения, проверка адекватности математической модели реальным процессам.

Математическое моделирование экономичнее физического, так как оно не требует дополнительных расходов, связанных с проведением физического эксперимента. Эффективность математического моделирования зависит от полноты отражения изучаемого предмета, основой этого является доказательство идентичности (адекватности) математической модели. Проверка адекватности осуществляется путем сравнения результатов данного моделирования с уже имеющимися частными результатами. Многие исследователи предпочитают упрощать математическую модель. Однако проверка адекватности модели при этом требует дополнительных исследований, в том числе и экспериментальных, т.к. упрощенная модель не может в полной мере отражать реальный объект. Все это ведет к увеличению времени проведения исследования, а в некоторых случаях, к дополнительным капиталовложениям.

В настоящей статье предложена математическая модель для задачи движения [1], решаемая в традиционной постановке, в терминах скорость-давление. Преодоления

нелинейности системы дифференциальных уравнений Навье-Стокса ведется итерационным процессом. Для нахождения приближенного решения используются метод коллокации совместно с методом матричной прогонки. Анализ полученных результатов согласуется с ранее полученными результатами [1]. Таким образом, данная работа является продолжением работы, начатой в [1], и служит для обоснования использования предложенного в статье приближенного аппарата для решения задач гидродинамики в более сложных каналах.

Необходимо отметить, что интерес к применению метода коллокаций к уравнениям движения проявлялся и ранее (см., напр. [2]), однако, подобные исследования носили больше теоретический интерес и проводились на тестовых задачах. Было показано, что результаты решения тестовых задач были близки с известным точным решением и модельных задач о течении вязкой жидкости в каверне и об обтекании вязкой жидкостью уступа, что позволило оценить качество дискретной модели. Последующее решение конкретных задач, анализ полученных результатов и сравнение с известными результатами, опубликованными в научной литературе, позволяют судить об эффективности и применимости разработанных численных алгоритмов.

Постановка задачи

Известно [3], что задача движения вязкой жидкости в заданном канале описывается уравнениями Навье-Стокса, которые с учетом осесимметричного течения записываются в виде:

$$\begin{aligned} v_r \frac{\partial v_r}{\partial r} + v_z \frac{\partial v_r}{\partial z} - \frac{v_\phi^2}{r} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial r} + \nu \left(\frac{\partial^2 v_r}{\partial r^2} + \frac{\partial^2 v_r}{\partial z^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial v_r}{\partial r} - \frac{v_r}{r^2} \right); \\ v_r \frac{\partial v_\phi}{\partial r} + v_z \frac{\partial v_\phi}{\partial z} - \frac{v_\phi v_r}{r} &= -\frac{1}{\rho r} \frac{\partial p}{\partial \phi} + \nu \left(\frac{\partial^2 v_\phi}{\partial r^2} + \frac{\partial^2 v_\phi}{\partial z^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial v_\phi}{\partial r} - \frac{v_\phi}{r^2} \right); \\ v_r \frac{\partial v_z}{\partial r} + v_z \frac{\partial v_z}{\partial z} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + \nu \left(\frac{\partial^2 v_z}{\partial r^2} + \frac{\partial^2 v_z}{\partial z^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial v_z}{\partial r} \right); \quad \frac{\partial v_r}{\partial r} + \frac{\partial v_z}{\partial z} + \frac{v_r}{r} = 0, \end{aligned}$$

с граничными условиями:

$$\begin{aligned} z = 0, \quad v_r = 0, \quad v_\phi = 0, \quad v_z = u_0, \quad p = p_0, \quad \frac{\partial p}{\partial r} = 0, \quad \frac{\partial v_r}{\partial r} = 0; \\ r = 0, \quad v_r = 0, \quad v_\phi = 0, \quad \frac{\partial v_z}{\partial r} = 0, \quad \frac{\partial p}{\partial r} = 0; \\ r = R(z), \quad v_r = 0, \quad v_\phi = R(z)\omega, \quad v_z = 0, \end{aligned}$$

где $R(z) = R_0 \pm ztg\gamma$ – функция, описываемая диффузор и конфузор соответственно.

Для исключения давления из системы введем уравнение баланса сил трения и давления при установившемся движении вязкой жидкости:

$$S_{ceq} \Delta p = S_{bok} (p_{zr} + p_{\phi z}).$$

Здесь S_{ceq} – площадь осевого сечения, S_{bok} – площадь бокового сечения, $p_{zr}, p_{\phi z}$ – тензоры напряжения. Тогда:

$$p - p_0 = \frac{2l}{R(z)} \left(\frac{\partial v_r}{\partial z} + \frac{\partial v_z}{\partial r} + \frac{\partial v_\phi}{\partial z} \right).$$

В качестве математической модели в области $\Omega = \{(\bar{r}, \bar{z}) : 0 < \bar{r} < R(\bar{z}), 0 < \bar{z} < l\}$, рассмотрим стационарную линеаризованную систему уравнений Навье-Стокса для безразмерных составляющих скорости и давления. Для этого представим параметры скоростей, давления следуя [4]: $v_r = u_0 f(z, r)$, $v_\phi = \omega r \varphi(z, r)$, $v_z = u_0 H(z, r)$, $p - p_0 = \rho u_0^2 F(z, r) / Re$, где $Re = d_3 u_0 / \nu$ – число Рейнольдса; $d_3 = 4 \cos \gamma (r_0^3 - R_0^3) / (3(r_0^2 - R_0^2))$ – эквивалентный диаметр трубы; $\bar{r} = r/r_0$, $\bar{z} = z/L$, $\tilde{R}(\bar{z}) = R(\bar{z})/d_3$ – безразмерные переменные; $\bar{R}_0 = r_0/L$, $\tilde{R}_0 = r_0/d_3$ – безразмерные константы.

Обозначим $N = \omega r / u_0$ – число закрутки, $R(\bar{z}) = 1 + (-1)^n \bar{z} \operatorname{tg} \gamma / \bar{R}_0$, где $n=0$ в случае диффузора и $n=1$ в случае конфузора.

Тогда имеем следующую систему уравнений:

$$\tilde{R}_0 \operatorname{Re} \left(\bar{f} \frac{\partial f}{\partial \bar{r}} + \bar{H} \bar{R}_0 \frac{\partial f}{\partial \bar{z}} - \frac{N^2 \varphi \bar{\varphi}}{\bar{r}} \right) = -\frac{\partial F}{\partial \bar{r}} + \frac{\partial^2 f}{\partial \bar{r}^2} + \bar{R}_0^2 \frac{\partial^2 f}{\partial \bar{z}^2} + \frac{1}{\bar{r}} \frac{\partial f}{\partial \bar{r}} - \frac{f}{\bar{r}^2}; \quad (1)$$

$$\tilde{R}_0 \operatorname{Re} \left(\bar{f} \frac{\partial \varphi}{\partial \bar{r}} + \bar{H} \bar{R}_0 \frac{\partial \varphi}{\partial \bar{z}} + \frac{2 \bar{f} \varphi}{\bar{r}} \right) = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \bar{r}^2} + \bar{R}_0^2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \bar{z}^2} + \frac{3}{\bar{r}} \frac{\partial \varphi}{\partial \bar{r}}; \quad (2)$$

$$\tilde{R}_0 \operatorname{Re} \left(\bar{f} \frac{\partial H}{\partial \bar{r}} + \bar{H} \bar{R}_0 \frac{\partial H}{\partial \bar{z}} \right) = -\bar{R}_0 \frac{\partial F}{\partial \bar{z}} + \frac{\partial^2 H}{\partial \bar{r}^2} + \frac{1}{\bar{r}} \frac{\partial H}{\partial \bar{r}} + \bar{R}_0^2 \frac{\partial^2 H}{\partial \bar{z}^2}; \quad (3)$$

$$\frac{\partial f}{\partial \bar{r}} + \frac{f}{\bar{r}} + \bar{R}_0 \frac{\partial H}{\partial \bar{z}} = 0; \quad (4)$$

$$F(\bar{z}, \bar{r}) = \frac{2}{\bar{R}_0 \tilde{R}(\bar{z})} \left(\frac{\partial H}{\partial \bar{r}} + \bar{R}_0 \frac{\partial f}{\partial \bar{z}} + \bar{R}_0 N \frac{\partial \varphi}{\partial \bar{z}} \right). \quad (5)$$

Границные условия:

$$\bar{z} = 0, f = 0, \varphi = 0, H = 1, F = 0, \frac{\partial F}{\partial \bar{z}} = 0, \frac{\partial f}{\partial \bar{z}} = 0, \frac{\partial \varphi}{\partial \bar{z}} = 0, \quad (6)$$

$$\bar{r} = 0, f = 0, \varphi = 0, \frac{\partial H}{\partial \bar{r}} = 0, \frac{\partial F}{\partial \bar{r}} = 0;$$

$$\bar{r} = R(\bar{z}), f = 0, \varphi = 1, H = 0.$$

Задачу (1)-(6) будем решать методом коллокации, неизвестные функции f, φ, H, F будем искать в виде многочленов:

$$\begin{aligned} f(\bar{r}, \bar{z}) &= \sum_{k=0}^N \sum_{j=0}^N \alpha_{kj} \bar{z}^j \bar{r}^k, & \phi(\bar{r}, \bar{z}) &= \sum_{k=0}^N \sum_{j=0}^N \beta_{kj} \bar{z}^j \bar{r}^k, \\ H(\bar{r}, \bar{z}) &= \sum_{k=0}^N \sum_{j=0}^N \gamma_{kj} \bar{z}^j \bar{r}^k, & F(\bar{r}, \bar{z}) &= \sum_{k=0}^N \sum_{j=0}^N \theta_{kj} \bar{z}^j \bar{r}^k, \end{aligned} \quad (7)$$

где $\alpha_{kj}, \beta_{kj}, \gamma_{kj}, \theta_{kj}$ – неизвестные коэффициенты, которые находятся, согласно методу, в узлах коллокации. В качестве узлов возьмем узлы Чебышева первого рода, в области Ω они представляются в виде:

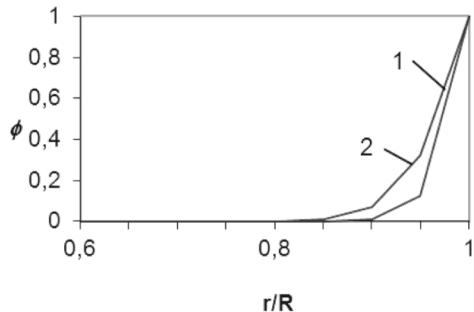
$$\bar{z}_i = \frac{l}{2} + \frac{l}{2} \cos \frac{2i-1}{2n} \pi, \quad \bar{r}_{mi} = \frac{R(\bar{z}_i)}{2} + \frac{R(\bar{z}_i)}{2} \cos \frac{2m-1}{2n} \pi, \quad i = \overline{0, n}, \quad m = \overline{0, n}. \quad (8)$$

Подставив разложения искомых функций (7) в уравнения (1)-(6), получим вычислительную схему метода в узлах (8) в виде матричных уравнений вида:

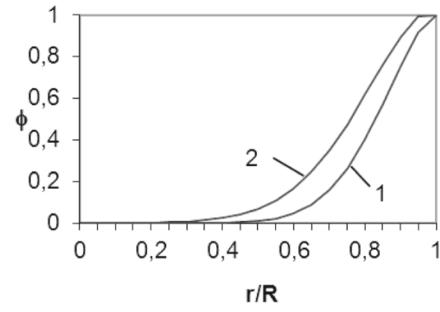
$$\begin{aligned} \sum_{k=0}^N \sum_{j=0}^N \sum_{m=0}^n \sum_{i=0}^n \alpha_{kj} A_{mi} &= 0, & \sum_{k=0}^N \sum_{m=0}^n \sum_{i=0}^n \alpha_{k0} \bar{r}_{mi}^k &= 0, & \sum_{j=0}^N \sum_{i=0}^n \alpha_{0j} \bar{z}_i^j &= 0, \\ \sum_{k=0}^N \sum_{m=0}^n \sum_{i=0}^n \alpha_{k1} \bar{r}_{mi}^k &= 0, & \sum_{k=0}^N \sum_{m=0}^n \sum_{i=0}^n \beta_{k0} \bar{r}_{mi}^k &= 0, & \sum_{k=0}^N \sum_{m=0}^n \sum_{i=0}^n \beta_{k1} \bar{r}_{mi}^k &= 0, \\ \sum_{k=0}^N \sum_{m=0}^n \sum_{i=0}^n \gamma_{k0} \bar{r}_{mi}^k &= 1, & \sum_{j=0}^N \sum_{m=0}^n \gamma_{1j} \bar{z}_m^j &= 0, & \sum_{k=0}^N \sum_{m=0}^n \sum_{i=0}^n \alpha_{kj} \bar{z}_m^j (R(\bar{z}_m))^k &= 0, \\ \sum_{k=0}^N \sum_{m=0}^n \sum_{i=0}^n \gamma_{kj} \bar{z}_m^j (R(\bar{z}_m))^k &= 0, & \sum_{k=0}^N \sum_{m=0}^n \sum_{i=0}^n \beta_{kj} \bar{z}_m^j (R(\bar{z}_m))^k &= 1, \\ \beta_{kj} &= L_1(\alpha_{kj}), \quad \gamma_{kj} = L_2(\alpha_{kj}), \quad \theta_{kj} = L_3(\alpha_{kj}, \beta_{kj}, \gamma_{kj}), \quad k = \overline{0, N}, \quad j = \overline{0, N}. \end{aligned}$$

Здесь неизвестные коэффициенты разложения α_{kj} находятся методом матричной прогонки, A_{mi} – известная матрица, полученная после применения метода коллокации.

Последовательно решая полученные системы, находим параметры вектора скоростей и давление в проточной части вращающегося канала типа «конфузор-диффузор» (рис. 1-4).

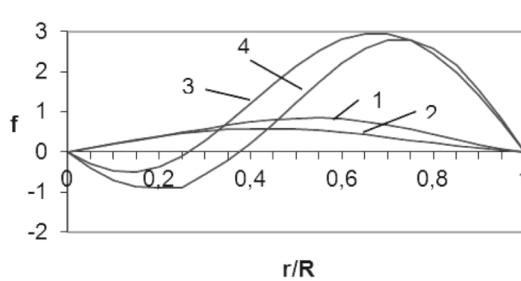


1) круглый канал, $N=2$;
2) канал типа «конфузор-диффузор», $N=2$

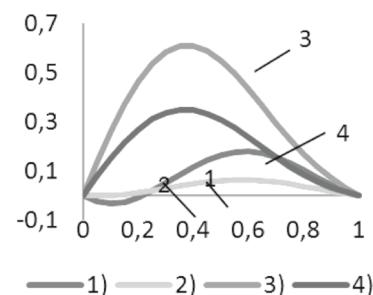


1) круглый канал, $N=2$;
2) канал типа «конфузор-диффузор», $N=2$

Рис. 1. Развитие профиля безразмерной окружной компоненты вектора скорости ϕ при различных значениях параметра закрутки по длине трубы: а) $z/L = 0,45m$, б) $z/L = 0,95m$

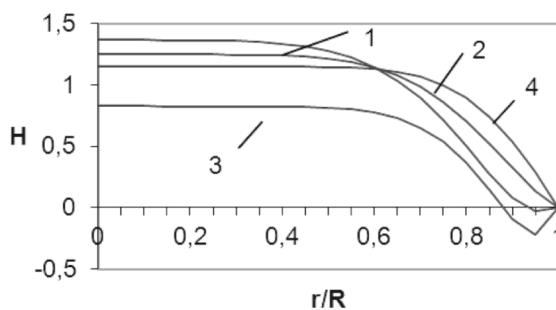


1 – канал типа «конфузор-диффузор», $N=0$,
2 – круглый канал, $N=0$;
3 – канал типа «конфузор-диффузор», $N=2$,
4 – круглый канал, $N=2$

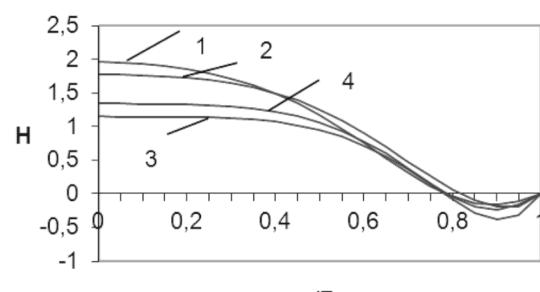


1 – канал типа «конфузор-диффузор», $N=0$,
2 – круглый канал, $N=0$,
3 – канал типа «конфузор-диффузор», $N=2$,
4 – круглый канал, $N=2$

Рис. 2. Развитие профиля безразмерной радиальной компоненты вектора скорости f при различных значениях параметра закрутки по длине трубы: а) $z/L = 0,45m$, б) $z/L = 0,95m$



1 – канал типа «конфузор-диффузор», $N=2$,
2 – круглый канал, $N=2$,
3 – канал типа «конфузор-диффузор», $N=0$,
4 – круглый канал, $N=0$



1 – канал типа «конфузор-диффузор», $N=2$,
2 – круглый канал, $N=2$,
3 – канал типа «конфузор-диффузор», $N=0$,
4 – круглый канал, $N=0$

Рис. 3. Развитие профиля безразмерной осевой компоненты вектора скорости H при различных значениях параметра закрутки по длине трубы: а) $z/L = 0,45m$, б) $z/L = 0,95m$

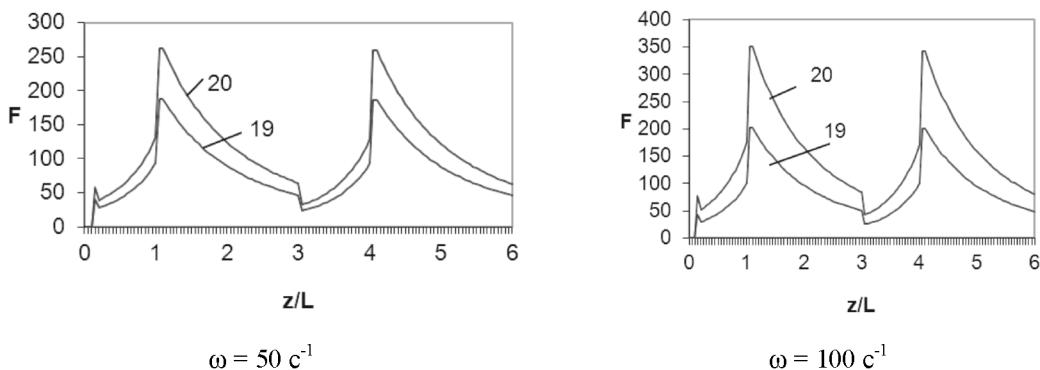


Рис. 4. Характер изменения безразмерного давления F в проточной части вращающейся волнистой трубы при различных угловых скоростях.
Цифры – номера сечений в радиальном направлении

Как следует из результатов численного решения, полученные значения скоростей и давления согласуются с результатами ранее проведенных исследований [1]. Расхождение составляет 10...12 %, что определяет целесообразность ее использования для решения задач гидродинамики течения вязкой жидкости во вращающихся и неподвижных каналах.

Список библиографических ссылок

- Горская Т.Ю. Гидродинамика ламинарного течения вязкой жидкости в теплообменных устройствах с вращающейся поверхностью типа «конфузор-диффузор». Дис...канд. техн. наук. – Казань, 2004. – 110 с.
- Семин Л.Г. Метод коллокации и наименьших квадратов решения краевых задач для уравнений Навье-Стокса. Дис...канд. физ.-мат. наук. – Новосибирск, 2002. – 106 с.
- Седов Л.И. Механика сплошной среды. – М.: Наука, 1973, Т. 2. – 584 с.
- Золотоносов Я.Д., Шафигуллин Т.Р. Математическая модель течения инжектирующей жидкости во вращающемся осесимметричном конвергентном канале центробежного струйного подогревателя // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики, 2001, № 5-6. – С. 36-41.

Zolotonosov Ya.D. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: zolotonosov@mail.ru

Gorskaya T.Yu. – candidat of technical sciences, associate professor
E-mail: tatyana_gorskaya@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Barmin K.E. – student

Kazan (Volga) Federal University
The organization address: 420008, Russia, Kazan, Kremlevskaya st., 18

Method of collocation for equations of the problem of motion

Resume

This work contains a mathematical model of the problem of motion in the axisymmetric channel. Numerical solution of equations for the problem of motion is proposed to calculate using the collocation method. For this purpose in the field of integration as a collocation nodes Chebyshev nodes of the first kind are taken. Given the computational scheme of the method of collocation, which leads to a system of linear matrix equations, which is solved by the method of the matrix is constructed. The results of numerical solutions in the form of the distribution

graphs of velocity vectors and the pressure of a flowing part of the study of the channel are resulted. It is shown that the results of this study are consistent with the results obtained earlier by the author with the help of other computational methods. Together with differential methods it is expedient to use a collocation method for the solution of problems of hydrodynamics of a current of viscous liquid in rotating and motionless canals.

Keywords: approximate methods, computational scheme, the task of the movement.

Reference list

1. Gorskaya T.Ur. Hydrodynamics of laminar flow of viscous liquid in heat-exchange devices with the revolved surface of type «confuser-diffuser». Diss. Cand.tech. sciences. – Kazan, 2004. – 110 p.
2. Semin L.G. Method of collocation and least-squares solutions of boundary value problems for the Navier-Stokes equations. Dis...Cand. physical Mat. Sciences. – Novosibirsk, 2002. – 106 p.
3. Sedov L.I. Continuum Mechanics. – M.: Nauka, 1973, T. 2. – 584 p.
4. Zolotonosov Ya.D., Shafigullin T.R. Mathematical model of a current of injecting liquid in the rotating axisymmetric convergent canal of a centrifugal jet heater // Izvestia of higher schools. The energy problems, 2001, № 5-6. – P. 36-41.

УДК 697.34

Соломин И.Н. – младший научный сотрудник

E-mail: solill@yandex.ru

Даминов А.З. – кандидат технических наук

E-mail: daminov@list.ru

Камалов Р.Ф. – кандидат технических наук

E-mail: rustemran@mail.ru

Исследовательский центр проблем энергетики ФГБУ науки Казанского научного центра РАН

Адрес организации: 420111, Россия, г. Казань, ул. Лобачевского, д. 2/31

Садыков Р.А. – доктор технических наук, профессор

E-mail: sadykov_r_a@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Утилизация и преобразование невостребованной тепловой энергии в теплоснабжающих системах от районных котельных

Аннотация

В статье рассмотрена возможная схема утилизации и преобразования теплоты уходящих дымовых газов районной газифицированной котельной. Предложена схема котельной с ОЦР-установкой на примере действующей районной котельной г. Казани. Проведен расчет режимов работы котельной с установкой на различных нагрузках, а также оценка эффективности применения ОЦР-установки в качестве утилизационной установки теплоты уходящих дымовых газов. Предложена зависимость для определения эксергетического КПД котельной с целью оценки эффективности ее работы.

Ключевые слова: система теплоснабжения, котельная, комбинированный источник энергоснабжения, органический цикл Ренкина.

В настоящее время существует тенденция активного использования децентрализованных комбинированных источников электро- и теплоснабжения, устанавливаемых как в существующих отопительных котельных, так и на вновь строящихся источниках тепла (мини-ТЭЦ).

Создание таких небольших энергоисточников имеет ряд преимуществ. Среди них основными являются короткие сроки строительства, повышение надежности теплоснабжения потребителей, снижение инерционности теплового регулирования и потерь в тепловых сетях, относительно сетей подключенных к крупным системам теплоснабжения и ТЭЦ.

При проектировании мини-ТЭЦ на базе существующих котельных необходимо учитывать, что тепловая энергия является первичной, а электрическая – вторичной. Но с учетом специфики российского рынка энергоресурсов (и не только российского), экономия электроэнергии является одной из важнейшей энергосберегающей составляющей повышения эффективности теплоснабжения потребителей и собственного энергообеспечения (источника) [1]. Это вытекает из анализа формирования цен (тарифа) на единицу мощности электрической и тепловой энергии. Поэтому теплоснабжающим организациям зачастую выгодно жертвовать некоторым количеством тепловой энергии, а в следствие этого природным газом, как основным топливом, в пользу выработки электричества для собственного обеспечения. Но, при этом также существует возможность использования невостребованной тепловой энергии на теплоисточнике, что делает производство некоторой части электроэнергии практически беззатратным.

Для производства электроэнергии на источниках теплоснабжения наибольшее распространение получили схемы с газопоршневыми (ГПУ) и газотурбинными (ГТУ) установками. Когенерационная установка обеспечивает, прежде всего, производство электроэнергии. Задачу получения тепла с гораздо меньшими капитальными затратами и

большей эффективностью может дать современный газовый котел, имеющий КПД на уровне 89÷92 %. При этом использование ГПУ и ГТУ влечет обязательный отвод тепла от установок для их эффективной работы. Данное тепло, в силу большой разницы в КПД с водогрейным котлом – основным теплоисточником, целесообразно преобразовывать для более «глубокого» производства электроэнергии.

В качестве установок для утилизации невостребованного тепла в зарубежных странах с развитыми отраслями тепловой энергетики активно используют установки, работающие по органическому циклу Ренкина (ОЦР). Данные установки способны утилизировать (преобразовывать) тепловую энергию различных теплоносителей (вода, пар, уходящие газы и т.д.), поэтому они совместимы с широким спектром основного теплоэнергетического оборудования. По этой причине ОЦР-установки все чаще становятся необходимым элементом автономной силовой установки любого типа. При этом тепловая энергия, подводимая к испарителю ОЦР-установки, не теряется безвозвратно, а используется для нагрева теплоносителя системы теплоснабжения и воды на нужды горячего водоснабжения.

В г. Казани действует мини-ТЭЦ на базе ГПУ электрической мощностью 0,3 МВт по адресу Каштановая, д. 18. Котельная оснащена четырьмя котлами: 1 котел марки КВГМ-10, 3 котла марки ТВГ-8М. Максимальный КПД котлов данных марок имеет свое максимальное значение в номинальном режиме (близком к максимальной нагрузке), и составляет 89,3 %. В данном режиме работы котлов температура уходящих газов составляет 178°C. Минимальная необходимая температура уходящих на входе в дымовую трубу, при которой исключено образование конденсата, составляет 110°C. Следовательно, существуют резервы для использования дополнительной тепловой энергии посредством утилизации теплоты уходящих газов.

С этой целью предложена схема котельной с ОЦР-установкой для утилизации теплоты уходящих дымовых газов котельной и системы охлаждения двигателя ГПУ (рис. 1).

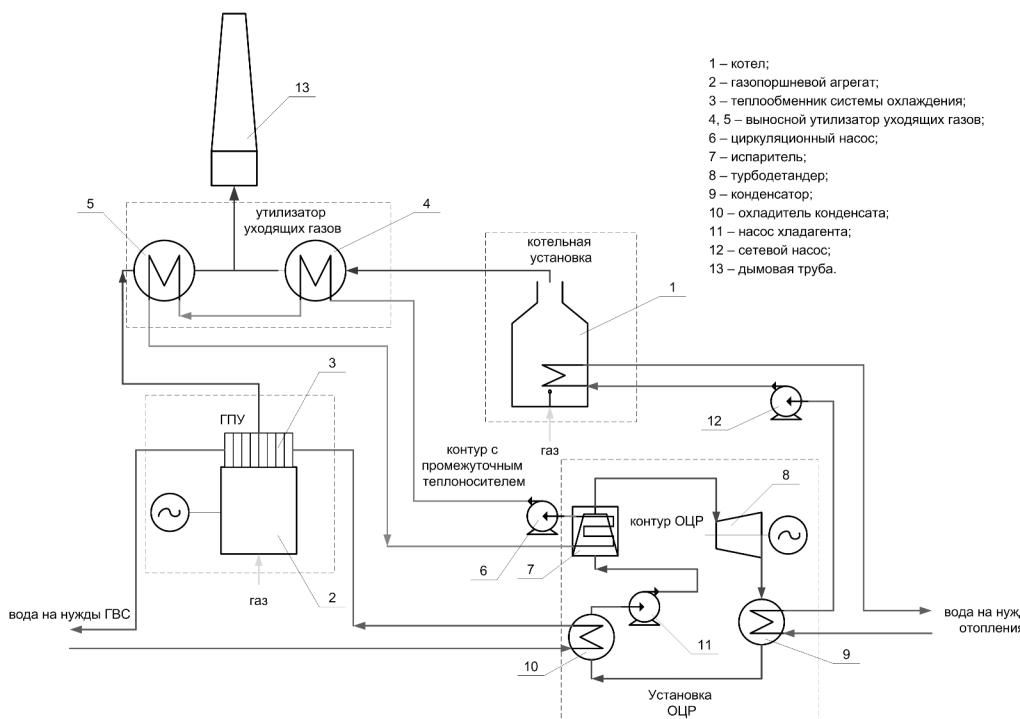


Рис. 1. Технологическая схема котельной с ГПУ и ОЦР-установками

В качестве утилизационной установки была рассчитана ОЦР-установка мощностью 0,3 МВт с рабочим телом R245fa. Разработка схемы утилизации и расчет установки производился совместно с инженерами шведской компании Svenska Rotor Maskiner (SRM).

Установка состоит из испарителя 7, турбодетандера 8, конденсатора 9, охладителя конденсата 10 и насоса 11.

Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1
Результаты расчетов ОЦР-установки

	Греющая сторона (термическое масло TRANSCAL)				Сторона охлаждения (вода)				Выработка электроэнергии		
	Нагрузка котлов	G [м ³ /ч]	T _{вх} [°C]	T _{вых} [°C]	Q [кВт]	G [м ³ /ч]	T _{вх} [°C]	T _{вых} [°C]	Q [кВт]	Мощность [кВт эл]	Нетто [кВт эл]
Нагрузка 1 (летняя)	140	130	110,0	1864	140	45	56,0	1646	226,9	215,6	
Нагрузка 2	140	140	116,0	2235	140	45	57,5	2011	258,3	245,3	
Нагрузка 3 (номинальная)	140	145	119,0	2416	140	45	58,5	2203	271,3	257,8	
	Потеря давления 50 кПа				Потеря давления 75 кПа				Рабочее тело R245fa		

Установка рассчитывалась на три нагрузки: при работе двух котлов ТВГ-8М и ПГУ в номинале, трех котлов и ГПУ в номинале и при полной тепловой загрузке котельной. В случае «Нагрузки 1» (летний режим) производилось переключение тепловой сети котельной Липатова, д. 7 через перемычку на работу от котельной Каштанова, д. 18 для загрузки котлов до номинального значения.

На различных нагрузках электрический КПД ОЦР-установки будет различным, в силу повышения температуры на стороне греющего контура (рис. 2).

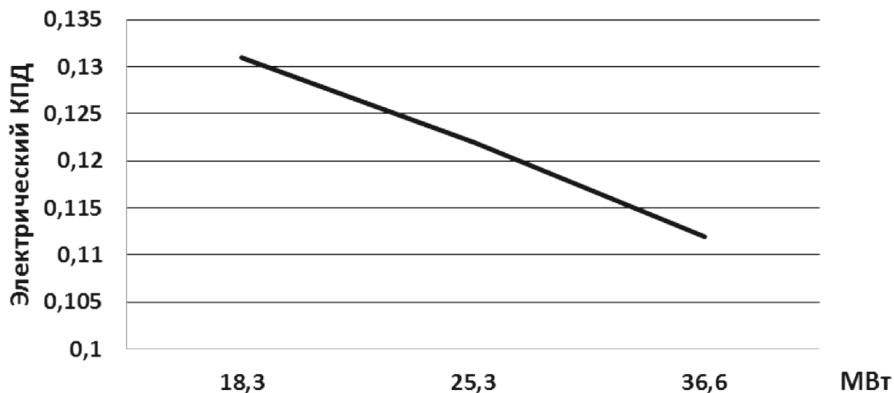


Рис. 2. Зависимость электрического КПД ОЦР-установки от нагрузки котельной

Основным показателем, по которому оценивалась эффективность работы всей котельной, был выбран общий КПД, объединяющий тепловой КПД и электрический. Данный КПД называется эксергетическим. В общем виде он записывается [2]:

$$\eta_e = \frac{E_{\text{вых}}}{E_{\text{вх}}} = \frac{N_e + E_Q}{B_e Q_n^p}, \quad (1)$$

где $E_{\text{вых}}$, $E_{\text{вх}}$, E_Q – соответственно эксергия на выходе и входе в систему и эксергия теплоты, Вт; N_e – электрическая мощность системы, Вт; B_e – расход топлива на выработку единицы эксергии, кг/с; Q_n^p – теплотворная способность топлива, Дж/кг.

Для анализа работы котельной из (1) можно вывести зависимость для определения эксергетического КПД с ОЦР-установкой:

$$\eta_e = \frac{N_e^{\text{ПУ}} + E_Q^{\text{КУ}} + N_e^{\text{ОЦР}} + E_Q^{\text{ОЦР}}}{(B_e^{\text{ПУ}} + B_m^{\text{КУ}})Q_n^p}. \quad (2)$$

Из (2) следует, что затрачиваемая энергия для производства тепловой и электрической мощности складывается из затрат энергоресурсов для ГПУ и котельной установки. А общий эксергетический КПД при использовании ОЦР-установки увеличивается на величину:

$$\frac{N_g^{OCP} + E_Q^{OCP}}{(B_e^{GPPY} + B_m^{KY})Q_n^p}. \quad (3)$$

С учетом затрачиваемой электроэнергии на перекачку промежуточного теплоносителя (термического масла), доля увеличения эксергии и КПД котельной на различных нагрузках аналогично электрическому КПД несколько падает (табл. 2).

Таблица 2
Доля эксергетического КПД ОЦР-установки

	Доля эксергии теплоты контура ОЦР-установки	Электрическая мощность ОЦР-установки	Общая доля эксергии ОЦР-установки	Доля эксергетического КПД
Нагрузка котлов	Q [кВт]	[кВт эл]	[кВт]	%
Нагрузка 1 (летняя)	1646	140,6	1786,6	9,7
Нагрузка 2	2011	170,3	2181,3	8,6
Нагрузка 3 (номинальная)	2203	182,8	2385,8	6,6

Из табл. 2 видно, что при использовании ОЦР-установки в качестве утилизационной установки теплоты уходящих дымовых газов и системы охлаждения двигателя ГПУ в предложенной схеме возможно повышение эксергетического КПД котельной в пределах 6,6÷9,7 % в зависимости от нагрузки котельной.

Выводы

1. Использование комбинированных установок генерации тепловой и электрической энергии ведет к существенному повышению эффективности теплоснабжения, в особенности в районах, не находящихся в радиусе действия крупных ТЭЦ.

2. Использование ОЦР-установок в качестве утилизационных установок значительно повышает эксергетический КПД котельной.

Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (Соглашение № 14.B37.21.0296)

Список библиографических ссылок

- Янчошек Л., Кунц П. Органический цикл Ренкина: использование в когенерации // Турбины и дизели, 2012, № 2. – С. 50-53.
- Зайцев Е.Д. Термодинамический метод расчета удельных расходов топлива на электроэнергию и теплоту, отпускаемую ТЭЦ // Новости теплоснабжения, 2012, № 12 (148), www.ntsn.ru.

Solomin I.N. – junior researcher

E-mail: sol11@yande.ru

Daminov A.Z. – candidate of technical sciences

E-mail: daminov@list.ru

Kamalov R.F. – candidate of technical sciences

E-mail: rustemran@mail.ru

**Research Center for power engineering problems of the FBO science, Kazan
Scientific Center of the RAS**

The organization address: 420111, Russia, Kazan, Lobachevsky st., 2/31

Sadykov R.A. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: sadykov_r_a@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Utilization and conversion of unclaimed thermal energy in heat supply systems of district boiler

Resume

Currently, there is an active tendency to use the combined power plants generate heat and electricity, especially in areas that are not within range of the large thermal power plants. Heat Supply organizations operating district heating plants are often beneficial to sacrifice a certain amount of heat, and in consequence of this natural gas as the main fuel for the benefit of generating electricity for their own consumption. For the production of electricity on heat supply source most widely using schemes with gas piston (HCP) and gas turbine (GT) units. The cogeneration unit provides electricity. The task of generating heat more efficiently can give a modern gas boiler, having efficiency at the level of 89-92 %. Using the gas piston unit and the gas turbine unit entails the removal of heat for their efficient operation. This heat is advisable to convert to electricity. For the utilization of unclaimed heat actively apply units operating on organic Rankine cycle (ORC). These units can dispose the thermal energy of the different heat transfer fluids, so they are compatible with a wide range of main power equipment. For existing boiler plant in Kazan was proposed scheme for utilization of heat of exhaust flue gases and the cooling system of the gas piston unit with using a ORC-installation. To evaluate the efficiency of the boiler room together with the installation was proposed the mathematical definition of dependence energetic efficiency of the scheme. Results showed that with the use of CRO-installation of such boilers is possible to increase his efficiency by up of 9,7 %.

Keywords: heat supply system, boiler, combined power source, the organic Rankine cycle.

Reference list

1. Yanchoshek L., Kunz P. Organic Rankine Cycle: the use of a CHP // Turbines and diesels, 2012, № 2. – P. 50-53.
2. Zaitsev E.D. Thermodynamic method for calculating fuel consumption for electricity and heat which is released CHP // News of heat supply, 2012, № 12 (148), www.ntsn.ru.

УДК 697.34

Соломин И.Н. – младший научный сотрудник

E-mail: solill@yandex.ru

Даминов А.З. – кандидат технических наук

E-mail: daminov@list.ru

Караева Ю.В. – кандидат технических наук

E-mail: julieenergy@list.ru

Исследовательский центр проблем энергетики ФГБУ науки Казанского научного центра РАН

Адрес организации: 420111, Россия, г. Казань, ул. Лобачевского, д. 2/31

Садыков Р.А. – доктор технических наук, профессор

E-mail: sadykov_r_a@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Значение коэффициента соотношения тарифов тепловой и электроэнергии в оптимизации параметров системы теплоснабжения

Аннотация

В статье рассмотрено влияние соотношение тарифов на тепловую и электроэнергию на значения оптимальных диаметров участков тепловой сети и расходов теплоносителя на них, а также на удельные затраты данных видов энергии на участках тепловой сети. Предложены математические зависимости определения оптимальных значений диаметров тепловой сети и расходов теплоносителя на них. Проведены численные исследования действующих участков тепловой сети.

Ключевые слова: система теплоснабжения, удельные затраты, тариф, энергосбережение.

Анализируя современное состояние теплоснабжающего сектора энергетики нужно отметить тот факт, что городские системы централизованного теплоснабжения продолжают работать с повышенной долей потерь тепловой энергии в магистральных и распределительных трубопроводах, намного превышающей нормативные значения. Это обстоятельство отрицательно сказывается на энергетической и экономической эффективности систем, снижает их конкурентоспособность по отношению к децентрализованным источникам теплоснабжения и создает тенденцию к экономически необоснованным тарифам на тепловую энергию для потребителей [1].

Среди основных причин такого положения с потерями в теплосетях:

- несовершенство и износ теплоизоляции теплопроводов;
- утечки теплоносителя в тепловых сетях;
- недоиспользование пропускной способности трубопроводов вследствие завышения расчётных тепловых нагрузок потребителей;
- излишняя централизация теплоснабжения в случаях подключения к системам теплоснабжения микрорайонов с малоэтажной жилой застройкой, имеющих низкую плотность тепловых нагрузок.

В определенной мере сверхнормативные потери будут присутствовать всегда, что определяется их неоднозначным происхождением – несовершенством теплоизоляции и недоиспользованием пропускной способности теплопроводов. Так, первую составляющую можно устранить путем применения новейших технологий, в частности, теплопроводов с пенополиуретановой теплоизоляцией, имеющей на сегодняшний день один из самых низких коэффициентов теплопередачи. Вторая же с развитием рыночных отношений в теплоснабжении подобным методом неустранима. Конкурирующие с централизованными системами децентрализованные теплоисточники, находящиеся в радиусе крупного централизованного источника всегда снижают некоторую часть их тепловой нагрузки. Кроме этого, теплосети проектируются и строятся в расчёте на

перспективу, так что определяемое недоиспользование их пропускной способности во временном разрезе закладывается изначально.

Нормативными считаются теплопотери, которые неизбежны при современном уровне технического прогресса. Данные потери являются невозвратными и определяют расход тепла на транспорт теплоэнергии, подлежащий оплате потребителем через устанавливаемые тарифы.

Норматив на тепловые потери устанавливается исходя из оптимального соотношения цены и качества мероприятий, направленных на снижение теплопотерь.

Сверхнормативные потери, обусловленные недоиспользованием пропускной способности тепловых сетей возможно снизить путем нахождения оптимальных диаметров участков тепловой сети при замене и капитальном ремонте, а также определения оптимальных расходов теплоносителя на данных участках. Оптимальные параметры функционирования системы теплоснабжения определяются из условия минимума затрат в тепловой сети. При этом достигается снижение потребление энергоресурсов и, соответственно, стоимости конечной единицы тепловой энергии. Поэтому данные мероприятия могут быть определены как энерго- и ресурсосберегающими и иметь место в инвестиционных программах теплоснабжающих компаний.

Под показателем энергосбережения понимается качественная и/или количественная характеристика проектируемых или реализуемых мер по энергосбережению, которая определяет:

- фактическую экономию топливно-энергетических ресурсов;
- снижение потерь топливно-энергетических ресурсов, в том числе за счет оптимизации режимных параметров теплоснабжения;
- снижения себестоимости производства тепловой энергии.

Показатели экономичности энергопотребления могут быть выражены в абсолютной или удельной форме. Абсолютная форма характеризует расход топливно-энергетических ресурсов в регламентированных условиях (режимах) работы.

В нормативной документации на продукт, потребляющие одновременно различные виды топлива и энергии, должны устанавливаться показатели энергопотребления по всем видам энергии в сумме в пересчете к одному виду единиц измерения. Поэтому, для сравнения эффективности работы системы теплоснабжения до и после внедрения энергосберегающих мероприятий наиболее показательными являются удельные затраты энергии в системе теплоснабжения на транспорт и распределение тепловой энергии [2]. Удельные энергетические затраты определяются путем суммирования годового объема потребления каждого вида ресурса, в данном случае природного газа и электроэнергии, с учетом стоимостных коэффициентов каждого из них и отнесения суммы к полезно распределенной и потребленной тепловой энергии:

$$\beta_{yo} = \frac{1}{9,81pc(t_{noo} - t_{obp})} \sum_i^n \left(\frac{k_u A_n G_i^2 (l_i + l_{ekb})}{\eta_{cn} d_i^{5,25}} + \frac{3600 q_{di} l_i \beta_i}{G_i} \right), \quad (1)$$

где η_{cn} – КПД сетевых насосов; G_i – расход теплоносителя на участке, $m^3/\text{ч}$; A_{ri} – коэффициент, зависящий от шероховатости участка трубопровода и плотности теплоносителя, $m^{3,25}/\text{кг}$; l_i – длина участка трубопровода, м; l_{ekb} – эквивалентная длина участка, м; d_i – диаметр участка, м; q_{di} – плотность теплового потока через тепловую изоляцию, $\text{Вт}/\text{м}$; β_i – коэффициент, учитывающий тепловые потери запорной арматурой; n – число участков тепловой сети; ρ – плотность теплоносителя, $\text{кг}/\text{м}^3$; c – удельная теплоемкость теплоносителя, $\text{ккал}/(\text{кг}\cdot\text{К})$; t_{noo} , t_{obp} – расчетные температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах соответственно, $^\circ\text{C}$; $k_u = T_\vartheta / T_T$ – коэффициент соотношения тарифов тепловой и электроэнергии.

В выражении (1) коэффициент k_u к количественной характеристике удельных затрат в тепловой сети добавляет качественную составляющую, оценивающую разницу в тарифах на различные виды ресурсов.

Выбор энергетических затрат в качестве целевой функции при оптимизации параметров систем теплоснабжения обусловлен определяющей долей этих затрат в эксплуатационных расходах. На соотношение эксплуатационных расходов котельными существенное значение оказывают установленные цены на энергоресурсы. Основными энергоресурсами для выработки тепловой энергии являются природный газ и электроэнергия. Расходы на данные ресурсы в структуре тарифа на тепловую энергию лежат в пределах 53÷55 % и 10÷15 % соответственно (рис. 1).

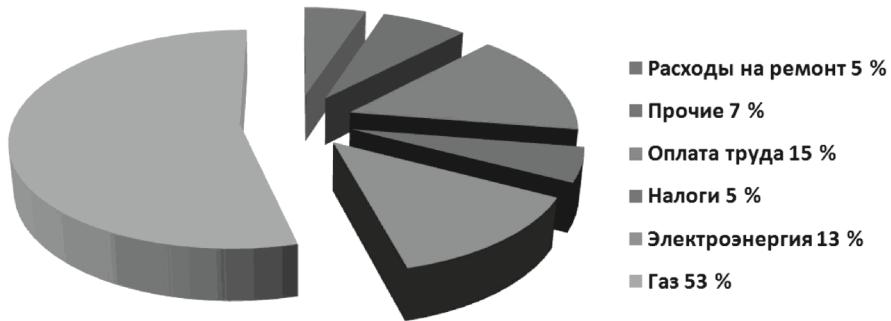


Рис. 1. Структура стоимости (тарифа) тепловой энергии от районной котельной

При определении оптимальных параметров системы теплоснабжения необходимо учитывать значения тарифов на энергоресурсы и с учетом этого определять резервы и издержки для их экономии. Соответственно максимальная экономия энергоресурсов будет зависеть не только от сэкономленного количества, но и от цены (табл.).

Таблица
Значения тарифов на энергоресурсы по годам

	Тариф на электроэнергию, руб./кВт	Тариф на тепловую энергию, руб./Гкал	Коэффициент соотношения тарифов
2006	1,52	482,60	2,708
2008	2,33	655,00	3,059
2010	3,10	846,90	3,147
2012	3,60	990,90	3,124
2013	3,87	1139,80	2,919

Выражение оптимального диаметра участка тепловой сети:

$$d_{\text{опт}} = \sqrt[6,25]{\frac{5,25 k_q A_r G^3 (l + l_{\text{экв}})}{3600 \eta_{\text{ч}} \beta a}}. \quad (2)$$

Для оптимального расхода выражение имеет вид:

$$G_{\text{опт}} = \sqrt[3]{\frac{3600(ad + b)l\beta\eta_{\text{ч}}d^{5,25}}{2A_R k_q (l + l_{\text{экв}})}}. \quad (3)$$

При введении в зависимости определения оптимальных диаметров участков тепловой сети и расходов теплоносителя коэффициента соотношения тарифов добавляется некоторое условие перераспределения долей затрат той или иной энергии в зависимости от их текущих цен.

Анализируя состояние цен и тарифов на энергоресурсы за последнее время можно отметить, что, совершенно естественно, неизменным остается превосходство тарифа на электроэнергию над тарифом на тепловую энергию (рис. 2).

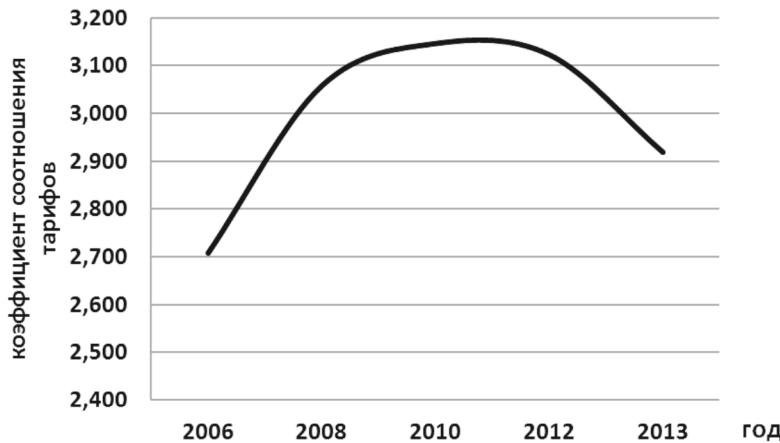


Рис. 2. Значение коэффициента соотношения тарифов по годам

Из графика (рис. 2) видно, что в период 2010-2012 года разница за единицу энергии электрической и тепловой имеет свое максимальное значение. При этом в данный период было выгодно проводить энергосберегающие мероприятия с целью экономии электроэнергии и изыскивать резервы по снижению ее потребления. В последнее время наметилась тенденция снижения разницы в тарифах за счет удорожания стоимости тепловой энергии. В таких условиях сбережение тепловой энергией ведет к значительной экономии в системе теплоснабжения наряду с электроэнергией.

С учетом анализа коэффициента соотношения тарифов проведен расчет оптимальных значений диаметров участков, расходов теплоносителя на них, а также удельных затрат в тепловой сети для действующей системы теплоснабжения от котельной Сыртлановой, д. 27 г. Казани.

На рис. 3. представлена графическая зависимость значений оптимального расхода теплоносителя на участке действующей сети от котельной Сыртлановой, д. 27 диаметром 480 мм длиной 85 м канальной прокладки.

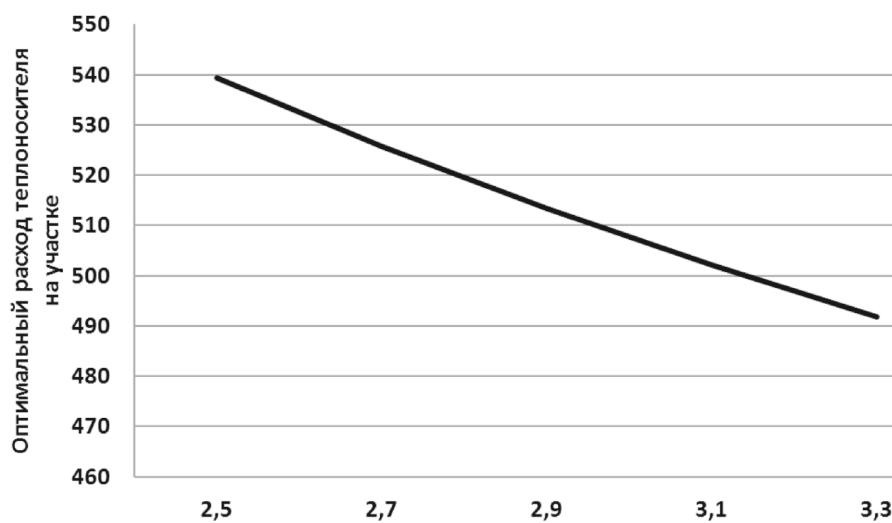


Рис. 3. Зависимость значений оптимального расхода на участке тепловой сети от коэффициента соотношения тарифов

Из рис. 3 видно, что при повышении коэффициента соотношения тарифов значение оптимального расхода снижается. Это объясняется высокой ценой на электроэнергию, что создает предпосылки ее экономии посредством снижения скорости движения теплоносителя по трубопроводу, а, следовательно, и снижением сопротивления сети.

Значения оптимальных диаметров в меньшей степени зависят от данного коэффициента, но также существует тенденция к увеличению пропускной способности трубопровода с ростом тарифа на электроэнергию.

На рис. 4 приведены графические зависимости затрат на участке действующей тепловой сети с диаметром трубопровода 108 мм канальной прокладки длиной 195 м при различных значениях тарифов.

Таким образом, применяя зависимости для определения оптимальных значений расходов и диаметров при условии минимума удельных затрат, необходимо учитывать разность в тарифах на энергоресурсы, т.к. данное условие позволяет скорректировать данные значения в зависимости от ценности и стоимости тепловой и электроэнергии для теплоснабжающей организации.

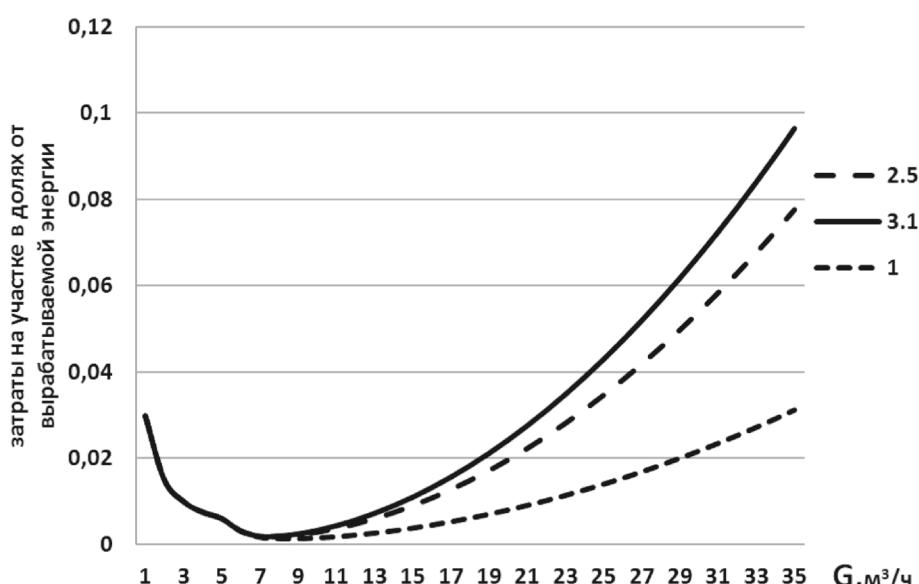


Рис. 4. Зависимость затрат на участке тепловой сети от величины расхода теплоносителя при различных коэффициентах соотношения тарифов

Выводы

1. Эффективность энергосберегающих мероприятий определяется из условия минимума суммарных удельных затрат, которые определяются с учётом тарифов на энергоресурсы.

2. Оптимальные значения диаметров участков тепловой сети и расходов теплоносителя на них, определяемые из условия минимума удельных затрат, зависят от соотношения тарифов на тепловую и электроэнергию.

Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (Соглашение № 14.B37.21.0336)

Список библиографических ссылок

- Трутаев В.И., Сыропущинский В.М. Сверхнормативные потери теплоэнергии в теплосетях: вопросы учёта и распределения // Энергия и менеджмент, 2011, № 5. – С. 2-10.
- Авсюкевич А.Д. Энергоэффективность и энергосбережение в системах теплоснабжения // Строительство уникальных зданий и сооружений, 2013, № 2. – С. 40-54.

Solomin I.N. – junior researcher

E-mail: sol11@yandex.ru

Daminov A.Z. – candidate of technical sciences

E-mail: daminov@list.ru

Karaeva J.V. – candidate of technical sciences

E-mail: julieenergy@list.ru

Research Center for power engineering problems of the FBO science, Kazan Scientific Center of the RAS

The organization address: 420111, Russia, Kazan, Lobachevsky st., 2/31

Sadykov R.A. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: sadykov_r_a@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

The coefficient of correlation of heat and electricity tariffs in optimizing the parameters of the heat supply system

Resume

Currently, the district heating system continue to operate with a high proportion of thermal energy losses in transmission and distribution in pipelines, which higher than the standard values. Among the main causes of losses of heat in pipeline of heat supply system under-utilization of throughput ability due to overpricing calculated heat loads users. Regulatory are considered heat losses that are inevitable at the current level of technological progress. These losses are unrecoverable and determine of heat in the value the heat transport, payable by the consumer through the established rates. Excess loss due to under-utilization of throughput ability can be reduce by finding the optimal diameter of the heat network sector while replacing and refurbishing, as well as determine the optimum coolant flow in these sectors. The optimal parameters for the functioning of the heating system are determined by minimizing the costs of heating network. Achieves a reduction in energy consumption and, consequently, the cost of the final unit of heat energy. To compare the efficiency of the heating system before and after optimization diameter sectors of the heat network and coolant flow to them are the most indicative unit cost of energy in the heating system in the transport and distribution of thermal energy. For their definition proposed mathematical relationships using the ratio of tariffs for heat and electrical energy. The calculations existing boiler Kazan have shown that this factor allows us to adjust the values of the optimal diameter and flow depending on the value and cost of heat and electricity for the heat supplier.

Keywords: heat supply system, unit costs, tariff, energy saving.

Reference list

1. Trutaev V.I., Syropuschinsky V.M. Excess heat loss in heat supply systems: issues of accounting and distribution // Energy and Management, 2011, № 5. – P. 2-10.
2. Avsyukevich A.D. Energy efficiency and energy savings in heating // Construction of unique buildings and structures, 2013, № 2. – P. 40-54.

УДК 628.334.5.336.43

Адельшин А.А. – кандидат технических наук, доцент

Адельшин А.Б. – доктор технических наук, профессор

E-mail: a566pm@rambler.ru

Урмитова Н.С. – кандидат технических наук, доцент

Береговая В.А. – студент

Минюшов Л.Р. – студент

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

**Полноблочная установка гидродинамической очистки
нефтепромысловых сточных вод с использованием закрученных потоков¹**

Аннотация

На основе исследований разработаны и запроектированы установки для очистки нефтепромысловых сточных вод (НСВ) по следующим технологическим схемам: гидроциклон – цилиндрические камеры – жидккая контактная масса (ЖКМ) – отстойник – гидродинамический коалесцирующий фильтр – отстойник.

За счет центробежных сил в гидроциклоне и турбулентного движения воды в цилиндрических камерах разрушаются бронирующие оболочки капель нефти, они укрупняются, увеличивается монодисперсность.

В статье представлены новое технологическое и техническое решение блочных гидроциклических установок (БГКО) для очистки НСВ на основе применения закрученных потоков; даны основные параметры и требования к качеству НСВ, рекомендуемые для расчета, разработка новых и совершенствование существующих установок очистки НСВ для заводнения нефтяных пластов.

Ключевые слова: нефтепромысловая сточная вода, гидроциклон, цилиндрические камеры, поток закрученный, отстойник, жидккая контактная масса, коалесценция, очистка воды, гидродинамическая обработка, фильтр.

По стране объем НСВ 1,2 млрд. м³ в год из которых более 90 % используется в для заводнения нефтяных пластов. Заводнение нефтяных пластов позволяет увеличить нефтеотдачу пластов в 1,5-2 раза, при этом сокращается потребление пресных вод, решаются проблемы ликвидации НСВ и охрана окружающей среды от загрязнений на промыслах [1-4].

К минерализованным системам относятся нефтесодержащие сточные воды (НСВ), которые имеют суспензионно-эмulsionный характер. Состояние бронирующих оболочек на каплях нефти, предопределяют методы разрушения их, очистки НСВ. Удаление из НСВ нефти и механических примесей производится с целью заводнения их в нефтяные пласты для увеличения нефтеотдачи пласта.

При извлечении нефти из пласта изменяются свойства и параметры флюидов, качество пластовых вод, состояние нефтепромыслового оборудования. После установок подготовки нефти (УПН) нефтепромысловые сточные воды предварительно очищаются от нефти и механических примесей и закачиваются в нефтяной, не нарушая его приемистости через нагнетательные скважины с целью увеличения отдачи пласта.

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (на 2009-2013 г. от 22.03.12 г. № 223, от 27.07.12 г. № 2/8/3).

Для успешной очистки НСВ, т.е. для быстрого снижения агрегативной и кинетической устойчивости капель нефти, содержащихся в НСВ разрабатываются установки и аппараты очистки НСВ, которые увеличивают эффект очистки, глубину очистки и скорость процесса очистки. За счет этого происходит быстрое укрупнение капель нефти, т.е. процесс коалесценции – полидисперсная система переходит в монодисперсную.

Эти процессы осуществляются наиболее полно и интенсивно при предварительной определенной степени турбулизации потока НСВ в полости различных гидродинамических каплеобразователей с последующим отстаиванием. Высокий и стабильный эффект очистки НСВ может быть достигнут за счет предварительной гидродинамической обработки ее в закрученном потоке.

Современные индустриальные методы обустройства нефтяных месторождений требует применения нового оборудования с высоким эффектом очистки и единичной мощностью, герметичностью и удобным при заводском изготовлении и монтаже.

Для решения данных требований необходимо: создать новые методы, установки, аппараты, разработать более эффективные конструкции сборных, распределительных устройств, которые улучшают гидродинамику потоков сооружения; улучшение и создание новых технологических процессов; разработка методов расчета, проектирования, улучшения конструкции аппаратов и правильная эксплуатация данных установок и аппаратов.

С целью эффективного разрушения, укрупнения, уменьшения полидисперсности и увеличения монодисперсности капель нефти созданы установки очистки НСВ за счет гидродинамической обработки сточных вод в разных областях закрученного потока [2-13].

Технология реализована в аппаратах, установках очистки НСВ по данным схемам: гидроциклон – цилиндрические камеры сливов гидроциклиона – жидкая контактная масса (ЖКМ) – отстойник; гидроциклон – цилиндрические камеры – ЖКМ – отстойник. В гидроциклах и цилиндрических камерах происходит разрушении бронирующих оболочек, раздробление и коалесценция капель нефти, т.е. увеличение монодисперсности. За счет гидродинамической обработки НСВ в закрученном потоке достигается высокий и стабильный эффект очистки НСВ во всех областях закрученного потока, т.е. расширяется течение закрутки, правильное затухание закрученного потока и т.д. Энергия потока используется с целью наиболее эффективной реализации механизма разрушения нефтяных эмульсий.

На основе проведенных исследований разработаны различные конструкции аппаратов типа БГКО, защищенные патентами РФ [5-13].

На рис. 1 представлена технологическая схема полноблочной установки (станции) гидродинамической очистки нефтепромысловых сточных вод с использованием закрученных потоков. Производительность данной установки $1200 \text{ м}^3/\text{сут}$ (БГКО-1200). Установка предназначена для очистки НСВ при заводнении нефтяных пластов, в состав которой входят «гидроциклон – цилиндрические камеры – коалесцирующая гидрофобная насадка – отстойник I», емкость очищенной воды II, емкости уловленной нефти III, кустовая насосная станция (КНС) для перекачки очищенной воды в пласт IV, насосы для перекачки уловленной нефти V на установку подготовки нефти (УПН), насосы для подачи промывной воды VI из емкости II в напорную систему разрыхления и смыва осадка 25 отстойника, запорно-регулирующей арматуры 27 и обвязки технологических трубопроводов.

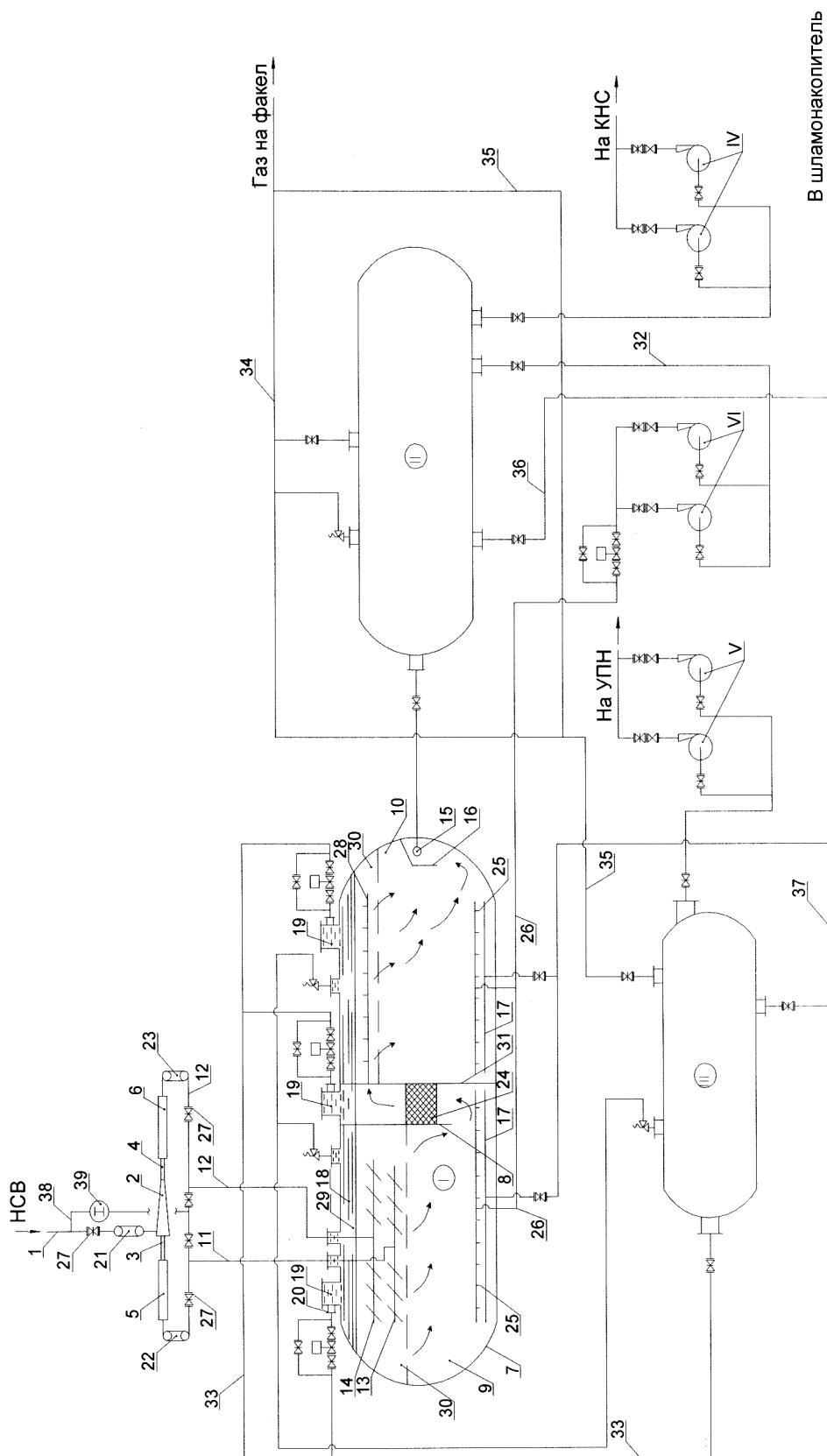


Рис. 1. Технологическая схема станции очистки нефтепромысловых сточных вод БГКО-1200

Работа установки состоит из следующих этапов (рис. 1): нефтесодержащая сточная вода по трубопроводу 1 подается в гидроциклон 2 через распределительное кольцо 21. НСВ из верхних сливов 3 гидроциклонов 2 подается в цилиндрические камеры 5, а из нижних сливов 4 – в цилиндрические камеры 6. Из цилиндрических камер 5 поток подается в напорное трубчатое сборное кольцо слива 22, а после, по трубопроводу 11, – в распределитель 13, а из него, в виде равномерно распределенного потока, в слой жидкой контактной массы 30, где происходит интенсивная коалесценция капель нефти, переход укрупнившихся капель нефти в слой уловленной нефти 18, контактная очистка НСВ от нефти. Поток эмульсии из камер 6 поступает в напорное трубчатое сборное кольцо нижнего слива 23 и далее по трубопроводу 12 – в распределитель нижнего слива 14, а из него, в виде равномерно распределенного потока – непосредственно к нижней поверхности слоя нефти 18 в зону турбулентного перемешивания 30. Потоки, выходящие из распределителей 13 и 14, интенсивно перемешиваются в слоях жидкой контактной массы 30 и нефти 18, что повышает эффективность коалесценции капель нефти и контактной очистки НСВ.

Осадок со дна отстойника 7 удаляется через систему разрыхления и удаления осадка 25 по трубопроводу 26, где под напором подается вода, которая, вытекая из сопел, смывает осадок к трубчатой дырчатой системе сбора и отвода осадка 17, и по трубопроводу 37 отводится в шламонакопитель.

Более мелкие частицы нефти, которые с потоком воды вынесены из рабочей секции 9 в слое коалесцирующей насадки 24 укрупняются и перемешиваются интенсивно в слоях эмульсии высококонцентрированной 30 и нефти 18. Далее, частично очищенные НСВ через телескопический трубчатый коллектор – распределитель 28, в котором имеются сопла, установленные перпендикулярно и направленные вверх телескопическому коллектору подаются в следующую секцию 10 прямо в слой жидкой контактной массы 30 и нефти 18. Уловленная нефть из секции 9 и 10 отводится через нефтесборники 19 и патрубок 20. Очищенная вода отводится из секции 10, обойдя отбойник 16 через систему сбора и отвода очищенной воды 15.

С целью профилактики, ремонта, ликвидации аварий, реконструкции, изменения технологии очистки закрывают задвижку 27, открывая остальные задвижки. Под напором исходная НСВ по трубопроводу 1 поступает в сужающийся закручивающийся канал камеры 39, образуются затопленные струи, касательные к внутренней поверхности обводного трубопровода, в канале в целом образуется стабильный закрученный высокотурбулентный поток с постоянно увеличивающейся скоростью вращения и закрутки, а на выходе из камеры 39 на некотором расстоянии образуется область затухания закрученного потока и область, переходная на осевое потенциальное течение. Все это способствует увеличению дальности закрученного потока и времени гидродинамической обработки НСВ в объеме закрученного потока и разрушению бронирующих оболочек и коалесценции нефтяных частиц, повышению эффекта очистки.

Часть НСВ по трубопроводам 38 и 11 подается в распределитель 13 и далее в слой жидкой контактной массы 30, где осуществляется контактная очистка НСВ от нефти.

Вторая часть исходной НСВ по трубопроводу 12 поступает в распределитель 14, а из него, в виде равномерно распределенного потока непосредственно нижней поверхности слоя нефти 18, т.е. в зону турбулентного перемешивания 30. Потоки, выходящие из распределителя 13 и 14, интенсивно перемешиваются в слоях жидкой контактной массы 30 и нефти 18, что повышает эффективность контактной очистки НСВ.

В дальнейшем, очистка НСВ, удаление очищенной воды, уловленной нефти и осадка происходят аналогично выше описанному процессу. Таким образом, в указанных выше режимах, работа устройства не прекращается.

Очищенная вода из емкости I по трубопроводу 15 направляется в емкость II. Далее вода из этой емкости перекачивается насосом IV в пласт. По трубопроводу 54 очищенная вода из емкости II подается для разрыхления и удаления осадка 26 отстойника 1 с помощью насоса VI.

Накопившийся осадок удаляется из отстойника по системе удаления осадка 17 в шламонакопитель.

Уловленная нефть через нефтесборники 19 и патрубки 20 отводится по трубопроводам 55 в емкость III уловленной нефти, далее насосом V перекачивается на УПН.

Газ, который накопился в процессе работы установки в емкостях II и III отводится на факел по трубопроводам 56 и 57. Емкости I, II, и III опорожняются через трубопроводы 17, 58, 59 соответственно. В верхней части емкости оборудованы регуляторами давления.

Характерными особенностями БГКО являются: возможность достаточно быстрого и оперативного удаления осадка гидромеханическим методом, проведения ремонтно-профилактических и аварийных работ устройств, не прекращая их работу; высокая производительность и объем аппаратов, а также сокращение длии трубопроводов, количества обвязочной арматуры; заводского изготовления, быстрый монтаж и демонтаж; возможность создания эффективной технологии очистки НСВ при наименьших материальных, трудовых, временных и энергетических затратах.

На рис. 2а и 2б представлены конструктивное решение одного из базовых устройств блока очистки НСВ (аппарата, установки) типа БГКО 1200, приведенного в составе технологической схемы полноблочной установки очистки НСВ (рис. 1).

БГКО-1200 разработана при следующих исходных данных и требованиях:

а) характеристики исходной НСВ (среда – пластовая сточная вода, нефть, газ):

расход НСВ – 1200 м³/сут; содержание нефти до 3000 мг/л; содержание мех примесей до 200 мг/л; температура +10°...+60 °C; давление на входе в гидроциклоны 0,4 МПа; пробное давление установки (аппарата) 0,6 МПа;

б) требования к очищенной НСВ: содержание нефти 60 мг/л; содержание мех примесей 50 мг/л; давление на выходе из отстойника 0,2 МПа.

Производительность установки (аппарата) Q = 1200 м³/сут. Технологический процесс очистки НСВ осуществляется в непрерывном режиме; может быть рекомендовано кратковременное отстаивание в пределах 20-60 минут в зависимости от типа НСВ.

Отстойник объемом V = 100 м³, диаметр D = 3000 мм, длина 14620 мм, толщина стенки S = 10 мм по ОСТ 26-02-1496-76.

Количество гидроциклонов диаметр 75 мм n = 7шт., цилиндрические камеры 14 шт., диаметр d = 108 мм, длина каждой камеры 2000 мм и могут быть изготовлены из стальных труб по ГОСТ 8732-78.

С целью улучшения эффекта очистки НСВ осуществлено разделение отстойника 1 сплошной перегородкой из листовой стали толщиной 12 мм 27 на две секции I и II с трубчатыми дырчатыми коллекторами 29 в отсеке II.

Левая верхняя перегородка из листовой стали толщиной 12 мм располагается на 0,5-1 м ниже границы турбулентного перемешивания.

Для равномерного распределения исходной НСВ по гидроциклонам и равномерного сбора воды из камер нижнего и верхнего сливов гидроциклонов предусмотрены напорные трубчатые кольца 3 на входе гидроциклонов 9 кольца 12 и на выходе из цилиндрических камер сливов из стальных труб по ГОСТ 10704-91 диаметром 108x4.

Отстойник БГКО-1200 снабжен горизонтально расположенными перфорированными трубчатыми распределителями нижнего 25 и верхнего 26 сливов с отверстиями с верхней стороны, расположенными в шахматном порядке под углом 45 °C к вертикальной распределителю.

Предусмотрена возможность включения в конструкцию отстойника коалесцирующую гидродинамическую саморегулирующую крупнозернистую гидрофобную насадку 28: полиэтилен фракции 3-5 мм, высотой 0,8 м и режимом фильтрационного потока характеризующимся числом Рейнольдса ≈ 300.

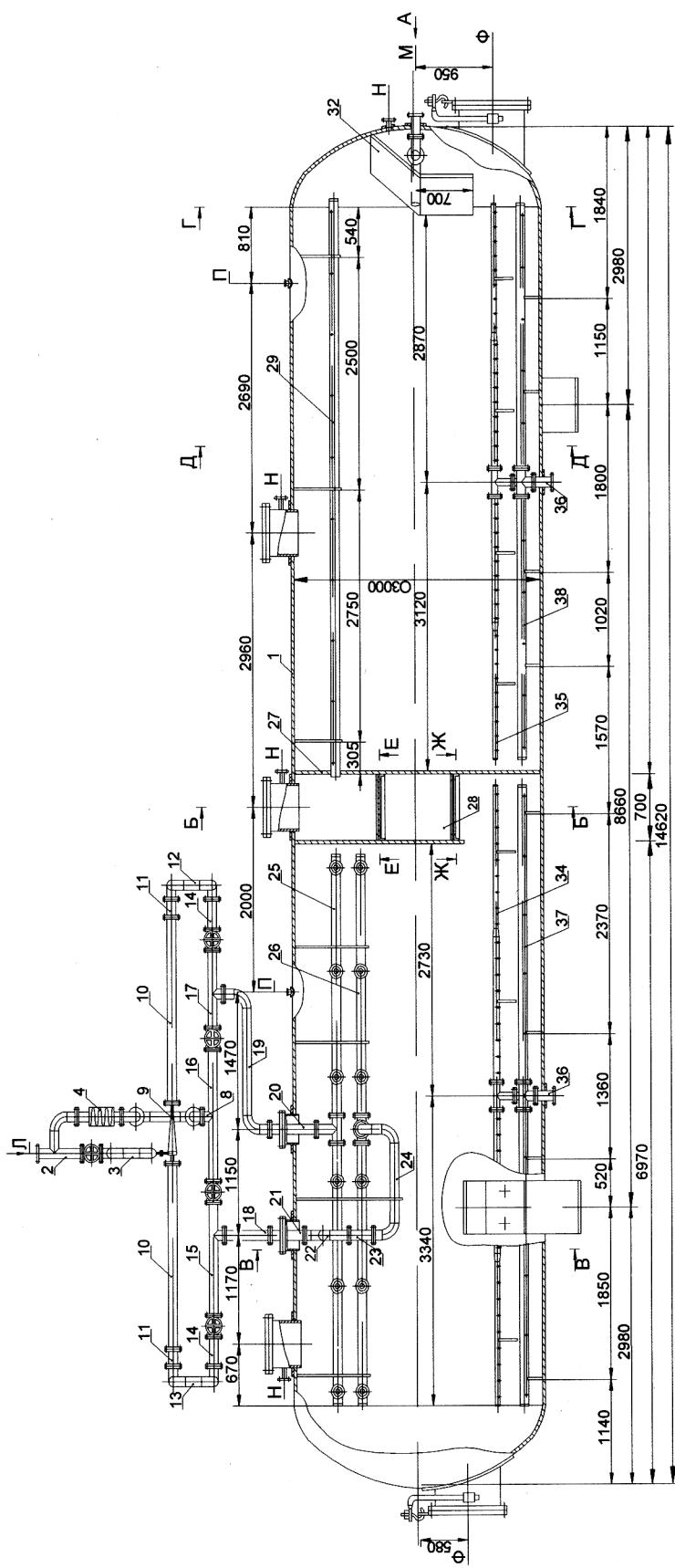


Рис. 2а. Конструктивное решение БГКО-1200 (разрез)

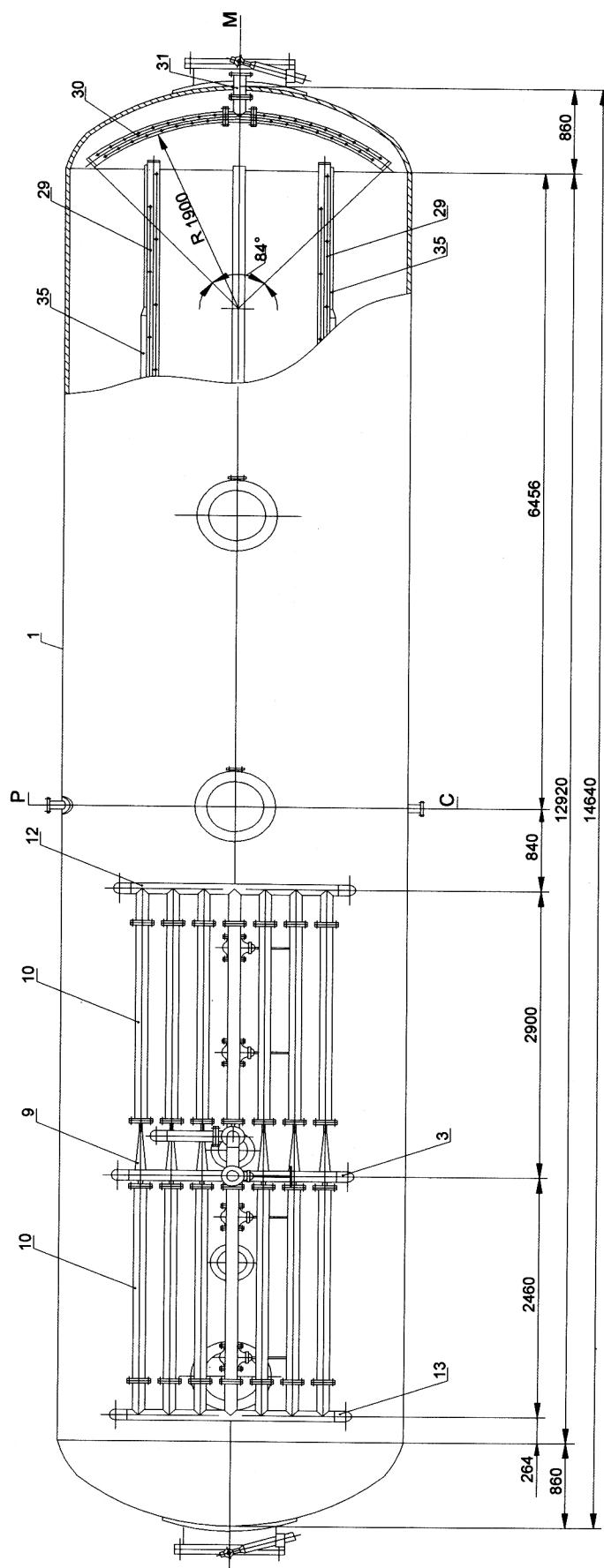


Рис. 26. Конструктивное решение БГКО-1200 (план): 1 – отстойник; 2 – трубопровод подачи исходной воды; 3 – распределитель подачи исходной воды в гидроциклоны; 4 – закручивающий канал воды; 8 – трубопровод; 9 – гидроциклон; 10 – цилиндрическая камера; 11 – трубопровод; 12 – распределитель нижнего слива гидроциклона; 13 – распределитель верхнего слива гидроциклона; 14 – трубопровод; 15 – трубопровод; 16 – трубопровод; 17 – трубопровод; 18 – трубопровод; 19 – трубопровод; 20 – трубопровод подачи воды в распределитель нижнего слива гидроциклона; 21 – трубопровод подачи воды в распределитель верхнего слива гидроциклона; 22 – трубопровод; 23 – катушка; 24 – трубопровод; 25 – трубопровод; 26 – распределитель верхнего слива гидроциклона; 27 – площадь перегородка; 28 – коалесцирующая насадка; 29 – система подачи воды из I отсека отстойника; 30 – сборная система очищенной воды; 31 – трубопровод отвода очищенной воды; 32 – дугообразный отбойник; 34 – система разрыхления осадка II отсека отстойника; 35 – система разрыхления осадка II отсека отстойника; 36 – трубопровод отвода дренажа; 37 – система удаления нефтешлама I отсека отстойника; 38 – система удаления нефтешлама II отсека отстойника

Ниже в таблице представлены данные штуцеров и люков.

Таблица

Обозначение	Наименование	Кол-во	Проход условный D_y , мм	Давление условное, P_y	
				кгс/см ²	МПа
Л	Штуцер подачи исходной воды	1	100	4	0,4
Н	Штуцер нефтесборника	1	100	4	0,4
М	Штуцер отвода очищенной воды	4	50	4	0,4
П	Штуцер отвода газа	2	50	4	0,4
Р	Штуцер загрузки коалесцирующего материала	1	80	4	0,4
С	Штуцер выгрузки коалесцирующего материала	1	80	4	0,4
Т	Штуцер дренажа	2	100	4	0,4
У	Штуцер разрыхления осадка	4	80	4	0,4
Ф	Люк-лаз	2	800	4	0,4

Фильтрующая загрузка насадка снизу и сверху фиксируется сетками из нержавеющей стали по ГОСТ 8613-73, ГОСТ 3307-70 и размером ячейки меньшим наименьшего размера фракции загрузки. Сетка крепится на металлической раме из уголка или швеллера болтами и накладками.

В БГКО-1200 предусмотрена комбинированная система удаления нефтешлама: в нижней части по середине отстойника расположена равноплечая сборная дырчатая система удаления нефтешлама 37, 38, выше ее с двух сторон расположена равноплечая система смыва осадка 34, 35, представляющих собой напорный трубопровод с соплами, направленными в сторону сборной системы.

Трубопроводы для системы удаления приняты по ГОСТ 10704-91 диаметром 108x4 отверстиями 20 мм, а системы смыва по ГОСТ 10704-91 диаметром 76x4 и 57x3,5.

Очищенная вода собирается трубчатой, дырчатой системой с радиусом кривизны равным радиусу торцевой стенки отстойника; труба по ГОСТ 10704-91 диаметр 108x4. Очищенная вода отводится по трубопроводу диаметром 108x4 в емкость объемом 100 м³ по ОСТ 26-02-1496-76. Уловленная нефть удаляется по трубопроводу из стальных труб диаметром 57x4 по ГОСТ 10704-91 в нефтяную емкость объемом 50 м³ по ОСТ 26-02-1496-76.

В конструкции опытно-промышленной установки БГКО-1200 предусмотрены возможности: изменения положения распределителей исходной НСВ 25, 26 по высоте установки; сборной системы удаления осадка; системы смыва (разрыхления) 34, 35 осадка; угла установки (поворота) сопел сборной системы, а также отключения батареи гидроциклоном с камерами сливов.

Конструкция БГКО-1200 позволяет реализовать технологический процесс очистки НСВ по схеме «блок гидроциклон – камеры сливов – отстойник», исключив коалесцирующую насадку и комбинированную систему осадка, заменив последнее на ручное удаление осадка с остановкой установки (аппарата) из работы.

При разработке полнобочкой установки (аппарата) БГКО-1200 производились гидравлические, технологические расчеты с использованием результатов исследований, патентов, а также методик расчетов, конструирования, изложенных в литературе [1-14].

Список библиографических ссылок

1. Тронов. В.П., Тронов А.В. Очистка вод различных типов для использования в системе ППД. – Казань: ФЭН, 2001. – 560 с.
2. Адельшин А.Б. Интенсификация процессов гидродинамической очистки нефтесодержащих сточных вод. / Дисс. в виде научного доклада на соискание ученой степени док.тех.наук. – СПб., 1998. – 73 с.

3. Адельшин А.А. Моделирование процессов разработки установок очистки нефтесодержащих сточных вод на основе использования закрученных потоков. / Дисс. канд. техн. наук. – Пенза, 2009, – 181 с.
4. Адельшин А.А., Адельшин А.Б., Урмитова Н.С. Гидродинамическая очистка нефтепромысловых сточных вод на основе применения закрученных потоков. Монография. – Казань: КГАСУ, 2011. – 246 с.
5. Патент РФ № 2189360. Бюл. № 26 от 20.09.2002 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.Б., Потехин Н.И., Адельшин А.А.
6. Патент РФ № 2227791. Бюл. № 12 от 27.04.2004 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.Б., Потехин Н.И., Адельшин А.А., Каюмов А.Р.
7. Патент РФ № 2248327. Бюл. № 8 от 20.03.2005 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.Б., Потехин Н.И., Адельшин А.А.
8. Патент РФ № 2253623. Бюл. № 16 от 10.06.2005 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.Б., Потехин Н.И., Адельшин А.А.
9. Патент РФ № 2255903. Бюл. № 26 от 20.09.2002 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.Б., Потехин Н.И., Адельшин А.А., Каюмов А.Р., Урмитова Н.С.
10. Патент РФ № 2257352. Бюл. № 21 от 27.07.2005 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.Б., Потехин Н.И., Адельшин А.А.
11. Патент РФ № 2303002. Бюл. № 20 от 20.07.2007 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.А., Адельшин А.Б.
12. Патент РФ № 2313493. Бюл. № 26 от 27.12.2007 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.А., Адельшин А.Б., Файзуллин Р.Н., Сахапов Н.М.
13. Патент РФ № 2408540. Бюл. № 1 от 10.01.2011 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.А., Адельшин А.Б.
14. Адельшин А.А., Адельшин А.Б., Урмитова Н.С. Основные положения конструирования, проектирования и расчета блочных установок очистки нефтепромысловых сточных вод с использованием закрученных потоков. Часть 2. Основные исходные данные, требования и рекомендуемые параметры для разработки блока очистки. – Казань: Известия КГАСУ, 2013, № 2 (24). – С. 199-207.

Adelshin A.A. – candidate of technical sciences, associate professor

Adelshin A.B. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: a566pm@rambler.ru

Urmitova N.S. – candidate of technical sciences, associate professor

Beregovaya V.A. – student

Minushov L.R. – student

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Full-block installation of hydrodynamic cleaning of oilfield wastewater by swirling flows

Resume

Nowadays about 90 % of oil are extracted on the fields developed with the use of methods of water flooding of oil layers in order to keep up the bench pressure.

Purification of the oil-field sewage (OFS) for water flooding of the productive horizons consists in removing oil and mechanical impurity to the established norms.

The essence and success of process of cleaning of OFS consists in destruction of the adsorptive reserving cover on drops of the disperse phase (oil), previous merge, their integration. Thus the extent of destruction of the specified cover on oil drops is defining the depth and speed of process of cleaning of OFS, the mode of movement OFS providing the integration of these drops. These processes are carried out most fully and intensively at certain extent of turbulization of a stream of OFS in a cavity of various hydrodynamic drop formers with the subsequent decantation.

Release of a trial complex of a hydrodynamic drop formers of the «hydro cyclone – chamber drains» (HCD 75) type is mastered and carried out; introduction of trial «set hidrocyclone – chamber drains – setting tank» (SHCDST) installation for OFS cleaning for the purpose of water flooding of oil layers in the conditions of OJSC «Tatneft» is carried out.

Advantages of this device are high reliability, high effect of cleaning and high specific efficiency; the complex hydrodynamic processing of OFS combined with intensive contact cleaning; uniform collecting of cleaned water and deposit; hydrodynamic destruction of an intermediate layer and exception of formation of this layer, rather full and fast removal of a deposit; possibility of carrying out repair and preventive and emergency works without device termination of work; block of full factory production.

Improvement of quality of water pumped in layer brings: to involvement in development of layers of low permeability and to increase in oil production; to increase in the between-repairs periods of a well, therefore, additional oil production; to reduction of number of again being drilled wells, in connection with loss of acceleration performance drilled earlier; to decrease in environmental pollution.

The use of OFS in systems of flooding of oil layers is the only economically and ecologically favorable way of their elimination on crafts.

Keywords: oil-field sewage, hydro cyclone, chamber drains, swirling streams, setting tank, the inverting contact weight, coalescence, water purification processing, the filter.

Reference list

1. Tronov V.P., Tronov A.V. The different waters purification for using in PPD systems. – Kazan: FAN, 2001. – 560 p.
2. Adelshin A.B. The intensification of processes of oilfield wastewater hydrodynamic purification / Doctor of technical sciences dissertation. – SPb., 1998. – 73 p.
3. Adelshin A.A. Modeling of processes and working out of installations of oilfield wastewater purification on the basis of swirling streams usage: Cand. Tech. sci. dissertation. – Penza, 2009. – 181 p.
4. Adelshin A.A., Adelshin A.B. Urmitova N.S. Hydrodynamic purification of oilfield wastewater on the basis of swirling flows usage. Monography. – Kazan: KSUAE, 2011. – 245 p.
5. Patent RF № 2189360. Bul. № 26 from 20.09.2002. The plant for cleaning of oil-field sewage. Adelshin A.B., Potekhin N.I., Adelshin A.A.
6. Patent RF № 2227791. Bul. № 12 from 27.04.2004. The plant for cleaning of oil-field sewage. Adelshin A.B., Potekhin N.I., Adelshin A.A., Kayumov R.A.
7. Patent RF № 2248327. Bul. № 8 from 20.03.2005. The plant for cleaning of oil-field sewage. Adelshin A.B., Potekhin N.I., Adelshin A.A.
8. Patent RF № 2253623. Bul. № 16 from 10.06.2005. The plant for cleaning of oil-field sewage. Adelshin A.B., Potekhin N.I., Adelshin A.A.
9. Patent RF № 2255903. Bul. № 19 from 10.07.2005. The plant for cleaning of oil-field sewage. Adelshin A.B., Potekhin N.I., Adelshin A.A., Kayumov R.A., Urmitova N.S.
10. Patent RF № 2257352. Bul. № 21 from 27.07.2005. The plant for cleaning of oil-field sewage. Adelshin A.B., Potekhin N.I., Adelshin A.A.
11. Patent RF № 2303002. Bul. № 20 from 20.07.2007. The plant for cleaning of oil-field sewage. Adelshin A.B., Potekhin N.I., Adelshin A.A.
12. Patent RF № 2313493. Bul. № 36 from 27.2.2007. The plant for cleaning of oil-field sewage. Adelshin A.B., Adelshin A.A., Fayzullin R.N., Sakhapov N.M.
13. Patent RF № 2408540. Bul. № 1 from 10.01.2011. The plant for cleaning of oil-field sewage. Adelshin A.B., Adelshin A.A.
14. Adelshin A.A., Adelshin A.B., Urmitova N.S. Basic provisions of designing, designing and calculation of block installations of purification of oil-field sewage with use of the twirled streams. Part 2. Basic data, requirements and recommended parameters for development of the block of cleaning. – Kazan: News of the KSUAE, 2013, № 2 (24). – P. 199-207.

УДК 628. 33

Захватов Г.И. – доктор технических наук, профессор

E-mail: avtel@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Опыт очистки сточных вод от нефтепродуктов и взвешенных веществ в энергетике

Аннотация

В статье изложены результаты исследования очистки сточных вод от нефтепродуктов и взвешенных веществ применительно к предприятиям электроэнергетики. Описывается метод электронейтрализации как эффективный метод очистки сточных вод без использования химреагентов и других расходуемых материалов. Механизм действия метода объясняется на основе теории Дерягина-Ландау-Фервея и Овербека. Согласно этой теории устойчивость эмульсий типа «масло-вода» объясняется наличием поверхностного заряда частиц. Это заряд образуется, за счет специфической адсорбции анионов воды возникновение отрицательного заряда, приводит к взаимному отталкиванию частиц, препятствующему их флокуляции, что и обеспечивает устойчивость эмульсии. Метод электронейтрализации, в отличие от многих других методов, связан с непосредственным разрушением поверхностного заряда частиц в переменном электрическом поле. Данный механизм подтвержден экспериментально с помощью исследовательского комплекса «Parmoquant-2».

Приводятся сравнительные данные, показывающие преимущества метода электронейтрализации относительно других методов. Показаны примеры использования метода на различных объектах.

Ключевые слова: очистка сточных вод, энергетика, нефтепродукты и взвешенные вещества, электрические методы очистки.

Спецификой очистки сточных вод на предприятиях энергетики является относительно невысокое содержание нефтепродуктов в стоках, которые обычно укладывается в диапазон 2-5 мг/л. При этом, основные компоненты загрязнения, как правило, техническое масло и мазута. Поскольку сточные воды сбрасываются в природные водоемы, из которых предприятия часто потребляют воду на технические нужды, требования к очистке очень высокие. Обычно очистка от нефтепродуктов сочетается с очисткой от взвешенных веществ, удаление которых значительно проще, чем очистки от эмульгированных органических веществ.

Методов очистки сточных вод от нефтепродуктов довольно много [1-4] и всех их можно разделить как по принципу действия, так и по эффективности. Но есть еще один важный признак, который не всегда учитывается – технологичность. В этот признак входят такие параметры, как экономичность, простота обслуживания, надежность и безопасность. В этом отношении наименее пригодными являются химические методы, как неэкономичные (связанные с расходом реагентов), сложные в эксплуатации (полная автоматизация, как правило, невозможна или дорогостояща) и при этом образуются дополнительные побочные отходы.

Существуют многочисленные методы очистки, не связанные с использование химических реагентов. Для сточных вод от нефтепродуктов и взвешенных веществ чаще используются методы фильтрации и адсорбции, в частности, фильтрование через угольные фильтры позволяет достичнуть высокого уровня очистки, поэтому этот метод широко используется на предприятиях энергетического комплекса. Однако этот метод имеет существенные недостатки: требует использования громоздких очистных сооружений и специального обслуживающего персонала. Но главный недостаток – быстрое снижение эффективности очистки по мере загрязнения фильтра. Это, в свою очередь, требует частой регенерации и, в конечном итоге, замены фильтрующего

материала. Как следует из этого, метод нельзя отнести к безграничным и, к тому же, он связан с получением объемных побочных отходов.

Из электрических методов определенное распространение получили электроагуляция и электрофлотация. Электроагуляция малопродуктивна для очистки больших объемов сточных вод, так как требует значительных затрат, связанных с использованием растворимых электродов. При этом образуется большое количество дополнительных побочных отходов в виде студенистого сильнообводненного осадка. Метод электроагуляции имеет и другие существенные недостатки, поэтому используется, в основном, для регенерации и нейтрализации растворов.

Электрофлотация несколько проще в технологическом плане. Ее можно отнести к безреагентным методам очистки, если дополнительно не используются флотореагенты. За счет образования высокодисперсных пузырьков водорода при электролизе, электрофлотация имеет преимущества перед обычной газовой флотацией, так как обеспечивает более высокий уровень очистки. Тем не менее, этот уровень не обеспечивает снижения содержания нефтепродуктов до нормативного уровня и используется, как правило, в сочетании с другими методами. Следует также отметить, что использование метода электрофлотации не приводит к очистке стоков от взвешенных веществ.

Оба метода – электроагуляции и электрофлотации нельзя рекомендовать для использования на предприятиях энергетики, так как при использовании идет интенсивное газообразование, что предопределяет их пожаро и взрывоопасность, недопустимые для ТЭЦ или ГРЭС, не говоря уже об АЭС.

Рассматриваемый здесь метод электронейтрализации [5, 6] относится к безреагентным электрическим методам очистки. Метод по механизму действия принципиально отличается от других. Сущность метода заключается в следующем. Нефтепродукты, как и многие другие органические вещества, образуют в воде эмульсии типа «масло-вода». Устойчивость таких эмульсий зависит от многих факторов. Она возрастает с увеличением дисперсности, наличием различных стабилизирующих факторов, в частности, от наличия ПАВов, щелочности и ряда других факторов. Обычные методы очистки связаны с механической или химической адсорбцией, либо разделением через пористые мембранны. В случае если частицы эмульсии достигнут критического размера – несколько десятков или сотни мкм, происходит постоянная флотация частиц в верхние слои и тем самым эмульсия теряет устойчивость и происходит ее разделение.

В принципе, процесс укрупнения частиц – флокуляция, должен идти непрерывно за счет термодинамического взаимодействия частиц. Однако практика показывает, что это разделение происходит чрезвычайно медленно, а в большинстве случаев полное разделение эмульсии не происходит вообще. Согласно теории Дерягина-Ландау-Фервея и Овербека устойчивость большинства эмульсий объясняется наличием у частиц поверхностного заряда, обусловленного специфической хемосорбцией ионов. Это хемосорбция определяет отрицательный заряд частиц за счет более высокой энергии хемосорбции анионов (хлор-ионов, сульфат-ионов и других). Это легко можно проследить, если на эмульсию воздействовать постоянным током: под микроскопом видно, что все частицы устремляются к положительному полюсу – аноду. Наличие одноименного заряда у частиц приводит к их взаимному отталкиванию. Возникает так называемое расклинивающее давление, препятствующее флокуляции частиц. С энергетической точки зрения величина заряда определяется дзета-потенциалом частиц и обычно он лежит в диапазоне от нескольких десятков до нескольких сотен милливольт.

Метод электронейтрализации, в отличие от других методов, связан с непосредственным разрушением поверхностного заряда частиц. Процесс осуществляется в переменном электрическом поле при использовании нерастворимых электродов. Эксперименты показали, что разрушение заряда происходит, как в межэлектродном пространстве, так и у поверхности электродов. Разрушение поверхностного заряда частиц должно приводить к снижению их дзета-потенциала. Это было подтверждено в экспериментах с использованием компьютерного комплекса «Рагмоquant-2» [7].

С помощью этой установки определялась автоматически и электрофоретическая подвижность частиц. Данные обрабатывались компьютером и на основании их, затем

определялся дзета-потенциал частиц. Результаты однозначно показали резкое уменьшение величины дзета-потенциала. Для некоторых частиц дзета-потенциал падал до нуля после электрообработки методом электронейтрализации. Это и вызвало, в конечном итоге, последующую флокуляцию частиц и разделение эмульсии.

Метод электронейтрализации с успехом применялся для очистки сточных вод от нефтепродуктов в самых различных отраслях производства. В последние годы основной упор был сделан на предприятия энергетики – ТЭЦ и ГРЭС, которые уделяют значительное внимание к экологическим проблемам. При этом нужно отметить, что в большинстве случаев предприятия уже имеют установки и очистные сооружения по удалению нефтепродуктов из стоков. В связи с этим метод электронейтрализации применяется к сточным водам, где содержание нефтепродуктов редко превышает диапазон 2-5 мг /л. Для более глубокой очистки на ряде ТЭЦ и ГРЭС используются угольные фильтры, недостатки которых уже отмечались.

Установки электронейтрализации могут состоять из одной или нескольких ступеней, в зависимости от устойчивости эмульсионных загрязнений и требованиям к степени очистки. Так на Казанской ТЭЦ-1 используется трех ступенчатая система. Первая и вторая ступени системы электронейтрализационной очистки стоков показаны на рис. 1.

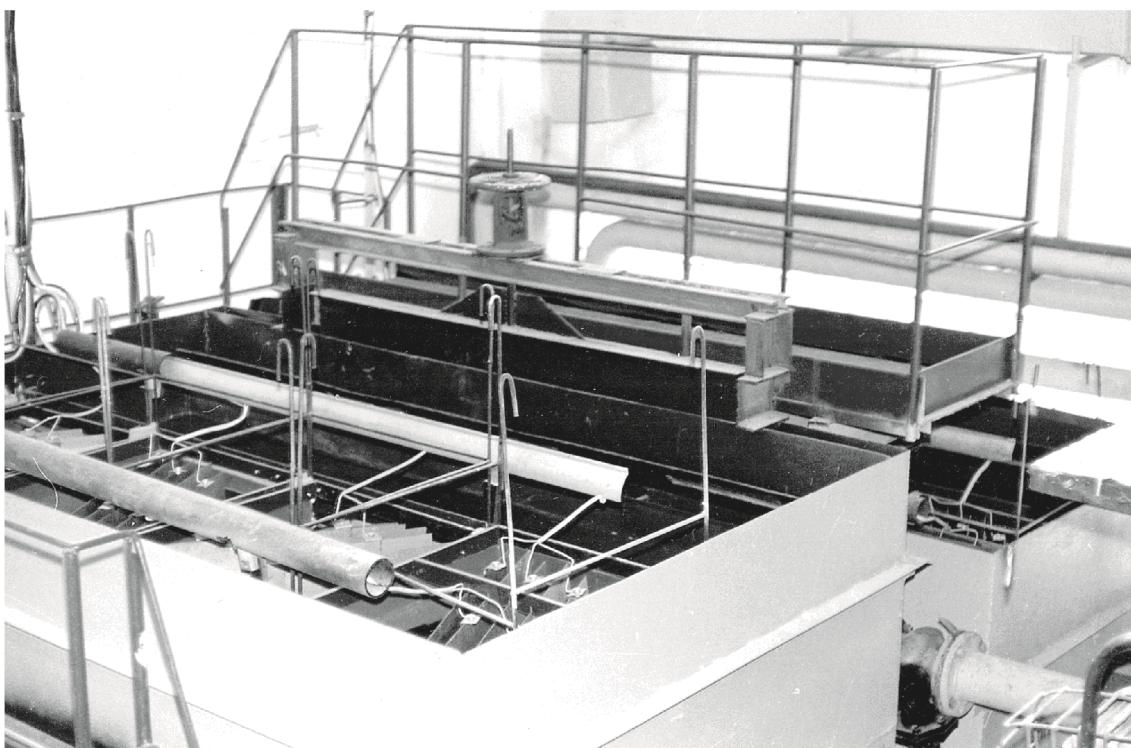


Рис. 1. Первая и вторая ступени системы электронейтрализационной очистки стоков на Казанской ТЭЦ-1

В последнее время для удобства изготовления, сборки и транспортировки используются модульные установки, рис. 2. Модульный принцип позволяет также наращивать производительность и повышать эффективность очистки по мере необходимости.

Установки, как уже указывалось, могут быть одноступенчатыми и многоступенчатыми. Для ливневых стоков можно использовать одноступенчатые установки как, например, на ОАО «Казанское мотостроительное ПО». Это связано с тем, что устойчивость эмульсированных загрязнений в ливневых стоках, как правило, (но не всегда) относительно невысока.



Рис. 2. Модульные установки электронейтрализационной очистки на Мурманской ТЭЦ

Что же касается параллельного удаления взвешенных веществ, то этот процесс можно объяснить двумя факторами. Первый фактор связан с конструкцией установок, которая представляет собой своеобразный форсированный отстойник. Второй фактор является вероятностным, так как не подтвержден экспериментально. Не вызывает сомнения, что мелкодисперсные взвеси также как и эмульсии характеризуются специфической адсорбцией, а следовательно и образованием поверхностного заряда. Разрушение этого поверхностного заряда в переменном электрическом поле также должно приводить к укрупнению частиц и их последующему осаждению. Однако, насколько существенен этот эффект пока сказать трудно. Как бы там ни было, процесс параллельной очистки от взвешенных веществ идет достаточно эффективно. Так на Мурманской ТЭЦ использование электронейтрализационной очистки позволило снизить их содержание до ПДУ. Интересно отметить, что использование метода позволяет снизить содержание в сточных водах тяжелых, цветных и черных металлов, хотя и не всегда значительно. Сравнительные характеристики различных технологий очистки приведены в таблице.

Следует отметить простоту и безопасность обслуживания установок электронейтрализации. Использование специального обслуживающего персонала не требуется. Контроль показаний приборов осуществляется один раз в смену работниками, выполняющими другие функции. В процессе не выделяется газ или токсичные вещества, нет образования пены, как при электрофлотации. Обеспечивается пожаро и взрывобезопасность при использовании таких систем, что весьма важно для предприятий энергетики.

Таблица

Сравнительные характеристики различных технологий очистки

Параметр	Технология электронейтрализации	Другие технологии
Уровень очистки от нефтепродуктов	0,1- 0,3 мг/л < 10 мг/л	0,3 – 5 мг/л > 10 мг/л
Удельная энергоемкость	0,05-0,2 кВт·ч/м ³	0,1-0,5 кВт·ч/м ³
Наличие химреагентов, фильтрующей загрузки или сорбентов и др.	нет	есть
Наличие побочных отходов	нет	есть
Уровень автоматизация	полный	частичный
Регламентные работы	1 раз/год	2-4 раз/год
Срок службы без ремонта	не менее 25 лет	10-20 лет

Разумеется, данная технология может использоваться и в других отраслях промышленности. В этом отношении интересно было бы использовать метод

электронейтрализации для очистки других видов органических загрязнений, образующих эмульсии типа «масло-вода».

Список библиотечных ссылок

1. Минаков В.В., Кривенко С.М., Никитин Т.О. Новые технологии очистки от нефтяных загрязнений // Экология и промышленность России, 2002 май. – С. 7-9.
2. Ануфриев С.И., Исаев В.И., Установка доочистки сточных и ливневых вод от нефтепродуктов // Экология и промышленность России, 2002 июнь. – С. 17-19.
3. Колесников В.А., Капустин Ю.И. и др. / Под редакцией В.А Колесникова / Электрофлотационная очистка сточных вод промышленных предприятий. – М., 2007.
4. Рочев Г.А., Юфин В.А. Очистка сточных вод и вторичное использование нефтепродуктов. – Л: Недра, 1983.
5. А.с № 947068 Захватов Г.И.; Способ очистки воды от нефтепродуктов, 30.07.82.
6. А.с. № 1834266 Захватов Г.И.; Способ очистки воды от нефтепродуктов, 18.01.90.
7. Захватов Г.И., Котов Н.В., Влияние переменного электрического поля на устойчивость эмульсий нефтепродуктов // Изв. вузов. Нефть и газ. 1987, № 5. – С. 43-46.

Zahvatov G.I. – doctor of technical science, professor

E-mail: avtel@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Wastewater treatment in the power stations from oil products and weight substances

Resume

The object of the article is the investigations of elecroneutralization method, using for wastewater cleaning from oil products and weight particles. This method was adapted for wastewater of different power stations. The elecroneutralization method, as author supposes, have preferences than another methods. The mechanism of method is explaining, as a direct destruction for stability of emulsion type «oil-water». The author uses the theory of Deriagin-Landau-Fervey-Overbeck to explain how the method works. According to this theory the stability of emulsions «oil-water» explained by the presence of the surface charge of particles, as a result of specific adsorbtion of anions from water. The negative charge of oil particles bring to attraction, that protect for flocculation. According the method, the destruction of surface charge have a place in the alter electric fields, with using unsoluble electrodes.

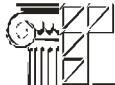
The experiments to prove this mechanism are described in the article.

The wastewater supplies are described in variants. The compare data for elecroneutralization and methods brought in a conclusion. The different preferences of method provide another using of method for power stations and another objects.

Keywords: wasteruater treatment, oil products, weight substances elecroneutralization method, power station.

Reference list

1. Minakov V.V., Krivenko S.M., Nikitin T.O. New treatment technology from oil wasters // Ecology and industry of Russia, 2002 may. – P. 7-9.
2. Anufriev S.I. The supply of subtritment of waster and downpour waters from oil products// Ecology and industry of Russia, 2002 june. – P. 17-19.
3. Kolesnikov V.A., Kapustin Y.I. and anther. /Under colition V.A. Kolesnikov. The electro flotation treatment from waster coater of industrial works. – M., 2007.
4. Rochev G.A., Yufin V.A. The treatment of wasterwater and again using of oil products. – L.: Nedra, 1983.
5. A.s. № 947068 Zahvatov G.I. The method of waste water treatment from oil products, 07.30.1982.
6. A.s. № 1834266 Zahvatov G.I. The method of waste water treatment from oil products, 01.18.1990.
7. Zahvatov G.I., Kotov N.V. The influence of alter electric field for the stability of oil emulsion // Izv. of VUZ. The oil and gas, 1987, № 5. – P. 43-46.



УДК 691.32

Богданов Р.Р. – аспирант, ассистент

E-mail: bogdanov.r.r@yandex.ru

Ибрагимов Р.А. – кандидат технических наук, старший преподаватель

E-mail: rusmag007@yandex.ru

Изотов В.С. – доктор технических наук, профессор

E-mail: izotov_V_S@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Исследование влияния отечественных гидрофобизаторов на основные свойства цементного теста и раствора

Аннотация

В работе рассмотрены вопросы влияния отечественных гидрофобизирующих добавок на нормальную густоту и сроки схватывания цементного теста и прочность цементного раствора. В качестве гидрофобизаторов нами использованы кремнийорганические соединения водонерастворимое (ФЭС-50) и водорастворимое (Типром С). В результате проведенных исследований выявлено, что введение гидрофобизаторов, в зависимости от их дозировки приводит к значительному увеличению сроков схватывания и незначительно влияет на прочность.

Ключевые слова: гидрофобизаторы, модификация, цементное тесто.

Получение высококачественных и высокопрочных бетонов немыслимо без использования в технологии бетона химических модифицирующих добавок. Применение модификаторов, содержащих один, либо несколько компонентов, позволяет значительно повысить физико-механические свойства и долговечность цементных бетонов. Применение химических добавок является одним из наиболее универсальных, доступных и гибких способов управления технологией бетона и регулирования его свойств [1]. Среди большого числа химических добавок особый интерес вызывают гидрофобизирующие добавки, наиболее эффективные из них силиконаты натрия. Введение силиконатов натрия повышает трещиностойкость бетона, модуль упругости, при этом предельная деформация на сжатие и растяжение не значительно отличается от контрольных составов. На ранней стадии замедляется кинетика твердения бетона с добавками гидрофобизаторов, однако в марочном возрасте прочность бетона не отличается контрольного состава [1].

Учитывая широкий ассортимент рынка гидрофобизирующих добавок, требуется проведение исследований для определения наиболее эффективных модификаторов.

В качестве модификаторов нами использованы кремнийорганические соединения водонерастворимое (ФЭС-50) и водорастворимое (Типром С):

– «ФЭС-50» (фенилэтоксисилоксан 113-63) – прозрачная жидкость (50 % раствор) коричневого цвета без механических примесей, кинематическая вязкость при температуре (20 ± 2) °C – 25 – 150 $\text{мм}^2/\text{с}$, производится ОАО «Химпром» г. Новочебоксарск согласно ТУ 2257-441-05763441-2005;

– «Типром С» – жидкость светло-серого цвета, рекомендуемая дозировка 0,1-0,2 % от массы цемента, производится группой компаний «ПЕНЕТРОН» согласно ТУ 2229-069-32478306-2003.

Для изучения влияния гидрофобизаторов на водоредуцирующую эффективность и сроки схватывания цементного теста использовался портландцемент ПЦ400-Д20-Б ОАО «Вольскцемент». Реологические свойства цементного теста с гидрофобизирующими добавками изучали при помощи прибора Вика согласно ГОСТ 310.3 [2].

Результаты исследований влияния добавок на нормальную густоту цементного теста и сроки схватывания приведены в табл. 1.

Из полученных данных видно, что введение исследуемых добавок незначительно влияет на водоцементное отношение (В/Ц), максимально В/Ц снижается на 1 % при дозировке модификатора «Типром С» в количестве 0,2 %. При этом характерно для всех

исследуемых добавок значительное увеличение сроков схватывания цементного теста, особенно с модификатором «Типром С». Добавка «Типром С» сильно замедляет сроки схватывания цементного теста: на 240-420 мин – начало схватывания, и на 340-620 мин – конец схватывания по сравнению с составом без добавок. Модификатор «ФЭС-50» также замедляет сроки схватывания цементного теста, но в меньшей степени, чем добавка «Типром С», так, начало схватывания наступает на 140-310 мин, а конец схватывания – на 210-470 мин позднее, по сравнению с составом без добавок.

Влияние гидрофобизирующих добавок на нормальную густоту и сроки схватывания цементного теста

Таблица 1

№ п/п	Содержание добавок, %		Нормальная густота цементного теста, %	Сроки схватывания, мин		
				начало	конец	
	ФЭС-50	Типром С				
1	–	–	28	170	300	
2	0,1	–	28	310	510	
3	0,15	–	28	390	600	
4	0,2	–	28	480	770	
5	–	0,1	27	410	640	
6	–	0,15	26,5	520	830	
7	–	0,2	26	590	920	

На рис. 1 приведены данные по измерению контракции цементного теста на контракционетрическом тестере активности цемента «Цемент-прогноз».

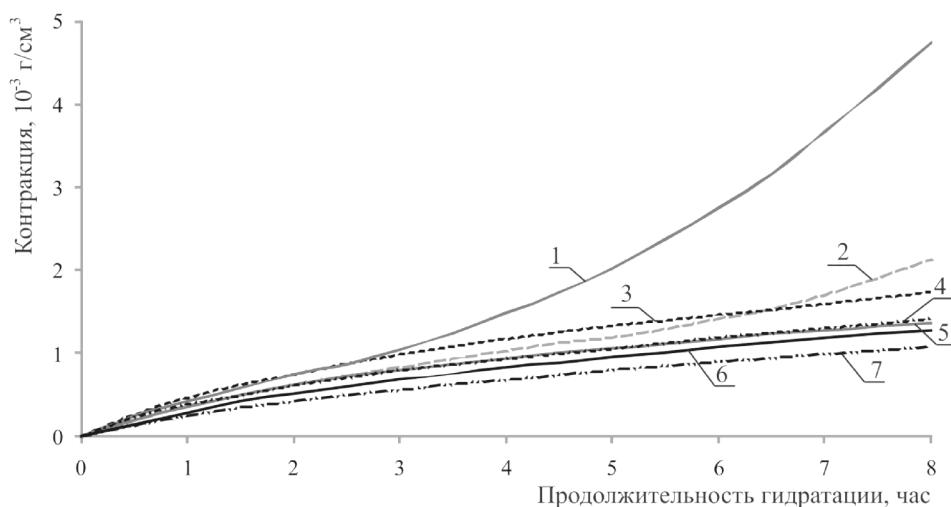


Рис. 1. Контракция цементного теста на портландцементе Вольского завода с добавлением пластифицирующих добавок: 1 – без добавок; 2 – ФЭС-50 (0,1 %); 3 – ФЭС-50 (0,15 %); 4 – ФЭС-50 (0,2 %); 5 – Типром С (0,1 %); 6 – Типром С (0,15 %); 7 – Типром С (0,2 %)

Приведенные на рис. 1 данные, свидетельствуют о замедлении гидратации цемента с добавками, что выражается в замедлении контракции цементного теста. Причем, повышение дозировок исследуемых добавок приводит к еще большему замедлению гидратации портландцемента.

Введение изучаемых добавок влияет не только на нормальную густоту и сроки схватывания цементного теста, но и на физико-механические характеристики цементно-песчаного раствора. Испытания проводили на цементном растворе согласно ГОСТ 310.4 [3]. Водоцементное отношение всех составов составило 0,42. Результаты исследований влияния добавок на прочность раствора приведены в табл. 2.

Таблица 2

Влияние гидрофобизирующих добавок физико-механические свойства растворов

№ п/п	Содержание добавок, %		m, кг	Прочность при изгибе $R_{изг}$, кг/см ²		Прочность на сжатие $R_{сж}$, кг/см ²	
	ФЭС-50	Типром С		7 сут	28 сут	7 сут	28 сут
1	–	–	0,575	<u>46,6</u> [*] 100 %	<u>55,65</u> [*] 100 %	<u>342,6</u> [*] 100 %	<u>484</u> [*] 100 %
2	0,1	–	0,570	<u>46,15</u> 99 %	<u>54,9</u> 99 %	<u>288,6</u> 84 %	<u>481</u> 99 %
3	0,15	–	0,570	<u>42,6</u> 91 %	<u>52,25</u> 94 %	<u>287,6</u> 84 %	<u>452,8</u> 94 %
4	0,2	–	0,570	<u>39,4</u> 85 %	<u>47,9</u> 86 %	<u>285,6</u> 83 %	<u>428,8</u> 89 %
5	–	0,1	0,575	<u>48,95</u> 104 %	<u>64,1</u> 115 %	<u>337,2</u> 98 %	<u>478,8</u> 99 %
6	–	0,15	0,575	<u>53,1</u> 114 %	<u>68,55</u> 123 %	<u>352,4</u> 103 %	<u>508,6</u> 105 %
7	–	0,2	0,575	<u>51,05</u> 109 %	<u>67,1</u> 120 %	<u>349,2</u> 102 %	<u>498,3</u> 103 %

Примечание*: над чертой – среднее значение показателя; под чертой – относительное значение показателя в % от контрольного.

Из данных, приведенных в таблице 2, видно, что при введении модификатора «ФЭС-50» прочность цементного раствора снижается, а при введении добавки «Типром С» увеличивается, особенно в ранние сроки твердения, а в проектном возрасте приближается к прочности контрольного состава.

Прочность при изгибе с гидрофобизатором «ФЭС-50» в возрасте 7 суток понижается от 1 % до 15 % при введении добавки в количестве от 0,1 % до 0,2 % соответственно. В отличии от добавки «ФЭС-50», прочность при изгибе с модификатором «Типром С» в возрасте 7 суток увеличивается на 4-14 %. Прочность при изгибе с гидрофобизатором «ФЭС-50» раствора нормального твердения в возрасте 28 суток понижается на 1-14 %. При этом прочность при изгибе раствора с модификатором «Типром С» составляет 115-123 % от контрольного состава.

Проведены испытания модифицированного раствора на морозостойкость при помощи прибора «Бетон-Фрост» в соответствии с ГОСТ 10060.3 [5]. Результаты испытаний представлены в табл. 3.

Таблица 3

Влияние гидрофобизирующих добавок на морозостойкость цементного раствора

№ п/п	Содержание добавок, %		Морозостойкость, F
	ФЭС-50	Типром С	
1	–	–	100
2	0,1	–	150
3	0,15	–	200
4	0,2	–	200
5	–	0,1	200
6	–	0,15	300
7	–	0,2	300

Из табл. 3 видно, что все добавки повышают морозостойкость цементного раствора. Так, добавка «ФЭС-50» повышает морозостойкость на 50-100 циклов, добавка «Типром С» повышает морозостойкость на 100-200 циклов.

Таким образом по результатам исследований установлено, что изучаемые добавки замедляют начало и конец схватывания цементного теста, особенно при высоких дозировках. При этом гидрофобизатор «ФЭС-50» дополнительно снижает прочность

цементного раствора, а добавка «Типром С» не оказывает влияния на прочность раствора при изгибе и сжатии. Морозостойкость модифицированного раствора повышается на 50-200 циклов в зависимости от вида и дозировки добавки. При этом наибольший эффект достигается при введении модifikатора «Типром С».

Установлено, что оптимальная дозировка на исследуемом портландцементе добавки «ФЭС-50» составляет 0,1-0,15 %, добавки «Типром С» – 0,15 % от массы цемента.

Список библиографических ссылок

1. Изотов В.С., Ибрагимов Р.А. Химические добавки для бетона: Учеб. пособие. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитект.-строит. ун-та, 2012. – 162 с.
2. ГОСТ 310.3-76 (2003). Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема.
3. ГОСТ 310.4-81. Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии.
4. ГОСТ 12730.4-78. Бетоны. Методы определения показателей пористости
5. ГОСТ 10060.3-95. Бетоны. Дилатометрический метод ускоренного определения морозостойкости.

Bogdanov R.R. – post-graduate student, assistant

E-mail: bogdanov.r.r@yandex.ru

Ibragimov R.A. – candidate of technical sciences, senior lecturer

E-mail: rusmag007@yandex.ru

Izotov V.S. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: izotov_V_S@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Studies of the influence of domestic water-repelling additions on the basic properties of cement paste and mortar

Resume

The task of improving the efficiency and quality of concrete and reinforced concrete was and is very important. It fully can not be successfully achieved without the use of chemical additives in concrete technology. One way to frost and corrosion resistance of buildings and structures of concrete is the introduction of organosilicon compounds in the concrete or mortar mix with the mixing water. Among the large number of chemical additives special interest in water-repellent additives, the most effective ones siliconates sodium. It is also noted that the administration of sodium siliconates concrete crack increases, the modulus of elasticity, thus limiting deformation and compressive tension is not significantly different from the control formulations. Given the wide range of chemical additives market, research is required to determine the most effective modifiers. The paper presents experimental studies repellents domestic production. The effect of modifying the normal density and setting time of cement paste. The data for measuring the contraction of the cement paste with the addition of hydrophobic additives on tester of contraction activity of cement «Cement-prognoz». Also studied the effect of the studied additives on the strength of cement mortar.

Keywords: hydrophobizator, modification, cement paste.

Reference list

1. Izotov V.S., Ibragimov R.A. Chemical additives for concrete: Textbook. allowance. – Kazan: Kazan State University of Architecture and Engineering Press, 2012. – 162 p.
2. GOST 310.3-76 (2003). Cements. Methods for determination of standard consistency, times of setting and soundness.
3. GOST 310.4-81. Cements. Methods of bending and compression strength determination.
4. GOST 12730.4-78. Concretes. Methods of determination of porosity parameters
5. GOST 10060.3-95. Concretes. Dilatometric method for the rapid determination of frost.

УДК 666.3.046.44

Габидуллин М.Г. – доктор технических наук, профессор

E-mail: gabtmah@mail.ru

Миндубаев А.А. – аспирант**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

Адрес организации: 420042, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Габидуллина А.Н. – старший научный сотрудник**Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН**

Адрес организации: 420111, Россия, г. Казань, ул. Лобачевского, д. 2/31

Двухкомпонентная шихта для производства клинкерного кирпича

Аннотация

Лабораторно-технологическими испытаниями доказана возможность получения на основе двухкомпонентных шихт, включающих в качестве основной глины легкоплавкую Калининскую и в виде добавки огнеупорную Нижне-Уельскую, высокомарочного клинкерного кирпича марок по прочности от 600 до 1000. Доказано, что кирпич марок «600», «800» и «1000» можно получить при соотношении указанных в шихте глин (Калининская: Нижне-Уельская), равном соответственно 90:10; 75:25 и 50:50 мас.%.

Ключевые слова: клинкерный кирпич, глина, шихта, прочность, плотность.

В Западной Европе широко производятся клинкерные изделия, которые в силу высоких потребительских свойств, таких как прочность, морозостойкость, экологическая чистота – находят широкое применение в строительстве, обеспечивая создание долговечных строительных конструкций, обладающих высокими архитектурными показателями.

В последние годы тенденция увеличения малоэтажного усадебного строительства способствует повышению интереса к клинкерному кирпичу, в особенности фасадному (рис. 1а) и мостовому (рис. 1б). Здания с клинкерными фасадами украшают городские улицы и способствуют улучшению общего облика застройки кварталов. При этом облицовка фасада не теряет ни цвета, ни насыщенности оттенка, не выгорает и не образует разводов и высол.

В последние годы наблюдается повышение интереса со стороны строителей, архитекторов и дизайнеров к клинкерному фасадному кирпичу. Это связано с увеличением критики в адрес многослойных стен, в которых для облицовки фасадов используется керамический фасадный пустотелый кирпич с толщиной наружной стенки 12 мм, который регламентировался требованиями основного отечественного стандарта на керамический кирпич ГОСТ 530-2007 (с 1 июля 2013 действует ГОСТ 530-2012). Такая маленькая толщина наружной стенки кирпича очень часто не защищала кладку от проникновения вовнутрь влаги и поэтому зимой при отрицательных температурах вода замерзала в порах и пустотах ложковых и тычковых граней кирпича, а лед, при расширении в объеме, постепенно «расшатывал» структуру черепка, оголяя со временем пустоты кирпичной кладки на фасадах зданий.

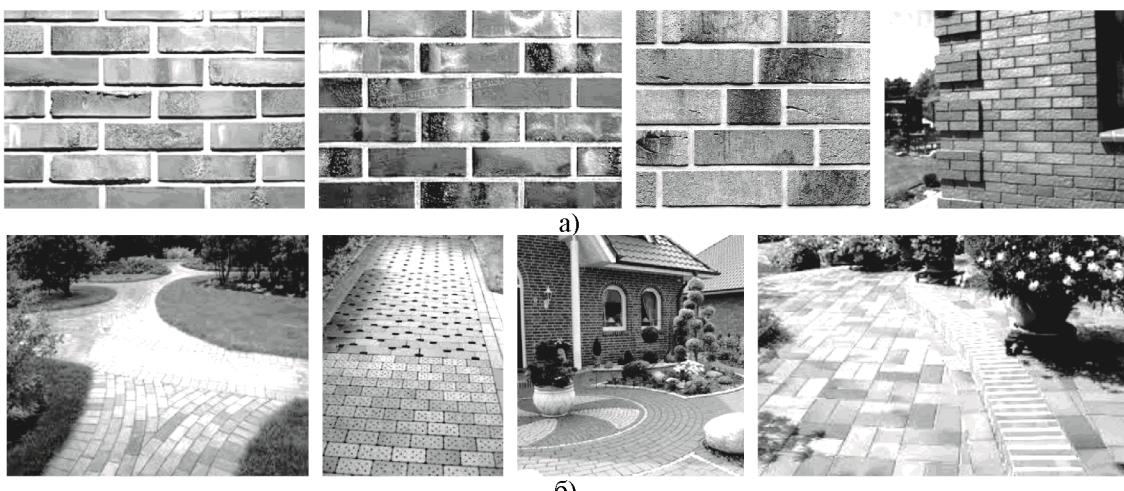
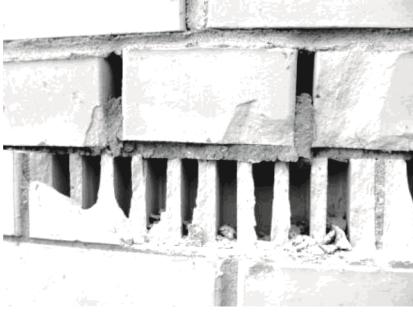
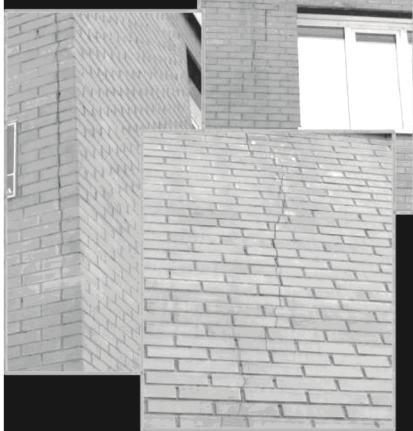


Рис. 1. Примеры применения клинкерного кирпича в облицовке фасадов (а) и мощения тротуаров и садовых дорожек (б)

В последние годы в РТ и РФ широко применяются для утепления стен зданий многослойные облегченные фасадные системы из кирпича, которые не всегда приспособлены к местным климатическим условиям и поэтому их эксплуатация даже за короткий период (5-10 лет) показала, что они имеют целый ряд недостатков, представленных в табл. 1.

Таблица 1

Основные виды дефектов многослойных стен зданий

Общий вид дефектов на фасадах зданий	Причина возникновения дефектов
	<p>Обнажение пустот лицевого пустотелого кирпича по причине разрушения его внешней грани при попеременном замораживании и оттаивании.</p>
	<p>*Неудовлетворительное решение конструкций горизонтальных деформационных швов под опорным поясом (плитами перекрытий или металлическими несущими уголками). *Распространенный дефект обусловлен попаданием в горизонтальный шов под перекрытием дождевых вод.</p>
	<p>*Здание сдано в эксплуатацию менее 3 лет назад. *Ограждающие стены кирпичные несущие трехслойные (с утеплителем и облицовкой в полкирпича до уровня второго этажа, далее вентилируемый фасад). *В кирпичной облицовке ограждающих стен многочисленные трещины, протяженностью до 1,5 этажей из-за температурных напряжений при большой протяженности стен, перенапряжения стен.</p>
	<p>Развитие трещин в кирпичной облицовке зданий, стены которых имеют многослойную конструкцию, могут приводить к полному обрушению больших фрагментов лицевой кладки с обнажением теплоизоляции. Это необходимо учитывать при эксплуатации зданий подобной конструкции, вести мониторинг за развитием трещин и своевременно выполнять необходимые ремонтные мероприятия.</p>

Анализ данных, представленных в табл. 1, показывает, что на фасадах современных зданий могут возникать следующие дефекты:

- обнажение пустот лицевого пустотелого кирпича по причине разрушения его внешней грани при попеременном замораживании и оттаивании;
- образование протяженных трещин на фасаде, из-за отсутствия термоусадочных горизонтальных и вертикальных швов;
- образование «мостиков холода» из-за нарушения целостности теплоизоляции в виде минеральной ваты и т.д.

В Московской области, где также имели место массовые дефекты кирпичных облицовок многослойных стен, к вопросу подошли радикально. Распоряжением Минмособлстроя от 23.05.2008 г. № 18 «О применении трехслойных стеновых ограждающих конструкций с внутренним слоем из плитного эффективного утеплителя и лицевым слоем из кирпичной кладки при строительстве гражданских зданий на территории Московской области» муниципальным образованиям области, застройщикам, проектным и подрядным организациям было запрещено применять при проектировании на территории Московской области для зданий и сооружений трехслойные стеновые ограждающие конструкции с внутренним слоем из плитного эффективного утеплителя и лицевым слоем из кирпичной кладки.

В то же время, учитывая масштабы проблемных зданий, в Москве не стали сразу рубить с плеча и 4 июля 2008 г. приняли «откорректированное» решение НТС Комплекса архитектуры, строительства, развития и реконструкции города Москвы, на котором в связи с серьезностью высказанных замечаний было принято решение рекомендовать временно приостановить в Москве проектирование многослойных ограждающих конструкций с облицовкой кирпичом. Позже (6 апреля 2009 г.) вышло Распоряжение Правительства Москвы № 587-РП «О запрете применения на объектах государственного заказа города Москвы многопустотного кирпича в качестве облицовки слоистых стеновых ограждающих конструкций зданий». Решение вопроса было продолжено 18 мая 2009 г., когда НТС Комплекса градостроительной политики и строительства города Москвы вновь собрался для рассмотрения откорректированных технических решений многослойных ограждающих конструкций зданий с облицовкой кирпичом. В итоге было решено остановиться на незатейливом, тяжелом и дорогом техническом решении конструкций энергоэффективных наружных стен с облицовкой кирпичом 250 мм (в один кирпич) с полным опиранием на железобетонные перекрытия. При этом кирпич для облицовки должен быть полнотелым, в крайнем случае, с тремя технологическими отверстиями. Применение кирпича с утолщенной до 20 мм внешней стенкой еще придется обсудить. Одним из путей устранения в будущем таких дефектов многослойных облегченных кирпичных фасадов современных зданий является использование высококачественного кирпича.

Поэтому в Москве и многих городах России запретили использовать для облицовки фасадов кирпич с низкой морозостойкостью и тонкими наружными стенками пустот. Поэтому многие строительные организации для облицовки фасадов зданий переориентировались на использование зарубежной продукции – клинкерный фасадный кирпич, который обладает морозостойкостью F100 и более и имеет толщину наружных стенок пустот более 16 мм.

В связи с этим, разработка составов и технологии производства высокопрочного, морозостойкого, полнотелого фасадного клинкерного кирпича на основе местных легкоплавких полиминеральных глин РТ – актуальная задача.

В наших ранних работах [1-4] мы уже указывали основные причины, из-за которых до настоящего времени в РТ и РФ в широких промышленных масштабах производство клинкерного кирпича не осуществляется. Сегодня широкая потребность в качественном клинкерном кирпиче, не смотря на высокую цену, в основном возмещается за счет ее импорта из стран ближнего (Украина, Белоруссия, Прибалтика) и дальнего зарубежья (Германия, Австрия, Финляндия и др.).

Не смотря на длинный перечень достоинств клинкерного кирпича, следует перечислить и те недостатки, которые следует знать потенциальным его производителям в РФ:

- затраты на производство клинкера значительно выше, чем на лицевой кирпич, т.к. обжиг производится при температуре на 150-200°C выше (известно, что повышение

температуры печи на обжиг на 50°C приводит к увеличению расхода газа на 25 %).

- высокая плотность – более 2000 кг/м³ и ограниченная сырьевая база (в РТ и многих регионах РФ нет тугоплавких и огнеупорных глин),
- требуется специальный раствор,
- низкая производительность кладки – 5-6 рядов в сутки.

Результаты НИОКР

В работах [1-4] отмечалось, что одной из проблем выпуска клинкерного кирпича во многих регионах РФ является наличие только традиционных легкоплавких кирпично-черепичных глин и отсутствие тугоплавких и огнеупорных глин. Поэтому были разработаны двухкомпонентные шихты, в которых основной составляющей являются легкоплавкие глины, а в качестве добавки вводилась тугоплавкая или огнеупорная глина. Предварительно была проведена аналитическая оценка пригодности более 100 месторождений легкоплавких глин РТ и РФ и более десяти месторождений тугоплавких и огнеупорных глин Урала и Оренбургской области на их пригодность для производства клинкерного кирпича. Основными критериями выбора глин служили химический, гранулометрический и минеральный состав, а также их технологические признаки, которые должны были соответствовать или быть близкими к требованиям, предъявляемым для сырья клинкерного кирпича [5, 6].

Из большого многообразия глин для исследования были выбраны легкоплавкая глина Калининского и огнеупорная глина Нижне-Увельского месторождений, свойства которых приведены в табл. 2.

Таблица 2

Свойства глин

Свойства глин	Калининская	Нижне-Увельская	Требования для клинкера
Интервал спекания, °C	50	Более 100	Более 100, лучше 190-200 °C
Al ₂ O ₃ , мас.%	12,55-13,12	20-39	15-25
CaO, мас.%	1,55-2,02	0,1-3,6	не более 7-8
(K ₂ O+Na ₂ O), мас.%	2,33-2,80	0,3-3	не более 3
Fe ₂ O ₃ , мас.%	5,88-7,02	0,4-3,5	не более 6-8
Монтмориллонит, мас.%	42	3,5	20-45
Каолинит, % мас.	4,0	55	25-40
Гидрослюды, % мас	5,0	25	20-50

Проведена оценка возможности получения клинкерного кирпича на основе двухкомпонентной шихты, основным ингредиентом которой является легкоплавкая глина Калининского месторождения (РТ), а в виде добавки вводится огнеупорная глина Нижне-Увельского месторождения (Челябинская обл.). Получены зависимости изменения основных свойств кирпича при увеличении в шихте доли добавки в виде огнеупорной глины, которую вводили в количестве от 10 до 100 %.

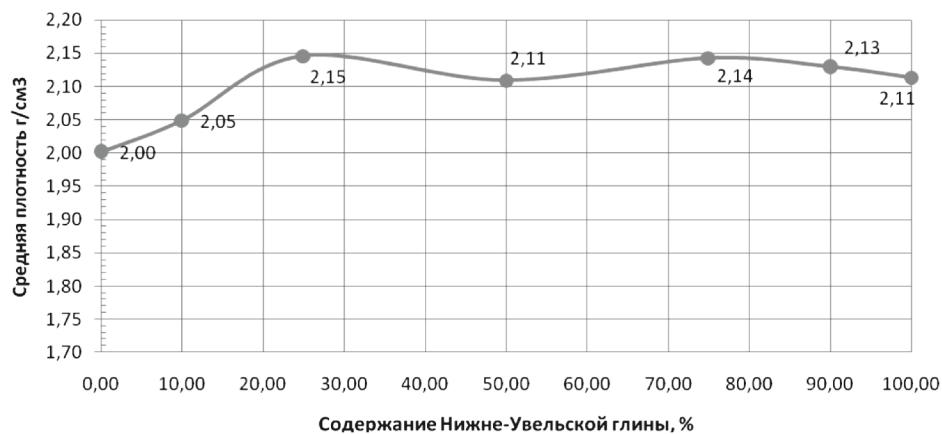


Рис. 2. Зависимость изменения средней плотности обожженных образцов от содержания Нижне-Увельской глины

Из рис. 2 видно, что добавка в шихту из легкоплавкой Калининской глины огнеупорной Нижне-Увельской глины способствует увеличению средней плотности. Так если средняя плотность черепка на чистой Калининской глине составляет $2 \text{ г}/\text{см}^3$, то при введении 10 % огнеупорной глины плотность увеличивается до $2,05 \text{ г}/\text{см}^3$, а при 25 % добавки – до $2,15 \text{ г}/\text{см}^3$.

Последующее увеличение содержания огнеупорной глины до 100 % практически не увеличивает плотность, которая сохраняется на уровне $2,11-2,15 \text{ г}/\text{см}^3$. Для дальнейшего увеличения плотности черепка необходима корректировка состава или технологических режимов. Для первого случая, корректировку шихты рекомендуется осуществлять дополнительным введением мелкодисперсных минеральных наполнителей, для второго, например, увеличением температуры обжига. Поэтому необходимо проведение дополнительных исследований по повышению плотности черепка до $2,3-2,4 \text{ г}/\text{см}^3$, который имеют лучшие образцы немецкого клинкерного кирпича, например, производства фирмы HAGEMEISTER.

Из характера кривой на рис. 2 можно сделать предварительный вывод: оптимальная дозировка огнеупорной глины составляет 20-30 %, т.к. при этом обеспечивается наибольшая плотность черепка. Дальнейшее увеличение количества добавки не способствует уплотнению структуры черепка, поэтому нет необходимости ее увеличивать. Это оправдано и экономически, так как стоимость шихты и клинкера при большей дозировке огнеупорной глины увеличивается из-за дополнительных транспортных расходов на перевозку глины.

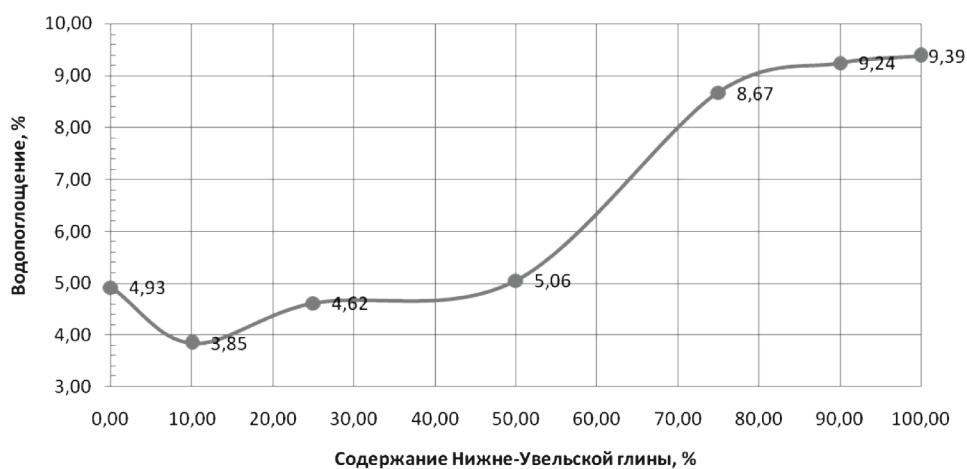


Рис. 3. Зависимость изменения водопоглощения обожженных образцов от содержания Нижне-Увельской глины

Анализ характера кривой на рис. 3 показывает, что на чистой Калининской глине образцы при 1100°C имеют спеченный черепок с водопоглощением 5 %. Добавка 10 % огнеупора способствует уменьшению водопоглощения до 3,85 %. Уровень водопоглощения спеченного черепка менее 5 % сохраняется при замене легкоплавкой глины огнеупорной в шихте до 50 %. Увеличение дозировки Нижне-Увельской глины свыше 50 % способствует увеличению водопоглощения, связанному, видимо, с недостатком стеклофазы, формирующейся при обжиге из щелочных и щелочноземельных оксидов, присутствующих в Калининской глине при 1100°C и некоторым «разрыхлением» структуры черепка из-за избытка реликтов тугоплавких минералов огнеупорной глины, формирующихся при этой температуре.

Наибольший интерес представляет полученная зависимость (рис. 4) повышения прочности черепка клинкерного кирпича с увеличением дозировки огнеупорной Нижне-Увельской глины в составе двухкомпонентной шихты с легкоплавкой глиной. Видно, что на чистой Калининской глине прочность черепка – $421,74 \text{ кг}/\text{см}^2$ ($42,174 \text{ МПа}$), а на чистой Нижне-Увельской – $1127,66 \text{ кг}/\text{см}^2$ ($112,766 \text{ МПа}$). При этом, с увеличением количества огнеупорной глины прочность черепка увеличивается почти линейно.

Анализируя характер кривой на рис. 4 можно отметить, что клинкерный кирпич марок «600», «800» и «1000» можно получить при соотношении указанных в шихте глин (Калининская: Нижне-Увельская), равном соответственно 90:10; 75:35 и 50:50 мас.%. Следовательно, полученная зависимость позволяет прогнозировать марочность клинкерного кирпича в зависимости от состава шихты. Эта зависимость имеет важное практическое значение, т.к. позволяет в заводских условиях маркшейдеру и технологу устанавливать оптимальное соотношение исходных ингредиентов, регулировать глинопоток в карьере, устанавливать производительность глиноподготовки в технологической линии и подбирать оптимальный состав шихт для получения заданной марочности кирпича в сравнительно широком интервале прочности: от 400 до 1000.

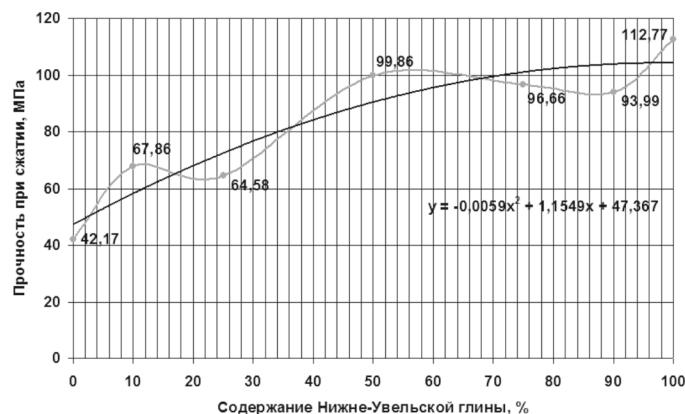


Рис. 4. Зависимость изменения предела прочности при сжатии обожженных образцов от содержания Нижне-Увельской глины

По требованиям последнего ГОСТ 530-2012, верхний потолок прочности клинкерного кирпича соответствует марке 1000.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

- лабораторно-технологическими испытаниями доказана возможность получения на основе двухкомпонентных шихт, включающих в качестве основной глины легкоплавкую Калининскую и в виде добавки огнеупорную Нижне-Увельскую, клинкерного кирпича марок по прочности от 600 до 1000;
- доказано, что кирпич марок «600», «800» и «1000» можно получить при соотношении указанных в шихте глин (Калининская:Нижне-Увельская), равном соответственно 90:10; 75:35 и 50:50 мас.%.

Список библиографических ссылок

1. Габидуллин М.Г., Миндубаев А.А., Лыгина Т.З., Исламова Г.Г., Вассерман Д.В. Лабораторно-технологическая апробация возможности получения нового фасадного клинкерного кирпича «Татклиникер» на основе местного сырья Республики Татарстан // Известия КазГАСУ, 2010, № 1 (13). – С. 274-280.
2. Миндубаев А.А., Габидуллин М.Г., Рахимов Р.З. Апробация возможности производства клинкерного кирпича на основе местных глин Республики Татарстан // Достижения и проблемы материаловедения и модернизации строительной индустрии. Том I., Материалы XV академических чтений РААСН – Международной н/т конф. – Казань, 2010. – С. 416-419.
3. Миндубаев А.А., Габидуллин М.Г. Высокомарочный клинкерный кирпич // Известия КазГАСУ, 2011, № 2 (16). – С. 209-212.
4. Миндубаев А.А., Габидуллин М.Г., Рахимов Р.З. Моделирование и оптимизация составов клинкерного кирпича на основе модифицированной легкоплавкой глины // Строительные материалы, 2013. – С. 26-29.
5. Августиник А.И. Керамика // Государственное издательство литературы по строительным материалам. – М., 1957. – С. 488.
6. Будников П.П., Бережной А.С., Булавин И.А., Калига Г.П., Куcolev Г.В., Полубояринов Д.Н. Технология керамики и огнеупоров // Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам. – М., 1962. – 707 с.

Gabidullin M.G. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: gabmah@mail.ru

Mindubaev A.A. – post-graduate student

Kazan State University of Architecture and Civil Engineering

The organization address: 420042, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Gabidullina A.N. – senior researcher

Institute of Mechanics and Engineering, Kazan Scientific Center, RAS

The organization address: 420111, Russia, Kazan, Lobachevskogo st., 2/31

Two-component blend to produce clinker

Resume

With the transition in 1995 to the new standards of the thermal resistance of building envelopes the walls of residential buildings began to be constructed with new technologies using effective thermal insulation materials. Today most of the exterior walls of residential buildings are multilayer structures, in which a facial hollow brick is most widely used for outer facade. After a few years of operation of such buildings numerous shortcomings of the exterior facades have been identified – the presence of a long cracks a few floors long on the surface of the masonry, partial destruction of the outer surface of the brick face exposing brick voids, complete loss of masonry's fragments exposing insulating layer. One of the main causes of these defects – low maintenance properties of the facial brick associated with a thin brick voids' outer wall (16 mm) and low frost resistance.

In this connection, the designers and builders are encouraged to use for the front of the masonry facades more durable and frost-resistant bricks with a thicker outer wall and smaller emptiness. A clinker facade brick has these properties but is almost not produced in Russia because of the lack of conditioned clays to produce it, absence of tried and true formulas and technology. In this regard, the authors of this article evaluated the possibility of producing clinker on the basis of a two-component mixture, in which the main component is fusible clay widespread throughout Russia and traditionally used in the conventional brick production and scarce fire clay as the additive.

Laboratory tests proved the possibility of obtaining high-grade clinker with strength from 600 to 1000 on the basis of two-component mixtures containing fusible Kalininskaya clay as the main part and refractory Nizhny-Uvelskaya clay as an additive. It is proved that the bricks of «600», «800» and «1000» grades can be produced if the ratio of the specified clays (Kalininskaya to Nizhny-Uvelskaya) equals 90:10, 75:25 and 50:50 wt.%, respectively. Thus the authors solved the topical problem of high-strength and frost-resistant clinker, which provides long life for facades of modern residential buildings.

Keywords: clinker brick, clay, charge, strength, density.

Reference list

1. Gabidullin M.G., Mindubaev A.A., Lygina T.Z., Islamova G.G., Wasserman D. Approbation of possibility of manufacture clinker brick on the basis of local clays of Tatarstan Republic // News of the KSUAE, 2010, № 1 (13). – P. 274-280.
2. Mindubaev A.A., Gabidullin M.G., Rakhimov R.Z. Testing the possibility of production of clinker bricks on the basis of local clays Tatarstan // Achievements and Problems of Materials Science and modernization of the construction industry. Volume I., Materials XV academic readings RAASN – International N / T Conf. – Kazan, 2010. – P. 416-419.
3. Mindubaev A.A., Gabidullin M.G. High-quality clinker brick // News of the KSUAE, 2011, № 2 (16). – P. 209-212.
4. Mindubaev A.A., Gabidullin M.G., Rakhimov R.Z. Simulation and optimization of clinker compositions based on modified fusible clay // Construction Materials, 2013. – P. 26-29.
5. Avgustinik A.I. Ceramics // The publishing house of literature on building materials. – M., 1957. – P. 488.
6. Budnikov P.P., Cautious A.S., Bulavin I.A., Kaliga G.P., Kukolev G.V., Poluboyarinov D.N. The technology of ceramics and refractories // The publishing house of literature on construction, architecture and building materials. – M., 1962. – 707 p.

УДК 620.1:691.32

Ерофеев В.Т. – доктор технических наук, профессор

E-mail: fac-build@adm.mrsu.ru

Лазарев А.В. – аспирант

E-mail: a.v.lazarev@yandex.ru

Богатов А.Д. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: bogatovad@list.ru

Казначеев С.В. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: kaznacheevsv@rambler.ru

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева

Адрес организации: 430005, Россия, г. Саранск, ул. Большевистская, д. 68

Смирнов В.Ф. – доктор биологических наук, профессор

E-mail: protectfun@mail.ru

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Адрес организации: 603950, Россия, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23

Худяков В.А. – кандидат технических наук, профессор

E-mail: hudjakov@pgta.ru

Пензенская государственная технологическая академия

Адрес организации: 440605, Россия, г. Пенза, ул. Гагарина, д. 1а/11

Оптимизация составов биостойких эпоксидных композитов, отверждаемых аминофенольным отвердителем¹

Аннотация

Для отверждения эпоксидных смол в настоящее время чаще всего применяется полиэтиленполиамин, использование которого предполагает наличие сухих условий. Для обеспечения отверждения эпоксидных смол при их нанесении на влажную поверхность и при отрицательных температурах предложен аминофенольный отвердитель.

Полученные экспериментальные данные показали, что отверждение эпоксидных композитов аминофенольным отвердителем, модификация пластифицирующими добавками и наполнителями оптимальных концентраций позволяет получать составы с высокими прочностными свойствами, требуемыми показателями деформативности и повышенной биостойкостью.

Ключевые слова: эпоксидная смола, наполнитель, полимерная композиция, биологическая стойкость, прочность.

Одним из важнейших свойств полимерных композиционных материалов (ПКМ), определяющих эффективность их применения в строительстве, является высокая коррозионная стойкость в условиях воздействия биологических агрессивных сред [1, 2]. В настоящей работе рассматриваются эпоксидные композиты, нашедшие наиболее широкое применение в зданиях и сооружениях с агрессивными средами при устройстве защитных покрытий по строительным конструкциям и устройстве полов [3].

В настоящее время в качестве отвердителя эпоксидных смол чаще применяется полиэтиленполиамин, использование которого предполагает сухие условия среды. Для обеспечения отверждения эпоксидных смол при их нанесении на влажную поверхность и при отрицательных температурах предложен аминофенольный отвердитель [4]. Физико-механические свойства эпоксидных композитов на данном отвердителе исследованы недостаточно полно.

Нами определены прочностные показатели композитов, содержащих в своем составе пластификаторы и наполнители, и отверждаемых аминофенольным отвердителем. При проведении исследований содержание отвердителя марки АСФ-2 принималось в количествах 15, 20, 25, 30, 35 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы. Полученные образцы таких составов были испытаны на изгиб и сжатие. Результаты испытаний приведены на рис. 1.

¹ Печатается при поддержке гранта «Экологические и физиолого-биохимические аспекты создания технологий получения биостойких строительных материалов на основе полимерных смол с целью защиты конструкций, зданий и сооружений от биоповреждений», выполняемого в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы» в соответствии с Государственным контрактом № 14.512.11.0099 от 27.06.2013 г.

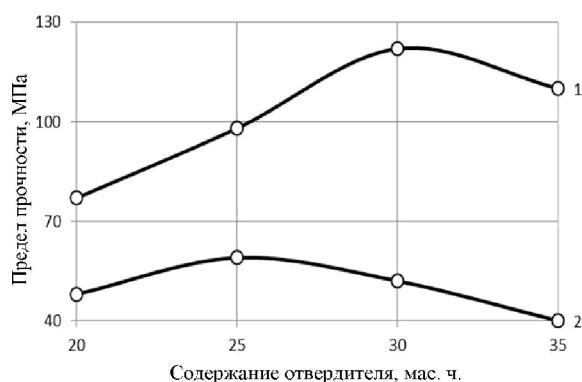


Рис. 1. Изменение прочности эпоксидных композитов на сжатие (1) и при изгибе (2) в зависимости от содержания отвердителя

Из графика следует, что из рассмотренных композитов наибольшая прочность характерна для составов с содержанием отвердителя от 25 до 30 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы. При содержании отвердителя равном 15 мас. ч. составы не затвердевали, а при 20 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы прочность оказалась недостаточно высокой. Введение отвердителя в больших количествах также приводит к снижению прочности образцов.

Проведенные нами исследования композитов, отверженных с помощью аминофенольного отвердителя по ГОСТ 9.049-91 показали, что они обладают улучшенной биостойкостью по сравнению с материалами, отваждаляемыми полиэтиленполиамином (табл. 1).

Как видно из табл. 1 при содержании в эпоксидной композиции аминофенольного отвердителя в количестве 30-35 мас. ч. на 100 мас. ч. эпоксидной смолы материалы становятся фунгицидными.

С учетом полученных данных проведена оптимизация составов эпоксидных композитов на аминофенольном отвердителе с применением различных пластификаторов и наполнителей.

Таблица 1

Биостойкость эпоксидных композитов

Вид отвердителя	Количество отвердителя, в мас. ч., на 100 мас. ч. смолы ЭД-20	Обрастваемость мицелиальными грибами, баллы		Характеристика по ГОСТ 9.049-91
		Метод 1	Метод 3	
полиэтиленполиамин	10	2	5	Грибостоек
аминофенольный отвердитель	25	1	3	Грибостоек
	30	0	2	Грибостоек
	35	0	1	Фунгициден

К пластификаторам, применяемым в полимерных материалах, предъявляются следующие требования: они должны совмещаться со связующим, иметь низкую летучесть или малое содержание летучих фракций, обладать эффективностью пластифицирующего действия и не уменьшать химическую стойкость композитов [3]. В этой связи важным является получение математических зависимостей прочностных и деформативных свойств эпоксидных композитов, модифицированных пластифицирующими добавками различного типа.

В качестве пластификаторов нами использовались следующие препараты: диоктилфталат (ДОФ) который не взаимодействует ни со смолой, ни с отвердителем (роль добавки сводится к изменению межмолекулярного и внутримолекулярного взаимодействия пространственной структуры, которую она заполняет); карбамидная смола ПКП-52 – добавка, содержащая функциональные группы, способные взаимодействовать с реакционно-способными группами полимера с образованием трехмерного продукта; фурфуролацетоновый мономер (ФАМ) – модификатор, не

содержащий аналогичных реакционно-способных групп, но способный взаимодействовать с отвердителем смолы [3].

Задача оптимизации составов полимерных композитов с пластификаторами решалась с помощью математических методов планирования эксперимента путем реализации плана Коно, состоящего из 9 опытов. В качестве варьируемых факторов рассматривались: содержание отвердителя – X_1 ; содержание пластификатора – X_2 . Количественное содержание эпоксидной смолы во всех опытах было принято равным 100 мас. ч.

Факторное пространство при принятых значениях варьируемых факторов несимметрично, поэтому известные планы экспериментов не отвечают поставленным задачам. Исходя из этого план эксперимента был скорректирован при помощи программного комплекса FACTOR.

В качестве оптимизируемых показателей были приняты пределы прочности при сжатии ($R_{сж}$), изгибе (R_u), растяжении (R_p) и модуль упругости (E). Были реализованы 3 матрицы планирования эксперимента с различными пластификаторами.

После проведения испытаний и статистической обработки результатов эксперимента были получены уравнения регрессии, по которым построены графики зависимости предела прочности при растяжении, изгибе, сжатии и модуля упругости композитов от содержания аминофенольного отвердителя и пластификаторов.

Матрица планирования и рабочая матрица приведены в табл. 2.

Результаты эксперимента для составов, модифицированных диоктилфталатом, приведены в табл. 3.

После статистической обработки результатов эксперимента для составов, модифицированных диоктилфталатом, получены уравнения регрессии:

$$\begin{aligned} R_{сж} &= 89,844 + 2,867X_1 + 0,950X_2 + 3,133X_1^2 + 0,450X_1X_2 - 3,317X_2^2; \\ R_u &= 55,289 + 19,900X_1 + 14,150X_2 + 8,767X_1^2 + 5,325X_1X_2 - 11,283X_2^2; \\ R_p &= 46,222 + 1,000X_1 + 1,750X_2 - 2,333X_1^2 - 8,250X_1X_2 - 6,583X_2^2; \\ E &= 2,851 - 0,812X_1 - 0,345X_2 + 0,758X_1^2 + 0,610X_1X_2 - 1,312X_2^2. \end{aligned}$$

Таблица 2

Матрица планирования, рабочая матрица

№ состава	Матрица планирования		Рабочая матрица		
	Кодированные значения факторов		Содержание компонентов в составах, мас. ч.		
	X_1	X_2	ЭД-20	АФ-2	ДОФ
1	-1	-1	100	20	0
2	0	-1	100	25	0
3	+1	-1	100	30	0
4	-1	0	100	20	6
5	0	0	100	25	6
6	+1	0	100	30	6
7	-1	+1	100	20	12
8	0	+1	100	25	12
9	+1	+1	100	30	12

Таблица 3

Прочностные и деформативные показатели композитов, модифицированных диоктилфталатом

№ состава	Прочность, МПа			Модуль упругости, 10^3 МПа
	при сжатии	при изгибе	при растяжении	
1	83,7	27,0	23,5	3,90
2	89,3	46,0	41,0	1,47
3	114,9	45,1	44,5	1,70
4	93,3	34,8	46,0	4,10
5	86,4	51,9	45,0	2,78
6	96,1	96,7	43,0	2,29
7	86,7	48,1	46,0	1,64
8	87,2	56,4	39,5	1,68
9	94,8	87,5	34,0	1,78

По уравнениям построены графики зависимости предела прочности при растяжении, изгибе, сжатии и модуля упругости композитов от содержания аминофенольного отвердителя и диоктилфталата (рис. 2). Из рис. 2 *a* видно, что прочность при сжатии увеличивается при повышенном содержании диоктилфталата и отвердителя. При содержании пластификатора от 4 до 8 мас. ч. и отвердителя 25-30 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы прочность композитов при сжатии достигает 95 МПа.

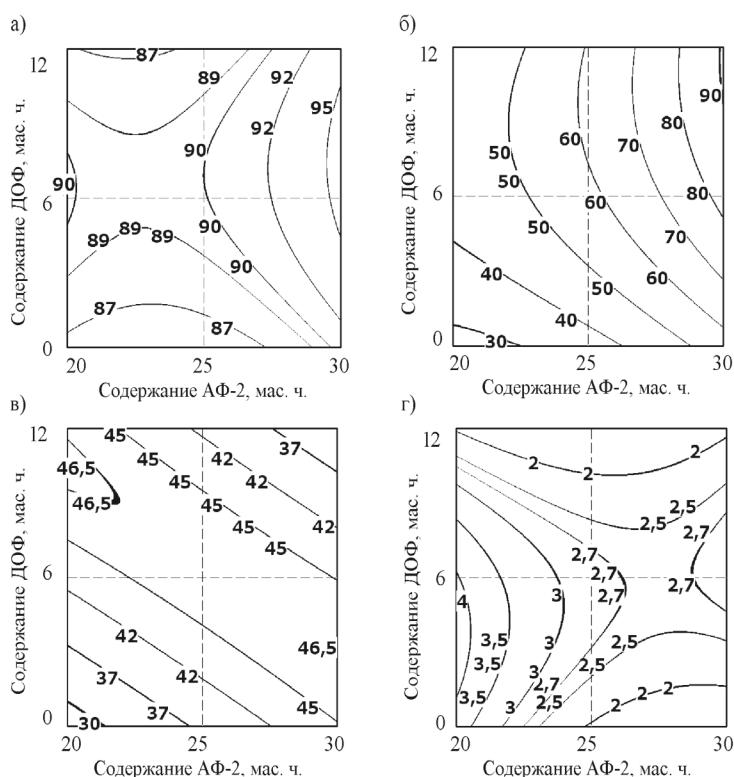


Рис. 2. Зависимости изменения предела прочности при сжатии (*а*), изгибе (*б*), растяжении (*в*) и модуля упругости (*г*) эпоксидных композитов от содержания аминофенольного отвердителя и диоктилфталата

При введении диоктилфталата и аминофенольного отвердителя в таких же количествах наблюдается рост прочности при изгибе до 80 МПа и выше (рис. 2 *б*). В области, где X_1 варьируется в пределах от -1 до 0, а X_2 – от 0 до +1, наблюдается максимальное значение прочности при растяжении – 46,5 МПа (рис. 2 *в*). При совместном введении пластификатора и отвердителя модуль упругости композитов снижается (рис. 2 *г*).

Результаты эксперимента для составов, модифицированных карбамидной смолой, приведены в табл. 4.

Таблица 4

Прочностные и деформативные показатели композитов, модифицированных карбамидной смолой

№ состава	Прочность, МПа			Модуль упругости, 10^3 МПа
	при сжатии	при изгибе	при растяжении	
1	83,7	27,0	23,5	3,90
2	89,3	46,0	41,0	1,47
3	114,9	45,1	44,5	1,70
4	87,8	21,5	25,7	2,99
5	91,7	48,6	22,0	3,17
6	95,7	58,3	36,5	1,63
7	89,0	53,3	46,0	2,69
8	89,8	35,0	44,5	2,35
9	95,2	65,4	50,0	1,28

После статистической обработки результатов эксперимента для составов, модифицированных карбамидной смолой, получены уравнения регрессии:

$$R_{сж} = 88,967 + 7,567X_1 - 2,317X_2 + 4,100X_1^2 - 6,250X_1X_2 + 1,950X_2^2;$$

$$R_{и} = 39,133 + 11,100X_1 + 7,700X_2 + 5,500X_1^2 - 1,600X_1X_2 + 0,600X_2^2;$$

$$R_p = 26,822 + 5,967X_1 + 5,250X_2 + 1,867X_1^2 - 4,250X_1X_2 + 13,517X_2^2;$$

$$E = 2,451 - 1,012X_1 - 0,308X_2 + 0,218X_1^2 + 0,472X_1X_2 - 0,182X_2^2.$$

По уравнениям построены графики зависимости предела прочности при растяжении, изгибе, сжатии и модуля упругости композитов от содержания аминофенольного отвердителя и карбамидной смолы (рис. 3). На рис. 3 *a* видно, что максимальные значения прочности при сжатии получены при введении карбамидной смолы до 6 мас. ч., а отвердителя 30 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы. Порочность композитов при таком содержании компонентов достигает 95–105 МПа. Прочность при изгибе и при растяжении увеличивается при повышенном количестве вводимого пластификатора и отвердителя (рис. 3 *б*, *в*). Модуль упругости понижается при увеличении количества вводимого пластификатора до $1,7 \cdot 10^5$ МПа (рис. 3 *г*).

Результаты эксперимента и графические зависимости показателей для составов, модифицированных фурфуролацетоновой смолой, приведены в табл. 5.

После статистической обработки результатов эксперимента для составов, модифицированных фурфуролацетоновым мономером марки ФАМ, получены следующие уравнения регрессии:

$$R_{сж} = 91,989 + 8,267X_1 - 3,817X_2 + 7,867X_1^2 - 5,475X_1X_2 - 5,183X_2^2;$$

$$R_{и} = 29,533 + 5,350X_1 - 3,567X_2 + 7,350X_1^2 - 8,350X_1X_2 - 2,300X_2^2;$$

$$R_p = 27,200 + 14,017X_1 - 9,717X_2 + 5,050X_1^2 - 1,575X_1X_2 - 3,950X_2^2;$$

$$E = 2,230 - 1,055X_1 - 0,185X_2 + 0,665X_1^2 + 0,415X_1X_2 - 0,135X_2^2.$$

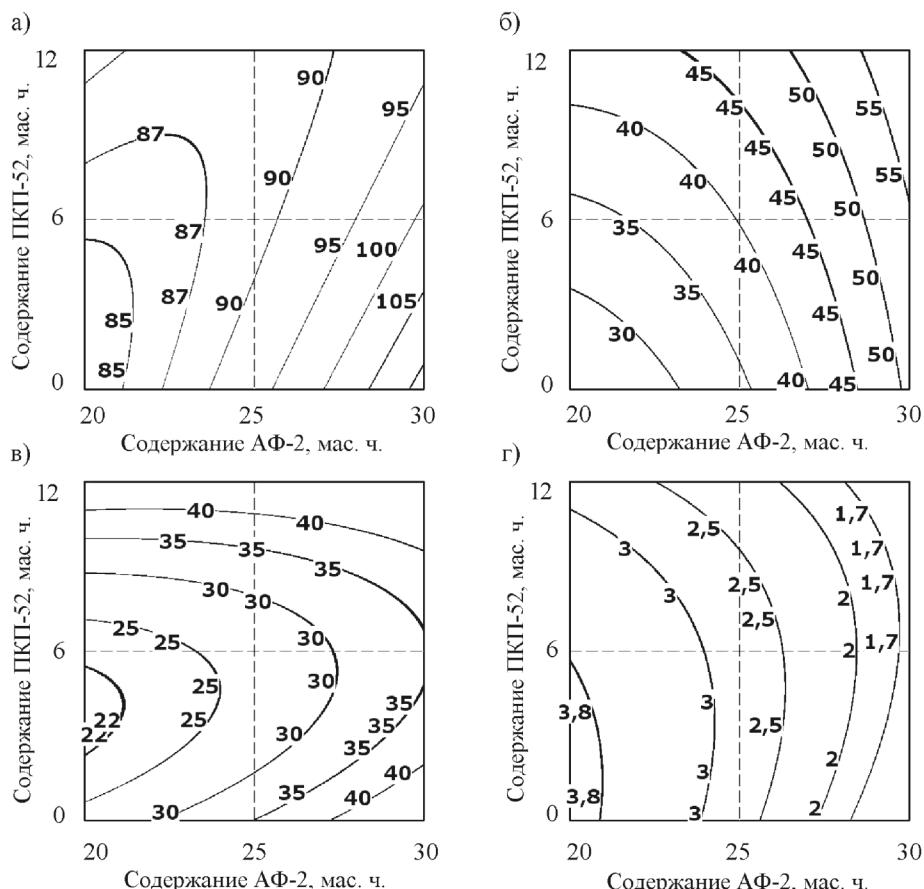


Рис. 3. Зависимости изменения предела прочности при сжатии (*а*), изгибе (*б*), растяжении (*в*) и модуля упругости (*г*) эпоксидных композитов от содержания аминофенольного отвердителя и карбамидной смолы

Таблица 5

**Прочностные и деформативные показатели композитов,
модифицированных фурфуролацетоновой смолой**

№ состава	Прочность, МПа			Модуль упругости, 10^3 МПа
	при сжатии	при изгибе	при растяжении	
1	83,7	27,0	23,5	3,90
2	89,3	46,0	41,0	1,47
3	114,9	45,1	44,5	1,70
4	97,0	23,1	13,3	3,04
5	88,6	13,2	16,7	3,33
6	106,1	52,3	61,7	1,65
7	83,7	40,0	71,0	3,54
8	88,0	21,0	16,0	1,62
9	93,0	24,7	24,7	1,90

По уравнениям построены графики зависимости предела прочности при растяжении, изгибе, сжатии и модуля упругости композитов от содержания аминофенольного отвердителя и фурфуролацетоновой смолы (рис. 4). При введении в качестве пластификатора ФАМ максимальное значение прочности при сжатии, равное 110 МПа, наблюдается в области $-1 < X_2 < 0$ при содержании отвердителя 30 мас. ч. ($X_1=+1$) на 100 мас. ч. смолы (рис. 4 а). Наименьшая величина прочности при изгибе обнаруживается при нулевом значении фактора X_1 при граничных значениях X_2 (рис. 4 б). Максимальная прочность при растяжении (72 МПа) достигается при содержании 10-14 мас. ч пластификатора и 10 мас. ч отвердителя (рис. 4 в). В области, где X_1 варьируется от 0 до +1, при введении пластификатора модуль упругости снижается до $1,7 \cdot 10^3$ МПа (рис. 4 г).

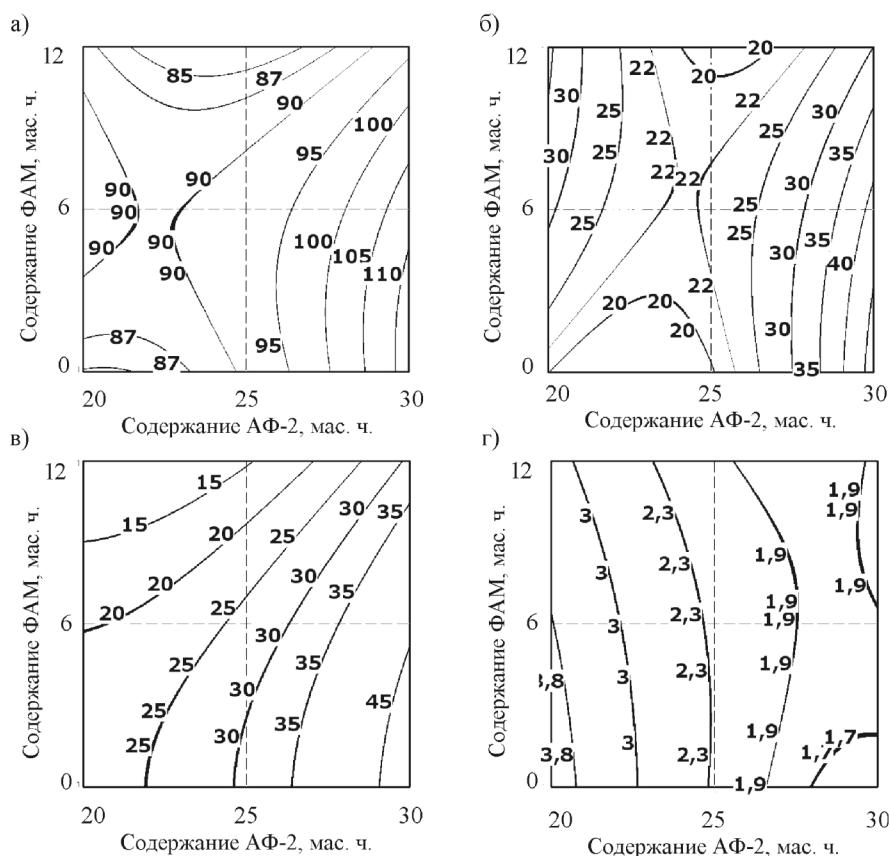


Рис. 4. Зависимости изменения предела прочности композитов при сжатии (а), при изгибе (б),
при растяжении (в) и модуля упругости (г) от содержания аминофенольного отвердителя
и фурфуролацетоновой смолы

Исследования биостойкости материалов с пластифицирующими добавками показали, что добавление в составы диоктилфталата, карбамидной смолы и фурановой смолы с добавлением бензосульфокислоты не отражается на показателях биостойкости.

С целью создания полимерных материалов с повышенной прочностью основные связующие смешивают с наполнителями, содержание которых может изменяться в широких пределах. Например, в зависимости от природы полимера, назначения композита и вида наполнителя оно может составлять 90 % и выше [5, 6].

При проведении исследований наполненных эпоксидных композитов в качестве наполнителей нами использовались измельченные отходы оптического стекла марки ТФ-110 класса тяжелых флинтов с преобладанием в его составе свинца, марки ТФ-10, содержащей в своем составе тройную систему $K_2O-PbO-SiO_2$, и порошки из боя кирпича глиняного обыкновенного. Известно, что при совмещении наполнителей различной дисперсности возможно получение композитов с улучшенными свойствами по сравнению с материалами на однофракционных наполнителях. С этой целью изучались многофракционные составы. Их оптимизация проводилась с применением математических методов планирования эксперимента путем реализации плана Шеффе, состоящего из 10 опытов. Тип фракций и содержание заполнителя определенного зернового состава были приняты за варьируемые факторы: X_1 – 0,315-0,63 мм, X_2 – 0,16-0,315 мм, X_3 – менее 0,16 мм. При изготовлении составов на 100 мас. ч. эпоксидной смолы принималось 25 мас. ч. аминофенольного отвердителя.

Матрица планирования с указанием кодированных и натуральных значений приведена в табл. 6. Результаты испытаний на изгиб и сжатие представлены в табл. 7.

Статистическая обработка результатов эксперимента позволила выявить зависимости, характеризующие изменение предела прочности при сжатии, а также модуля упругости эпоксидных композитов от вида применяемого наполнителя. Получены уравнения регрессии для композитов, наполненных стеклопорошками марок ТФ-110 и ТФ-10, а также тонкоизмельченным кирпичным боем.

Таблица 6

Матрица планирования и рабочая матрица

№ состава	Кодированные значения варьируемых факторов			Натуральные значения факторов (содержание компонентов, мас. ч.)				
	X_1	X_2	X_3	ЭД-20	АФ-2	Наполнитель фракции, мм		
						0,315-0,63	0,16-0,315	< 0,16
1	1	0	0	100	25	300	0	0
2	0	1	0	100	25	0	300	0
3	0	0	1	100	25	0	0	300
4	0,333	0,667	0	100	25	100	200	0
5	0,333	0	0,667	100	25	100	0	200
6	0	0,333	0,667	100	25	0	100	200
7	0,667	0,333	0	100	25	200	100	0
8	0,667	0	0,333	100	25	200	0	100
9	0	0,667	0,333	100	25	0	200	100
10	0,333	0,333	0,333	100	25	100	100	100

Таблица 7

Прочностные и деформативные показатели наполненных композитов

№ состава	Предел прочности при сжатии ($R_{сж}$, МПа) и модуль упругости (E , 10^3 МПа) эпоксидных композитов в зависимости от вида заполнителя					
	стекло ТФ-110		стекло ТФ-10		кирпичный бой	
	$R_{сж}$	E	$R_{сж}$	E	$R_{сж}$	E
1	129,0	7,7	89,0	7,5	122,8	8,7
2	107,0	6,3	82,0	6,5	116,0	9,7
3	94,0	7,2	91,0	8,1	115,2	9,8
4	112,0	6,2	76,0	5,8	120,2	9,1
5	104,0	6,5	86,0	7,7	107,4	9,6
6	95,0	6,9	77,0	6,2	105,2	9,0
7	106,0	8,6	69,0	5,7	114,9	9,5
8	117,0	8,8	98,0	5,6	118,6	9,2
9	103,0	6,1	83,0	8,3	121,3	9,4
10	98,0	7,4	90,0	5,0	107,2	9,3

Уравнения регрессии имеет следующий вид:

– для эпоксидных композитов, наполненных порошком стекла марки ТФ-110:

$$R_{\text{сж.}4} = 129X_1 + 107X_2 + 94X_3 - 40,5X_1X_2 - 4,5X_1X_3 - 6,75X_2X_3 -$$

$$- 90(X_1+X_2) + 9(X_1+X_2) + 24,75(X_2+X_3) - 168,736X_1X_2X_3;$$

$$E_4 = 7,7X_1 + 6,3X_2 + 7,2X_3 + 1,8X_1X_2 + 0,9X_1X_3 - 1,125X_2X_3 +$$

$$+ 13,05(X_1+X_2) + 14,4(X_1+X_2) - 3,375(X_2+X_3) + 4,276X_1X_2X_3;$$

– для эпоксидных композитов, наполненных порошком стекла марки ТФ-10:

$$R_{\text{сж.}5} = 89X_1 + 82X_2 + 91X_3 - 58,5X_1X_2 + 9X_1X_3 - 29,25X_2X_3 -$$

$$- 63(X_1+X_2) + 85,5(X_1+X_2) + 60,75(X_2+X_3) + 308,263X_1X_2X_3;$$

$$E_5 = 7,5X_1 + 6,5X_2 + 8,1X_3 - 5,625X_1X_2 - 5,175X_1X_3 - 0,225X_2X_3 -$$

$$- 2,925(X_1+X_2) - 12,825(X_1+X_2) + 17,775(X_2+X_3) - 30,824X_1X_2X_3;$$

– для эпоксидных композитов, наполненных тонкоизмельченным кирпичным боем:

$$R_{\text{сж.}6} = 122,8X_1 + 116,2X_2 + 115,2X_3 - 8,32X_1X_2 - 27X_1X_3 - 10,575X_2X_3 - 51,075(X_1+X_2) +$$

$$+ 58,5(X_1+X_2) + 106,87(X_2+X_3) - 153,88X_1X_2X_3;$$

$$E_6 = 8,7X_1 + 9,3X_2 + 9,8X_3 + 0,45X_1X_2 + 0,675X_1X_3 - 2,475X_2X_3 +$$

$$+ 4,95(X_1+X_2) - 0,225(X_1+X_2) + 2,925(X_2+X_3) + 1,352X_1X_2X_3.$$

Графические зависимости изменения предела прочности при сжатии и модуля упругости композитов на различных наполнителях приведены на рис. 5.

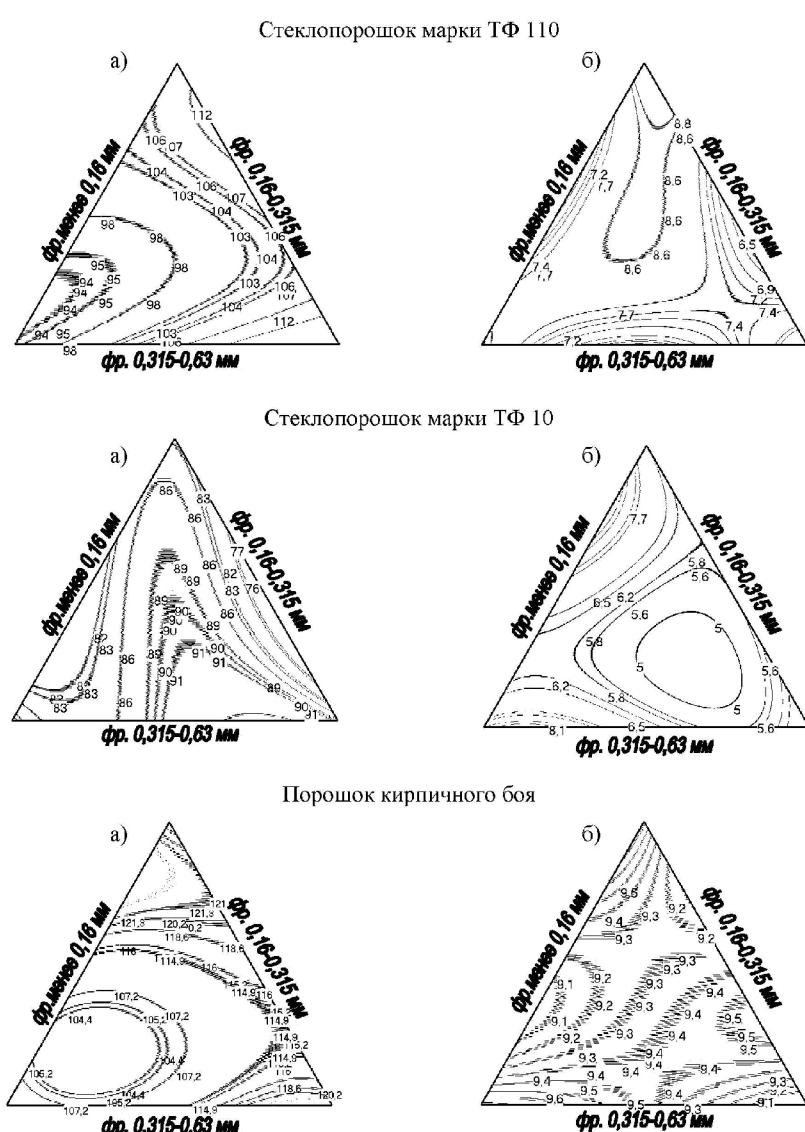


Рис. 5. Изолинии изменения предела прочности на сжатие (а) и модуля упругости (б) эпоксидных композитов в зависимости от гранулометрического состава различных наполнителей

Из графиков следует, что максимальные значения прочности и жесткости достигаются при применении наполнителей в виде частиц различного гранулометрического состава. Наибольшие показатели прочностных характеристик наблюдаются у составов на основе многофракционного керамического наполнителя с преобладанием более мелких зерен ($R_{cж} = 121,3$ МПа). Графики прочностных показателей композитов, наполненных порошками отходов стекла показывают более высокую прочность материалов на стекле марки ТФ-110. Введение наполнителя приводит к повышению модуля упругости композитов. При этом данный показатель убывает в следующей последовательности: кирпичный бой, стекло марки ТФ-110, стекло марки ТФ-10.

Как следует из приведенных экспериментальных данных, отверждение эпоксидных композитов аминофенольным отвердителем, модификация пластифицирующими добавками и наполнителями оптимальных концентраций позволяет получать составы с высокими прочностными свойствами, требуемыми показателями деформативности и повышенной биостойкостью, которые могут быть рекомендованы для использования в виде мастичных, лакокрасочных и каркасных покрытий с широким диапазоном технологических и эксплуатационных свойств в зданиях с биологически активными средами.

Список библиографических ссылок

- Соломатов В.И., Ерофеев В.Т., Смирнов В.Ф. Биологическое сопротивление материалов. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2001. – 196 с.
- Комохов П.Г., Ерофеев В.Т., Афиногенов Г.Е. Защита зданий и сооружений от биоповреждений биоцидными препаратами на основе гуанидина. – СПб.: Наука, 2009. – 192 с.
- Ерофеев В.Т., Соколова Ю.А., Богатов А.Д. Эпоксидные полимербетоны, модифицированные нефтяными битумами, каменноугольной и карбамидной смолами и амино производными соединениями. – М.: «Палеотип», 2008. – 244 с.
- Вяземская Н.И., Калинин Е.В., Лалазарова А.П., Станякина Л.С. Исследование эпоксидных полимербетонов на новом аминосланцевом отвердителе АСФ-10 для ремонта влажного бетона гидротехнических сооружений // Применение полимерных материалов в гидротехническом строительстве. – Л., 1979. – С. 16-19.
- Бобрышев А.Н., Ерофеев В.Т., Козомазов В.Н. Физика и синергетика дисперсно-неупорядоченных конденсированных композитных систем. – СПб.: Наука, 2012. – 476 с.
- Наполнители для полимерных композиционных материалов. Пер. с англ. / под ред. Г.С. Каца и Д.Б. Милевски. – М.: Химия, 1981. – 370 с.

Erofeev V.T. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: fac-build@adm.mrsu.ru

Lazarev A.V. – post-graduate student

E-mail: a.v.lazarev@yandex.ru

Bogatov A.D. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: bogatovad@list.ru

Kaznacheev S.V. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: kaznacheevsv@rambler.ru

Mordovian State University

The organization address: 430005, Russia, Saransk, Bolshevikskay st., 68

Smirnov V.F. – doctor of biological sciences, professor

E-mail: protectfun@mail.ru

Nizhny Novgorod State University

The organization address: 603950, Russia, N. Novgorod, Gagarina st., 23

Hudjakov V.A. – candidate of technical sciences professor

E-mail: hudjakov@pgta.ru

Penza state technological academy

The organization address: 440605, Russia, Penza, Gagarina st., 1a/11

Optimization of structures of bioresistant epoxy composites, cured by aminophenolic hardener

Resume

One of the most important properties of the polymeric composite materials defining efficiency of their application in construction, are strength indicators and high corrosion resistance in the conditions of influence of biological hostile environment. Epoxy composites found the broadest application in buildings and constructions with hostile environment at the device of sheetings on construction designs and the device of floors.

In the presence of dry conditions at works to an hardening of epoxies it is applied polietilenpoliamin. For providing the hardening of epoxies at their drawing on a damp surface and at negative temperatures an aminophenolic hardener is offered to use.

The conducted researches and the analysis of obtained experimental data showed that the hardening of epoxy composites by an aminophenolic hardener allows receiving structures with the high strength properties, demanded indicators of deformability and increased bioproofness which can be recommended for use in the form of mastic, paint and varnish and frame coverings with a wide range of technological and operational properties in buildings with biologically active environments.

Keywords: epoxide pitch, filler, polymeric composition, biological firmness, durability.

Reference list

1. Solomatov V.I., Yerofeev V.T., Smirnov V.F. Biological resistance of materials. – Saransk: Publishing house Mordov. university, 2001. – 196 p.
2. Komokhov P.G., Yerofeev V.T., Afinogenov G.E. Protection of buildings and constructions against biodamages by biocidal preparations on a basis guanidin. – SPb.: Science, 2009. – 192 p.
3. Yerofeev V.T., Sokolova Yu.A., Bogatov A.D. Epoxy polymerconcrete, modified by oil bitumens, coal and carbamide pitches and amine derivative connections. – M.: «Paleotip», 2008. – 244 p.
4. Vyazemskaya N.I., Kalinin E.V., Lalazarova A.P., Stanyakina L.S. Research epoxy polymerconcrete on a new aminoshale hardener of ASF-10 for repair of damp concrete of hydraulic engineering constructions // Application of polymeric materials in hydrotechnical construction. – L., 1979. – P. 16-19.
5. Bobryshev A.N., Yerofeev V.T., Kozomazov V.N. Physics and synergetics disperse-disordered condensed composite systems. – SPb.: Science, 2012. – 476 p.
6. Fillers for polymeric composite materials. The trans. from English / under the editorship of G.S. Katz and D.B. Milevsky. – M.: Chemistry, 1981. – 370 p.

УДК 691.44

Мавлюбердинов А.Р. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: mazatr73@rambler.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420032, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

К вопросу изучения механизма повышения прочности пористого керамического черепка при введении химических добавок

Аннотация

Целью работы является исследование механизмов повышения прочности керамического черепка путем механической активации глинистого сырья или введения химических добавок в составы сырьевых смесей.

Повышение конкурентоспособности керамических стеновых изделий на рынке строительных материалов возможно путем улучшения их теплозащитных свойств.

Снижение средней плотности и теплопроводности керамических стеновых изделий достигается поризацией черепка и увеличением пустотности изделий. Снижая среднюю плотность и теплопроводность изделий путем введения выгорающих добавок снижаются и их прочностные характеристики.

В статье рассматриваются механизмы компенсации потери прочности путем введения химических добавок.

Ключевые слова: керамические изделия, отход гальванического производства, подмыльный щелок, кристаллическая фаза, стекломасса.

В настоящее время в связи с бурным развитием индивидуального малоэтажного строительства повышается интерес к эффективным керамическим стеновым материалам, использование которых обеспечивает зданиям долговечность, комфортность и архитектурную выразительность. За рубежом, в конструктивном отношении при строительстве зданий, преобладает каркасное строительство, при котором конструкции стен выполняют в основном функции теплозащитного ограждения.

В нашей стране на современном этапе развития отрасли производства керамических стеновых строительных материалов просматривается тенденция преимущественного выпуска эффективных стеновых материалов со средней плотностью 600-1000 кг/м³ и теплопроводностью до 0,14 Вт/(м*°C).

Снижения средней плотности и теплопроводности изделий можно достичь путем поризации черепка и увеличения пустотности изделий. Однако, снижая среднюю плотность и теплопроводность изделий путем введения выгорающих добавок мы снижаем и их прочностные характеристики. Поэтому, при введении в шихту выгорающих добавок следует принимать меры, способствующие повышению прочности черепка. Этого можно достичь, например, путем механической активации глинистого сырья [1] или введения химических добавок – отхода гальванического производства и подмыльного щелока. В работах [2-4] было экспериментально доказано увеличение прочности черепка стеновой керамики при введении флюсующих добавок – отхода гальванического производства (далее ОГП) и подмыльного щелока (далее ПЩ).

Целью исследований является изучение механизма влияния отходов гальванического производства и подмыльного щелока, которые являются побочными продуктами промышленности на прочностные характеристики керамических изделий, изготовленных на основе среднепластичной глины. Для реализации поставленных целей были изготовлены контрольные образцы-кубики из шихт с различным содержанием добавок ОГП и ПЩ, которые подвергались обжигу. Отобранные контрольные образцы были исследованы методами рентгенофазового анализа и электронной микроскопии. Анализ зависимостей РФА позволил нам объяснить механизм повышения прочности пористого черепка при введении добавок ОГП и ПЩ.

Представленные на рис. 1 рентгенограммы контрольных проб среднепластичной глины с содержанием отходов гальванического производства в количестве 1,5 %. С целью сравнения рефлексов представлены дифрактограммы среднепластичной глины

(без добавок) (кривая 3) и отходов гальванического производства (кривая 1), которые были подвергены обжигу (кривая 2). При обжиге чистой глины (кривая 3), как сказано ранее, формируются такие новообразования, как муллит ($2,688$), гематит ($3,666$; $2,515$; $2,189$; $1,676$; $1,455$), алюмосиликатная шпинель ($2,44$) и, возможно, некоторое количество кристобалита ($4,04$) и корунда ($1,374$).

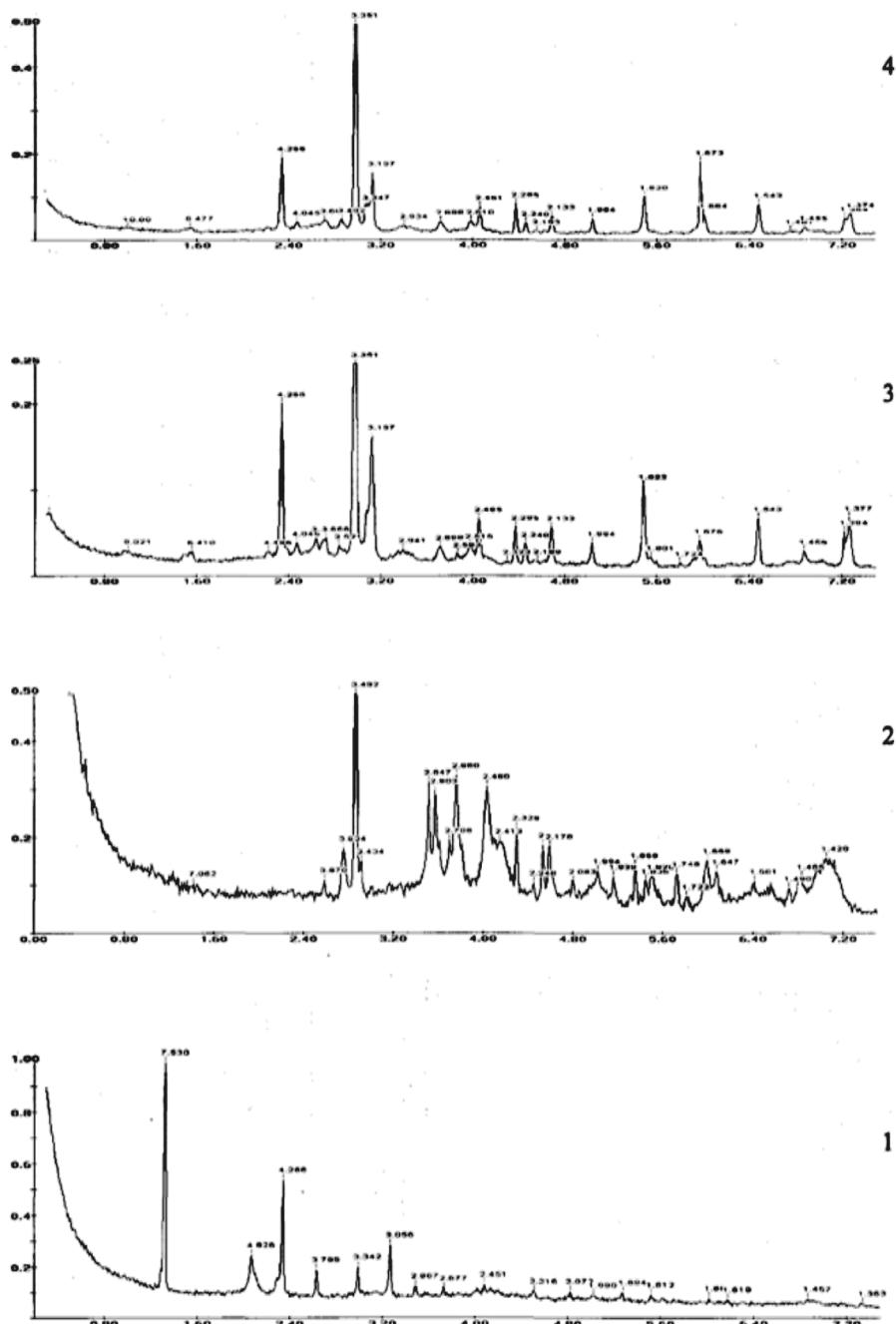


Рис. 1. Дифрактограммы образцов:
1 – ОГП в исходном состоянии, 2 – ОГП, обожженные при 950°C ,
3 – чистая глина, обожженная при 950°C , 4 – Глина + ОГП, обожженная при 950°C

Образование муллита возможно в матрицах, которые содержат SiO_2 и Al_2O_3 . Причем интенсивность возрастает при наличии активного аморфного глинозема в виде $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, менее активного $\Theta\text{-Al}_2\text{O}_3$ и других аморфных оксидов. Предположительно, образуется некоторое количество первичного муллита, вследствие взаимодействия $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, образующегося при распаде метакаолинита, с кремнеземом. Также повышает прочностные характеристики черепка – алюмосиликатная шпинель (Al_2SiO_4) с рефлексом $2,256$.

Анализ результатов наших исследований и данные работ других исследователей, позволяет сделать вывод о том, что гидрагиллит или гиббсит способствуют формированию при термической обработке активной формы глинозема $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, который по данным разных источников сохраняет свою активность в интервале температур от 250 до 900°C . В кристаллической фазе черепка, формирующегося при обжиге керамических изделий на основе среднепластичной глины с добавкой ОГП, предположительно присутствуют иголки муллита, которые армируют стекломассу черепка, что повышает его прочность. Муллит, предположительно, формируются при взаимодействии $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, $\Theta\text{-Al}_2\text{O}_3$ и аморфного кремнезема.

Повышение прочности черепка при введении подмыльного щелока в количествах от 0 до 1,5 % связано с увеличением количества стекломассы. В чистой глине (содержание ПЩ = 0 %) ее недостаточно, а при 1,5 % образующаяся стекломасса формирует более плотную упаковку частиц кварца и кристаллических новообразований, а вокруг них формируется оптимальное количество жидкого расплава. При этом отношение «обжиговая связка – твердая фаза» (ОС/ТФ) – оптимально. Дальнейшее увеличение вводимого ПЩ, увеличивает количество жидкой фазы, интенсифицирующей процесс оплавления нерастворившихся компонентов шихты, способствует более интенсивному оплавлению краев зерен кварца, увеличению аморфной фазы и снижению кристаллической фазы расплава, что приводит к снижению прочности черепка. При этом отношение ОС/ТФ – не оптимально.

Сравнение дифрактограмм для чистой глины и глины с добавкой ПЩ (рис. 2) показывает, что введение ПЩ в состав шихты способствует началу образования новых кристаллических фаз первичного муллита. Видно, что некоторые рефлексы затеняются рефлексами, накладываемыми от эффектов других новообразований. Так, рефлексы характерные для муллита, накладываются на рефлексы альбита и кварца.

Анализ результатов РФА для образцов с добавкой ПЩ, позволяет сделать вывод о том, что увеличение количества ПЩ повышает концентрацию флюсующей натрийсодержащей компоненты добавки, которая снижает температуру образования стеклофазы в области более низких температур, и, как следствие к увеличению количества расплава до оптимальных значений при обжиге черепка при температуре 950°C , что повышает прочность материала.

На рис. 3 представлены электронно-микроскопические снимки образцов, полученных из сырьевых смесей на основе среднепластичной глины с добавкой подмыльного щелока. Анализ снимков (рис. 3а и 3б) дает возможность предположить, что стекломасса (светлая зона) связывает грубые составляющие за счет оплавления граней конгломерата. Также можно предположить, что увеличение стекломассы повышает прочность керамического черепка.

Количество стекломассы было определено расчетным способом, предложенным научным коллективом, под руководством Чумаченко Н.Г. Расчеты показали, что при введении ПЩ в составы сырьевых смесей в количестве до 3 % увеличивает количество стекломассы. Установлено, что увеличение прочности керамического черепка напрямую зависит от количества образованной стекломассы.

Анализ результатов исследований методами рентгенофазового анализа и электронной микроскопии керамических черепков показал, что введение в составы сырьевых смесей химических добавок – отход гальванического производства и подмыльный щелок оказывает пластифицирующий эффект на смеси. Также при обжиге увеличивается количество стекломассы в результате флюсующего действия натрийсодержащих компонентов добавок с увеличением содержания кристаллической фазы расплава черепка.

Таким образом, результаты исследований позволили сделать следующие выводы. Повышение прочности черепка при введении подмыльного щелока в составы сырьевых смесей связано с увеличением количества стекломассы. В кристаллической фазе черепка, формирующегося при обжиге керамических изделий на основе среднепластичной глины с добавкой отходов гальванического производства присутствуют иголки муллита, которые армируют стекломассу черепка, что повышает его прочность. Стекломасса связывает грубые составляющие за счет оплавления граней конгломерата. Увеличение стекломассы повышает прочность керамического черепка.

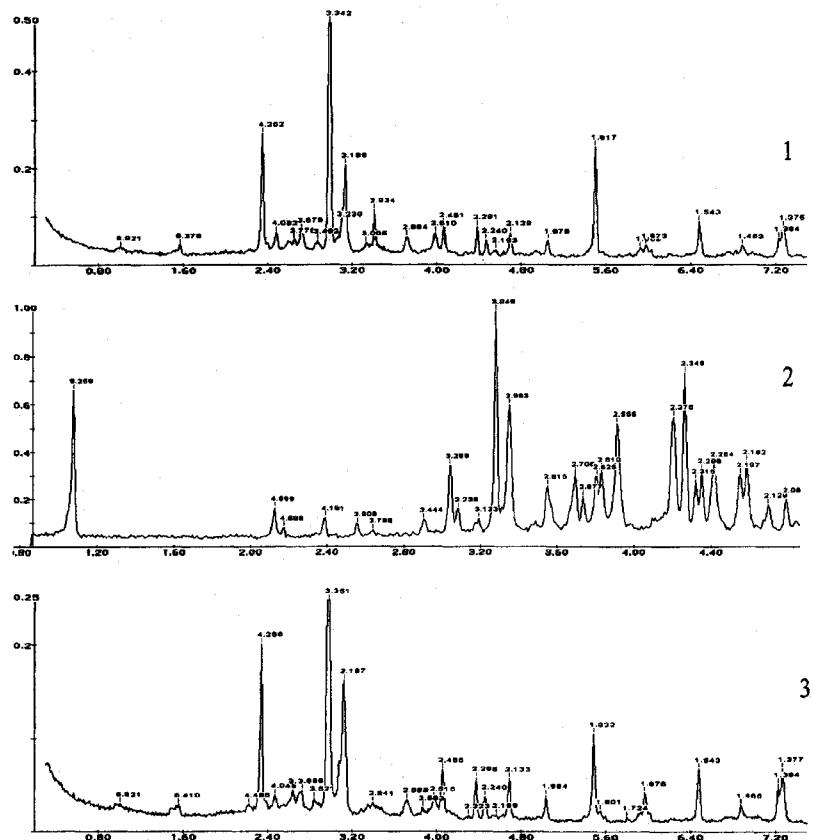


Рис. 2. Дифрактограммы образцов:
1 – глина +ПЩ; 2 – ПЩ в исходном состоянии; 3 – глина без добавок

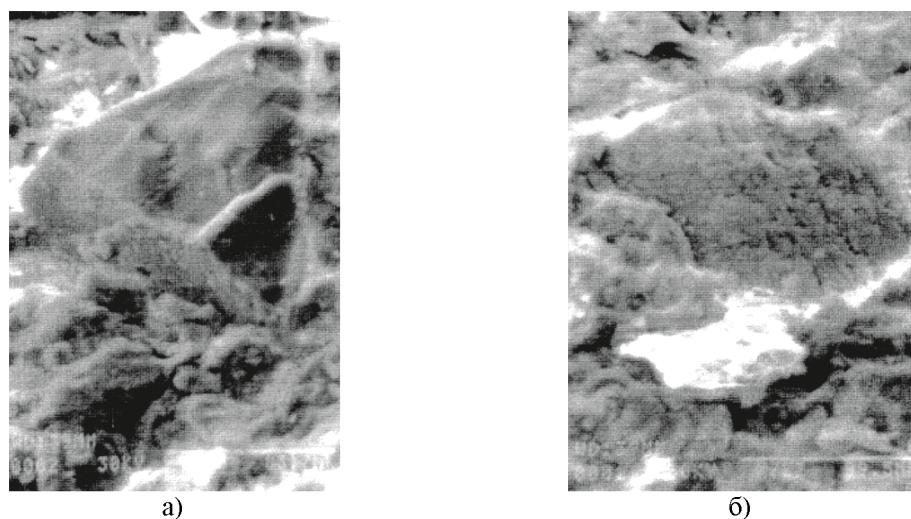


Рис. 3. Электронно-микроскопические снимки керамического черепка:
а) без добавок; б) с добавкой подмыльного щелока

Список библиографических ссылок

1. Ашмарин Г.Д. Ключ к успеху в производстве керамического кирпича – рациональная переработка сырьевых материалов. // Строительные материалы. Приложение Technology, 2007, № 9. – С.15-16
2. Мавлюбердинов А.Р. Пустотело-пористая стеновая керамика на основе местного сырья // Автореферат дисс. на соиск. степени канд. техн. наук. – Казань, 2001. – 19 с.

3. Мавлюбердинов А.Р., Габидуллин М.Г., Рахимов Р.З. Исследование влияния подмыльного щелока и отходов гальваники на прочность и формирование новообразований в стеновой керамики // Материалы седьмых академических чтений РААСН «Современные проблемы строительного материаловедения», Ч. 1. – Белгород, 2001. – С. 323-330.
4. Королев Э.А., Морозов В.П., Бариева Э.Р., Рахимов Р.З., Габидуллин М.Г., Мавлюбердинов А.Р. Возможность использования отходов химического производства в изготовлении керамического кирпича // Актуальные экологические проблемы Республики Татарстан. – Казань, 2000. – С. 136-137.
5. Чумаченко Н.Г. Методологические основы производства строительной керамики на основе природного и техногенного сырья // Автореферат докт. дисс. на соиск. степени доктора техн. наук. – Самара, 1999.
6. Торопов Н.А. и др. Диаграммы состояния силикатных систем: Вып. 2. Металлокислородные соединения силикатных систем. – Л.: Наука. Ленинградское отделение, 1984. – С. 18-34.

Mavliuberdinov A.R. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: mazatr73@rambler.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

To the question of studing the mechanism of increasing the durability of a porous ceramic crock at introduction of chemical additives

Resume

The competitiveness of ceramic wall products in the market of construction materials can be increased by improvement of their heat-shielding properties. It is possible to lower average density and heat conductivity of ceramic wall products by a porization of a crock and increase in hollowness of products. Reducing the average density and heat conductivity of products by introduction of burnable additives their strength characteristics decrease also. Therefore, it is necessary to provide the increase of durability of a crock at introduction of burnable additives in furnace charge. The article considers mechanisms of increase of durability of a ceramic crock by mechanical activation of clay raw materials or introduction of chemical additives.

Increasing the strength of the crock can be explained like this. Crystalline phase of the crock is formed by firing ceramic products, which based on medium plastic clay and include galvanic production waste. This crystalline phase contains needles of mullit, which reinforce glass phase by melting of conglomerate faces. If glass phase increases strength of the ceramic crock raises.

Keywords: ceramics, galvanic production waste, spent-soap lye, crystalline phase, glass phase.

Reference list

1. Ashmarin G.D. Key to success in production of a ceramic brick – rational processing of raw materials // Construction materials. Appendix Technology, 2007, № 9. – P.15-16
2. Mavluberdinov A.R. Hollow and porous wall ceramics on the basis of local raw materials // The master's thesis author's abstract on competition of degree of a Cand. Chem. Sci. – Kazan, 2001. – 19 p.
3. Mavluberdinov A.R., Gabidullin M.G., Rahimov R.Z. Research of influence of spent-soap lye and galvanic waste on durability and formation of new growths in wall ceramics // Materials of the seventh academic readings RAASN «Modern problems of construction materials science», Part 1. – Belgorod, 2001. – P. 323-330.
4. Koroliov E.A., Morozov V.P., Barieva E.R., Rahimov R.Z., Gabidullin M.G., Mavluberdinov A.R. Possibility of use of chemical production waste in production of a ceramic brick // Actual environmental problems of the Republic of Tatarstan. – Kazan, 2000. – P. 136-137.
5. Chumatchenko N.G. Methodological bases of production of construction ceramics on the basis of natural and technogenic raw materials // The abstract of the doctoral dissertation on competition of degree of the Doctor of Engineering. – Samara, 1999.
6. Toropov N.A. Charts of a condition of silicate systems: Release 2. Metalloxygen connections of silicate systems. – L.: Science. Leningrad office, 1984. – P. 18-34.

УДК 691.544

Медяник Ю.В. – кандидат технических наук, старший преподаватель

E-mail: julia-707@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Исследование характера новообразований цементного камня при твердении в присутствии карбонатсодержащего наполнителя

Аннотация

Изучено влияние карбонатсодержащего наполнителя из шлама водоумягчения ТЭЦ на процессы гидратации цементных композиций и характер новообразований, возникающих при их твердении. Показана эффективность его применения в качестве добавки, являющейся альтернативой природным карбонатам. Установлено, что при введении в состав цементного вяжущего карбонатсодержащего шлама повышается степень гидратации клинкерных минералов, увеличивается количество гидросиликатов кальция и образуются гидрокарбоалюминаты кальция. Показано, что это способствует росту прочности в процессе длительного твердения цементного камня.

Ключевые слова: смешанное вяжущее, добавки-наполнители, гидратация клинкерных минералов, структурообразование цементного камня, шлам водоумягчения.

Одним из эффективных способов улучшения физико-механических свойств смешанных вяжущих и влияния на процессы структурообразования цементного камня является введение тонкомолотых наполнителей. Воздействие, оказываемое добавками-наполнителями на свойства смешанных вяжущих, во многом определяется их природой [1, 2]. В зависимости от характера влияния на свойства цемента наполнители подразделяются на две основные группы:

- активные минеральные добавки – обладающие гидравлическими и (или) пущоланическими свойствами и изменяющие наименование цемента;

- инертные наполнители – улучшающие зерновой состав цемента и структуру затвердевшего цементного камня, не обладающие или обладающие слабыми гидравлическими или пущоланическими свойствами при нормальных условиях твердения.

Активные добавки и некоторые инертные наполнители участвуют в процессах гидратации цемента и выполняют структурообразующую роль на уровне физико-механического взаимодействия частиц композиционного материала [2].

Особое место среди минеральных наполнителей занимают природные карбонатные породы и карбонатсодержащие тонкомолотые добавки, характер влияния которых на формирование механически прочного конгломерата весьма сложен и обусловлен как химическими, так и физико-химическими процессами, протекающими в системе. В работах Будникова П.П., Тимашева В.В., Колбасова В.М. и ряда других авторов [3, 4] показано, что в процессе формирования цементного камня с карбонатными наполнителями возникают эпитаксические связи между частицами известняка и гелевидной фазой твердеющего цемента. Это способствует усилению адгезионного сцепления цементного камня с поверхностью известняка на 15-20 % по сравнению с гранитом, кварцем и другими породами и минералами [3]. Исследования микрошлифов 15-летнего хранения подтвердили взаимодействие во времени карбонатов кальция и магния с продуктами гидратации портландцемента [2].

В настоящее время основные химические аспекты формирования прочности смешанных цементов с карбонатсодержащими наполнителями объясняются образованием следующих соединений [2, 4-6]:

1) гидрокарбоалюминатов кальция $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{CaCO}_3\cdot11\text{H}_2\text{O}$ и $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{CaCO}_3\cdot30-32\text{H}_2\text{O}$ за счет взаимодействия кальцита с трехкальциевым алюминатом (гидроалюминатом);

2) основных карбонатов кальция $\text{CaCO}_3\cdot\text{Ca}(\text{OH})_2\cdot m\text{H}_2\text{O}$ в присутствии извести и гидрокальцитов $\text{CaCO}_3\cdot6\text{H}_2\text{O}$;

3) томазита $\{Ca_3[Si(OH)_6] \cdot 12H_2O\} \cdot (SO_4) \cdot (CO_3)$ при нормальной температуре твердения и скотита $6CaO \cdot 6SiO_2 \cdot CaCO_3 \cdot 2H_2O$ при температуре выше 140 °C за счет внедрения карбоната в структуру гидросиликата.

Структура и прочность цементного камня из смешанных вяжущих с карбонатными наполнителями зависят от вещественного состава, прочности и структуры последних. В работе [7] установлено, что эффективность применения карбонатных наполнителей в цементах повышается при содержании в них $CaCO_3$ более 60 % и прочности пород более 26 МПа, а цементный камень с известняковым наполнителем имеет более крупные и плотно упакованные агрегаты новообразований, пониженную интегральную пористость и средний размер пор. Это свидетельствует о том, что природные карбонатные наполнители участвуют как в процессах химического взаимодействия минералов цементного клинкера, так и в структурообразовании цементного камня на уровне физико-механических преобразований, а их использование позволяет направленно регулировать свойства цементных композиций.

Однако применение природных материалов в качестве добавок-наполнителей приводит к дополнительным затратам на их добычу, транспортировку и помол. Опыт работы отечественных и зарубежных предприятий показал целесообразность использования в качестве заменителя природных минеральных добавок побочных продуктов производства. При этом решается комплексная задача экономии сырья, энергии и ресурсов, а также утилизации побочных продуктов производства.

В Республике Татарстан одним из крупнотоннажных побочных продуктов энергетической отрасли является шлам водоумягчения, образующийся на ТЭЦ при известковании воды. Шлам имеет стабильный химико-минералогический состав (содержание $CaCO_3$ до 80 %) и высокую степень дисперсности, обусловленную технологическим процессом его образования. Он не содержит свободной окиси кальция, окислов щелочных металлов, доступен в больших объемах и не требует значительных затрат на переработку, поэтому может быть рассмотрен в качестве альтернативы природному минеральному сырью при получении смешанных вяжущих [8].

В научно-технической и патентной литературе приводятся сведения о возможности использования шлама водоумягчения для получения гипсовых вяжущих и материалов на их основе, цементно-песчаных растворов, составов для цементации слабых грунтов [9-12].

Целью данной работы являлось исследование характера новообразований при твердении цементных композиций в присутствии карбонатсодержащего наполнителя на основе шлама водоумягчения ТЭЦ.

Объектами исследования являлись образцы цементного камня из портландцемента Ульяновского завода марки ПЦ400-Д20 и образцы, изготовленные из того же цемента с содержанием 20 % шлама. Карбонатсодержащий наполнитель вводился в портландцемент в сухом виде. Исследование степени гидратации и фазового состава продуктов гидратации проводилось с применением автоматизированного дифрактометра ДРОН-3М.

Составы и свойства цементных композиций, использованных для рентгенографических исследований, представлены в таблице. Дифрактограмма шлама приведена на рис. 1.

Таблица

Составы и свойства цементных композиций, использованных для рентгенографических исследований

Шифр образца		Состав вяжущего, %		Нормальная густота, %	Прочность при сжатии, МПа	
28 сут.	270 сут.	Цемент	Шлам		28 сут.	270 сут.
1	1a	100	-	25,7	73,3	91,6
2	2a	80	20	31,0	45,5	59,8

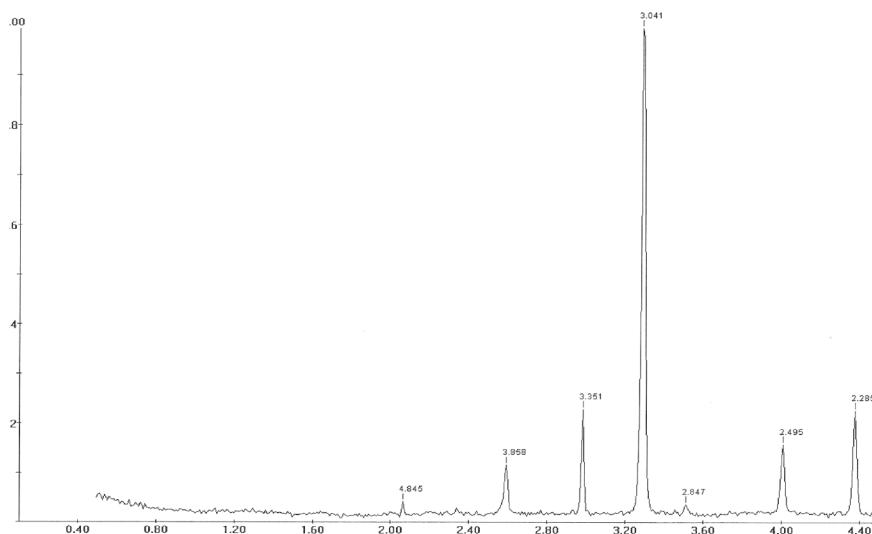


Рис. 1. Дифрактограмма шлама водоумягчения Казанской ТЭЦ-1

Исследование показало, что в образце цементного камня без добавки шлама (рис. 2, образец 1) в возрасте 28 суток отмечаются дифракционные отражения непрогидратировавших минералов: алита C_3S (межплоскостные расстояния 3,87; 3,034; 2,778; 2,747; 2,610; 2,694 Å), белита C_2S (4,699; 2,88; 2,778; 2,747; 2,610; 2,446; 2,404 Å), трехкальциевого алюмината C_3A (2,694 Å), четырехкальциевого алюмоферрита C_4AF (7,267; 2,694 Å) и гидратных новообразований – портландита (4,902; 3,109; 2,626; 2,446 Å) и этtringита (9,69; 5,58; 3,87; 2,626; 2,561 Å). Отмечаются пики, характерные для кальцита, образующегося в результате карбонизации (3,87; 3,034; 2,289 Å). Рассчитанная по дифрактограмме величина $J_{\text{кр}}/J_{\text{общ}}$ (отношение интенсивности кристаллических фаз к общей интенсивности дифрактограммы) составила 0,321 усл. ед., что указывает на наличие в образце цементного камня значительного количества аморфной фазы.

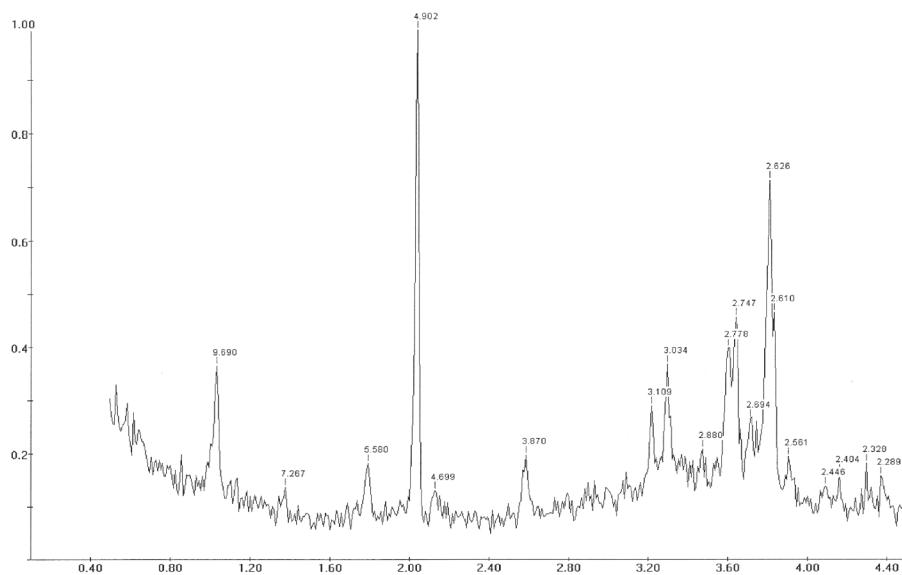


Рис. 2. Дифрактограмма цементного камня в возрасте 28 суток (образец 1)

На дифрактограмме образца 2, содержащего 20 % карбонатного шлама (рис. 3), отмечается пик, относящийся к фазе гидросиликатов кальция (8,224 Å). При этом пики кальцита (3,858; 3,034; 2,495; 2,285 Å), являющейся основной составляющей добавки-наполнителя, заметно увеличились, уменьшилась интенсивности линий C_3S , C_2S и C_4AF , а линии C_3A практически исчезли.

Результаты исследований позволяют предположить, что гидратация клинкерных минералов в наполненной системе протекает более интенсивно, чем в системе без наполнителя. Это обусловлено тем, что частицы кальцита служат хорошей подложкой для наращивания на них гидратных новообразований цементного камня, что объясняется гетерогенным зарождением частиц новообразованной фазы [13]. Косвенно на это указывает и существенное уменьшение аморфной составляющей ($J_{kp}/J_{общ} = 0,356$ усл. ед.).

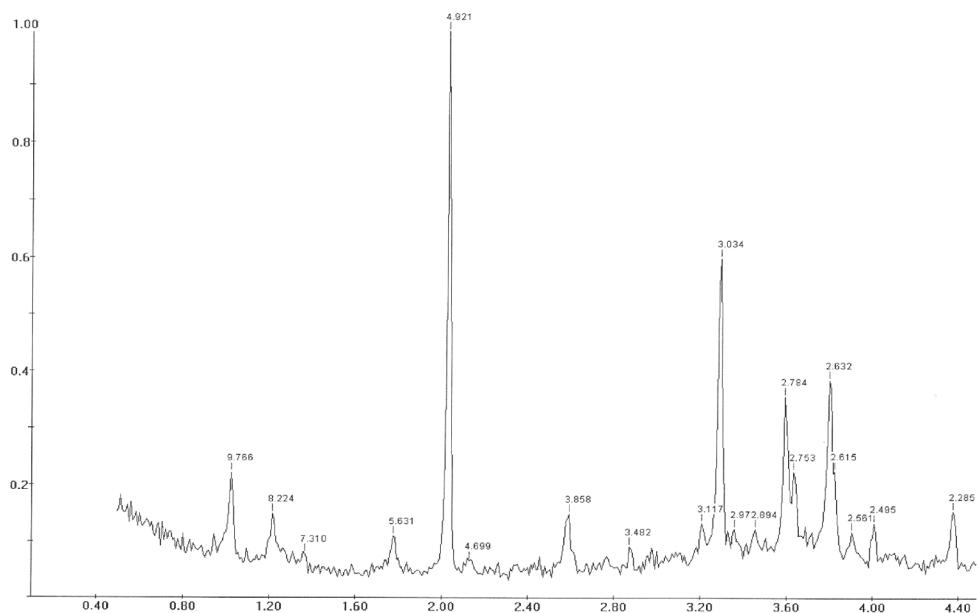


Рис. 3. Дифрактограмма цементного камня с наполнителем в возрасте 28 суток (образец 2)

На рис. 4 приведены результаты исследования характера новообразований цементного камня в возрасте 270 суток (образец 1а). Наблюдаются пики гидросиликата кальция ($8,278 \text{ \AA}$), существенное уменьшение интенсивности линий портландита ($4,921$; $2,632 \text{ \AA}$) и увеличение пиков кальцита ($3,041$; $2,294$; $2,189 \text{ \AA}$). Это позволяет сделать вывод о том, что увеличение прочности цементного камня в процессе длительного твердения происходит за счет кристаллизации гелеобразных новообразований (гидросиликатов кальция) и образования CaCO_3 .

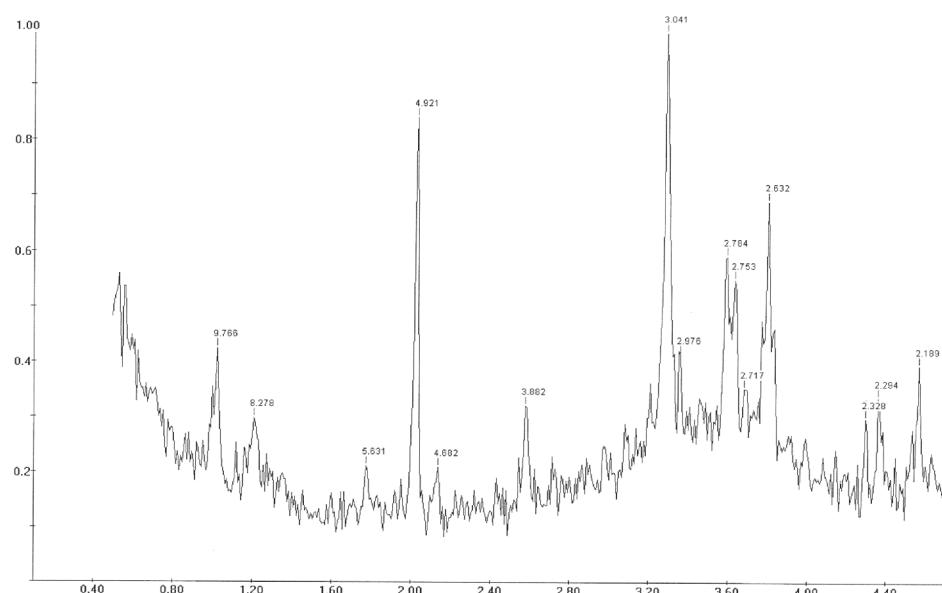


Рис. 4. Дифрактограмма цементного камня в возрасте 270 суток (образец 1а)

На дифрактограмме образца 2а с содержанием 20% шлама (рис.5) в возрасте 270 суток характерным является появление новой кристаллической фазы с межплоскостным расстоянием 7,567 Å – гидрокарбоалюмината кальция состава $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{CaCO}_3\cdot11\text{H}_2\text{O}$, который вносит дополнительный вклад в формирование структуры твердения цементного камня с карбонатным наполнителем. Отмечается также увеличение интенсивности линий гидросиликатов кальция (8,170 Å) и кальцита (3,041; 2,285; 2,495 Å). Соответственно, заметно уменьшилось количество портландита и непрогидратировавших минералов C_3S и C_2S , а линии C_3A и C_4AF практически отсутствуют.

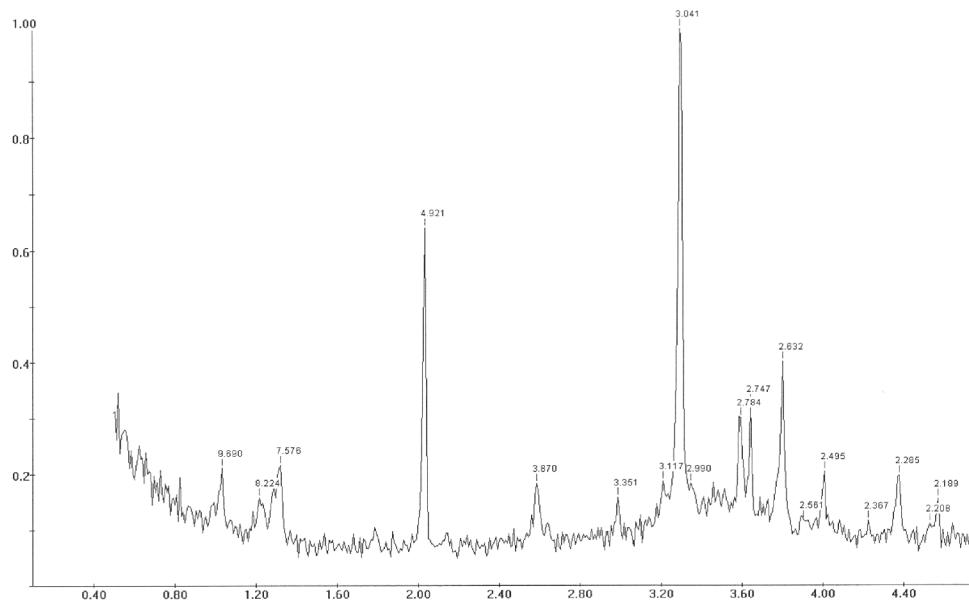


Рис. 5. Дифрактограмма цементного камня с наполнителем в возрасте 270 суток (образец 2а)

Рассчитанная по дифрактограмме величина $J_{kp}/J_{общ}$ составила 0,384, что указывает на значительное уменьшение аморфной составляющей образцов с содержанием 20 % шлама в возрасте 270 суток. Из этого следует, что процессы гидратации в цементном камне с карбонатным наполнителем из шлама водоумягчения протекают более интенсивно не только в ранние (28 суток), но и в более поздние сроки твердения. Полученные данные согласуются с результатами исследования кинетики изменения прочности образцов цементного камня из смешанного вяжущего, выполненным автором ранее [8, 14].

Результаты исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Введение наполнителя из шлама водоумягчения в товарные портландцементы способствует более интенсивному протеканию процессов гидратации клинкерных минералов, что объясняется гетерогенным зарождением частиц новообразованной фазы на подложке, в роли которой выступают частицы кальцита.

2. Формирование структуры и рост прочности цементного камня с наполнителем из шлама водоумягчения в процессе длительного твердения происходит за счет увеличения количества гидросиликатов кальция, карбонизации портландита и образования гидрокарбоалюминатов кальция ($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{CaCO}_3\cdot11\text{H}_2\text{O}$).

Список библиографических ссылок

1. Бутт Ю.М. Технология цемента и других вяжущих материалов. – М.: Стройиздат, 1976. – 407 с.
2. Пантелеев А.С., Колбасов В.М. Цементы с минеральными добавками-микронаполнителями // Новое в химии и технологии цемента (Труды совещания по химии и технологии цемента 1961 г.). – М.: Госстройиздат, 1962. – С. 155-164.

3. Будников П.П., Никитина Н.В. О промежуточной фазе гидросиликатов при твердении портландцемента с карбонатной добавкой // Цемент, 1968, № 2. – С. 10-12.
4. Тимашев В.В., Колбасов В.М. Свойства цементов с карбонатными добавками // Цемент, 1981, № 10. – С. 10-12.
5. Крылова А.В., Крылов Т.С. Исследование возможности использования карбонатных отходов сахарного производства (дефеката) в строительстве // Тезисы докладов междунар. науч.-техн. конф. «Современные проблемы строительного материаловедения». Ч. 5. – Казань: КГАСА, 1996. – С. 71-73.
6. Макаревич М.С. Сухие строительные смеси для штукатурных работ с тонкодисперсными минеральными добавками // Автореферат канд. дисс. на соиск. степени канд. техн. наук. – Томск, 2005. – 22 с.
7. Марданова Э.И. Многокомпонентные цементы с добавками из местного минерального сырья // Автореферат канд. дисс. на соиск. степени канд. техн. наук. – Казань, 1995. – 23 с.
8. Медяник Ю.В. Смешанное вяжущее с наполнителем из шлама водоумягчения для сухих штукатурных смесей // Автореферат канд. дисс. на соиск. степени канд. техн. наук. – Казань, 2003. – 18 с.
9. Морева И.В., Медяник В.В., Самохина Е.Н., Соколова Ю.А. Способ получения гипсового вяжущего с карбонатсодержащей добавкой // Известия высших учебных заведений. Строительство, 2007, № 6. – С. 37-40.
10. Валеев Р.Ш., Шайхиев И.Г. Способ применения шламовых отходов водоподготовки в строительных материалах с использованием суперпластификатора КМК-ОК // Вестник Казанского технологического университета, 2012, № 12. – С. 74-75.
11. Тараканов О.В., Тараканова Е.О. Формирование микроструктуры наполненных цементных материалов // Инженерно-строительный журнал, 2009, № 8. – С. 13-16.
12. Способ цементации слабых грунтов: пат. 2372445 Рос. Федерация. № 2007136530/03; заявл. 02.10.07; опубл. 10.11.09. Бюл. № 31. – 10 с.
13. Любимова Т.М. Особенности кристаллизационного твердения минеральных вяжущих в зоне контакта с различными твердыми фазами (заполнителями). – В сб.: Физико-химическая механика дисперсных структур. – М.: Наука, 1966. – С. 268-280.
14. Медяник Ю.В., Медяник В.В. О влиянии наполнителя из шлама водоумягчения ТЭЦ на раннюю прочность цементного камня и штукатурных растворов // Сб. науч. тр. по матер. IX междунар. науч.-практ. конф. «Города России: проблемы строительства, инженерного обеспечения, благоустройства и экологии». – Пенза: РИО ПГСХА, 2007. – С. 102-105.

Medianik Iu.V. – candidate of technical sciences, senior lecturer

E-mail: julia-707@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

The study of character of cement stone neoplasms during the hardening in the presence of carbonate filler

Resume

Application of the fine ground mineral fillers is one of the effective ways to improve the physical and mechanical properties of mixed binders and influence on the processes of structure formation of cement stone. However, the use of natural additives-fillers leads to additional costs for their production, transportation and grinding. As a substitute for natural mineral raw materials in mixed binders it is proposed to use the carbonate sludge of water softening.

In this paper we studied the effect of carbonate filler from water softening sludge on processes of hydration of cement compositions and character of neoplasms arising in their hardening. It is established that, when introduced into the cement sludge of the carbonate

solution increases the degree of hydration of the clinker minerals, is increased the amount of the calcium hydrosilicates and produced hydrocarboaluminates calcium. It has been shown that it promotes prolonged strength during hardening of the cement stone.

Keywords: mixed binder, additives, fillers, hydration of clinker minerals, structure of cement stone, sludge water softening.

Reference list

1. Butt Y.M. The technology of cement and other binders materials. – M.: Stroyizdat, 1976. – 407 p.
2. Panteleev A.S., Kolbasov V.M. Cements with mineral admixtures-microfill // New in Chemistry and Technology of Cement (Proceedings of the Conference on Chemistry and Technology of Cement 1961). – M.: Gosstroyizdat, 1962. – P. 155-164.
3. Budnikov P.P., Nikitina N.V. On the intermediate phase hydrosilicate hardening Portland cement with the addition of the carbonate // Cement, 1968, № 2. – P. 10-12.
4. Timashev V.V., Kolbasov V.M. Properties cements with carbonate additives // Cement, 1981, № 10. – P. 10-12.
5. Krylova A.V., Krylov T.S. The possibility of using carbonate waste from sugar production (defecate) in construction // Abstracts of the International Scientific and Technical Conference «Modern Problems of building materials». P 5. – Kazan: KSABA, 1996. – P. 71-73.
6. Makarevich M.S. Dry mortars for plastering with finely dispersed mineral admixtures // The master's thesis author's abstract on competition of degree of a Cand. Techn. Sci. – Tomsk, 2005. – 22 p.
7. Mardanova E.I. Multicomponent blended cements of local minerals // The master's thesis author's abstract on competition of degree of a Cand. Techn. Sci. – Kazan, 1995. – 23 p.
8. Medianik Y.V. Mixed binder filled with water softening sludge for dry plaster mixes // The master's thesis author's abstract on competition of degree of a Cand. Techn. Sci. – Kazan, 2003. – 18 p.
9. Moreva I.V., Medianik V.V., Samokhina E.N., Sokolova Y.A. A method for producing gypsum binder with the addition of carbonate // Proceedings of the higher educational institutions. Construction, 2007, № 6. – P. 37-40.
10. Valeev R.S., Shaikhiev I.G. Method of application sludge waste water preparation in construction materials using superplasticizer KMK-OK // Herald of the Kazan technological university, 2012, № 12. – P. 74-75.
11. Tarakanov O.V., Tarakanova E.O. Formation of the microstructure of cement-filled materials // Engineering Building Journal, 2009, № 8. – P. 13-16.
12. Cementation method of weak soils: the patent 2372445 Russian Federation. № 2007136530/03; It is declared 02.10.07; It is published 10.11.09. The bulletin № 31. – 10 p.
13. Lyubimova T.M. Features crystallization hardening mineral binders in the contact zone with various solid phases (fillers). – The coll.: Physicochemical mechanics disperse structures. – M.: Nauka, 1966. – P. 268-280.
14. Medianik Y.V., Medianik V.V. On the effect of the filler slurry water softening HPP early strength of cement stone and plaster // Coll. of scient. works on the mater. intern. scientific and practical. conf. «Cities of Russia: problems of construction, engineering maintenance, beautification and the ecology». – Penza: RIO PSAA, 2007. – P. 102-105.

УДК 678.652.41.21:62.

Мубаракшина Л.Ф. – кандидат технических наук, старший преподаватель

E-mail: mlfkazan@rambler.ru

Абдрахманова Л.А. – доктор технических наук, профессор

E-mail: laa@kgasu.ru

Крадинова А.Е. – студент

E-mail: bo93om@yahoo.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Суперконцентраты для усиления строительных материалов на основе карбамидоформальдегидных смол

Аннотация

Рассмотрена возможность модификации карбамидоформальдегидных смол разрабатываемыми суперконцентратами с целью получения строительных материалов с усиленными эксплуатационно-техническими свойствами. Осуществлен выбор компонентов и освоены новые методы получения суперконцентратов на основе природного и техногенного сырья. Главным преимуществом использование разработанных суперконцентратов является дешевизна, возможность использования без изменения технологии производства древесно-полимерных композитов на основе карбамидоформальдегидных смол и сокращение времени их прессования, т.е. увеличения производительности предприятия. При этом снижение эмиссии формальдегида наряду с улучшением эксплуатационно-технических свойств повышает конкурентоспособность на рынке древесных плит.

Ключевые слова: суперконцентрат, карбамидоформальдегидная смола, наномодификация, древесно-стружечная плита.

На основе дешевых недефицитных карбамидоформальдегидных смол производится широкий ряд строительных материалов: древесно-полимерные композиты (древесно-стружечные (ДСП), ориентированно-стружечные (ОСП) и древесноволокнистые плиты (ДВП), фанера, лакокрасочные материалы, клеи и теплоизоляционные материалы (карбамидный пенопласт)). Однако для карбамидоформальдегидных смол, используемых для производства строительных материалов, свойственны следующие недостатки: невысокая прочность и водостойкость; недостаточная стабильность формы и размеров при перепадах температур, токсичность и усадка.

Современные методы рецептурно-технологической модификации карбамидоформальдегидных смол практически исчерпали себя, т.к. прирост показателей обычно находится в пределах 10-30 %. Литературный материал свидетельствует о том, что эксплуатационно-технические характеристики полимерных строительных материалов могут быть улучшены их физической модификацией, в частности наполнением [1-2].

Возможность синтеза карбамидоформальдегидных смол безгранична, но технико-экономическая целесообразность ставит пределы его практической реализации, уступая место большим возможностям физико-химической и физической модификации.

В случае строительных материалов на основе карбамидоформальдегидных смол остро стоит проблема оптимизации технологических и максимизации эксплуатационных свойств. Строительные материалы на основе карбамидоформальдегидных смол имеют специфические особенности, связанные с условиями эксплуатации, поэтому требуют и несколько иных подходов их модификации, нежели традиционные.

Нами рассматривается возможность создания комплексных суперконцентратов, для модификации карбамидоформальдегидных смол с целью усиления свойств строительных материалов на их основе.

В различных научных журналах и технической литературе представлена обширная информация о модификации карбамидоформальдегидных смол [3-5]. Основными целями модификации карбамидоформальдегидных полимеров являются: повышение прочности, снижение водопоглощения и усадочных деформаций, уменьшение

содержания свободного формальдегида и повышение пожаробезопасности строительных материалов на их основе (древесностружечные и древесноволокнистые плитные материалы, фанера и карбамидные пенопласти и др.).

Однако большинство из них основано на химической модификации смолы в процессе синтеза, что является дорогостоящей альтернативой предлагаемой в работе модификации суперконцентратами.

Таким образом, целью НИР являлось создание комплексных полифункциональных модификаторов – суперконцентратов, состоящих из смесевых наполнителей, в том числе наноразмерных в виде гидрозолей оксидов металлов и металлургического шлака, применение которых улучшит физико-механических характеристик и снизит эмиссию формальдегида при эксплуатации древесно-полимерных композитов.

Для разработки древесно-полимерных композитов, в частности древесностружечных плит (ДСП), на основе карбамидоформальдегидных смол осуществлен выбор модификаторов, входящих в состав суперконцентратов. Анализ химического, минерального, и гранулометрического состава наполнителей позволил выдвинуть рабочие гипотезы о механизме влияния наполнителей на комплекс технологических и эксплуатационных свойств карбамидоформальдегидных связующих. Наиболее эффективными модификаторами являются ультратонкодисперсный металлургический шлак и алюмозоль – золь оксида алюминия, представляющий собой коллоидную систему с наноразмерными частицами и $pH=4,7$.

Осмоление стружки при производстве ДСП существенно влияет на качество плит, качество плит и экономические показатели их производства, так как стоимость связующего составляет 25...30 % себестоимости плит, а содержание связующего определяет их физико-механические свойства. Качественное смешивание характеризуется равномерностью распределения связующего по поверхности древесных частиц. Достичь этого довольно трудно, так как объем связующего очень мал по сравнению с объемом и поверхностью стружки.

Таким образом, выбор наполнителей, входящих в состав суперконцентратов для ДСП должен быть обусловлен: толщиной клеевого слоя на поверхности стружки; режимами прессования плит (температура и давления) и отсутствием влияния на склеивающие свойства связующего.

Ввиду того, что прессование ДСП происходит при температуре от 190 до 230 °C в состав суперконцентрата целесообразнее вводить наполнители неорганической природы. Кроме того, так как толщина слоя связующего на стружке от 5 до 12 мкм главным критерием отбора наполнителей в составе суперконцентратов является гранулометрический состав.

Таким образом, в качестве модификаторов, входящих в состав суперконцентратов, были выбраны алюмозоль, металлургический шлак и тонкодисперсная перлитовая пыль (фракция до 25 мкм).

Исследование влияния выбранных наполнителей на карбамидный полимер позволило установить оптимальные концентрации модификаторов, с точки зрения возможности получения на их основе ДСП с улучшенными технологическими и эксплуатационно-техническими характеристиками.

Из табл. 1 видно, что модифицированные разработанными суперконцентратами карбамидные связующие, характеризуется большей прочностью на сжатие (в 3 раза больше), меньшей усадкой (в 5 раз меньше) и водопоглощением (в 2,5 раза меньше) и меньшим содержанием свободного формальдегида (в 3,3 раза меньше).

Исследование влияния разработанных суперконцентратов на технологические свойства ДСП позволило установить оптимальное количество суперконцентрата 1-2 масс.% от массы связующего. При этом вязкость связующего не превышающая 25 секунд по вискозиметру В3-4; жизнеспособность карбамидоформальдегидной смолы 3,2 месяцев; время отверждения при горячем прессовании в присутствии катализаторов (при прочих равных условиях) составило 85-90 сек., что на 25 % сокращает время прессования ДСП на не модифицированном связующем (табл. 1).

Таблица 1

Свойства карбамидоформальдегидного связующего от содержания суперконцентрата

Наименование показателя	Содержание суперконцентрата, масс. %				
	1	2	3	4	5
Вязкость по вискозиметру ВЗ-4, сек	20	23	26	30	31
Время прессования, сек	85	90	110	120	125
Жизнеспособность, месяц	3,2	3	2,7	2,5	2,0

Производители ДСП заинтересованы в изготовлении высококачественных плит с минимальной плотностью, что создает предпосылки для уменьшения расхода сырья.

Физико-механические показатели плит плотностью от 550 кг/м² до 820 кг/м² должны соответствовать нормам, указанным ГОСТ 10632-2007 [6].

Введение суперконцентратов в состав карбамидоформальдегидного не оказывает влияния на плотности. При этом наблюдается резкий прирост прочности на изгиб на 65 %. Данний результат коррелирует с увеличение физико-механических свойств карбамидоформальдегидного связующего при введении разработанного суперконцентрата.

Предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти, на 17 % превышает нормируемого значения.

Удельное сопротивление выдергиванию шурупов увеличивается на 16 %.

Одним из основных показателей ДСП является водопоглощение. Низкая водостойкость карбамидоформальдегидных связующих обуславливает высокое водопоглощение и разбухание ДСП.

Введение суперконцентратов позволяет снизить водопоглощние на 63 %.

Низкое водопоглощение обуславливает более низкое разбухание в воде по толщине плит. Разбухание в воде по толщине плит, изготовленных с использованием карбамидоформальдегидных смол, модифицированных разработанными суперконцентратами, на 50 % меньше, чем у образцов, изготовленных без добавления суперконцентратов.

Сопоставление результатов испытания ДСП, изготовленных на основе модифицированных суперконцентратами карбамидоформальдегидных смол с нормируемыми показателями показывает, что введение разработанных суперконцентратов позволяет получить плиты с более высокими показателями по всем исследованным параметрам (табл. 2).

Было установлено, что присутствие равномерно распределенных в объеме связующего частиц металлургического шлака уменьшает время прессования ДСП из-за увеличения градиента температуры вблизи металлических частиц, что в свою очередь способствует более полной поликонденсации карбамидоформальдегидного связующего, т.е. уменьшению свободных метилольных групп, и, как следствие, уменьшению количества свободного формальдегида, выделяющегося при производстве и эксплуатации ДСП.

Присутствие кислого алюмозоля, играющего роль дополнительного катализатора отверждения, также приводит к сокращению времени прессования, что экономически целесообразно. Однако, в присутствии кислого алюмозоля (более 1,5 масс.%) резко сокращает время жизнеспособность связующего с 3 до 1,5-2 часов. Жизнеспособность связующего, содержащего металлургический шлак, остается неизменной.

Улучшение эксплуатационно-технических свойств ДСП, изготовленных на основе карбамидоформальдегидных смол, модифицированных разработанными суперконцентратами, возможно объяснить, как усилением свойств самого карбамидоформальдегидного связующего (увеличение прочности и снижение водопоглощения, что можно объяснить большей однородностью микроструктуры связующего), так и улучшение технологических параметров производства ДСП при введении разработанных суперконцентратов (лучшая смачиваемость древесной стружки связующим, сокращение времени прессования и увеличение жизнеспособность связующего).

Отдельно стоит отметить, результаты испытаний ДСП, модифицированных суперконцентратами, на содержание свободного формальдегида. Исследования показали,

что выделение формальдегида не превышает 0,110 мг/м³, а это норма EN 312:2010. Исследование ДСП перфораторным методом подтвердило соответствие классу эмиссии Е 0,5, т.е. не более 4 мг/100 г абс. сухой плиты.

Оптимальным составом разработанного суперконцентрата для ДСП является: алюмозоль – 1 масс.%; металлургический шлак – 17 масс.% и парафиновая эмульсия (до 1 масс.%), придающая гидрофобизирующие свойства ДСП. Все концентрации приведены на 100 масс. % смолы. Перлитовая пыль исключили из состава суперконцентрата для ДСП, так как ее присутствие осложняет регулирования процесса осмоления. Площадь связующих контактов между древесными частицами в присутствии перлитовой пыли минимальна, что приведет к ухудшению физико-механических свойств ДСП.

Таблица 2
Свойства древесно-стружечных плит

Наименование показателя	Норма для древесно-стружечных плит ГОСТ 10632-2007		ДСП на основе карбамидоформальдегидной смолы, модифицированной суперконцентратом
	П-А	П-Б	
Влажность, % нижний предел верхний предел	5 13	5 13	6 9
Разбухание по толщине: за 24 ч (размер образцов 100Х100 мм), %, (Тв)	22	33	14-18
Предел прочности при изгибе, МПа, для толщин, мм (Тн): от 8 до 12 от 13 до 19 от 20 до 30	18 16 14	16 14 12	52 45 38
Предел прочности при растяжении перпендикулярно пластины плиты, МПа, для толщин, мм (Тн): от 8 до 12 от 13 до 19 от 20 до 30	0,35 0,30 0,25	0,30 0,30 0,25	0,29-0,26 0,26-0,27 0,21-0,22
Удельное сопротивление выдергиванию шурупов, Н/мм ² (Тн): из пласти из кромки	60 50	55 45	73 61
Покоробленность, мм (Тв)	1,2	1,6	1,2
Шероховатость поверхности пласти, мкм (Тв), для шлифованных плит с обычной поверхностью	50	63	50

Список библиографических ссылок

1. Быков Е.А., Дегтярев В.В. Современные наполнители – важный фактор повышения конкурентоспособности композитов // Пластические массы, 2006, № 1. – С. 32-36.
2. Тараканов О.Г., Шамов И.В., Альперн В.Д. Наполненные пенопласти. – М: Химия, 1988. – 216 с.
3. Курта С.А. Федорченко С.В., Хабер М.В. Модификация карбамидоформальдегидных смол на стадии поликонденсации // Вопросы химии и хим. технологии, 2002, № 3. – С.73-76.
4. Алексеев, В.Е. Производство карбамидоформальдегидных смол // Пластические массы, 2004, № 5. – С. 46-48.
5. Леонович А.А. Новые древесноплитные материалы. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2008 – 160 с.
6. ГОСТ 10632-2007. Плиты древесно-стружечные. Технические условия. – М., 2007. – 12 с.

Mubarakshina L.F. – candidate of technical sciences, assistant

E-mail: mlfkazan@rambler.ru

Abdrahmanova L.A. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: laa@kgasu.ru

Kradinova A.E. – student

E-mail: bo93om@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Masterbatches for strengthening building materials based on urea-formaldehyde resins

Resume

The goal was to develop a recipe and technology of masterbatches to create a highly effective building materials based on urea-formaldehyde resins. The main attention was paid to the choice of modifiers, including the nanoscale, and fillers of different nature which are a part of masterbatches.

The conditions of combining urea-formaldehyde resins developed by masterbatches, by encouraging various kinds of mixing and grinding of components (ultrasound and vibrokavitatsion).

The complex of technological, operational and technical properties of wood-plastic composites and insulation materials (urea foam) based on urea-formaldehyde resins modified developed by masterbatches.

The usage of a masterbatch technology makes it possible to adjust the parameters of the production of urea-formaldehyde foam and the formation of urea-formaldehyde foam structure, and as a result, the operating and technical properties of urea-formaldehyde foam

The studies are designed masterbatch formulations for particle characterized by a high complex operational and technical performance. Application of the developed masterbatches can reduce the compression and increase the viability of the binder to 3,2 months.

Designed for the production of masterbatches formulations produces chipboard panels with higher flexural strength (65 % more of normalized parameters) and a lower content of free formaldehyde (2,3 times less). A decrease in water absorption by 63 %.

The main advantage of using the developed masterbatches in comparison with existing modifier is a low cost, they can be used without changing the production technology and the reduction of the press time, ie increasing the productivity of the enterprise. The decrease in formaldehyde emissions while improving operational and technical properties increases the competitiveness of the market wood panels.

Keywords: masterbatches for strengthening building materials based on urea-formaldehyde resins.

Reference list

1. Bykov E.A., Degtyarev V.V. Modern fillers – an important factor in increasing the competitiveness of composites // Plastics, 2006, № 1. – P. 32-36.
2. Tarakanov O.G., Shamov I.V., Alpern V.D. Filled with foam. – M.: Chemistry, 1988. – 216 p.
3. Kurtf S.A., Fedorchenko S.V., Haber M.V. Modification of urea-formaldehyde resins in the polycondensation step // Questions of Chemistry and Chemical Engineering technology, 2002, № 3. – P. 73-76.
4. Alekseev V.E. Production of urea-formaldehyde resins // Plastics, 2004, № 5. – P. 46-48.
5. Leonovich A.A. New materials are wood-based panels. – SPb.: HIMIZDAT, 2008 – 160 p.
6. GOST 10632-2007. Plates chipboard. Specifications. – M., 2007. – 12 p.

УДК 691.335

Нагибин Г.Е. – кандидат физико-математических наук, доцент

E-mail: nagibin1@gmail.com

Добросмыслов С.С. – научный сотрудник

E-mail: dobrosmislov.s.s@gmail.com

Задов В.Е. – кандидат химических наук

E-mail: zeus1948@yandex.ru

Суходоеva Н.В. – аспирант

E-mail: me-zon@list.ru

Федорова Е.Н. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: fedorova.elena.85@gmail.com

Сибирский федеральный университет

Адрес организации: 660041, Россия, г. Красноярск, пр. Свободный, д. 79

Личман Н.В. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: lina777751@mail.ru

Норильский индустриальный институт

Адрес организации: 663310, Россия, г. Норильск, ул. 50 лет Октября, д. 7

Поведение серных вяжущих и композиций на их основе при различных температурах¹

Аннотация

В работе представлены результаты исследований композиционных материалов на основе технической серы. Для оптимизации физико-механических характеристик серного вяжущего, опробованы физические модификаторы – тонкодисперсные промышленные отходы и химический модификатор – дициклопентадиен. Разработаны оптимальные составы, имеющие высокие прочностные характеристики. Проведены исследования химического и фазового состава исходных материалов, а также поведение серных вяжущих и серобетонов при различных температурах. Установлено, что в температурном интервале эксплуатации серосодержащие материалы экологически безопасны. Выделение сернистого газа начинает происходить при температурах выше 130°C, при температурах более 180°C наблюдается резкое и интенсивное выделение газа. Исследования прочностных характеристик серобетонов в температурном интервале от -40° до +80°C показывают, что существенных изменений прочности не происходит.

Ключевые слова: сера, бетон, отвальные хвосты, зола-унос, прочность, модификатор.

Возрастающие объемы мирового производства серы создают предпосылки для поиска новых областей ее использования. Практически вся сера (более 90 %), производится на сегодняшний день как побочный продукт нефте- и газопереработки и цветной металлургии при утилизации диоксида серы [1].

В настоящее время, нефтегазовые и metallurgicheskie компании активно разрабатывают проекты, ориентированные на переработку серы в новые продукты, сбыт которых в большей степени ориентирован на строительную и дорожную отрасли. Однако, несмотря на крупнотоннажность потребления в этих областях (асфальтобетонные смеси, серное вяжущее, серобетон), сера пока не нашла в них такого широкого применения как в традиционных сегментах потребления – производство фосфорной кислоты, фосфорных удобрений и агрохимии.

Затвердевший расплав чистой серы не обладает также достаточной прочностью. В связи с тем, что для молекулярной серы, в применяемом диапазоне приготовления вяжущего, существует несколько аллотропных модификаций, фазовое превращения в которых приводят к образованию раковин и образованию локальных структурных напряжений [2]. Традиционно данную проблему решают путем использования различных модифицирующих добавок [3].

¹ Работа выполнена при поддержке КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности».

Для создания эффективной технологии получения строительных материалов на основе серного вяжущего в первую очередь необходимо учитывать свойства композиции при нагреве, что позволит оптимизировать технологический процесс и оценить поведение готовых изделий в процессе эксплуатации при различных температурах.

Можно отметить, что верхний температурный предел эксплуатации материалов, как правило, принимается равным $\sim 0,75 T_{\text{пл}}$ ($T_{\text{пл}}$ – температура плавления). Выше этого значения существенно возрастает вероятность различных структурных изменений, что естественно влияет на эксплуатационные характеристики материалов. Для серосодержащих материалов верхний предел эксплуатации принимается $\sim 80^{\circ}\text{C}$. Необходимо также отметить, что для климатических условий сибирского региона, строительные и дорожные конструкции даже в самый жаркий период не нагреваются выше 70°C .

В работе приведены исследования свойств композиционных материалов на основе технической серы при различных температурных воздействиях.

Исходные материалы и оборудование

При получении серных композиций, в качестве тонкодисперсных наполнителей, применялись зола-унос Красноярских ТЭЦ и отходы Норильского металлургического комбината (отвальные хвосты), для крупного заполнителя – отсевы дробления строительного щебня, гранулированный шлак Надеждинского металлургического завода (НМЗ).

Качественный анализ кристаллических фаз в образцах проводили с применением метода рентгенофазового анализа (РФА) на дифрактометре Bruker D8 ADVANCE (CuK α излучение, $\lambda=0,15406 \text{ \AA}$), диапазон съемки по 2θ от 10 до 65° с шагом $0,07^{\circ}$. Химический состав определяли по ГОСТ 5382-91. Содержание основного продукта технической серы и сопутствующих химических соединений определялось методом рентгенофлюоресцентной спектроскопии (РФС) на приборе ARL Optim'x. Наличие фазовых переходов в порошковых составах определяли посредством метода синхронного термического анализа – термогравиметрии ТГ и дифференциальной сканирующей калориметрии ДСК, на приборе STA 449 Jupiter (фирмы NETZSCH) с квадрупольным масс-спектрометром QMS 403 Aeolos (фирмы NETZSCH) для анализа газов.

Результаты и их обсуждение

Результаты РФА показали, что техническая сера ГМК «Норильский никель» – сера α -модификации. Присутствие других примесей не обнаружено, возможно из-за их малой концентрации в пробах. Согласно РФС, в той же пробе содержание примесей не превышает 0,7 % – в основном это оксиды магния и натрия, элементарный фтор.

По результатам РФА, основными фазами проб отвальных хвостов НМЗ после нейтрализации являются гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ($d = 7,6; 3,80; 3,06 \text{ \AA}$), ангидрит CaSO_4 ($d = 3,49 \text{ \AA}$) и гематит Fe_2O_3 ($d = 2,70; 2,51; 1,69 \text{ \AA}$). Кроме того, наблюдаются линии с малой интенсивностью, относящиеся к оксиду кремния SiO_2 ($d = 3,34 \text{ \AA}$), полевому шпату ($d = 3,21 \text{ \AA}$), кальциту CaCO_3 ($d = 3,03 \text{ \AA}$) и гипсу-полугидрату ($d = 5,99 \text{ \AA}$). Химический анализ массового содержания соединений в образцах подтверждает и дополняет приведенные выше данные (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав отвальных хвостов

Оксид	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Fe_2O_3	Na_2O	SO_3	K_2O	ППП
% масс.	7,12	2,34	13,66	0,97	42,86	0,52	17,56	0,38	14,54

Рентгенофазовый анализ золы-унос показал, что основной фазой в золе является кварц SiO_2 . Во всех образцах присутствуют линии, относящиеся к гематиту Fe_2O_3 , оксиду кальция CaO , периклазу MgO , $\beta\text{-C}_2\text{S}$ ($\beta\text{-}2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$), C_3A ($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$), кальциту CaCO_3 . Химический состав золы-унос представлен в табл. 2.

Таблица 2

Химический состав золы-унос

Оксид	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	Na_2O	K_2O	TiO_2	CaO_{cb}	ППП
% масс.	52,6	7,4	6,8	21,0	5,5	0,4	0,3	0,4	0,3	4,6	5,6

Серные вяжущие

Серный камень на основе серы без химических и физических модификаторов отличается значительной усадкой и невысокой прочностью. Для получения более прочного серного вяжущего, расплав серы модифицируют минеральным порошком и химическими добавками.

Различают три способа модификации серного связующего: физический (введение структурообразующих наполнителей), температурный (фазовые переходы серы обусловлены изменением температуры); химический (введение пластификаторов и стабилизаторов).

В качестве химического модификатора использовали дициклопентадиен (ДЦПД). Механизмы модификации и влияние этой стабилизирующей добавки на свойства серных бетонов достаточно хорошо исследованы [4-5]. ДЦПД надежно стабилизирует серу в полимерном состоянии и позволяет получать материалы со стабильной структурой и высокими физико-механическими свойствами.

Состав серных вяжущих определяли исходя из условия получения безусадочной структуры серного камня максимальной прочности в результате физической модификации высокодисперсными наполнителями. Введение в состав расплава серы золы-унос или отвальных хвостов снижает расход серы, способствует упрочнению и стабилизации структуры и свойств серного вяжущего.

Прочность на сжатие и изгиб серного вяжущего определяли на образцах 70x70x70 мм и 40x40x160 мм. На рис. 1 показана зависимость прочности полученных серных вяжущих от концентрации наполнителей в композициях.

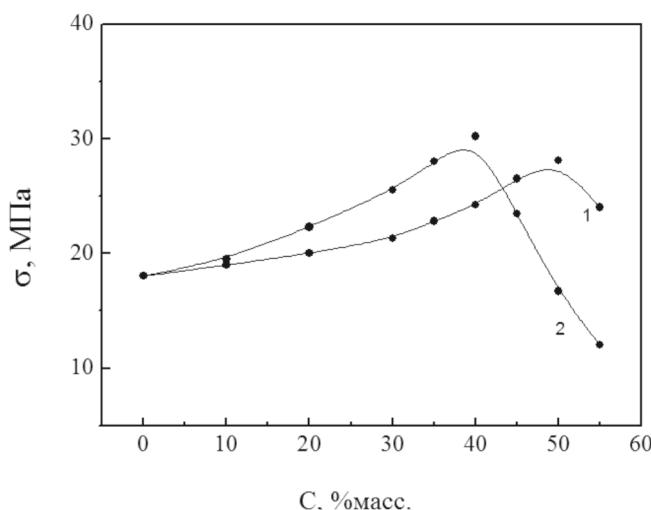


Рис. 1. Зависимость предела прочности на сжатие серного вяжущего от массового содержания наполнителей: 1) отвальные хвосты; 2) зола-унос

Согласно рис. 1, с введением в расплав серы золы-унос прочность на сжатие композиции возрастает, достигая максимального значения в композиции, состоящей из 60 масс. % серы и 40 масс. % золы-унос. Дальнейшее увеличение концентрации приводит к снижению прочности. Для серного вяжущего с добавлением отвальных хвостов максимальная прочность достигается при 50 масс.% серы и 50 масс.% наполнителя.

На рис. 2 и 3 приведены результаты исследований поведения образцов серозольного и серохвостового вяжущего оптимальных составов при нагревании.

Образец на серозольном вяжущем термически устойчив до температуры 151,2 °C. На начальной стадии наблюдается прирост массы образца на 1,49 % за счет диффузии кислорода воздуха. При дальнейшем нагревании начинается процесс горения с выделением сернистого газа SO₂ (m/z 64). При температуре 182,5 °C интенсивность выделения SO₂ резко возрастает, о чем свидетельствует увеличение ионного тока для частицы с отношением m/z 64 от 2,3·10⁻¹² А до 2,6·10⁻¹¹ А при 200 °C. Общая убыль массы образца составила 1,4 % от исходной массы.

На кривой DSC (рис. 2) присутствуют два эндотермических эффекта. Первый с максимумом при 100,8 °C соответствует полиморфному переходу серы из ромбической в моноклинную модификацию, а второй с максимумом при 115,2 °C – плавлению моноклинной серы.

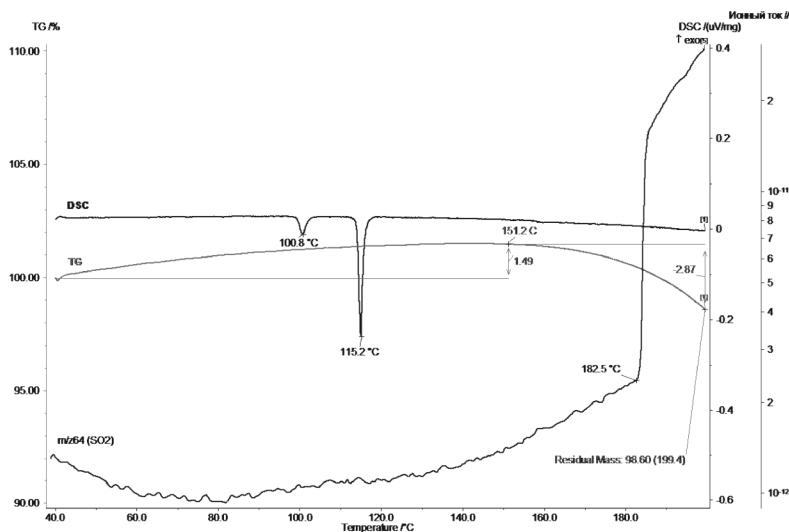


Рис. 2. Динамика изменения массы и выхода летучих соединений при нагреве серозольного вяжущего

Термическая устойчивость образца на серохвостовом вяжущем несколько ниже, чем у образца на серозольном вяжущем. Убыль массы начинается при температуре 134,7°C и к 200°C составляет 2,69 %. Выделение сернистого газа фиксируется уже при 140°C. При нагревании до 180°C интенсивность ионного тока для массового числа 64 (SO₂) возрастает в 4 раза (от 1 10⁻¹² до 4 10⁻¹² A), тогда как для предыдущего образца – в 2 раза.

После 180°C также наблюдается скачкообразное выделение SO₂. Общая убыль массы данного образца составила 2,31 % от исходной массы.

На кривой DSC (рис. 3) этому более интенсивному по сравнению с образцом на серозольном вяжущем процессу соответствует увеличение сигнала DSC после 160°C, что указывает на начало экзотермического процесса окисления. Эндотермические эффекты при 99,4 и 116,2°C связаны с полиморфным переходом серы и плавлением ее моноклинной фазы, соответственно.

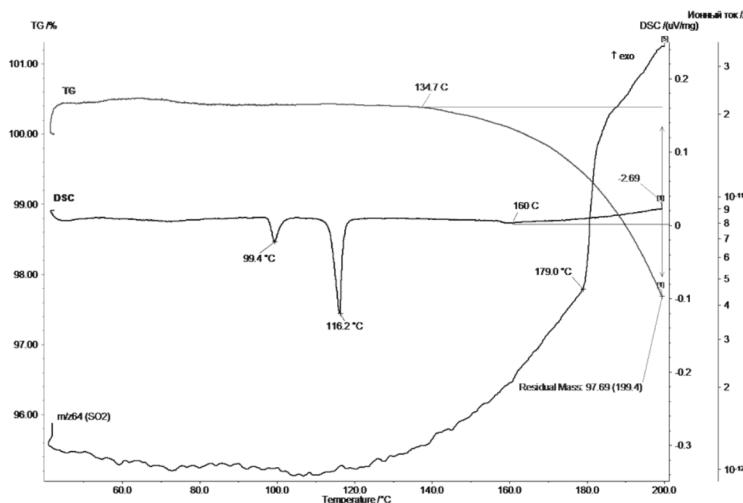


Рис. 3. Динамика изменения массы и выхода летучих соединений при нагреве серохвостового вяжущего

Выделение сернистого газа начинает происходить при температурах выше 130°C, при температурах больше 180°C наблюдается более резкое и интенсивное выделение газа. Данные факторы следует учитывать при разработке режимов и условий варки серобетонов.

Серобетоны

Образцы серобетонов были изготовлены на оптимальных составах серозольного и серохвостового вяжущих с использованием различных заполнителей (табл. 3).

Таблица 3

Серобетоны оптимальных составов с различными заполнителями

С №	Состав, % масс.			
	Вяжущее		Заполнитель	Модификатор ДЦПД, %*
	Сера	Наполнитель		
1	19,8	11,8 отвальные хвосты	68,4 гран. шлак	-
2	19,8	11,8 отвальные хвосты	68,4 гран. шлак	2,5
3	23,1	10,2 зола-унос (ТЭЦ1)	66,7 отсевы дробления	-
4	23,1	10,2 зола-унос (ТЭЦ1)	66,7 отсевы дробления	2,5

* сверх 100 % от массы серы

В данной работе проведены исследования влияния температуры в интервале от 20°C до 80°C на прочность серного бетона. Для этого образцы нагревали в сушильном шкафу с выдержкой не менее 3 часов, затем образцы испытывались на измерительном прессе ИП-100. Также исследовалась прочность серобетонов на серозольном и серохвостовом вяжущем с различными заполнителями при пониженных температурах: от 0 до -40°C с интервалом 20°C. Испытания проводились в климатической камере.

Время, необходимое для выравнивания заданной температуры по всему сечению образца, определялось с помощью хромель-копелевой термопары, заделанной в центр контрольного образца, который помещался в камеру вместе с образцами. При достижении заданной температуры по всему сечению образцы испытывались на сжатие и изгиб. Результаты испытаний на прочность образцов серобетонов при различных температурах приведены на рис. 4.

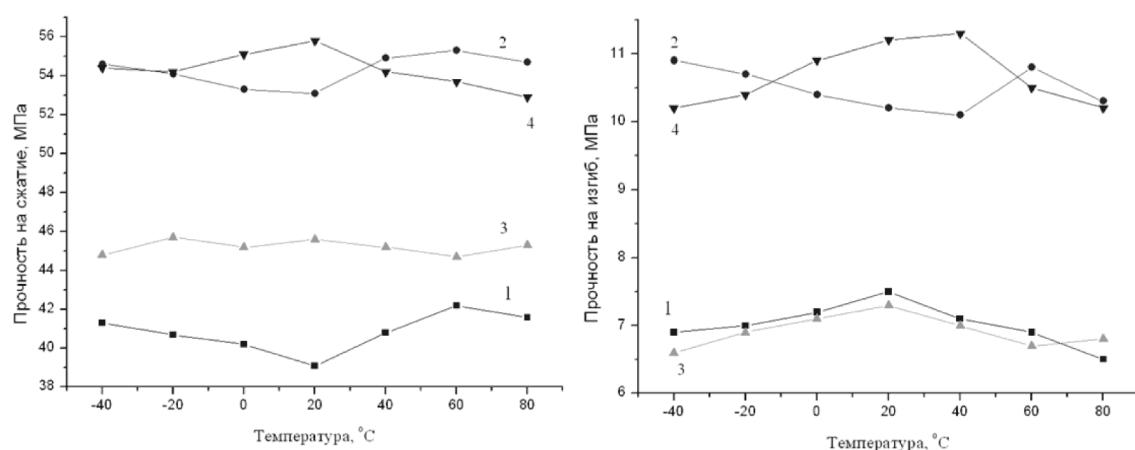


Рис. 4. Зависимость прочности от температуры серобетонов оптимальных составов, приведенных в табл. 3: а) на сжатие; б) на изгиб

Таким образом, исследования прочностных характеристик серобетонов в температурном интервале от -40° до +80°C показывают, что существенных изменений прочности в указанном температурном интервале не происходит.

Заключение

Проведены исследования серных бетонов, полученных на основе техногенных отходов металлургических и топливных предприятий Красноярского региона.

Разработаны оптимальные составы серных бетонов, имеющие высокие прочностные характеристики.

Проанализировано поведение образцов серного вяжущего при нагреве. Установлено, что в температурном эксплуатационном интервале серосодержащие материалы экологически безопасны. Выделение сернистого газа начинает происходить при температурах выше 130°C. При температурах выше 180°C наблюдается более резкое и интенсивное выделение сернистого газа. Данные факторы следует учитывать при разработке режимов и условий варки серобетонов и сероасфальтобетонов.

Исследования прочностных характеристик серобетонов в температурном интервале от -40° до +80°C показывают, что существенных изменений прочности в указанном интервале температур не происходит.

Список библиографических ссылок

1. Лакеев С.Н., Карчевский С.Г., Майданова И.О., Сангалов Ю.А., Шестопал Я.Л., Подшивалин А.В. Элементная сера: от традиционных видов продукции до специализированных препаративных и препарированных форм (обзор) // Химическая промышленность сегодня, 2006, № 2. – С. 15-24.
2. Борбат В.Ф., Елесин М.А., Туренко Ф.П. Химия серы в технологии промышленных материалов. – Омск: Изд-во «Академия», 2004. – 274 с.
3. Weber H.H., McBee W.C. New market opportunities for sulphur asphalt // Sulfur markets today and tomorrow. Biennial International Symposium, 7th, Washington D.C. March 26-28, 2000. – 24 p.
4. Blight L., Currell B.R., Nash B.J., Scott R.A.M., Stillo C. // New Uses of Sulfur Advances in Chemistry Series. American Chemical Society, 1978, V. 165. – P. 13-30.
5. Currell B.R., Williams A.J., Mooney A.J., Nash B.J. Plasticization of Sulfur // New Uses of Sulfur Ed. J.R. West. Washington: American Chemical Society, 1975. – P. 1-17.

Nagibin G.E. – candidate of physical and mathematical sciences, associate professor

E-mail: nagibin1@gmail.com

Dobrosmislov S.S. – researcher

E-mail: dobrosmislov.s.s@gmail.com

Zadov V.E. – candidate of chemical sciences

E-mail: zeus1948@yandex.ru

Syhodoeva N.V. – post-graduate student

E-mail: me-zon@list.ru

Fedorova E.N. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: fedorova.elena.85@gmail.com

Siberian Federal University

The organization address: 660041, Russia, Krasnoyarsk, Svobodni st., 79

Lichman N.V. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: lina777751@mail.ru

Norilsk State Industrial Institute

The organization address: 663310, Russia, Norilsk, 50 let Oktobra st., 7

The behavior of sulfur-based mortars and sulfur concretes at different temperatures

Resume

The paper contains new results on the development of sulfur-based composite materials (sulfur concrete) and a study of their properties. Fine-dispersed waste products of the Krasnoyarsk region industries (ashes from the Krasnoyarsk thermal power plant and metallurgical waste of GMK «Norilsk Nickel») were used as physical modifiers to optimize physical and mechanical properties of sulfur-based mortar. Dicyclopentadiene was used as the

chemical modifier. An analysis of the chemical composition and XRD analysis of initial materials were carried out.

The optimal composition of sulfur concrete allowing to obtain high strength properties was proposed. The behavior of sulfur-based mortars and sulfur concretes was studied at different temperatures; it was shown that the sulfur-based materials are environmentally friendly in the temperature interval of application. Release of sulfur dioxide begins at temperatures higher than 130°C, at 180°C an intensive release was observed. Thermal stability of mortar-based materials with additions of GMK «Norilsk Nickel» wastes is somewhat lower compared to ash wastes. A study of strength properties of the developed sulfur concretes in the temperature range from -40° to +80°C shows no significant changes. Addition of dicyclopentadiene allows to increase the compression strength by 20 % and the bending strength by 30 %. The expediency of the use of sulfur in industrial and civil construction was confirmed.

Keywords: sulfa, concrete, waste of metallurgists, ash, strength, modifier.

Reference list

1. Lakeev S.N., Karachevsky S.G., Maidanova I.O., Sangalov Y.A., Shestopalov I.L., Podshivalin A.V. Elemental sulfur from traditional products to specialized (overview) // Chemical industry today, 2006, № 2. – P. 15-24.
2. Borbat V.F., Elesin M.A., Tyrenko F.P. chemical of sulfa in technology industry materials. – Omsk: Publishers «Academia», 2004. – 274 p.
3. Weber H.H., McBee W.C. New market opportunities for sulphur asphalt // Sulfur markets today and tomorrow. Biennial International Symposium, 7th, Washington D.C. March 26-28, 2000. – 24 p.
4. Blight L., Currell B.R., Nash B.J., Scott R.A.M., Stillo C. // New Uses of Sulfur Advances in Chemistry Series. American Chemical Society, 1978, V. 165. – P. 13-30.
5. Currell B.R., Williams A.J., Mooney A.J., Nash B.J. Plasticization of Sulfur // New Uses of Sulfur Ed. J.R. West. Washington: American Chemical Society, 1975. – P. 1-17.

УДК 691.542

Хохряков О.В. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: olvik@list.ru

Баишев Д.И. – студент

E-mail: danielbaishev@gmail.com

Хозин В.Г. – доктор технических наук, профессор

E-mail: khozin@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Изучение дисперсного состава минеральных компонентов цементов низкой водопотребности после их получения

Аннотация

В работе представлены результаты исследования дисперсных составов сырьевых компонентов (портландцемента и наполнителей) до и после получения из них цементов низкой водопотребности. В качестве кремнеземистых наполнителей для ЦНВ использованы кварцевый песок и зола-уноса Гусиноозерской ГРЭС. Показано, что при совместном измельчении ПЦ и наполнителя получается ЦНВ, имеющий трехмодальный дисперсный состав. Установлено, что кремнеземистые наполнители являются «абразивными» по отношению к ПЦ, подчиняя его дисперсный состав собственному. Не обнаружено существенного влияния суперпластификатора на дисперсный состав портландцемента. Происходит лишь усиление его размолоспособности и сокращение доли крупных цементных частиц; также обнаружен трехмодальный характер дисперсного состава ЦНВ на данных наполнителях, что может объяснять высокие реологические свойства ЦНВ в сравнении с обычным ПЦ.

Ключевые слова: цемент низкой водопотребности, дисперсный состав, кремнезёмистый наполнитель, помол, портландцемент.

Дисперсный состав портландцемента и его разновидностей в сравнении с такими малоинформационными показателями как удельная поверхность и плотность является наиболее важным критерием, прогнозирующим их свойства. Начиная с 60-х годов [1] прошлого столетия и по сей день [2] проводятся исследования, посвященные изучению влияния содержания частиц разных фракций на процессы структурообразования и механическую прочность цементного камня. Большинство ученых-цементников сходятся на том, что мелкие и мельчайшие частицы (до 5 мкм) определяют раннюю прочность, а средние (5-30 мкм) и крупные (свыше 30 мкм) формируют прочность в марочном возрасте и на поздних сроках твердения. Как следствие, предлагается не только контролировать дисперсный состав вяжущих на цементных заводах, но и формировать оптимальную гранулометрию частиц, которая позволяла бы влиять на кинетику твердения и долговечность цементного камня [3].

Очевидно, что доля современных чисто клинкерных портландцементов снижается и все большую актуальность приобретают наполненные портландцементы, выпускаемые с использованием различных минеральных добавок как природного, так и техногенного происхождения [4]. Эта тенденция, главным образом, связана не столько с удешевлением себестоимости портландцемента, сколько с истощением базового цементного сырья и ужесточением требований по экологии [5].

Сегодня подобных вяжущих разработано немало [6], однако наименее клинкероемкими и наиболее близкими по потребительским свойствам к портландцементу являются цементы низкой водопотребности (ЦНВ) [7]. Доля клинкера в них может составлять всего 20 %, но при этом по активности они не уступают товарным портландцементам.

Изучение дисперсного состава ЦНВ оказывается сложнее, чем у портландцемента, потому как при совместном помоле клинкера с минеральным наполнителем вводится значительная доля суперпластификатора (до 3 % от массы ЦНВ). Как правило, получают

лишь дисперсные составы самого ЦНВ или его компонентов (портландцемента и наполнителей) в исходном состоянии, измельчаемых как с суперпластификатором, так и без него. Данные о дисперсном составе минеральных компонентов ЦНВ после его получения в современной печатной литературе отсутствуют. Известны лишь некоторые публикации, в которых дисперсность этих компонентов оценивают лишь по величине удельной поверхности, что явно недостаточно для прогнозирования свойств и долговечности получаемых тонкомолотых ЦНВ [8, 9].

На основании вышеизложенного целью нашей работы явился сравнительный анализ дисперсного состава портландцемента и наполнителей до и после приготовления из них ЦНВ.

В качестве объектов исследования нами выбраны два вида «кремнеземистых» ЦНВ-50, первый из которых получали путем совместного измельчения портландцемента и кварцевого песка с суперпластификатором, а для второго вместо песка была использована зола-унос, образующаяся в электрофильтрах при сжигании углей Окино-Ключевского разреза (Гусиноозерская ГРЭС) [10]. Кварцевый песок-наполнитель представлял собой высеивку фракции менее 0,315 мм из обогащенного песка, из которого были удалены илистые и глинистые частицы методом отмучивания. В работе использовали портландцемент ПЦ500Д0 производства ОАО «Вольскцемент» и суперпластификатор С-3 (ОАО «Полипласт») в количестве 1 % от массы ЦНВ. Измельчение осуществляли в вибрационно-шаровой мельнице СВМ-3. Дисперсные составы портландцемента, наполнителей и ЦНВ определяли с помощью лазерного анализатора Horiba LA-950V2 (Япония). Ниже приведены основные характеристики вяжущих, использованных в работе.

Таблица
Сравнительные физико-технические характеристики исходного ПЦ и ЦНВ из него

Тип вяжущего	Удельная поверхность, м ² /кг	Нормальная густота, %	Сроки схватывания, час-мин		Прочность через 28 сут, МПа	
			начало	конец	изгиб	сжатие
ПЦ500Д0	320	24,7	2-50	3-55	6,1	53,6
ЦНВ-50 (на золе)	550	17,4	2-55	4-40	6,0	70,8
ЦНВ-50 (на песке)	600	23,8	3-00	4-10	5,8	58,7

Из табл. видно, что ЦНВ-50 на золе отличается низкой водопотребностью и повышенной прочностью в сравнении с другими двумя вяжущими.

Методика выделения наполнителя из ЦНВ подобна способу определения нерастворимого остатка в цементе по ГОСТ 5382-91, согласно которому навеску ЦНВ-50 массой 10 г обрабатывали концентрированной соляной кислотой с последующей нейтрализацией остатка 5 % раствором карбоната натрия. Для проверки отсутствия химического взаимодействия наполнителя с соляной кислотой предварительно наполнитель обрабатывали раствором соляной кислоты. При выделении наполнителя из данного раствора потери по массе не составляли более 0,01 г. В ходе основного эксперимента цемент, содержащийся в ЦНВ-50, полностью растворялся, а наполнитель выделялся в виде твердого осадка, который отфильтровывали на обеззоленный фильтр «белая лента» и прокаливали при t = 600°C. При этом в результате обработки ЦНВ-50 массовые потери наполнителей не превышали 1,5 %. Зная дисперсные составы ЦНВ и выделенного наполнителя (песка или золы), соответственно, вычисляли дисперсный состав цемента.

На рис. 1 представлены дисперсные составы минеральных компонентов ЦНВ, а именно портландцемента ПЦ500Д0, золы-уноса, молотого кварцевого песка и портландцемент ПЦ500Д0 молотого совместно с С-3 (ЦНВ-100).

Как видно из рис. 1, дисперсный состав цемента характеризуется одномодальным распределением, как в «товарном» виде, так и после помола с суперпластификатором С-3 (ЦНВ-100). Проверено, что независимо от времени измельчения цемента до более

высоких удельных поверхностей и содержания в нем С-3 одномодальный вид кривой сохраняется. Дисперсные составы золы и молотого кварцевого песка имеют более пологий вид с двумя-тремя максимумами.

На следующих рис. 2 и рис. 3 также представлены дисперсные составы цемента, песка и золы, но после их выделения из ЦНВ-50 согласно указанной методике.

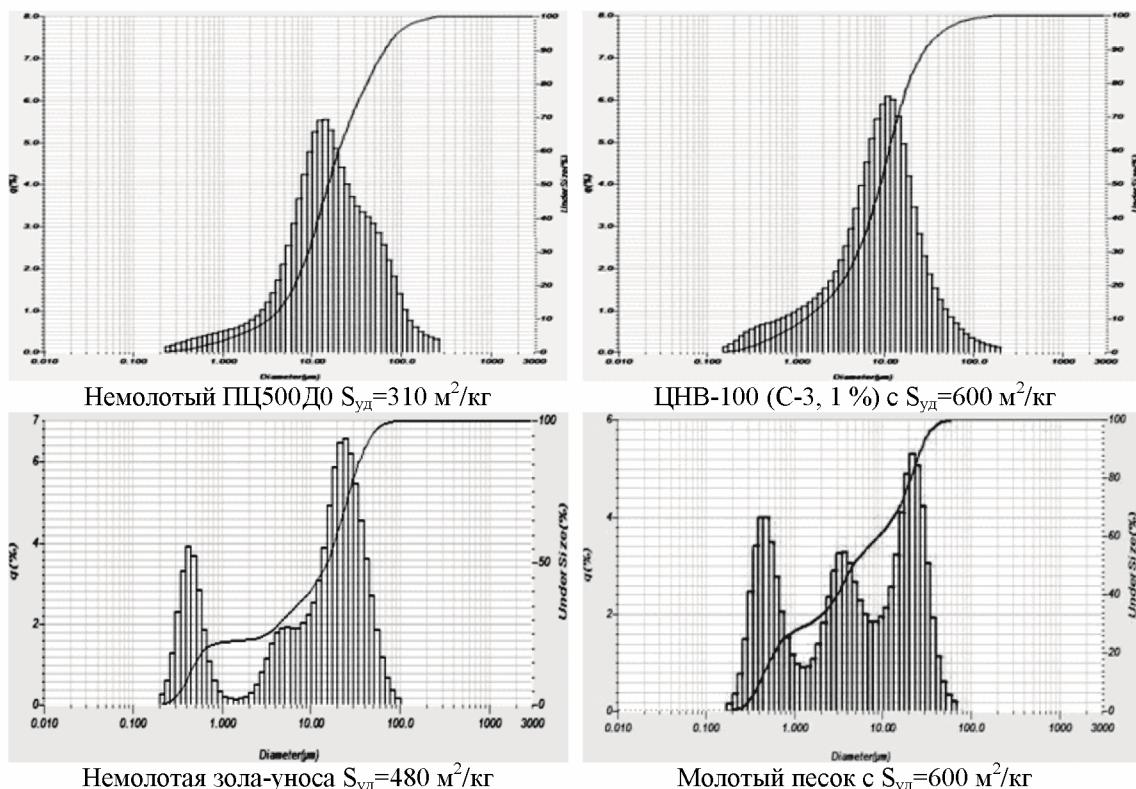


Рис. 1. Дисперсные составы минеральных компонентов ЦНВ

Как следует из этих рисунков, наблюдается существенное расхождение дисперсных составов цемента, молотого отдельно (рис. 1) и в смеси с наполнителями (ЦНВ-50). Первоначальный дисперсный состав цемента, имеющего четкий одномодальный вид, «превращается» в многомодальный с тремя максимумами, в то время как кварцевый песок и зола практически не меняют вид кривой дисперсного состава. Наблюдаются некоторое отличие дисперсного состава ЦНВ-50 на песке в сравнении с ЦНВ-50 на золе, выражющееся в более высоком содержании мелких цементных частиц размером 0,2-1,5 мкм (около 20 %).

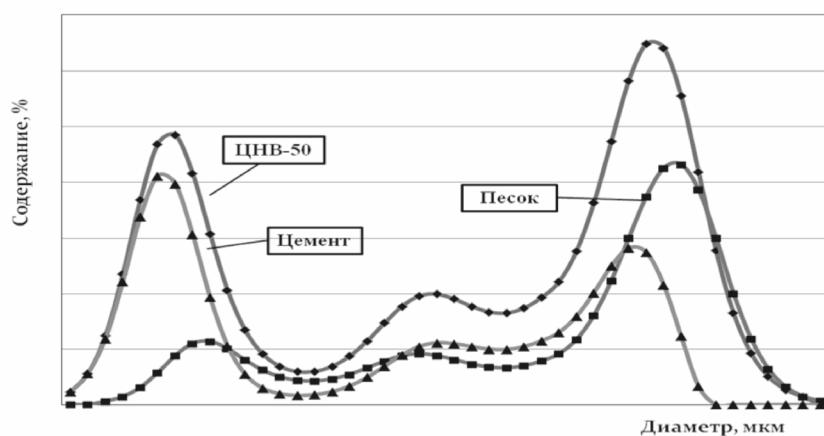


Рис. 2. Дисперсный состав ЦНВ-50 и его компонентов

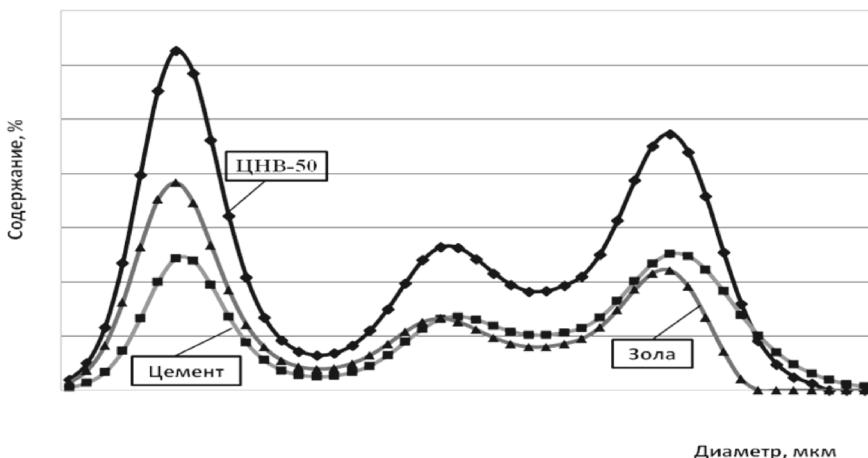


Рис. 3. Дисперсный состав ЦНВ-50 и его компонентов

На основании выполненной работы были сформулированы следующие выводы:

- Кремнеземистые золы и песок являются весьма абразивными по отношению к цементу, что существенно «деформирует» его дисперсный состав, «превращая» из одновременно многомодальный вид. Более того, эти наполнители «подчиняют» дисперсный состав цемента собственному распределению частиц, что говорит о некоторой самоорганизации совместно измельчаемых компонентов ЦНВ;
- Судя по дисперсным составам цемента, молотого отдельно от наполнителей или в смеси с ними, суперпластификатор не принимает участия в «деформировании» дисперсного состава цемента и способствует лишь ускорению его размолоспособности;
- Широкий дисперсный состав ЦНВ-50 с тремя максимумами характеризуется несколькими масштабными уровнями частиц, что должно способствовать большей их упаковке и улучшенным реологическим показателям. Очевидно, это может быть одной из причин, определяющей столь высокую эффективность ЦНВ.

Список библиографических ссылок

- Волженский А.В. Смешанные портландцементы повторного помола и бетоны на их основе. – М., Госстройиздат, 1961. – 102 с.
- Сю Линлин, Ван Ян, Лю Минди, Е. Сюзчху. Влияние частиц цемента различной дисперсности на его свойства // Цемент и его применение, 2012, № 5. – С. 99-100.
- Энтин Э.Б. О взаимосвязи гранулометрии и прочности цемента // Цемент и его применение, 2009, № 6. – С. 111-113.
- Уфимцев В.М. Капустин Ф.Х., Пьячев В.А. Техногенное сырье в производстве цемента: вчера, сегодня, завтра. // Технологии бетонов, 2012, № 1-2. – С. 22-25.
- Рикерт Й., Мюллер К. Эффективные композитные цементы – вклад в сокращение выбросов CO₂. Alitinform // Цемент. Бетон. Сухие смеси, 2011, № 2 (19). – С. 11-27.
- Гергичны З. Новые цементы и технологии производства альтернативных вяжущих // Цемент и его применение, 2013, № 2. – С. 40-45.
- Юдович Б.Э., Дмитриев А.М., Зубехин С.А. и др. Цементы низкой водопотребности – вяжущие нового поколения // Цемент и его применение, 1997, № 4. – С. 15-18.
- Волженский А.В. Влияние дисперсности портландцемента и В/Ц на долговечность камня и бетонов // Бетон и железобетон, 1990, № 10. – С. 16-17.
- Калашников В.И., Борисов А.А., Поляков Л.Г., Крапич В.Ю., Горбунова В.С. Современные представления об использовании тонкомолотых цементов и ВНВ в бетонах // Дайджест публикаций журнала «Строительные материалы» (1998-2005 гг.), 2000, № 7. – С. 244-245.
- Хозин В.Г., Хохряков О.В., Урханова Л.А., Битуев А.В. Эффективность применения золы-уноса Гусиноозерской ГРЭС в составе цементов низкой водопотребности // Строительные материалы, № 7, 2011. – С.74-77.

Khohryakov O.V. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: olvik@list.ru

Baishev D.I. – student

E-mail: danielbaishev@gmail.com

Khozin V.G. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: khozin@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Research of low-water demand cements mineral components's particle size distributions after grinding

Resume

Results of investigation of particle size distribution of components of low-water demand cements and its components before and after grinding are performed in this article. Sand and fly ash from Gusnoozerinskaya GCPS are used as silica filler for low-water-demand cement. It is shown that during the joint grinding process of filler and portland cement low-water-demand cement is produced which has three-modal particle size distribution. It is set that silica filler influent on portland cement as abrasive material, addicting cement particle size distribution as its own during the grinding process. Sufficient influence of superplasticizer admix for participle size distribution is not shown, just amplifying of Portland cement grinding ability and reduce of big-sized particiles part. It is shown that produced low-water demand cement has multi-modal participle size distribution on any kind of silica filler, and it may be sufficient to cause extra properties of low-water demand cement in comparison with ordinary portland cement.

Keywords: low-water demand cement, particle size distribution, silica filler, grinding, portland cement.

Reference list

1. Volzenskiy A.V. Mixed second-grinded Portland cements and concretes on its base. – M.: Publishers Gosstroyizdat, 1961. – 102 p.
2. Su Lindin, Van Yan, Lu Mindi, E. Suschicku. Influence of cement particiles with different size on its properties // Cement and its Applications, 2012, № 2. – P. 99-100.
3. Entin Z.B. Interrelation of granulometry and strength of cement // Cement and its Applications, 2009, № 6. – P. 111-113.
4. Ufimcev V.M., Capustin F.H., Pyachev V.A. Technogenic raw materials in cement industry: yesterday, today, tomorrow // Technologies of concrete, 2012, № 1-2. – P. 22-25.
5. Richert J., Muller C. Efficient composite cements – contribution in CO₂ emission reduction. Alitinform // Cement. Concrete. Dry mixes, 2011, № 2 (19). – P. 11-27.
6. Georgichny Z. New cements and technologies of prefabricating of alternative binders // Cement and its Applications, 2013, № 2. – P. 40-45.
7. Yudovich B.E., Dmitriyev A.M., Zubekhin C.A. and others. Low-water demand cements – binders of new generation // Cement and its Applications, 1997, № 4. – P. 15-18.
8. Volzenskiy A.V. Influence of different size particiles of Portland cement and W/C on cement stone and concrete durability // Concrete and Ironconcrete, 1990, № 10. – P. 16-17.
9. Kalashnikov B.I., Borisov A.A., Polyakov L.G., Crapich V.U., Gorbunova V.S. Modern view about using fine-ground cements and low-water demand binders in concretes // Digest from «Construction materials» (1998-2005), 2000, № 7. – P. 244-245.
10. Khozin V.G., Khohryakov O.V., Urhanova L.A., Bituev A.V. Efficiency of using of fly ash from Gusnoozerinskaya GCPS in low-water demand cement compositions // Construction materials, 2011, № 7. – P. 74-77.

УДК 691.327:666.97

Якупов М.И. – аспирант

E-mail: mansuryakupov@gmail.com

Морозов Н.М. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: nikola_535@mail.ru

Боровских И.В. – кандидат технических наук, старший преподаватель

E-mail: borigor83@gmail.com

Хозин В.Г. – доктор технических наук, профессор

E-mail: khozin@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Модифицированный мелкозернистый бетон для возведения монолитных покрытий взлетно-посадочных полос аэродромов

Аннотация

Целью работы являлось исследование технологических, прочностных и эксплуатационных свойств высокопрочных мелкозернистых бетонов и установление возможности применения их при возведении монолитных аэродромных покрытий.

Было изучено влияние наполнителей на плотность, подвижность и воздухововлечение пластифицированных мелкозернистых бетонных смесей, установлено влияние модуля крупности песчаного заполнителя на водопоглощение мелкозернистого бетона, проведена оценка прочностных свойств мелкозернистых бетонов с различным расходом цемента и заданными технологическими свойствами, необходимыми для применения полученного материала при возведении монолитных покрытий аэродромов.

Установлен минимальный модуль крупности (M_k более 2,2) при котором выполняются эксплуатационные требования, предъявляемые к материалу покрытий аэродромов.

Ключевые слова: мелкозернистый бетон, бинарный наполнитель, воздухововлечение, водопоглощение, модуль крупности, прочность, растяжение при изгибе.

В настоящее время одним из приоритетных направлений развития промышленности строительных материалов является производство мелкозернистых бетонов и изделий из них. Это связано с дефицитом заполнителей из высокопрочных изверженных пород в Европейской части России, где преобладают осадочные карбонатные породы и с возрастающими транспортными расходами при перевозке качественного щебня из других регионов.

В последние годы песчаные бетоны активно внедряются в городское дорожное строительство и, особенно, при благоустройстве улиц и площадей. Целый ряд достоинств делает этот материал более рациональным для применения, чем равнопрочный крупнозернистый бетон: повышенная способность воспринимать растягивающие напряжения, более высокая приизменная прочность, повышенная морозостойкость.

В реестр гражданской авиации включено 315 аэродромов, и это количество ежегодно убывает. 117 из них составляют национальную аэродромную сеть, состояние которой вызывает серьёзную озабоченность. Износ инфраструктуры аэродромов в среднем по стране достиг 75 %. В связи с этим разработана и реализуется Федеральная целевая программа «Развитие транспортной системы России (2010-2015 годы)», которая ставит задачу создания новой аэропортовой сети, отвечающей современным требованиям к безопасности полетов.

Успех в решении этой задачи обеспечивается на стадии проектирования путем выбора конструктивных решений и применяемых материалов, отвечающих условиям эксплуатации конкретного сооружения.

Дорожно-строительные материалы являются той материальной основой, из которой состоят все транспортные сооружения: аэродромы, автомобильные дороги, мосты, путепроводы и т.д. Именно материалы воспринимают транспортные и климатические воздействия и должны обеспечить необходимый срок службы и минимальные затраты на

ремонт сооружений в период эксплуатации. В связи с этим актуальным является применение высокопрочного мелкозернистого бетона для аэродромных покрытий.

Для проведения исследований были использованы следующие материалы: портландцемент ПЦ500Д0 Вольского цементного завода, отличающийся низким содержанием С₃А, минеральные наполнители – микрокремнезем Челябинского электрометаллургического комбината марки МК-85 с удельной поверхностью 20000 см²/г и отход от дробления известнякового щебня Куркачинского месторождения с удельной поверхностью 8000 см²/г. Содержание CaCO₃ в породе известняка составляет 73,4 %. В качестве заполнителя использовали кварцевый песок Камского месторождения ПО «Нерудматериалы» г. Казань. В качестве пластифицирующей добавки использовали - суперпластификатор С-3. Наполнители перемешивали совместно с С-3 в соотношении 6:9:1 (микрокремнезем:известняковая мука: С-3).

Согласно ГОСТ 26633-91 для дорожных и аэродромных покрытий из тяжелого и мелкозернистого бетона водоцементное отношение должно быть не более 0,45, а вовлеченного воздуха в бетонной смеси должен быть не менее 5 %.

Результаты оценки технологических свойств подобранной мелкозернистой смеси представлены в табл. 1. Гранулометрический состав песка был подобран с позиции обеспечения минимальной пустотности [1].

Таблица 1

Состав и свойства бетонной смеси

№	Цемент: Песок	БН+ С-3, %	Вид песка	В/Ц	Подвижность бетонной смеси ОК, см	Плотность бетонной смеси, кг/м ³	Воздухо- вовлечение, %
1	1:2,5	13,3	оптимальная гранулометрия	0,28	2	2360	4,5
2	1:3	13,3		0,29	2	2350	5,2
3	1:4	13,3		0,31	2	2325	5,5
4	1:5	13,3		0,34	2	2310	5,8

БН – бинарный наполнитель (микрокремнезем + известняковая мука)

Как видно из табл. 1, были подобраны смеси с осадкой конуса 2 см, при этом не на одном составе водоцементное отношение не превысило 0,45, а воздухововлечение смесей составило 4,5-5,8 %. При снижении расхода цемента воздухововлечение смесей повышается и снижается плотность смеси.

Для обеспечения требуемой морозостойкости необходимо чтобы количество воздуха в бетонной смеси не превышало 7 % [2, 3, 8]. При использовании мелкозернистого бетона за воздухововлечением необходимо тщательно следить, так как при изменении модуля крупности этот показатель значительно изменяется [4, 6, 7]. Крупность, качество поверхности, прочность зерен, гранулометрический состав и водопоглощение в известной степени определяет плотность и прочность упаковки зерен песка, сцепление между ними и цементным камнем, следовательно, свойства мелкозернистого бетона.

Таблица 2

Воздухововлечение бетонной смеси с песком различного модуля крупности

№	Цемент, кг	Песок, кг	Модуль крупности, Мк	ОК, см	Плотность смеси, кг/м ³	Воздухо- вовлечение, %	Водо- поглощение, %
1	500	1550	2,26	3	2160	5,8	3,19
2			2,08	2	2170	6,3	4,68
3			1,78	3	2110	7,5	5,87
4			0,99	2	2080	7,8	6,46

Как видно из табл. 2, при уменьшении модуля крупности с 2,26 до 0,99 возрастает воздухововлечение(с 5,8 % до 7,8 %), водопоглощение (с 3,19 % до 5,87 %). Наименьшее воздухововлечение, водопоглощение и наибольшую прочность показал состав с модулем

крупности 2,26. Это объясняется меньшей удельной поверхностью крупного песка, приводящей к снижению водопотребности мелкозернистой бетонной смеси, что, в результате, позволяет сократить пористость затвердевшего бетона и тем самым способствовать увеличению прочности. Поэтому для получения мелкозернистого бетона с допустимым воздухововлечением необходимо использовать пески с модулем крупности более 2,2, что нами и было осуществлено при использовании песка оптимальной гранулометрии с $M_k=3,01$.

Введение наполнителей практически не влияет на воздухововлечение. Их применение является одним из путей увеличения плотности структуры бетонной смеси при этом в значительной степени снижается капиллярная пористость бетона, и следовательно уменьшается водопоглощение [5]. Кроме того, кремнеземистые наполнители участвуют в реакции с гидратной известью, что дополнительно повышает прочность бетона. В качестве наполнителя мы использовали известняковую муку 600 $\text{м}^2/\text{кг}$ и микрокремнезем. В качестве заполнителя использовался песок с модулем крупности 2,75. Использовали также суперпластификатор С-3. В табл. 3 представлены результаты влияния вида наполнителей на свойства бетонной смеси.

Таблица 3

Составы бетона и бетонной смеси с наполнителями

№	Расход компонентов бетона, $\text{кг}/\text{м}^3$				В/Ц	Воздухововлечение, %
	Цемент	Песок	Наполнитель	С-3		
1	500	1550	-	2,5	0,41	5,8
2	500	1550	50 (известняк)	2,5	0,42	6,0
3	500	1550	50 (микро-кремнезем)	2,5	0,43	5,7

Введение наполнителей, как мы видим из табл. 3, не влияет на воздухововлечение бетонных смесей. Поэтому подобранные в табл. (в начале) составы бетонных смесей отличаются не высоким воздухововлечением. Стоит отметить, что воздухововлечение бетонной смеси, необходимое для обеспечения морозостойкости бетона при применении в качестве заполнителя только песка, достигается без использования воздухововлекающих добавок.

Далее была проведена оценка прочностных свойств мелкозернистой смеси с требуемой подвижностью ($OK=2$ см) используемой при укладке современными комплексами по изготовлению монолитного аэродромного покрытия.

Таблица 4

Прочность мелкозернистого бетона

№	Ц:П	БН + С-3, %	В/Ц	Плотность бетона, $\text{кг}/\text{м}^3$	Прочность при изгибе, в возрасте 28 сут МПа	Прочность на сжатие, МПа в возрасте:	
						3 сут	28 сут
1	1:2,5	13,3	0,28	2350	9,03	58,4	87,6
2	1:3	13,3	0,29	2345	8,56	56,2	82,3
3	1:4	13,3	0,31	2320	7,82	51,5	76,4
4	1:5	13,3	0,34	2305	6,54	41,4	66,1

Как видно из табл. 4 уже через 3 суток нормально-влажностного твердения прочность бетона достигает 62-68 %. Такой быстрый набор прочности обеспечивается низкими значениями водоцементного отношения. Низкое водоцементное отношение получено благодаря использованию Вольского цемента с низкой нормальной густотой, песка оптимальной гранулометрии (низкая удельная поверхность) и использованию суперпластификатора С-3 совместно с наполнителями разной удельной поверхности.

Прочность на растяжение при изгибе в возрасте 28 суток нормального твердения варьируется в интервале 6,54-9,03 МПа, что в 1,5-2,5 раза больше чем у применяемых в настоящее время бетонов на крупном заполнителе. Максимальная прочность мелкозернистого бетона 87,6 МПа достигнута при расходе цемента 600 $\text{кг}/\text{м}^3$, а при расходе цемента 360 $\text{кг}/\text{м}^3$ прочность на сжатие составила 66,1 МПа, что соответствует классу В50.

Таким образом, при необходимой подвижности бетонной смеси (осадка конуса 2 см) получены мелкозернистые бетоны прочностью на растяжение при изгибе 6,54-9,03 МПа и прочностью на сжатие 66,1-87,6 МПа.

Список библиографических ссылок

1. Морозов Н.М., Хозин В.Г., Боровских И.В., Степанов С.В. Высокопрочные цементные бетоны для дорожного строительства. // Строительные материалы, № 11, 2009. – С. 15-17.
2. Шейнин А.М. Цементобетон для дорожных и аэродромных покрытий. – М.: Транспорт, 1991. – 151 с.
3. Шестоперов С.В. Долговечность бетона транспортных сооружений. – М.: Изд-во Транспорт, 1966. – 500 с.
4. Баженов Ю.М., Магдеев У.Х., Алимов Л.А., Воронин В.В., Гольденберг Л.Б. Мелкозернистые бетоны: Учебное пособие. // Моск. Гос. Стройт. Ун-т. – М., 1998. – 148 с.
5. Демьянова В.С. Калашников В.И. Быстроотвердевающие высокопрочные бетоны с органоминеральными модификаторами. – Пенза: ПГУАС, 2003. – 195 с.
6. Львович К.И. Выбор песков для песчаного бетона // Бетон и железобетон, 1994, № 2. – С. 12-16.
7. Зозуля П.В. Оптимизация гранулометрического состава и свойств заполнителей и наполнителей для сухих строительных смесей // Сборник тезисов докладов 3-й Международной конференции BaltiMix. – СПб., 2003. – С. 12-13.
8. Шейкин А.Е., Добшиц Л.М. Цементные бетоны высокой морозостойкости – Л.: Стройиздат, 1989. – 128 с.

Iakupov M.I. – post-graduate student

E-mail: mansuryakupov@gmail.com

Morozov N.M. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: nikola_535@mail.ru

Borovskikh I.V. – candidate of technical sciences, assistant

E-mail: borigor83@gmail.com

Khozin V.G. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: khozin@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Modified fine-grained concrete for the construction of monolithic coverings runways

Resume

The purpose of work was the study of technological, structural and operational properties of high-strength fine-grained concrete and establishing the possibility of their application in the construction of monolithic airfield pavements.

We studied the influence of the developed binary filler consisting of microsilica and calcareous flour, density, mobility and the volume of entrained air plasticized fine-grained concrete mixtures, it is the effect of module size sandy placeholder on water absorption fine-grained concrete, the estimation of the strength properties of fine-grained concretes with different consumption of cement and given technological properties which are necessary for the application of the received material erection of monolithic airfields.

It is revealed that for obtaining fine-grained concrete with valid for use in coatings aerodromes volume of entrained air, you must use the Sands of the module size more than 2,2. It is established that the addition of fillers does not affect the volume of entrained air-grained concrete mixes, when used as a placeholder sand only, necessary for ensuring the frost resistance of the volume of entrained air is achieved without the use of air entraining admixtures, unlike

the coarse-grained concrete. Due to the low water-cement relations in fine-grained concretes, you can quickly set of durability in the early stages of setting up to 70 % of nominal strength within three days of normal moisture curing. It is established that the tensile strength at bending in the project the age of 1,5-2,5 times higher than those of concrete on a large filler.

Keywords: fine-grained concrete, binary filler, the volume of entrained air, water absorption, module size, strength, flexural.

Reference list

1. Morozov N.M., Khozin V.G., Borovskikh I.V., Stepanov S.V. High-Strength cement concrete for road construction. // Building materials, № 11, 2009. – P. 15-17.
2. Sheinin A.M. Cement for road and airfield pavements. – M.: Transport, 1991. – 151 p.
3. Shestoporov S.V. Durability of concrete and reinforced concrete structures. – M.: Transport, 1966. – 500 p.
4. Bazhenov J.M., Magdeev U.H., Alimov L.A., Voronin V.V., Goldenberg L.B. Fine-grained concretes: textbook // Mosk. GOS. Builds. University T. – M., 1998. – 148 p.
5. Demyanova V.I., Kalashnikov V.S. Fast curing high performance concretes with organic modifiers. – Penza: PGUAS, 2003. – 195 p.
6. Lvovich K.I. Choice of sand to sandy concrete // concrete and reinforced Concrete, 1994, № 2. – P. 12-16.
7. Zozulya P.V. Optimization of particle size distribution and properties of additives and fillers for dry construction mixes // Abstracts of the 3rd International conference BaltiMix. – SPb., 2003. – P. 12-13.
8. Sheikin A.E., Dobshic L.M. Cement concrete of high frost resistance. – L., Stroizdat, 1989. – 128 p.



УДК 658.012, 691.2

Шафранова А.А. – студент

Коклюгина Л.А. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: the-lusy@mail.ru

Коклюгин А.В. – доцент

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Варианты определения продолжительности строительства на основе влияния внешних факторов

Аннотация

В статье рассматриваются варианты определения продолжительности строительства на основе влияния внешних факторов. На данный момент ни один из существующих методов определения продолжительности строительства не отвечает требованиям реального времени, вследствие чего возникают дополнительные затраты и организация несет убытки. Проведен анализ эффективности методов определения продолжительности строительства. Предложены варианты по усовершенствованию существующих методик оценки продолжительности строительства с учетом внешних факторов.

Ключевые слова: методы определения продолжительности строительства, продолжительность строительства, внешние факторы.

Анализ существующих методов определения продолжительности показывает, что ни один из них не отвечает требованиям реального времени.

Основные методы, существующие в настоящее время: нормативный [1]; сравнительный с использованием объектов-аналогов; директивный; расчетный метод определения продолжительности строительства объектов, не имеющих прямых норм в [1], плановый, рассчитанный согласно календарного плана, экспертный.

Анализ количества объектов, построенных позднее установленного в договорах срока, и, соответственно, со значительными дополнительными затратами, показывает, что они весьма существенны. Это говорит о чрезвычайной важности проблемы.

Многие подрядные организации, выигравшие тендер, и не сумевшие уложиться в срок договора, несут большие потери, а инвесторы не получают ожидаемого экономического эффекта.

Практика показывает, что нормативные методы определения продолжительности удобно использовать при строительстве типовых объектов. Продолжительность в этом случае определяется по [1] в ПОС. Расчетный метод по стоимости, предложенный в [1], имеет значительный недостаток и ограниченное применение вследствие сложности расчета по переводным коэффициентам, что доказано в статье [7].

Следует учитывать, что строительство постоянно усложняется, появляются новые конструктивные, технологические, организационные решения, поэтому существующие методы не отражают интересов участников всего Проекта. Сравнительный метод невозможен на объектах, при возведении которых применяются новые конструктивные и технологические решения.

Использование директивного метода без серьезных расчетов, учитывающих все факторы, зачастую приводит к значительному увеличению фактических затрат, а, следовательно, к снижению эффективности инвестиционного проекта.

Практика показывает, что применение полностью формализованных подходов снижает достоверность получаемых результатов, а также снижает доверие к практической ценности расчета и его обоснования.

При определении продолжительности строительства не всегда возможно пользоваться экспертными методами. Основные сложности возникают при формировании экспертных групп, например, из-за малого числа экспертов, либо низкой их компетенции. Должна быть учтена личная заинтересованность эксперта в конечном результате экспертизы. Кроме знания основного технического вопроса эксперт должен хорошо ориентироваться в технических возможностях претендентов на выполнение данного вида работы.

Таким образом, каждый из существующих методов определения продолжительности строительства не отражает реальных сроков сдачи объектов.

Для достижения соответствия теоретических подходов реальным условиям необходимо совершенствование существующих методик и создание новых, которые учитывают конкретную ситуацию в конкретный период времени. В качестве критерииев могут быть: выбор метода расчета продолжительности, расчет показателей сравнения с объектом-аналогом, с учетом ограничения по директивному сроку, учет интересов участников Проекта, учет влияния внешней среды.

Необходимость всестороннего анализа ситуации, использование всех существующих методов и новый методический подход позволит более тщательно и взвешенно устанавливать сроки сдачи объекта на стадии прохождения тендеров. На рисунке представлен новый подход определения сроков сдачи объекта.



Рис. Новый методический подход установления срока сдачи объекта

Разработаны мероприятия по совершенствованию методик, учитывающие влияние внешних факторов (табл. 1).

Таблица 1

Мероприятия по совершенствованию существующих методик оценки продолжительности строительства с учетом внешних факторов

Подход	Внешние факторы, препятствующие применению существующих методик	Модернизация методик для практического использования
Использование существующих норм СНиП 1.04.03-85*, МДС 12.43-2008	Внедрение новых констр., технологий, рекомендательный характер норм, некорректный перевод стоимостных показателей по времени	Введение поправочных коэффициентов, полученных экспертным путем; путем сравнительного анализа сметной стоимости строительства в сопоставимых ценах
Сравнительный с использованием объектов-аналогов	Отсутствие аналогичных объектов, использование ранее построенных объектов-аналогов	Разработка методики расчета, используя данные объектов, близких по конструктивному и технологическому решению другого назначения с учетом введения поправок, отражающих специфику объекта, введение критерииев расчета показателей сравнения с объектами-аналогами и их обоснование
Директивный	Неопределенность прости предпроектных работ (оформление земельных участков под стр-во, сервитутов, согласование тех. условий), определение реальной сметной стоимости	Разработка методики расчета реального времени сроков строительства с учетом внешних факторов и реальных затрат
Расчетный	Отсутствие реальных данных по сметной стоимости и другим затратам, использование укрупненных показателей при разработке ПОС, отсутствие данных о подрядной организации до проведения тендерных торгов	Использование методов сетевого планирования и управления при составлении календарного плана в ПОС
Экспертный	Малое число экспертов, низкая компетенция экспертов	Использование или разработка характеристических таблиц

Наличие неформализуемых параметров таких как оформление исходно-разрешительной документации, согласование технических условий и других факторов, учитывающих особенности строительства в различных субъектах РФ, приводит к тому, что достоверность расчетов, выполненных с использованием нормативных документов, крайне низка.

Предлагается для оценки альтернатив использовать **метод экспертного опроса**, а также **характеристические таблицы**.

Каждому анализируемому фактору по рассматриваемым критериям экспертным методом необходимо дать количественную оценку и присвоить ранг соответственно его степени влияния (табл. 2). Экспертную группу по определению продолжительности необходимо формировать из самих участников инвестиционного проекта.

Эксперт, исходя из своего опыта, интуиции и знания проблемы, может сформировать решение задачи.

Задача состоит в выборе метода расчета продолжительности строительства, который наиболее точно отражает влияние внешних факторов. С этой целью формируется экспертная группа и проводится процедура сбора экспертной информации.

Таблица 2

Уровень влияния факторов внешней среды

Фактор влияния на ситуацию, складывающуюся во внешней среде	Количественное влияние фактора, баллы		
	1	2	3
Наличие/отсутствие прямых норм для определения продолжительности строительства	Отсутствие прямых норм и стоимостных показателей при внедрении новых констр., технолог. решений	Некорректный перевод стоимостных показателей по времени	Наличие прямых норм и стоимостных показателей
Наличие/отсутствие объектов-аналогов	Отсутствие аналогичных объектов	Использование ранее построенных объектов-аналогов:	Наличие полных объектов-аналогов
Наличие/отсутствие исходно-разрешительной документации	Разрешительная документация в стадии оформления	Разрешительная документация в стадии согласования	Вся разрешительная документация согласована
Наличие/отсутствие сметной документации	Применение методов параллельного проектирования и строительства	Использование укрупненных показателей при разработке ПОС	Отсутствие реальных данных по сметной стоимости объекта, произв. мощностям подрядной орг-и и др. затратам инвестора до проведения тендерных торгов

В ходе проведения экспертизы используется индивидуальный метод опроса с помощью анкет. Для определения количественных оценок альтернативам применялся метод простого ранжирования.

Для определения продолжительности строительства участниками удобно пользоваться **методом характеристических таблиц**, применяемым в методиках научно-технического прогнозирования. Этот метод целесообразно использовать и при предварительной оценке вариантов с целью сужения области поиска (табл. 3).

Таблица 3
Характеристическая таблица для оценки риска
с позиции интересов строительно-монтажной организации

Характеристика	Вес. ф-я	P1=5	P2=4	P3=3	P4=2	P5=1
Степень обеспечения прогрессивности выполнения СМР	0,8	Накоплен большой опыт работы аналогичн. объектов	Выполнение работ по типовым технологическим картам	Требуется разработка технолог. карт	Использование новых совр. технологий	Требуется разработка и освоение спец-ных технологий
Использование субподрядных организаций	0,7	Произв-во работ «своими силами»	Вспомогательные работы	Спец-ные работы	Общестроительные работы	Субподрядчики заказчика
Изменение или отмена ранее выданных технических условий	0,9	Без изменений	Корректировка отдельных параметров	Частичная замена ранее выданных техн-их условий	Полная замена ранее выданных техн-их условий	Отзыв ранее выданных техн-их условий
Поставка оборудования	0,8	Поставка генподрядчика	Поставка подрядчика	Поставка заказчика	Поставка оборуд-ия, осущ-ого заказчиком по регион. гос. программе	Поставка оборуд-ия, осущ-ого заказчиком по федерал-ой гос. программе
Наличие согласов-ной ПСД	1,0	100 % + эксперт.	100%, нах-ся на эксп.	100 %	ПСД в работе	Только на подг. этап
Наличие исходно-разрешительной документации (ИСД)	1,0	Наличие разрешения на стр-во	Наличие разрешения на стр-во отд. этапов работ	Наличие разрешения на стр-во только на подг. этап	ИСД находится на оформ-ии	ИСД отсут-ет
Технические возможности организации характер использования механизмов	0,9	Использую тся собств. мех-змы	Аренда сущ. механизмов	Аренда высокопроизводительных соврем-ых мех-мов	Привлече ние специализиров анной орг-ции	Требуется разработка новых монтажных мех-мов
Материальные возможности организации, характер доп. затрат на материалы	0,8	Не требуется	Требуется только на обеспечен монтажа	Требуется для вып-ия стыков констр-ий и монтажа	Требуются новые приспособлени я и материалы	Требуется разработка новых приспособл ений
Изменение условий труда, возможность выполнения доп-ных техн. требований организационно-технол-ой документации	0,7	С учетом требований безоп-ти СП 48.13330	С учетом доп-ых требований безоп-ти в объеме техкарт	С учетом доп-ых требований безоп-ти в объеме ППР	С учетом доп-ых требований безоп-ти в объеме ПОС	Требуется разработка спец-ых меропр-ий по безоп-ти

Содержание характеристических таблиц для упрощения расчетов предлагается составлять с позиций интересов участников инвестиционной программы. Эти таблицы должны включать набор качественных и количественных показателей, по которым путем балльной оценки каждому участнику представляется выполнить ранжировку рассматриваемых вариантов.

В общем случае мера предпочтительности не имеет конкретного экономического смысла и является безразмерной величиной. Однако когда можно провести содержательный анализ вариантов решения, она выражается в конкретных единицах измерения.

Очевидно, что сложившиеся экономические связи предприятий отличаются сложностью и многообразием. Сведение оценки их экономической деятельности к упрощенной схеме приводит к отрыву от реальных условий. Зарубежные экономисты подчеркивают, что в ряде случаев с государственной точки зрения (а иногда и с точки зрения предприятия) превалирующее значение имеет не достижение определенной экономии средств, а решение других назревших задач.

Список библиографических ссылок

1. СНиП 1.04.03-85*(91) Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений. – М., 1991. – 271 с.
2. Городнова Н.В., Банковская А.В. Методический подход к учету влияния внешних факторов на стоимость объекта незавершенного строительства. // Финансовый анализ: Теория и практика, 2011, № 37. – 244 с.
3. Коклюгина Л.А. Оценка и выбор конструктивного решения металлических конструкций для реализации инвестиционного проекта // Автореф. дис. кандидата техн. наук. – Казань: КГАСА, 2000. – 21 с.
4. Грязнова А.Г., Федотова М.А. Оценка недвижимости: учебник – М.: Финансы и статистика, 2009. – 241 с.
5. Харисов А.А., Коклюгина Л.А., Коклюгин А.В. Исследование существующих методов определения продолжительности строительства промышленных объектов // Известия КГАСУ, 2012, № 1 (19). – С. 134-139.

Shafranova A.A. – student

Kokliugina L.A. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: the-lusy@mail.ru

Kokliugin A.V. – associate professor

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Ways of calculating the period of building process considering external factors

Resume

In foreign and domestic literature different types of analysis of external factors are proposed. In particular, types of social and economic systems' analysis and studies about investment prospects and risk level. Usually proposed methods don't cover completely needs and interests of both parties of investment and construction project. Also while making construction schedule these methods don't consider external factors. At a time when market conditions, taxation policy, natural specifics, regulatory acts change so quickly the problem of calculating properly the period of building process requires careful examination and using the scientific research.

Currently installed communication between members of investment and construction project is hard to characterize by general equivalent that can be used in any method of determining the time of construction. Considering all the possible factors that can influence the time definition method, the study should be focused on transition from common to private. In general, the terms of construction has an approximate value, far from the actual. But in cases when we can carry out a substantial analysis of decision options the quantity can be measured in units. Integrated approach with expert's methods and also characteristic scales that give an opportunity to calculate more correctly the period of building process are suggested to be used.

Reduction of construction terms increases the efficiency of capital investments. Moreover, it helps to boost economic development and fastest payback of capital investments.

In addition, reduction of construction terms reduces the overheads and makes more efficient construction equipment usage possible.

Keywords: methods of calculating the period of building, the period of building, external factors.

Reference list

1. SNiP 1.04.03-85* Norms of duration of building and reserve in enterprise buildings and constructions (1991) parts 1, 2. – 271 p.
2. Gorodnova N.V. Methodical approach of accounting the influence of external factors on the price of incomplete construction projects – Financial analysis. – 244 p.
3. Kockliugina L.A. selection of constructive solutions in the process of implementation of the investment project. // Candidate of the technical sciences. – Kazan, Kazan State University of Architecture and Engineering, 2000. – 21 p.
4. Gryaznove A.G., Fedotova M.A. Real estate appraisal: textbook. – M.: finances and statistics, 2009. – 241 p.
5. Harisov A.A., Kokliugina L.A., Kokliugin A.V. The research of existing duration determining methods in the industrial projects // News of the KSUAE, 2012 № 1 (19), 2012. – P. 134-139.



УДК 625.745.2.042.1

Логинова О.А. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: loginova@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Гидравлический расчет заиленных водопропускных труб

Аннотация

В статье представлены основные положения по гидравлическому расчету заиленных труб. Расчеты проведены при различных уровнях заиления. Итоговые результаты свелись к безразмерному виду. В результате этого графики пропускной способности круглых труб различных диаметров совпали, что говорит верности выбранных в расчетах предположений. Особое внимание следует обратить на 30 % заиление труб, при котором происходит смена гидравлического режима работы с безнапорного на полунапорный режим.

Представленная методика дает возможность прогнозировать работу водопропускных труб при различной степени заиления и выявить вероятность возникновения негативные последствий от эксплуатации заиленных сооружений.

Ключевые слова: водопропускная труба, заиление, автомобильная дорога.

Основными типами водопропускных сооружений, из всего многообразия искусственных сооружений, расположенных на автомобильных дорогах, являются водопропускные трубы. На современных автомобильных дорогах они составляют до 90 % от общего количества искусственных сооружений. В технических нормативах и руководствах по проектированию дорожных труб, вопросы, связанные с возникновением заиления тела трубы и режимами их работы при различной степени заиления сооружения как не встречаются. В литературе [1, 2] встречаются только сроки проведения ремонта и службы трубы.

Результаты натурного обследования водопропускных труб выявили, что заиление верхнего бьефа водопропускных труб довольно частое явление в практике эксплуатации. Заиление обнаружено у 17-22 % обследованных водопропускных труб [3]. Поэтому этот вопрос имеет большое значение, и в расчетах необходимо предусматривать возможность заиления водопропускных труб.

В некоторых работах рассматриваются вопросы заиления труб и каналов, и дается расчет каналов на незаиляемость [4].

Для гидравлического расчета были выбраны водопропускные трубы наиболее часто встречающихся сечений. Такими оказались трубы диаметрами 1,0 и 1,5 м. Для данных труб был проведен гидравлический расчет [5].

В расчетах приняты следующие допущения и предположения:

- режим работы труб – безнапорный;
- трубы являются «короткими» (у таких труб сжатое сечение не затапливается и на пропускную способность не влияет их длина).

Для расчета принята следующая расчетная схема:

- безнапорный режим сохраняется при условии:

$$H \leq (0,8 \dots 0,9) h_m, \quad (1)$$

где H – высота воды перед трубой, м;

h_m – диаметр трубы, м.

В расчетах принято отношение:

$$H / h_m \leq 0,85. \quad (2)$$

При безнапорном режиме расход определяется по формуле:

$$Q = mb_k \sqrt{2g} H^{3/2}, \quad (3)$$

где b_k – средняя ширина потока в сечении с критической глубиной, м;

H – подпертая глубина на входе относительно лотка трубы, м;

g – ускорение силы тяжести, равное 9,81 м/с²;

m – коэффициент расхода при безнапорном режиме.

Для полунапорного режима расход определяется по формуле:

$$Q = \mu_{\Pi} \omega_{coop} \sqrt{2g(H_o - \varepsilon_{\Pi} h_m)}, \quad (4)$$

где μ_{Π} – коэффициент расхода при полунапорном режиме;

ω_{coop} – площадь поперечного сечения сооружения, м²;

g – ускорение силы тяжести, равное 9,81 м/с²;

H_o – напор перед сооружением, м;

ε_{Π} – коэффициент сжатия;

h_m – высота трубы, м.

Исходя из формулы (2) определяется расчетный расход и подпертая глубина.

Для выяснения возможности перелива воды через дорожную насыпь определяется минимальная высота насыпи:

$$H_{nac\ min} = h_m + \delta + \Delta_3 + h_{\partial.o.}, \quad (5)$$

где h_m – высота трубы, м;

δ – толщина звена тела трубы, м.

Δ_3 – минимальная толщина засыпки, $\Delta_3 = 0,50$ м

$h_{\partial.o.}$ – высота дорожной одежды, м.

Для дальнейших заиленных водопропускных труб были приняты следующие допущения и предположения. Заиленные трубы работают при тех же режимах, что и незаиленные, но при некоторой корректировке. Для этого решается система уравнений:

$$\frac{\alpha Q^2}{g} = \frac{\omega_k^3}{B_k}, \quad (6)$$

$$Q = mb_k \sqrt{2gH^{3/2}}, \quad (7)$$

где α – коэффициент Кориолиса, $\alpha = 1,1$;

B_k – средняя ширина потока в заиленном сечении с критической глубиной, м;

Q – расход воды, м³/с;

ω_k – площадь поперечного сечения водного потока над заилением, м²;

b_k – средняя ширина потока в сечении с критической глубиной, м;

H – подпертая глубина на входе относительно заиления трубы, м;

g – ускорение силы тяжести, равное 9,81 м/с²;

m – коэффициент расхода при безнапорном режиме.

Пошагово задаваясь критической глубиной h_k (рис. 1) при определенной толщине заиления h_3 , определяется площадь заиления ω_k и расход Q :

$$Q = \sqrt{\frac{\omega_k^3 g}{\alpha B_k}}, \quad (8)$$

Далее определяется средняя ширина потока b_k :

$$b_k = \omega / h_k, \quad (9)$$

Затем находится подпертая глубина на уровне заиления трубы H :

$$H = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{m^2 b_k^2 2g}}, \quad (10)$$

Относительно нижней точки входного сечения трубы определяется подпертая глубина:

$$H_{\text{отм}} = H + h_s, \quad (11)$$

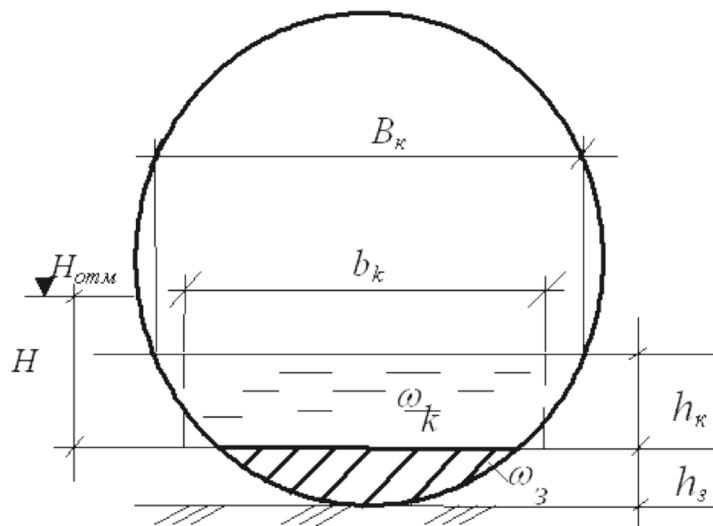


Рис. 1. Схема заиленной трубы круглого сечения

Расчеты выполнены труб различной степени заиленности. Итоговые результаты сведены к безразмерному виду. Гидравлические расчеты при 30 % заиление тела трубы диаметром 1,5 м приведены в табл. 1.

В результате приведения результатов вычислений к безразмерному виду пропускная способность труб диаметром 1,5 и 1,0 м оказалась одинаковой. Результаты представлены в графической форме на рис. 2.

Таблица 1

Гидравлический расчет трубы диаметром 1,5 м и 30 % заилемием

$h_k, \text{м}$	$B_k, \text{м}$	$\omega_k, \text{м}^2$	$Q, \text{м}^3/\text{с}$	$b_k, \text{м}$	$H, \text{м}$	$h_s, \text{м}$	$H_{\text{отм}}, \text{м}$	$H_{\text{отм}}/H_p$	Q/Q_p
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
30% заиления $H_p=1,28, \text{ м}; Q=2,85 \text{ м}^3/\text{с}$ Безнапорный режим									
0,05	1,43	0,08	0,06	1,60	0,09	0,45	0,54	0,42	0,02
0,10	1,44	0,15	0,14	1,50	0,16	0,45	0,61	0,48	0,05
0,15	1,47	0,22	0,25	1,47	0,24	0,45	0,69	0,54	0,09
0,20	1,49	0,29	0,38	1,45	0,32	0,45	0,77	0,60	0,13
0,25	1,50	0,36	0,53	1,44	0,40	0,45	0,85	0,66	0,19
0,30	1,50	0,44	0,71	1,47	0,48	0,45	0,93	0,73	0,25
0,35	1,50	0,52	0,91	1,49	0,56	0,45	1,01	0,79	0,32
0,40	1,49	0,59	1,11	1,48	0,64	0,45	1,09	0,85	0,39
0,45	1,47	0,67	1,35	1,49	0,73	0,45	1,18	0,92	0,47
0,50	1,44	0,74	1,58	1,48	0,81	0,45	1,26	0,98	0,55
0,55	1,43	0,81	1,82	1,47	0,90	0,45	1,35	1,05	0,64
0,60	1,35	0,87	2,09	1,45	0,99	0,45	1,44	1,13	0,73
0,65	1,34	0,95	2,39	1,46	1,08	0,45	1,53	1,20	0,84
0,70	1,28	0,99	2,60	1,41	1,17	0,45	1,62	1,27	0,91
Полунапорный режим									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,75	1,20	1,08	3,06	1,44	2,02	0,45	2,47	1,93	1,07
0,80	1,12	1,14	3,43	1,43	2,13	0,45	2,58	2,02	1,20
Перелив через насыпь $H_{\text{min}} = 2,66 \text{ м}$									
0,85	1,03	1,22	3,97	1,44	2,29	0,45	2,74	2,14	1,39
0,90	0,90	1,24	4,35	1,38	2,47	0,45	2,92	2,28	1,53
0,95	0,74	1,27	4,97	1,34	2,78	0,45	3,23	2,52	1,74
1,00	0,53	1,30	6,08	1,30	3,46	0,45	3,91	3,05	2,13

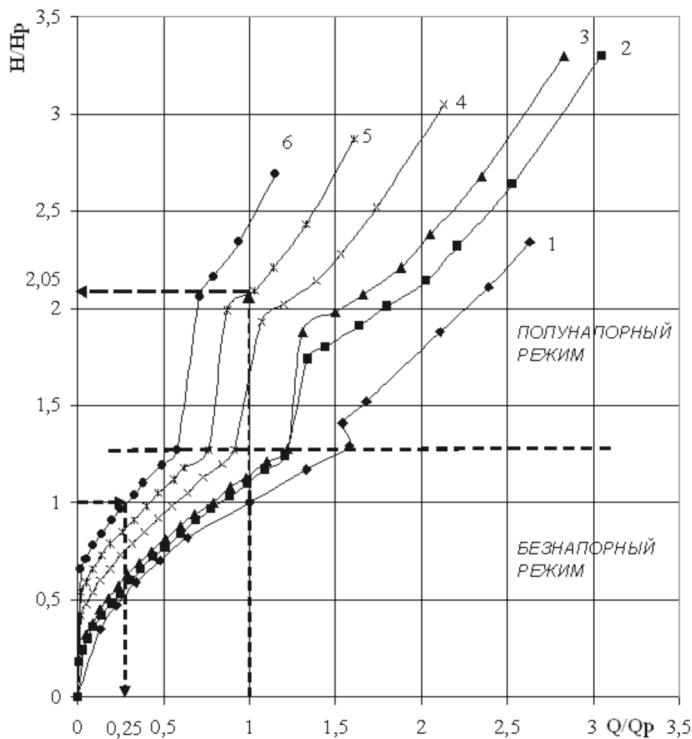


Рис. 2. График пропускной способности круглых труб:

1 – незаиленной трубы; 2 – 10 %-е заиление тела трубы; 3 – 20 %-е заиление тела трубы;
4 – 30 %-е заиление тела трубы; 5 – 40 %-е заиление тела трубы; 6 – 50 %-е заиление тела трубы

Как видно из графика, заиленные трубы имеют существенно меньшую пропускную способность, чем незаиленные.

Данные ОАО «Институт «Татдорпроект» показывают, что для трубы диаметром 1,0 м расчетный расход стока составляет $Q=1,07 \text{ м}^3/\text{с}$ при вероятности превышения 3 %, безнапорном режиме работы и высоте насыпи 2,10 м. Величина расчетного подпора перед трубой составляет $H_p=0,85 \text{ м}$. По графику на рис. 2 определяется значения подпертой глубины на входе в трубу при различной степени заиления тела трубы при $Q/Q_p=1$. И находятся значение расхода Q при $H/H_p=1$. Результаты сведены в табл. 2.

Таблица 2
Расчетные значения для круглой трубы

Заиление трубы	H/H_p	$H, \text{м}$	Q/Q_p	$Q, \text{м}^3/\text{с}$
10 %	1,1	0,94	0,83	0,89
20 %	1,15	0,98	0,78	0,83
30 %	1,68	1,43	0,55	0,59
40 %	2,05	1,74	0,4	0,43
50 %	2,4	2,04	0,25	0,27

Как видно из табл. 2, при расчетном наполнении происходит уменьшение расхода в 1,2 раза при 10 % заивлении; в 1,3 раза при 20 % заивлении; в 1,8 раза при 30 % заивлении; в 2,5 раза при 40% заивлении и в 4 раза при 50 % заивлении. При расчетном расходе ($Q/Q_p=1$) величина подпора перед трубой увеличивается в 1,1 раза при 10 % заивлении тела трубы; в 1,15 раза при 20 % заивлении; в 1,68 раза при 30 % заивлении, в 2,05 раза при 40 % заивлении и в 2,4 раза при 50 % заивлении тела трубы. Следовательно, водопропускные трубы при 30 %, 40 %, 50 % заивлении продолжает свою работу уже в полунапорном режиме.

На основании анализа проведенных расчетов пропускной способности засыпанных труб можно рекомендовать увеличение отверстия водопропускных труб, расположенных в зоне наибольшего эрозионного влияния. На дорогах Татарстана в зонах с наименьшей эрозионной прочностью грунта и возможного засыпания рекомендуется применять трубы диаметром не менее 1,5 м. Также рекомендуется в этих зонах избегать многоочковых труб малых диаметров и по возможности применять одноочковые трубы большого диаметра. Если же выполнение данных рекомендаций по каким-либо причинам невозможно, предлагается увеличить высоту бровки земляного полотна и укрепить откосы насыпи от возможного размыва.

Список библиографических ссылок

1. Исследование гидравлической работы дорожных водопропускных сооружений и разработка рекомендаций по улучшению их эксплуатации на а/д МКАД– Волоколамск (20-103 км): Отчет о НИР / МАДИ; Руководитель В.И. Климешов. Тема № М090789; Изв. № 02910 034045. – М., 1989. – 176 с.
2. Провести исследования и разработать рекомендации по предотвращению и борьбе с засыпанием дорожных водопропускных труб: Отчет о НИР / МАДИ; Руководитель Н.М. Константинов. Тема № 480/8; № Гос. рег. 81023634; Изв. № 0284 0046489. – М., 1984.– 150 с.
3. Логинова О.А. Влияние противоэрзационной устойчивости склонов на работу водопропускных труб [электронный ресурс] / Электрон. дан. – Казань: КГТУ им. А.Н. Туполева, 2008. – 1 электрон. опт. диск (CD - R). (Труды V Международной Юбилейной науч.-прак. конф. «Автомобиль и техносфера». – Казань, 28-30 ноября 2007 г.). Минимальные систем. требования: ПК; MS Windows 98; CD-ROM дисковод. – С. 625-626.
4. Угинчус А.А. Гидравлические и технико-экономические расчёты каналов. – М.: Изд-во лит-ры по стр-ву, 1965. – 274 с.
5. Пособие по гидравлическим расчетам малых водопропускных сооружений. Главное управление проектирования и капитального строительства /ГУПиКС/. Минтрансстрой СССР. – М.: Транспорт, 1992. – 408 с.

Loginova O.A. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: loginova@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Hydraulic calculation of silted culverts

Resume

The article presents the main provisions of the hydraulic calculation of the silted pipes of round and rectangular cross-section.

Silting of headwater culverts is quite a common phenomenon in the practice of exploitation of motor roads. Therefore, the question of calculating silted culverts able to skip the current flood, is of great practical importance. Silted constructions work differently, than clean pipes. Assumptions and adjustments adopted in the calculations allow to take the hydraulic calculations for silted structures.

Calculations were carried out for different levels of silt pipes. The final results were used to without size mind. As a result of the graphics bandwidth of round pipes of various diameters matched that says about the correctness of the chosen assumptions in the calculations.

Special attention should be paid to 30% silting of pipes, in which the change of the hydraulic regime of work with the gravity of the semi-pressure head operating mode. This entails additional costs on the strengthening of slopes embankment and may affect negatively to the operation of the pavement, causing frost heave.

This article gives the opportunity to predict the work of flume pipes for the different measure of silting and identify the likelihood of negative consequences from the operation of silted structures.

Keywords: hydraulic calculation, culvert, siltation, the highway.

Reference list

1. The study of hydraulic road culverts and develop recommendations to improve operations in an a/d MKAD. – Volokolamsk (20-103 km): Research report / MADI, Head V.I. Klimeshov. Topic number M090789, Inv. number 02910 034045. – M., 1989. – 176 p.
2. To study and develop recommendations for the prevention and control of sedimentation of road culverts: Research report / MADI; Head N.M. Konstantinov. Subject number 480/8; № State. reg. 81023634; inv. № 0284 0046489. – M., 1984. – 150 p.
3. Loginova O.A. Influence of erosion on the slope stability work culverts [electronic resource] / Electron. dan. – Kazan: Kazan State Technical University A.N. Tupolev, 2008. 1 electron. optical disc (CD-R). (Proceedings of the V International scientific Jubilee. Practice conf. «Automobile and technosphere». – Kazan, 28-30 November, 2007). Minimum systems. requirements: PC; MS Windows 98; CD-ROM drive. – P. 625-626.
4. Uginchus A.A. Hydraulic and technical-economic calculations channels. – M.: Publishing literature on construction, 1965. – 274 p.
5. Manual for hydraulic calculations of small culverts. The main design and management of capital construction /GUPiKS/ Mintransstroy USSR. – M.: Transport, 1992. – 408 p.

УДК 656.13

Николаева Р.В. – кандидат технических наук, старший преподаватель

E-mail: nikolaeva1@bk.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Исследование транспортных рисков и закономерностей их изменения в Приволжском федеральном округе Российской Федерации

Аннотация

Целью работы явилось исследование закономерности изменения аварийности на автомобильных дорогах по Приволжскому федеральному округу Российской Федерации.

Для исследования аварийности использовался такой показатель, как транспортный риск, который характеризует степень потенциальной опасности для человека транспортных средств.

В результате исследования выявлена зависимость показателя транспортный риск от уровня автомобилизации в Приволжском федеральном округе Российской Федерации, а также определены основные направления в сфере повышения безопасности дорожного движения.

Ключевые слова: автомобилизация, дорожно-транспортные происшествия, аварийность, транспортный риск, безопасность движения.

В преобладающем числе стран с развитой автомобилизацией наблюдается все возрастающая потребность в повышении безопасности дорожного движения благодаря более глубокому пониманию значимости социально-экономических потерь, которые несет общество в результате дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Мировая статистика свидетельствует о том, что количество жертв в результате аварийности на автомобильном транспорте превышает их число при катастрофах на железнодорожном, авиационном и морском транспорте.

Гибель людей в ДТП относится к одной из основных причин смертности, причем наиболее трудоспособной части населения. Ежегодно, согласно мировой статистике, число погибших в ДТП составляет около 0,5 млн. человек, а число раненых достигает 10-15 млн. человек. На компенсацию ущерба от ДТП расходуется от 1 до 3 % национального дохода государства. В связи с этим во многих странах борьба с аварийностью на автомобильном транспорте является составной частью национальной политики и ввиду многообразия технических, социально-экономических, культурных, психологических и других факторов, влияющих на безопасность движения, преимущественно решается за счет реализации комплексных национальных программ [3].

На уровень безопасности целой страны влияет развитие всех ее регионов. Дорожное хозяйство регионов Российской Федерации на современном этапе развития государства является неотъемлемой частью единой транспортной системы не только отдельного региона, но и в целом Российской Федерации. Дорожное хозяйство призвано содействовать решению общегосударственных и региональных социально-экономических проблем, а также осуществлению исполнения конституционного права граждан Российской Федерации на свободу передвижения и обеспечения безопасности.

Приволжский федеральный округ Российской Федерации (ПФО РФ) – один из ведущих в стране по уровню индустриального развития и один из основных аграрных регионов России, производящий около 27 % сельскохозяйственной продукции. Округ отличается развитой транспортной сетью, включающей практически все виды транспорта: железнодорожный, речной, автомобильный, трубопроводный, воздушный [5].

Транспортный комплекс ПФО РФ является одним из ключевых элементов транспортной системы Российской Федерации, главное преимущество ПФО РФ является его выгодное географическое положение – в самом центре Европейской части России. Находясь на перекрестке важнейших международных транспортных коридоров «Север-Юг» и «Восток-Запад», ПФО РФ занимает первое место в России по грузообороту автотранспорта.

Одним из основных видов транспорта используемых для грузовых и пассажирских перевозок в ПФО РФ является автомобильный транспорт. Согласно статистическим данным ежегодно наблюдается увеличение автомобильного транспорта [7]. Уровень автомобилизации (количество автомобилей на 1000 жителей) по субъектам ПФО РФ представлен в табл. 1.

Таблица 1

**Уровень автомобилизации по субъектам Приволжского округа Российской Федерации
(на конец года; штук)**

№ п/п	Субъект Российской Федерации	Уровень автомобилизации по годам						
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1	Республика Башкортостан	179,6	189,2	200,4	218,4	219,6	223,5	238,7
2	Республика Марий Эл	106,7	112,3	126,4	140,3	145,8	155,1	166,1
3	Республика Мордовия	107,8	121,7	137,7	153,9	169,9	176,0	196,6
4	Республика Татарстан	134,3	150,2	169,7	186,3	190,0	197,4	212,2
5	Удмуртская Республика	148,1	159,1	170,0	182,8	189,6	194,6	206,5
6	Чувашская Республика	87,4	99,9	110,0	127,0	132,0	139,0	149,8
7	Пермский край	133,3	145,0	159,9	181,9	185,1	187,9	202,7
8	Кировская область	136,3	145,6	161,2	182,5	189,6	195,3	225,5
9	Нижегородская область	142,1	152,3	166,2	185,4	189,7	207,6	227,6
10	Оренбургская область	176,2	208,4	211,1	225,2	227,9	247,2	260,4
11	Пензенская область	125,7	144,7	160,3	177,9	197,8	223,0	238,7
12	Самарская область	200,6	205,2	220,4	230,4	233,1	236,3	254,8
13	Саратовская область	151,9	159,2	174,8	196,2	203,5	239,7	248,9
14	Ульяновская область	139,6	155,8	170,9	182,8	188,9	196,1	212,0
	Приволжский федеральный округ	149,5	162,2	176,0	193,0	198,2	209,3	225,0
	Российская Федерация	169,0	177,8	195,4	212,3	219,4	228,4	242,0

Анализ табл. 1 показал, что ежегодно во всех рассматриваемых субъектах ПФО РФ наблюдается рост уровня автомобилизации, так по России прирост составил за рассматриваемый период 43 %, а по ПФО РФ – 51 %. Наибольший уровень автомобилизации наблюдается в Оренбургской области (260 авт./1000жителей), наименьший в Чувашской Республике (149 авт./1000жителей).

Такой рост уровня автомобилизации приводит к увеличению происшествий на автомобильных дорогах. Потери от ДТП достигли таких масштабов, что стали представлять значимую угрозу для безопасности страны. Для государства и общества дорожное движение несет большую социальную угрозу, которое касается жизни, здоровья и благополучия граждан и страны в целом.

Согласно международным стандартам уровень безопасности дорожного движения в той или иной стране определяется, прежде всего, количеством погибших в ДТП, а также рядом других показателей. Для анализа состояния безопасности дорожного движения используются не абсолютные показатели аварийности (число погибших, число раненых и т.д.), а относительные показатели аварийности.

Относительные показатели образуются делением одного абсолютного показателя на другой. Наиболее часто используются такие относительные показатели, как количество ДТП, погибших или раненых на 1 миллион километров пробега транспортных средств, на 100 тысяч транспортных средств, на 10 тысяч водителей, на 100 тысяч населения, на 100 километров автодорог и т.д. [4].

Показатель количество погибших на 100 тыс. транспортных средств, характеризует степень потенциальной опасности для человека транспортных средств и называется транспортным риском.

Расчётные значения показателей транспортных рисков за период 2005-2011 гг. по ПФО РФ сведены в табл. 2.

Таблица 2

Транспортные риски за период 2005-2011 гг. по ПФО РФ

№ п/п	Субъект Российской Федерации	Погибло людей на 100тыс. транспортных средств						
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1	Республика Башкортостан	106,74	98,35	89,92	76,48	74,38	72,35	74,59
2	Республика Марий Эл	257,50	213,86	186,87	166,28	153,61	144,81	99,62
3	Республика Мордовия	194,96	174,50	184,12	170,95	134,43	119,87	108,56
4	Республика Татарстан	161,01	133,44	120,52	101,71	96,78	89,43	86,61
5	Удмуртская Республика	153,91	129,86	115,51	107,41	96,65	85,25	93,67
6	Чувашская Республика	271,29	221,58	232,57	182,42	169,82	164,96	139,27
7	Пермский край	172,25	165,14	144,73	123,99	111,87	106,68	106,76
8	Кировская область	168,23	139,93	122,59	118,28	102,39	82,50	87,43
9	Нижегородская область	178,13	156,88	167,99	126,18	121,23	109,46	91,65
10	Оренбургская область	132,78	103,91	105,84	96,40	88,87	70,53	69,17
11	Пензенская область	187,84	154,12	161,77	133,24	99,81	108,89	92,32
12	Самарская область	116,49	114,92	101,79	80,16	77,76	69,90	59,94
13	Саратовская область	113,31	104,05	103,39	84,82	79,36	67,80	70,82
14	Ульяновская область	147,93	129,23	109,33	97,98	85,74	92,82	84,47
	Приволжский федеральный округ	148,09	130,64	124,25	104,81	96,55	88,90	83,74
	Российская Федерация	140,05	128,93	119,86	99,30	88,32	81,44	80,85

Анализ табл. 2 показал, что транспортные риски в целом по России и по субъектам ПФО РФ за период 2005-2011 гг. снижаются. Снижение транспортных рисков по России за рассматриваемый период произошло на 43 %. По субъектам ПФО РФ самое сильное снижение транспортных рисков произошло в республике Марий Эл (61 %), наименьшее в Республике Башкортостан (30 %). Наиболее безопасным субъектом по ПФО РФ является Самарская область, где 60 погибших на 100тыс. транспортных средств, в сравнении с Чувашской Республикой, где 139 погибших на 100тыс. транспортных средств.

Для показателя транспортные риски существует надежная эмпирическая закономерность выявленная Профессором Р. Смид. В рамках предложенной им модели, смертность в ДТП в расчете на единицу парка автомобилей убывает гиперболически ($\sim x^{-2/3}$) по мере роста автомобилизации населения. Оригинальная модель Смida в координатах «автомобилизация – транспортный риск» представлена на рис. 1 [2].

Согласно данным табл. 1 и 2 поострен график транспортных рисков для субъектов ПФО РФ по данным 2011 года, рис. 2.

Данные представленные на рис. 2, демонстрируют, что субъекты ПФО РФ с более высоким уровнем автомобилизации имеют наименьшие значения показателей транспортного риска. Линия тренда позволяет наглядно отследить тенденцию изменения показателей транспортных рисков по ПФО РФ, т.е. с увеличением роста автомобилизации населения, транспортные риски уменьшаются. Линия изменения транспортных рисков описываются степенной функцией, величина достоверности аппроксимации, равная 0,756, что означает не плохое соответствие кривой данных.

Для сравнения полученных данных по транспортным рискам с оригинальной моделью Смida сделано наложение полученных данных по транспортным рискам ПФО РФ на оригинальный график Смida в координатах «автомобилизация – транспортные риски», который представлен на рис. 3.

Данные, представленные на рис. 3, показывают, что данные по ПФО РФ не входят в противоречие с исходной моделью Смida. Транспортные риски субъектов ПФО РФ практически совпали со значениями модели Смida. Точки, характеризующие аварийность в ПФО РФ за 2001 г., расположились рядом с предсказанными значениями, а наблюдаемые отклонения незначительны.

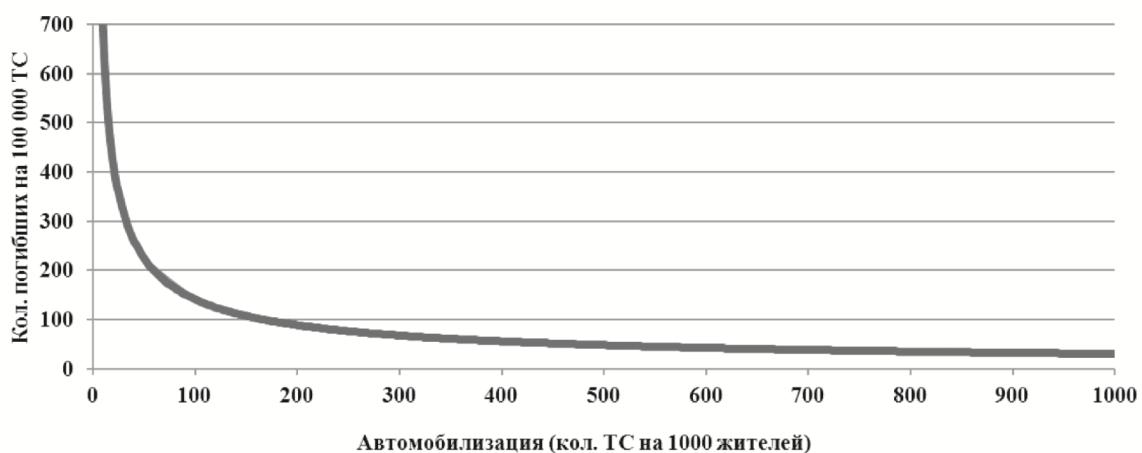


Рис. 1. Оригинальный график Смida в координатах «автомобилизация – транспортные риски»

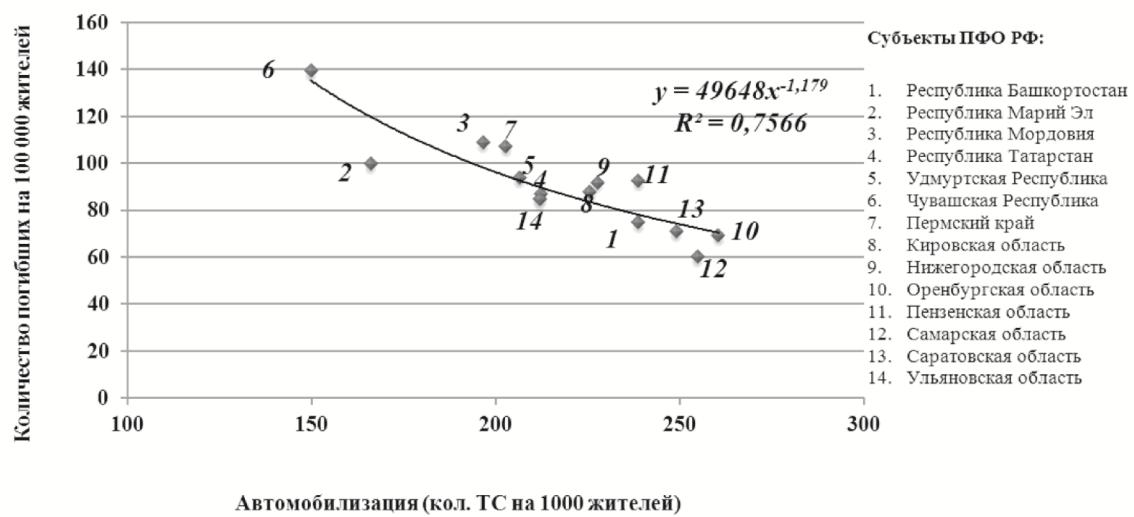
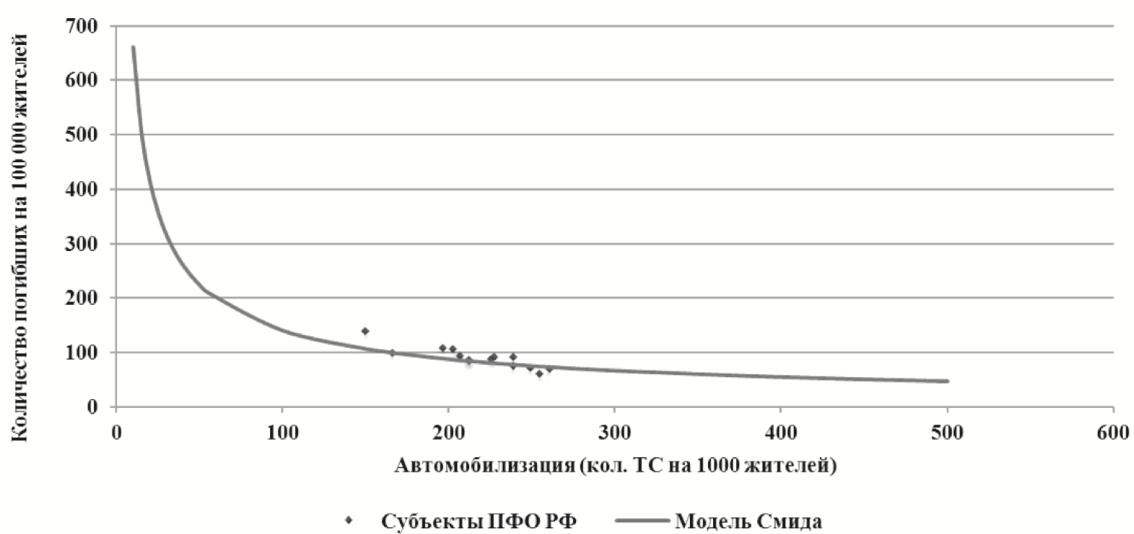


Рис. 2. Динамика изменения транспортных рисков ПФО РФ за 2011 г.

Рис. 3. Закон Смida для ПФО РФ за 2011 г.
в координатах «автомобилизация – транспортные риски»

Уравнение Смида показывает, что при ежегодном увеличении транспортных средств количество погибших на единицу автомобилей уменьшается и в зависимости от изменения транспортных рисков можно выделить субъекты на развитые и менее развитые.

Страны западной Европы, Японии, Канада, Австралия и ряд других развитых стран задают «лучших современных практик» по показателю транспортных рисков – 10 погибших на 100 тыс. автомобилей. Рубеж менее 10 погибшего на 100 тыс. автомобилей преодолели к настоящему времени более десятка развитых стран. Многие другие страны, в том числе ряд стран Восточной Европы, Азии и Южной Америки сумели снизить транспортные риски до рубежа, который считался целевым в рамках научных представлений середины XX века – менее 30 погибших на 100 тыс. автомобилей [1].

Исследования транспортных рисков показали, что в ПФО РФ самый низкий транспортный риск в Самарской области (60 погибших на 100 тыс. транспортных средств) и самый высокий в Чувашской Республике (139 погибших на 100тыс. транспортных средств), что также хорошо видно на рис. 2. В сравнение с мировыми показателями аварийности, в России транспортные риски остаются еще очень высокими. В России уровень транспортных рисков составил в среднем 70 погибших на 100 тыс. автомобилей, то есть более чем в два раза выше исторической планки прошлых десятилетий.

В 1980-ые годы профессор Джон Адамс (Adams, 1987) назвал модель Смида «кривой национального самообучения». Процесс «национального самообучения по Адамсу» основан на развитии и последовательном укреплении многообразных гражданских институтов и общественных практик, позволяющих сформировать следующие основные принципы обеспечения безопасности дорожного движения [2]:

- национальную дорожную сеть, отвечающую транспортным потребностям, порожденным фактическим уровнем автомобилизации, а также национальным представлениям о цене жизни, времени и здоровья граждан;
- грамотное, ответственное, дружелюбное, и поэтому безопасное транспортное поведение участников дорожного движения.

Эти высказывания остаются актуальными и на сегодняшний день. Значительное и заметное для общества снижение смертности на улицах и дорогах России возможно достичь исключительно на путях последовательного приведения институциональной среды дорожного движения к стандартам, характерным для развитых стран мира.

Список библиографических ссылок

1. Безопасность дорожного движения в России: современное состояние и неотложные меры по улучшению ситуации / доклад Экспертного совета при Правительстве РФ и НИУ «Высшая школа экономики». URL: http://www.opres.ru/data/2013/03/27/1233152070/ВШЭ_ЭС_БДД%20в%20России.pdf (дата обращения: 2.10.2013).
2. Блинкин М.Я., Сарычев А.В. Качество институтов и транспортные риски. URL: <http://polit.ru/article/2007/05/03/transport/> (дата обращения: 2.10.2013).
3. Влияние развития и состояния дорожной сети на уровень безопасности движения на дорогах России. Обзорная информация. Выпуск 4. – М.: ФГУП «Информавтодор» 2003. – 58 с.
4. Методическое пособие по курсу подготовки специалистов по безопасности дорожного движения на автомобильном транспорте / Под ред. директора Государственного научно-исследовательского института автомобильного транспорта Венгерова И.А. – М., 2000. – 354 с.
5. Приволжский федеральный округ. URL: http://newsruss.ru/doc/index.php/Приволжский_федеральный_округ (дата обращения: 18.09.2013).
6. Статистические отчеты о ДТП. URL: <http://www.gibdd.ru/stat/> (дата обращения: 26.09.2013).
7. Транспорт и связь в России, 2012: Стат.сб. URL: <http://www.gks.ru/> (дата обращения: 25.09.2013).

Nikolaeva R.V. – candidate of technical science, senior lecturer

E-mail: nikolaeva1@bk.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Investigation of transport risks and patterns of their change in the Volga federal district of the Russian Federation

Resume

The purpose of work is to investigate the level of accidents in the Volga Federal district of the Russian Federation and to identify the main areas of road safety. The level of road safety determined, first of all, the number of deaths in road accidents. To analyze the state of security in the regions of the Volga Federal district of the Russian Federation was used relative accident – transport risk (number of killed in road accidents on 100 thousands vehicles).

Research of transport risks showed that the lowest transport risk in the Samara region (60 killed at 100 thousands vehicles) and the highest in the Chuvash Republic (139 killed at 100 thousands vehicles). In comparison with the world in the accident, in Russia transport risks remain very high.

The countries of Western Europe, Japan, Canada, Australia and several other developed countries define «the best modern practices» on the index of transport risks – 10 killed at 100 thousands vehicles. In Russia the level of risks of transport amounted to an average of 70 deaths per 100 thousand of vehicles, which is more than twice the historical trims the past decades.

For increase of safety of traffic on the roads of Russia must establish national road network to meet the transport needs generated by the actual level of motorization and national views on the price of life, time and health of citizens.

Keyword: motorization, road traffic accidents, accidents, transport risk, traffic safety.

References list

1. Road safety in Russia: current state and urgent measures on improvement of the situation / the report of the Expert Council under the Government of the Russian Federation and the Higher school of Economics». URL: http://www.opec.ru/data/2013/03/27/1233152070/ВШЭ_ЭС_БДД%20in%20России.pdf (reference date: 2.10.2013).
2. Blinkin M.Ia., Sarychev A.V. Quality of institutions and transport risks. URL: <http://polit.ru/article/2007/05/03/transport/> (reference date: 2.10.2013).
3. The impact of the development and condition of the road network on the level of traffic safety on roads of Russia. Survey information. Issue 4. – M.: FSUE «Информавтодор» 2003. – 58 p.
4. Guide on the course of preparation of experts on road safety in road transport, Ed. Director of the State scientific and research Institute of road transport Vengerov I.A. – M.: 2000. – 354 p.
5. Volga Federal district. URL: http://newsruss.ru/doc/index.php/Приолжский_федеральный_округ (reference date: 18.09.2013).
6. Statistical reports about the accident: <http://www.gibdd.ru/stat/> (date of access: 26.09.2013).
7. Transport and communication in Russia, 2012: Statistical publication. URL: <http://www.gks.ru/> (reference date: 25.09.2013).

УДК 625.725:625.745.2

Тихомирова Н.П. – кандидат технических наук, профессор

E-mail: Tih46@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Вертикальная планировка на улично-дорожной сети (УДС) – главная составляющая водоотвода

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы вертикальной планировки в связи с обеспечением водоотвода на улично-дорожной сети, подъездах к крупным градообразующим объектам, прямоугольным площадям. Четкое формирование проектного рельефа во взаимосвязи с ливневой канализацией позволяет ускорить поверхностный сток, что способствует сохранению ровности проезжей части. Следует отличать приемы поверхностного водоотвода внегородских автомобильных дорог от проезжих частей улиц и площадей. Это отличие главным образом состоит в формировании поперечных уклонов и их величины. Представлены неправильные решения поверхностного водоотвода и их исправления. Даны четкие возможные варианты поперечного сечения улицы с наличием отмостки и ее уклонов у линии застройки, представлены решения поверхности рельефа на площадях. Подобные инженерные (планировочные) мероприятия значительно улучшат водоотвод и повысят транспортно-эксплуатационные условия на улично-дорожной сети.

Ключевые слова: улично-дорожная сеть, проектный рельеф, аквапланирование, водоотвод, поперечные уклоны, отмостка, линия застройки.

Транспортно-эксплуатационные качества проезжей части, в процессе эксплуатации подвергаются множеству отрицательных факторов и особенно разрушающим воздействием от несвоевременного стока атмосферных и талых вод с поперечного сечения улицы. Вода, задерживаясь на дорожном покрытии, особенно в осенне-весенний период, приводит к возникновению в зоне контакта шины с покрытием водяного клина, что создает эффект аквапланирования, так как колесо полностью теряет продольное и поперечное сцепление. Низкие сцепные качества, совместно с частым периодом торможения в городских условиях из-за коротких пересечений улиц резко снижают прочностные качества дорожной одежды. Это создает: усталостные трещины, провалы, неровности на проезжей части.

Данное явление наблюдается практически во всех городах, особенно в центральных районах со сложившейся планировочной структурой.

Новые дорожные одежды и капитально отремонтируемые теряют свою несущую способность не через 10-15 лет, а через 5-7 лет.

Наличие трещин способствует проникновению воды в нижние слои дорожной одежды, тем самым формируется, так называемая свободная вода, которая при динамической нагрузке, может снизить прочность более чем на 20-25% [2]. Фактор «свободной воды» в «теле» дорожной одежды особенно характерен для городских условий, где возможность оттока перекрыт планировочной структурой прилегающих тротуаров и газонов, имеющих тенденцию «падения» проектного рельефа к лоткам проезжей части.

В связи с вышесказанным, одним из главнейших инженерных составляющих является вертикальная планировка улично-дорожной сети (УДС), которую, к сожалению, рассматривают как второстепенный фактор в сравнении с дорожной одеждой, путепроводами, развязками в разных уровнях и т.д.

Создание оптимального поверхностного рельефа во многом будет способствовать повышению комфорта, долголетию и безопасности на улично-дорожной сети.

Прежде всего следует четко разделять условия водоотвода на внегородских дорогах и на городских улицах.

Основа планировочной структуры внегородской автодороги (в ее усредненном понятии) это планировка проезжей части, обочин, откосов, которая имеет систему поперечных уклонов, направленных от оси земляного полотна.

В городах (в ее усредненном понятии) на поперечном сечении улицы все уклоны: отмостки, тротуара, газона направлены к лоткам проезжей части. Практически при значительных ливнях проезжая часть, особенно в весенне-осенний период, является мощным логом для атмосферных и талых вод.

Из этого следует необходимость: обязательного строительства ливневой канализации, принимать нулевые уклоны продольного профиля проезжей части в исключительных случаях, создавая «пилюобразный» профиль, принимать поперечные уклоны большего значения на проезжей части в городах (25-30%); при ширине проезжей части более 10-12 м давать двухскатный поперечный профиль, на отмостке у зданий уклон должен быть 150% – на практике это условие часто не выполняется [3].

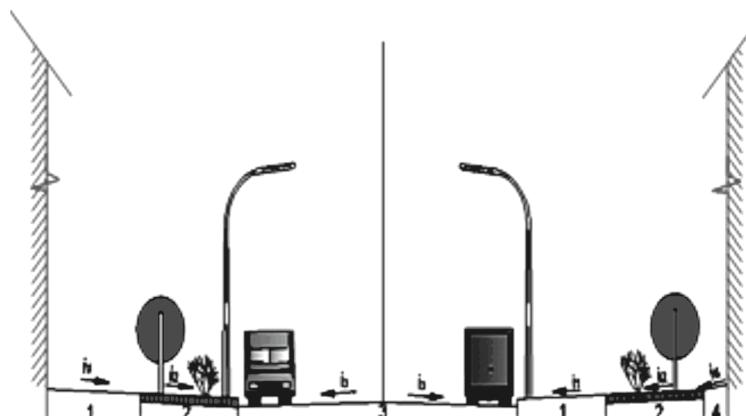


Рис. 1. Поперечное сечение улицы:
1 – тротуар; 2 – газон; 3 – проезжая часть; 4 – отмостка;
 i_1 ; i_2 ; i_3 ; i_4 – соответственно поперечные уклоны: тротуара, газона, проезжей части; отмостки

В специальной литературе отсутствуют четкие показатели варианности сопряжения линии застройки (здания) по типу Ia (слева) и Ib (справа). Это положение не акцентирует проектировщиков и строителей на существенную разницу величин уклонов $i_{отм}=150\%$, а $i_{тр}=10-15\%$ (рис. 1).

Наличие тротуара «поглотило» вертикальное решение при сопряжении с линией застройки, что вполне логично, так как ширина и назначение тротуара имеют свои требования.

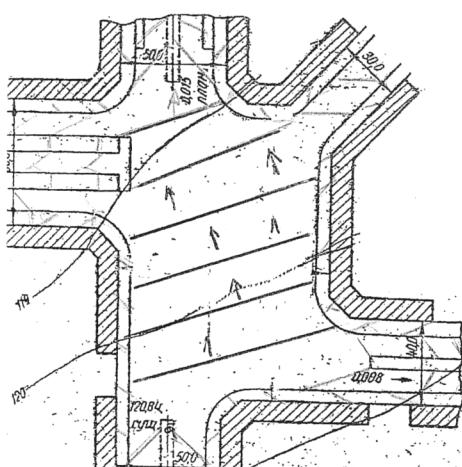


Рис. 2. Проектные горизонтали
без «перелома» рельефа

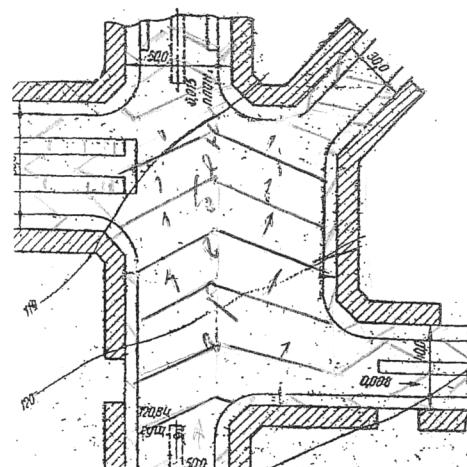


Рис. 3. Проектные горизонтали
с верхним «гребнем» и «переломом» рельефа

При вертикальной планировке прямоугольных площадей, необходимо давать «перелом» рельефа. Создавая двухскатную поверхность тем самым улучшая сток воды к пониженным местам и далее к ливнеприемникам (рис. 2-3).

Первый тип – закрытая система водоотвода включает в себя:

I. Спланированную поверхность с допустимыми продольными и поперечными уклонами (в основном она относится к УДС) и отводящей ливневой канализацией.

II. Поселковую (открытую) – относится к малым населенным пунктам, поселкам. Система водоотвода с помощью открытых кюветов и канав, вода из которых отводится в пониженные места и водотоки.

III. Комбинированную (смешанную) – включает в себя элементы открытой и закрытой сети [4]. В основном применяется на внутриквартальных территориях с малоэтажной застройкой и для парковых массивов.

Конструктивные характеристики всех систем общеизвестны, поэтому здесь следует сказать об особенностях и своеобразии водоотвода на стадии проектирования, которые порой не полностью учитываются в проектах. Тем самым создают осложненные условия указанные выше (задержка воды на покрытии, как следствие аквапланирование, деформации дорожной одежды).

Методика расчета водопропускных сооружений общеизвестна. Она решается с помощью сравнения двух расходов л/сек – возможных «полевых», с принимаемыми Q_1 – возможных «полевых», с принимаемыми Q_2 – конструктивных.

Итоговым положением является:

$$Q_2 \geq Q_k. \quad (1)$$

I. Анализ Q_1 .

В общем виде:

$$Q_1 = gF\phi, \quad (2)$$

где Q_1 – расход ливневых вод, л/сек., на проектируемой местности в данном случае: УДС; микрорайоны; площади; подъезды;

g – удельный расход, л/сек. – зависит от частных и капиталоемких условий;

F – площадь водоотвода, га;

ϕ – коэффициент стока, зависит от типа поверхности.

Спецификой использования этой формулы является четкое определение площадей водосбора с учетом создания возможных частных площадей (формирование дополнительных водоразделов при широкой проезжей части). Это существенно скорректирует (изменит) величину площади водосбора.

II. Анализ Q_2 .

В общем виде конструктивный расход может быть представлен как:

$$Q_2 = \omega V_{\text{доб}}, \quad (3)$$

где Q_2 – конструктивный, принимаемый расход, л/сек;

ω – площадь живого сечения, м²;

$V_{\text{доб}}$ – скорость добегания для расчетного сечения, м/сек.

Данный анализ относится в основном к асфальтобетонному покрытию. Поэтому можно принять приведенную формулу скорости добегания $v_{\text{доб}}$, которая в основном зависит от продольного уклона и опосредованно от поперечного уклона при решении расстояния между ливнеприемниками для случая проезжей части:

$$V_{\text{доб}} = 10J^{1/4}, \quad (4)$$

где $V_{\text{доб}}$ – скорость добегания, м/сек;

10 – коэффициент для асфальтобетонного покрытия;

J – величина уклона в %.

В основном расчет по водоотводу относится к продольным уклонам по лоткам и считается, что уклон менее 5% плоский и следует устраивать пилообразный профиль, что справедливо. Из этого положения следует, что и на больших площадях на уширенных участках проезжей части следует создавать дополнительные поперечные водоразделы и вести анализ пропускной способности не только отводящих труб ливневой канализации, но и время застоя воды на проезжей части при плоском поперечном уклоне, с уклоном застоя воды в весеннее-осеннем периоде (введение коэффициентов).

В планировочной структуре больших площадей асфальтобетонного покрытия можно рекомендовать треугольные лотки вдоль бортового камня в сторону ливнеприемника. Решетки ливнестока следует углублять на 5-10 см ниже относительно прилегающей площади, а не устраивать их на том же уровне, что и прилегающий спланированный рельеф.

При смешанной планировке, особенно на внутридворовых территориях в пониженных местах следует давать «разрыв» в бортовом камне и выпуск воды в газон с помощью труб небольшой длины (коротышей), что улучшит благоустройство территории.

Вообще следует отказаться от «незыблности» больших площадей заасфальтированной поверхности и давать дополнительные «скаты» и заасфальтированные лотки по периферийным участкам спланированных площадей. Все это создает более благоприятные условия на проезжей части, позволит уменьшить время застоя воды, что улучшит транспортно-эксплуатационные условия на улично-дорожной сети городов и поселков.

Значительные территории площадей, запроектированных градостроителями, в новых городах в 60-70 годы XX века, представляют равные заасфальтированные поверхности с практически бессточным рельефом, постоянно увлажненным, особенно в весенне-осенний период.

Подобное положение наблюдается и в районах новостроек старых городов.

Это положение следует исправлять, так как водоотвод и вертикальная планировка это неразрывный комплекс работ для совершенствования транспортно-эксплуатационных условий на улично-дорожной сети (УДС) городов.

Список библиографических ссылок

1. Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог, ч. II. – М.: Изд-во Транспорт, 1987. – 415 с.
2. Сильянов В.В., Домкэ Э.Р. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц. – М.: Наука, 2004. – 320 с.
3. Проектирование городских улиц: Учебное пособие для вузов / Под. ред. Тихомировой Н.П. – Казань, 2009. – 20 с.
4. СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – М., 2011. – 33 с.

Tikhomirova N.P. – candidate of technical sciences, the professor

E-mail: Tih46@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

The vertical planning of the street and road network (SRN) – the main component of drainage

Resume

The vertical layout of the road network is the backbone of improvement in the cities and towns. Create a relief project contributes to: 1) improve the conditions of the traffic, as the accepted optimal longitudinal and transverse slopes on the roadway; 2) improvement of pedestrian traffic, the adoption of a more gentle slope within 10-15 %; 3) planning and dividing strips of lawn with taking into account the terrain; 4) the preservation of optimum conditions for the foundations of adjacent buildings , the slope of the blind area must be not less than 150 %; 5) maintenance of surface drainage through the formation of longitudinal and transverse slope to the trays carriageways and on to a rain water intake wells.

The latter figure is determined by two main items: 1) the provision of drainage should be determined taking into account the possible flow of storm and meltwater, which is based on the

regional characteristics of the countryside from the standpoint of climate and nature of the proposed surface topography, and 2) the transverse and longitudinal slope and width of the individual elements of the planning structure.

A particularly large number of defects observed on the straight and wide areas of roadways in trade and public and administrative buildings. In these areas should create additional watersheds «combs» which form the cross-flow on the flat and wide sections of roadways. Avoid zero longitudinal slope, as this makes it difficult to runoff culvert devices. When drafted, in this case, you need the tray along the roadway to arrange «sawtooth» longitudinal profile.

Keywords: road network, project relief, aquaplaning, drainage, priest river gradients, paving, line construction.

Reference list

1. Babkov V.F. Andreev O.V. Designing of motor roads. P. II. – M.: Izd-vo Transport, 1987. – 415 p.
2. Silyanov V.V., Domke E.R. Transport-maintenance of quality of motor roads and city streets. – M.: Nauka, 2004. – 320 p.
3. Design of city streets: textbook for universities. Amended by Tikhomirova N.P. – Kazan, 2009. – 20 p.
4. SP 42.13330.2011. Urban planning. Planning and development of urban and rural settlements. – M., 2011. – 33 p.



УДК 338.49

Берваль А.В. – кандидат экономических наук

E-mail: andrei_berval@mail.ru

Романова А.И. – доктор экономических наук, профессор

E-mail: aisofi@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Определение специализации особой экономической зоны «Иннополис» на основе метода анализа иерархий

Аннотация

Определение основной специализации вновь создаваемой особой экономической зоны является важным шагом на этапе привлечения инвестиций в области высокотехнологичных производств. Для реализации этих идей в рамках страны, необходимо, в первую очередь, усиление конкурентоспособности инновационных систем, борьба за высококвалифицированную рабочую силу и инвестиции, поэтому при выборе профильного направления развития зоны «Иннополис» учитывались как количественные, так и качественные параметры, а рассмотренные альтернативные варианты были ранжированы в соответствии со значениями глобальных приоритетов по методу анализа иерархий.

Ключевые слова: особые экономические зоны, технико-внедренческая деятельность, инвестиции, инновации, метод анализа иерархий.

Современная постиндустриальная стадия развития общества предъявляет принципиально новые требования к организации отдельных видов деятельности (и, прежде всего, технико-внедренческим услугам, имеющих большое значение для национального хозяйства и способствующих ускорению социально-экономического развития его регионов. Это относится к проблемам, решениям, формам и перспективам переориентации инфраструктурного сектора национального хозяйства в рамках создания, функционирования и устойчивого развития новых, особо эффективных, инфраструктурных моделей инновационного развития сферы услуг.

Мировой опыт развитых стран уже показал, что формирование моделей особых экономических зон (ОЭЗ) с особым статусом, при условии правильной организации их деятельности, может служить одним из важных факторов роста инвестиционной привлекательности регионов, производя такие качественные и количественные изменения, которые в последние годы, активно трансформируясь, преобразовывают структуру и правила традиционного функционирования отраслей сферы услуг, ведут к уникальности, к мультиплекативной инновационности, географической общности, созданию межнациональных культурных ценностей, к индивидуализации, к инновационной архитектуре и прочим передовым технологиям, практически сместив в процессе своего формирования и развития фокус с производства товаров на оказание услуг.

Однако в России ОЭЗ пока не отличаются ни должной динамикой развития, ни масштабами воздействия на хозяйственную систему в целом. Причин достаточно много, они носят институциональный характер, объясняются определенными недостатками в законодательстве, неотработанной организационной основой и системы взаимодействия всех участников системы государственно-частного партнерства (ГЧП) в рамках этого типа зон, а также отсутствием четкой стратегии их развития. В связи с этим особое значение приобретает анализ роли инфраструктурных факторов в ускорении темпов инновационного развития на основе изучения отечественного и зарубежного опыта создания и функционирования ОЭЗ.

Технико-внедренческие особые экономические зоны во всем мире относятся к зонам третьего поколения. Как правило, в таких зона концентрируются национальные и зарубежные исследовательские, проектные, технико-внедренческие фирмы и опытные производства новейшей продукции, пользующиеся единой системой налоговых и финансовых льгот. Начиная с 2012 года в пригородной зоне Казани создается Особая

экономическая зона технико-внедренческого типа «Иннополис» (ОЭЗ ТВТ «Иннополис»). Основной целью создания данной зоны является привлечение инвесторов в области ведения исследований, научно-технических разработок и организации опытных производств высокотехнологичной продукции. Направления деятельности определяются в соответствии с приоритетными направлениями научно-технической и инновационной деятельности, экспериментальных разработок, испытаний и подготовки кадров.

По состоянию на 2013 год в России, помимо новой особой экономической зоны «Иннополис», существует еще четыре аналогичные зоны: ОЭЗ ТВТ «Дубна», ОЭЗ ТВТ «Зеленоград», ОЭЗ ТВТ «Томск», ОЭЗ ТВТ «Санкт-Петербург». Каждая из вышеперечисленных четырех особых экономических зон обладает собственной отраслевой специализацией, которая определилась исторически сложившимся научно-техническим профилем организаций региона, взаимосвязями организаций научно-производственного комплекса и возможностями выделения кластеров по определенным видам научно-технической и технико-внедренческой деятельности, перспективами конкурентоспособности российской высокотехнологичной продукции на мировых рынках, а также предложениями потенциальных инвесторов и организаций научно-производственного комплекса.

Главной, по нашему мнению, нерешенной на сегодняшний день задачей по ОЭЗ ТВТ «Иннополис» является выбор приоритетной специализации зоны. Специализации, которая будет отличать данную ОЭЗ от уже существующих, и привлекать резидентов определенной научно-технической направленности наиболее подходящей уже сложившему научно-техническому профилю города Казани и Республики Татарстан, создавая тем самым синергетический эффект от их взаимодействия.

Для решения поставленной выше задачи в рамках аналитического планирования, как нельзя лучше подходит широко применяемый во всем мире метод анализа иерархий (МАИ), разработанный Т.Саати. Выбор данного метода основан на том факте, что он может учитывать как количественные, так и качественные параметры, а так же дает возможность ранжировать рассматриваемые варианты. Данные преимущества метода анализа иерархий дают возможность не только планировать в условиях неопределенности, но также спрогнозировать примерное соотношение будущих резидентов в зависимости от их специализации. Первым этапом применения метода анализа иерархий является структурирование поставленной задачи в виде соответствующей иерархии (рис.).

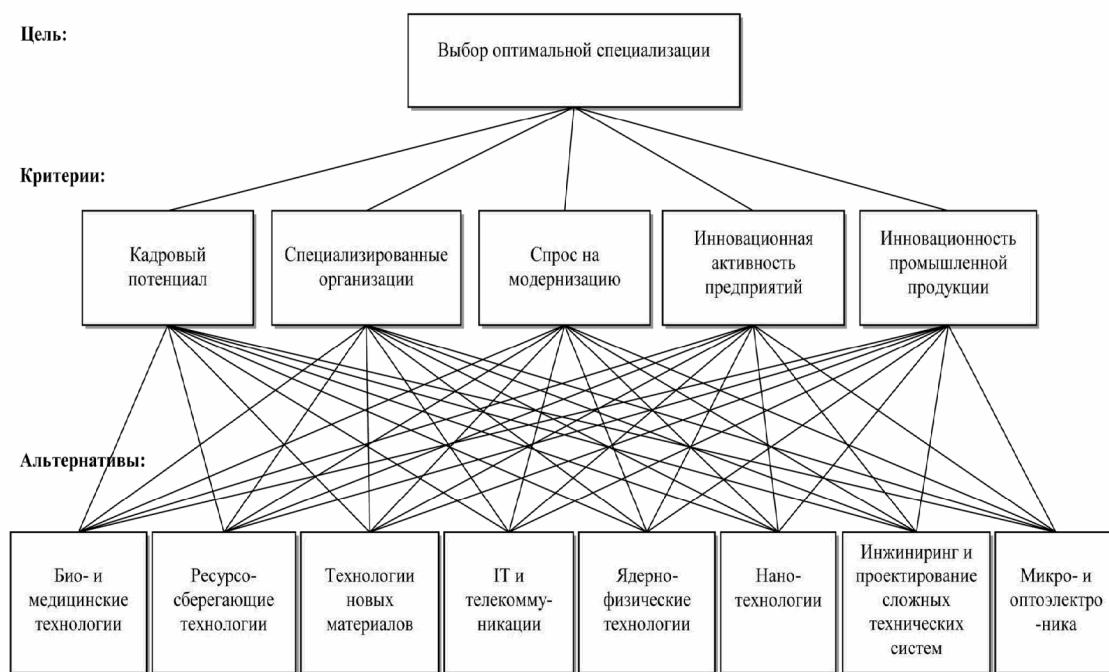


Рис. 1. Схема иерархии при выборе оптимальной специализации ОЭЗ ТВТ «Иннополис»

В наиболее элементарном виде иерархия строится с цели, которая выступает в качестве вершины иерархии, через критерии (промежуточный уровень) к нижнему уровню, который в МАИ является набором альтернатив, в нашем случае это возможные специализации в сфере высокотехнологичных производств. По нашему мнению, предложенная группировка критериев и альтернатив является наиболее оптимальной, поскольку большее количество альтернатив только усложнит предложенный подход, а большее количество критериев сделает сбор исходной информации для исследования более трудоемким, но не сможет дать прироста точности прогноза, соизмеримого с увеличением затраченных ресурсов.

При парном сравнении альтернатив по критериям «кадровый потенциал» и «специализированные организации» учитывалось создание ОЭЗ ТВТ «Иннополис» с опорой на инфраструктуру и научно-технические достижения сложившихся научных, инженерных и образовательных организаций города Казани:

- Научные учреждения академического профиля (Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского, Институт органической и физической химии имени А.Е. Арбузова, Научный центр гравитационно-волновых исследований «Дулкын» и др.);
- Научные учреждения отраслевого профиля (ОАО «Волжский НИИ углеводородного сырья», ОАО «КазХимНИИ», ОАО «ТатНИИнефтемаш», ГУП РТ «ВНИПИ медицинских инструментов» и др.);
- Высшие учебные заведения с подготовкой специалистов в области высоких технологий (КФУ, КНИТУ-КХТИ, КНИТУ им. А.Н. Туполева и др.);
- Конструкторские, технологические организации (ОАО ОКБ «Сокол», КФ КБ ОАО «Туполев», ОАО «КНПО вычислительной техники и информатики» и др.);
- Прочие организации, выполняющие НИР.

При учете критерия «спрос на модернизацию» учитывались данные Татарстанстата по затратам на технологические (продуктовые) инновации предприятий в разрезе основных видов экономической деятельности. Критерий «инновационная активность предприятий» определяет количество организаций Казани, занимающихся инновационной деятельностью, а критерий «инновационность промышленной продукции» долю смежных производственных отраслей в отгруженной инновационной продукции. После иерархического воспроизведения задачи выбора оптимальной специализации следует установить приоритеты критериев (табл. 1), и оценить каждую из альтернатив по критериям.

Таблица 1

Числовые оценки матрицы попарных сравнений для критериев

Критерии	Кадровый потенциал	Специализированные организации	Спрос на модернизацию	Инновационная активность предприятий	Инновационность промышленной продукции
Кадровый потенциал	1	7	1/2	7	5
Специализированные организации	1/7	1	1/5	1	1/5
Спрос на модернизацию	2	5	1	9	5
Инновационная активность предприятий	1/7	1	1/9	1	1/5
Инновационность промышленной продукции	1/5	5	1/5	5	1

Следует напомнить, что в методе анализа иерархий элементы сравниваются попарно по отношению к их воздействию на общую характеристику. Парные сравнения приводят к

результату, представляющему в виде обратно симметричной матрицы. Элементом матрицы $A=(a_{ij})$ является интенсивность проявления i -го элемента иерархии относительно j -го элемента иерархии, оцениваемая по шкале интенсивности от 1 до 9, предложенной Т. Саати. Если при сравнении i -го фактора с j -ым получено $a_{ij} = x$, то при сравнении j -го фактора с i -ым получаем $a_{ji} = 1/x$. Согласно шкале, обозначенной выше, оценки имеют следующий смысл: 1 – равная важность, 3 – умеренное превосходство одного над другим, 5 – существенное превосходство одного над другим, 7 – значительное превосходство одного над другим, 9 – очень сильное превосходство одного над другим, 2, 4, 6, 8 – соответствующие промежуточные значения. Числовые оценки матрицы попарных сравнений для альтернатив проводятся отдельно по каждому критерию, аналогично с попарными сравнениями критериев. Итоговая таблица числовых оценок матрицы попарных сравнений для альтернатив будет выглядеть следующим образом (табл. 2).

Согласно расчетам, в качестве основных направлений специализации особой экономической зоны «Иннополис» следует принимать следующие виды высокотехнологичных производств: технологии новых материалов, био- и медицинские технологии, информационных технологий и телекоммуникации. Однако следует признать, что именно деятельность в области информационных технологий будет выступать в качестве связующего элемента этой системы, так как исследования и разработки во многих областях современной науки, техники и технологий, критически зависят от компьютерных программных продуктов, систем сбора, обработки и передачи данных, а также систем распределенных вычислений.

Кроме деятельности в сфере биотехнологий, медицинских, информационных и технологий новых материалов в особой экономической зоне «Иннополис» возможно развитие дополнительных научно-технических направлений, таких как инжиниринг, проектирование сложных технологических систем и ресурсосберегающие технологии.

Направленность по другим тематикам будет определяться будущими заявками и бизнес-планами претендентов в резиденты особой экономической зоны.

Таблица 2
Сводная матрица выбора оптимальной специализации

Специализация	Ранг	Критерии					Глобальные приоритеты
		Кадровый потенциал	Специализированные организации	Спрос на модернизацию	Иновационная активность предприятий	Инновационность промышленной продукции	
		Численное значение вектора приоритета					
		0,341	0,046	0,442	0,041	0,130	
Микро- и оптоэлектроника	6	0,098	0,116	0,119	0,132	0,131	11,4 %
Инжиниринг и проектирование СТС	4	0,137	0,140	0,119	0,132	0,156	13,2 %
Нанотехнологии	7	0,078	0,106	0,052	0,093	0,048	6,4 %
Ядерно-физические технологии	8	0,047	0,048	0,048	0,057	0,048	4,8 %
IT и телекоммуникации	3	0,130	0,086	0,162	0,057	0,143	14,1 %
Технологии новых материалов	1	0,198	0,169	0,219	0,193	0,193	20,5 %
Ресурсосберегающие технологии	5	0,130	0,125	0,119	0,152	0,143	12,8 %
Био- и медицинские технологии	2	0,182	0,211	0,162	0,184	0,137	16,9 %

Список библиографических ссылок

1. Приходько С.В., Воловик Н.П. Особые экономические зоны // Консорциум по вопросам прикладных экономических исследований, Канад. агентство по международному развитию. – М.: ИЭПП, 2007. – 268 с.
2. Саати Т. Принятие решений: Метод анализа иерархий: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.
3. Романова А.И., Хабибулина А.Г. Методика аккумуляции денежных средств частных инвесторов в рамках реализации программ воспроизводства жилого фонда и оплаты жилищно-коммунальных услуг // Известия КГАСУ, 2011, № 3 (17). – С. 235-246.
4. Романова А.И., Добросердова Е.А. Инвестиционное развитие строительного комплекса региона на основе проектного финансирования // Известия КГАСУ, 2012, № 4 (22). – С. 459-464.
5. Романова А.И., Боровских О.Н., Монетова Е.М. Стимулирование внебюджетных инвестиций в региональный жилищно-коммунальный комплекс // Вестник ИНЖЭКОНа, 2010, № 5. – С. 81-85.
6. Загидуллина Г.М., Романова А.И., Миронова М.Д. Управленческие инновации в системе массового обслуживания (на примере жилищно-коммунального комплекса) // Вестник КГТУ, 2009, № 5. – С. 128-133.
7. Бельских И.Е. Особенности формирования инвестиционной деятельности бизнеса: в поисках национальных ориентиров // Финансы и кредит, 2007, № 32. – С. 61-68.
8. Бельских И.Е. Факторы экономического роста: стратегия национального развития России // Национальные интересы: приоритеты и безопасность, 2011, № 30. – С. 15-20.

Berval A.V. – candidate of economical sciences

E-mail: andrei_berval@mail.ru

Romanova A.I. – doctor of economical sciences, professor

E-mail: aisofi@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Selection of specialization for special economic zones «Innopolis» by analytic hierarchy process

Resume

It is known that all over the world Innopolises are the centers of new ideas and innovative technologies that move forward practical science and production. Each self-respecting state invest in its creation, realizing that the leadership in product innovation abruptly improves the performance of enterprises and increase the attractiveness of their products in the global market. One of the main purposes is to attract the creation of highly skilled professionals in required area and to provide them with comfortable and high performance for working environment.

To implement these ideas within the country, it is necessary first of all to strengthen the competitiveness of innovative systems, competition for highly skilled labor and investment. For today in the low efficiency of the innovation system in Russia, there is a leakage of competitive potential – personnel, technology, ideas and capital.

An important factor in the development of innovative component of the country is the presence of a scientific basis and technical (communication, laboratories, specialized test sites etc.) The share of state funding the university programs is negligible, and it is not enough for the innovation development. The authors believe that under the circumstances, the best strategy for Russia is to develop the innovative cities near the existing research centers, which will prevent brain drain, to give a boost to innovation and development of the particular region of the

country as a whole, to restore worn-out communications, road network, to provide workers a substantial part of the population, to solve many complex problems.

Keywords: special economic zones, technology development activities, investment, innovation, analytic hierarchy process.

Reference list

1. Prikhodko S.V., Volovyk N.P. Special economic zones // Consortium for Economic Policy Research, Canada. Agency for International Development. – M.: IET, 2007. – 268 p.
2. Saaty T. Decision-making: the analytic hierarchy process: Trans. with angl. – M.: Radio and communication, 1993. – 278 p.
3. Romanova A.I., Khabibulina A.G. Technique of accumulation of money resources of private investors within the limits of realization of programs of reproduction of available housing and payment of housing and municipal services // News of the KGASU, 2011, № 3 (17). – P. 235-246.
4. Romanova A.I., Dobroserdova E.A. Investment development of construction in the region based on project financing // News of the KGASU, 2012, № 4 (22). – P. 459-464.
5. Romanova A.I., Borovskikh O.N., Monetova E.M. Stimulating investment in extra regional housing and communal complex // Herald ENGECON, 2010, № 5. – P. 81-85.
6. Zagidullina G.M., Romanova A.I., Mironova M.D. Management Innovation in a queuing system (for example, housing and communal services) // Bulletin KSTU, 2009, № 5. – P. 128-133.
7. Bielskikh I.E. Features of the formation of investment business activities: in search of national benchmarks // Finance and Credit, 2007, № 32. – P. 61-68.
8. Bielskikh I.E. Growth factors: a national strategy for the development of Russia // National interests: priorities and security, 2011, № 30. – P. 15-20.

УДК 330.131.52

Загидуллина Г.М. – доктор экономических наук, профессор

E-mail: gulsina@kgasu.ru

Зайнуллина Д.Р. – ассистент

E-mail: dilyara@pismorf.com

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Оценка экономической эффективности инновационных проектов в сфере услуг

Аннотация

В условиях глобальной экономики главным источником конкурентных преимуществ и развития являются инновации во всех сферах. В этой связи вопрос поддержки принятия решений при управлении инновационными проектами является чрезвычайно актуальным. В статье делается попытка разработать такой интегральный показатель, который будет соответствовать основной политике действующей организации. Считаем, что количество эффектов можно свести к четырем основным, а их взаимосвязь полезно рассматривать вкупе с внешним эффектом для отрасли и региона.

Ключевые слова: инновации, сфера услуг, инновационный проект, экономический показатель, оценка эффективности, тактический и стратегический план, аспект деятельности.

Экономика передовых стран базируется на знаниях, научных достижениях, прогрессивных технологиях. Традиционные источники экономического роста – новые сырьевые ресурсы, неосвоенные территории, дешевая рабочая сила и т.д. – практически исчерпали себя. В условиях глобальной экономики капитал мобилен, технологии распространяются быстро, товары производятся в странах с низкими издержками и поставляются на рынки развитых стран. В этой ситуации главным источником конкурентных преимуществ и развития являются инновации во всех сферах [1]. В этой связи вопросы поддержки принятия решений при управлении инновационными проектами являются чрезвычайно актуальными.

Кроме того, нужно выявлять принципиально новые и перспективные проекты на основе анализа рынков сбыта, хранить, анализировать и изучать данные об имеющихся научно-исследовательских, инновационных и технических разработках, выбирать, ранжировать и генерировать критерии оценки эффективности инновационной деятельности [2].

Чтобы решить перечисленные проблемы, необходимы, в первую очередь, объективные методы исследования инновационных процессов. Анализ действующих и вновь предлагаемых методов оценки эффективности инновационных проектов показывает, что зачастую на практике не осуществляется отсев явно бесперспективных проектов. В связи с этим на первом этапе предлагается осуществлять оценку реализуемости инновационного проекта.

Реализуемость инновационного проекта подлежит тщательному обоснованию по всем видам наиболее важных ресурсов, в том числе и с научно-технической стороны. Сущность оценки состоит в необходимости удовлетворения проекта всем ограничениям научно-технического, финансового, экономического, экологического, производственного и иного характера, имеющим место при его осуществлении.

Оценка реализуемости инновационного проекта представляет собой установление экспертным или расчетно-аналитическим методом уровня соответствия потребностей проектных работ во всех видах ресурсов (производственных, интеллектуальных, финансовых, трудовых, временных, материальных и др.) с потенциальными возможностями удовлетворения этих потребностей в ходе выполнения проекта [3].

В общем смысле реализуемость инновационного проекта является основным его свойством. Под ней нужно понимать возможность максимально эффективного решения комплекса научно-технических, финансовых, производственно-технологических, проектно-конструкторских и организационно-управленческих вопросов обеспечения

создания новой продукции или оказания услуг заданного научно-технического уровня, объема и в требуемые сроки в условиях имеющихся ресурсных ограничений и их прогноза на время выполнения проекта.

Количественно измеряемые показатели потенциальных возможностей практической осуществимости нововведений и коммерциализации проектов являются объективными характеристиками наукоёмких проектов. Их определение целесообразно на базе критериев, используемых для нахождения интегральных показателей инновационных проектов.

С нашей точки зрения, существует закономерная зависимость стратегических показателей производственно-хозяйственной деятельности с её тактическими показателями, поэтому принятие решения о реализации инновационного может быть представлено в виде следующей модели:

$$Y = \sum_{i=1}^n x(k), \quad (1)$$

где Y – принятие решения о реализации проекта,
 x – стратегический показатель деятельности предприятия,
 k – тактический показатель деятельности предприятия.

Взаимосвязь стратегических направлений внутренней среды предприятия с направлениями внешней среды очевидна. Именно поэтому можно отметить наличие обязательных изменений в соответствующих аспектах при акцентировании инновационного проекта на каком-то отдельном приоритетном для внутренней среды направлении.

Для определения эффективности инновационного проекта руководствуются показателями, каждый из которых в отдельности может быть отнесен к тому или иному направлению внутренней или внешней среды (рис.).

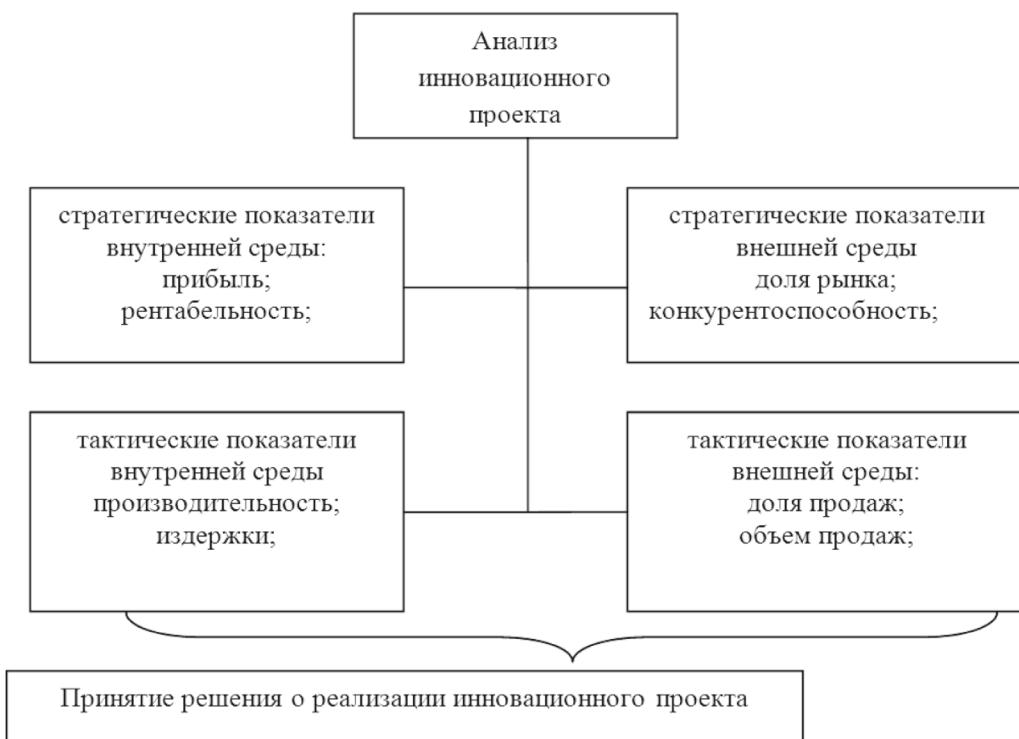


Рис. Структура показателей анализа инновационного проекта
для принятия решений о его реализации

Решение о реализации инновационного проекта имеет широкие вариативные границы для прогнозирования в разрезе тесного взаимодействия факторов внутренней и внешней среды (табл. 1).

Таблица 1

Матрица взаимодействия приоритетных направлений внутренней среды с основными направлениями внешней среды

Приоритеты аспектов внутренней среды	Внешняя среда региона			
	Производственные	Экономические	Экологические	Социальные
Производственные	X	X	X	X
Экономические		X		X
Экологические			X	X
Социальные				X

Было проанализировано 12 случайно выбранных организаций сферы услуг, которые предлагали внедрение инноваций в свою производственно-хозяйственную деятельность с учетом их приоритетности в общей стратегии предприятия (табл. 2).

Совершенствование комплексной оценки инновационной состоятельности предприятия сферы услуг может затрагивать несколько аспектов финансово-хозяйственной деятельности инновационно-активного предприятия.

Приоритетные направления внутренней среды для внедрения инноваций изменяются в зависимости от потребностей и резервов производственно-хозяйственной деятельности предприятия. Анализируемые инновационные проекты в сфере услуг учитывают по два основных направления для внедрения инноваций. Это сочетания производственного и социального, экономического и социального, производственного и экономического направлений.

С целью охвата большего количества предприятий и упрощения проведения аналитического исследования было оставлено в каждом предприятии по два приоритетных внутренних направления для внедрения инновации с исключением тех аспектов, которые не удовлетворяют требованиям инновационного развития.

Для определения взаимосвязи между изменениями во внутренней стратегии предприятия сферы услуг, зависящей от реализации инновационных проектов, с внешними планируемыми результатами, предлагается использовать методику корреляционного анализа. Установление формы и изучение зависимости между переменными будет основной нашей задачей.

Таблица 2

Распределение разного рода эффектов инновационных проектов для предприятий сферы услуг

Внедряемый инновационный проект	Внутренние факторы, %		Внешние результаты, %	
	Экологический X1	Производственный X2	Экономический Y1	Социальный Y2
Автоматизация предприятий индустрии гостеприимства	20	20	2,6	60
Система контроля выполнения задач	32	5	1,3	26
Иммунологические вакцины	20	50	0,01	10
Биогель для склеивания тканей живого организма	60	0	1,44	31
Сервис, помогающий подобрать попутчиков	38	10	0,14	50
Компьютерный тест-тренажёр	10	0	1,18	75
Сервис регистрации покупок	20	0	1,76	50
Интернет-сервис, позволяющий управлять жилым фондом	12	33	5,68	18
Оборудование для дистанционного тушения пожаров	27	20	0,36	13
Капсулы для инвазивного забора желчи	40	15	0,14	15
Система доставки лекарств в зоны оптимального всасывания ЖКТ	25	20	0,36	10
Электронно-оптические системы для вузов	30	10	0,62	20

Проведённый корреляционный анализ позволил установить взаимозависимость изменений в экологическом (X_1) или производственном (X_2) направлениях хозяйственной деятельности с экономическими (Y_1) или социальными (Y_2) внешними результатами в результате внедрения инноваций в предприятияя сферы услуг. Результаты корреляционного анализа представлены в табл. 3.

Таблица 3

**Сводные результаты корреляционного расчета
по инновационно-активным предприятиям сферы услуг**

Уравнения результата, $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2$	Связь результата Y и факторов X	Статистическое значение уравнения	Значимый фактор	Доверительный интервал
$Y_1 = 2,55 - 0,0442X_1 - 0,00136X_2$	несильная	ненадежно	X_1	$b_0 (0,000197; 5,1)$
				$b_1 (-0,11; 0,0238)$
				$b_2 (-0,0639; 0,0612)$
$Y_2 = 69,61 - 0,79X_1 - 1,06X_2$	сильная	надежно	X_2	$b_0 = (61,37; 77,85)$
				$b_1 = (-1,01; -0,57)$
				$b_2 = (-1,26; -0,86)$

Расчеты по определению взаимодействия внутренних факторов X , подвергшихся инновационному воздействию на предприятиях сферы услуг, с внешними экономическими Y_1 и социальными результатами Y_2 установили:

1. внешний экономический результат Y_1 имеет несущественную связь с внутренними экологическими и производственными факторами (X_1, X_2);
2. внешний социальный результат Y_2 имеет сильную связь с внутренними экологическими и производственными факторами (X_1, X_2);
3. наибольшее влияние на результативный признак Y_1 оказывает внутренний экологический фактор X_1 ;
4. на результативный признак Y_2 оказывает внутренний производственный фактор X_2 ;
5. при заданных значениях экологического и производственного факторов X среднее значение внешнего экономического результата Y_1 находится в пределах (-0,24; 1,94); индивидуальное значение Y_1 в пределах (-0,78; 2,48);
6. среднее значение внешнего социального результата Y_2 в пределах (35,68; 103,54), индивидуальное его значение Y_2 в пределах (18,35; 120,87);
7. уравнение внешнего экономического результата $Y_1 = 0,85 - 0,0147X_1 - 0,000499X_2$ статистически ненадежно;
8. уравнение внешнего социального результата $Y_2 = 69,61 - 0,79X_1 - 1,06X_2$ надежно.

На основании проведенного корреляционного анализа делаем вывод, что связь между исследуемыми факторами не существенная, а наибольшее влияние экономический и социальный внешние результаты оказывает производственный внутренний фактор. Следовательно, экологический внутренний фактор может быть вообще исключен из инновационного проекта, так как не имеет значительного внешнего результата, или выступает сопутствующим фактором инновационного проекта, внедряемого предприятием сферы услуг.

Список библиографических ссылок

1. Загидуллина Г.М., Зарипова А.В. Инновационный аспект инвестиционно-строительного кластера Республики Татарстан // Известия КГАСУ, 2012, № 1. – С. 159-163.
2. Загидуллина Г.М., Клещёва О.А. Развитие инновационной инфраструктуры инвестиционно-строительного комплекса // Известия КГАСУ, 2011, № 2 (16). – С. 271-277.
3. Зайнуллина Д.Р. Оценка эффективности инновационных проектов //Известия КГАСУ, 2012, № 4 (22). – С. 444-451.
4. Сазонов Б.В. Инновации в общественной сфере. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – 400 с.

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

E-mail: gulsina@kgasu.ru

Zainullina D.R. – assistant

E-mail: dilyara@pismorf.com

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Economic evaluation of innovative projects in the service sector

Resume

The economy of the advanced countries is based on knowledge and scientific achievements, advanced technologies. Traditional sources of economic growth – new raw material resources, undeveloped territory, cheap labor are exhausted. In a global economy, capital is mobile, technology spread quickly, the goods produced in low-cost countries and shipped to markets in developed countries. In this situation, the main source of competitive advantage is innovation and development in all areas. In this regard the decision of the issue of decision support in the management of innovation projects is extremely important.

Also, you need to identify a fundamentally new and promising projects on the basis of the analysis of markets, store, analyze and study the data on available research, innovation and technological developments, select, rank and generate criteria for evaluating the effectiveness of innovation.

To solve these problems, necessary, first of all, objective research methods innovation processes. In this context, the solution of management of innovative projects through the use of a decision support system based on gaining a lot of importance.

Keywords: innovation, service, innovative design, economic indicator, performance evaluation, tactical and strategic plan, an aspect of activity.

Reference list

1. Zagidullina G.M., Kleshchova O.A. The development of innovation infrastructure of investment-building complex // News of the KSUAE, 2011, № 2 (16). – P. 271-277
2. Zagidullina G.M., Zaripova A.V. Innovative aspect of investment-building cluster of the Republic of Tatarstan // News of the KSUAE, 2012, № 1 (19). – P. 159-163.
3. Zaynullina D.R. Evaluating the effectiveness of innovative projects // News of the KSUAE, 2012, № 4 (22). – P. 444-451.
4. Sazonov B.V. Innovation in the public sphere. – M.: Publishing LKI, 2008. – 400 p.

УДК 336.648; 69. 003

Загидуллина Г.М. – доктор экономических наук, профессор
E-mail: gulsina@kgasu.ru

Романова А.И. – доктор экономических наук, профессор
E-mail: aisofi@kgasu.ru

Ахмеров М.Р. – кандидат экономических наук, доцент
E-mail: murat_achmerow@rambler.ru

Мурафа А.А. – аспирант
E-mail: anna.murafa@gmail.com

Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Перспективы развития рынка услуг ипотечного кредитования Республики Татарстан

Аннотация

Целью данной статьи является обосновать необходимость изучения механизмов и финансовых инструментов, используемых сегодня при финансировании сделок с недвижимостью.

Приведены исследования рынка ипотечных услуг РТ. Исследованы зависимости ключевых параметров финансирования сделок от условий предоставления кредита и возможностей заемщиков.

Разработан новый финансовый инструмент для использования его в ипотечных сделках. Доказана финансовая целесообразность его внедрения для каждой из сторон при трехсторонних сделках: для заемщика (покупателя объекта), для застройщика (продавца), для банков (кредитующих организаций).

Выявлены преимущества и недостатки механизма, а также основные триггеры рисков.

Предложен вариант использования механизма обратного выкупа, выполнен сравнительный анализ, сделаны необходимые выводы.

Предложен ряд практических мероприятий по внедрению механизма.

Ключевые слова: ипотека, залог недвижимости, рынок услуг ипотечного кредитования, заемщик, рынок первичного жилья, застройщик, девелопер, финансовые инструменты, buy-back, обратный выкуп.

Сегодня, в условиях рыночной экономики, ипотечное кредитование является единственным эффективным способом решения проблемы обеспечения населения жильем. Спрос на ипотечные жилищные кредиты будет существовать до тех пор, пока будет сохраняться спрос на жилье, а в современных российских условиях высокий уровень спроса на жилую недвижимость обусловлен, как минимум, двумя причинами: в первую очередь, это относительно низкий (по сравнению со странами Западной Европы и США) показатель обеспеченности населения благоустроенным жильем, и, кроме того, потребность в жилье является категорией, постоянно меняющей свои количественные и качественные параметры в сторону увеличения. Ввиду этого, ипотечные программы активно применяются как населением РТ, так и РФ в целом. Разнообразие схем ипотечного кредитования позволяет воспользоваться программами широкому кругу населения. Однако, по сей день, среди потребителей рынка услуг ипотечного кредитования можно отметить достаточно высокий процент заемщиков, кому существующие программы являются труднодоступными или недоступными вовсе. В силу этого, необходима разработка и внедрение новых инструментов и механизмов финансирования сделок купли-продажи объектов жилой недвижимости под залог приобретаемого объекта, что позволило бы расширить круг потенциальных потребителей, сделало бы ипотеку еще более доступной, что несомненно положительно отразится как на росте рынка кредитования, так и на росте рынка недвижимости. Кроме того, ипотечное кредитование – это прибыльное направление и для финансовых учреждений.

Особенный интерес для компаний в различных ситуациях могут представлять сделки *buu-back*. Кредитная сделка с использованием механизма *buu-back* – это ссуда с обратным выкупом. В нашем законодательстве недостаточно урегулированы вопросы по использованию данного термина в его классическом понимании. Этот термин заимствован на фондовом рынке, им именуется выкуп эмитентом собственных акций. Также термин широко используется для определения множества видов торговых сделок, суть которых такова, что одна сторона обеспечивает другую сторону оборудованием и технологиями, и в дальнейшем будет обязано покупать ту продукцию, которую производит это оборудование.

Сегодня в России программа *buu-back* начинает применяться в автокредитовании. Ее преимущества очевидны – заемщик приобретает автомобиль, не оплачивая полную стоимость машины (как и в обычном кредитовании), но по *buu-back* он может отложить вплоть до 55 % от общей суммы кредита до конца срока заключаемого договора, и на момент окончания договора у заемщика может быть два выхода: первый вариант: заплатить оставшуюся сумму и автомобиль останется у него, либо второй вариант: продать машину в дилерский центр (цена продажи заранее фиксируется в договоре) и купить другую. Если же заемщик решил продать (сдать) автомобиль дилеру, по правилам программы *buu-back*, дилер обязан реализовать автомобиль и погасить остаток долга заемщика перед банком. *Buu-back* в автокредитовании сегодня начали практиковать ряд банков. Практика показывает, что использование подобной программы позволяет заемщику платить каждый месяц меньше (размер ежемесячных выплат при прочих равных условиях меньше по сравнению со стандартными автокредитами). Также плюсом является то, что на момент окончания договора имеется еще одна альтернатива – можно рефинансировать платеж, т.е. увеличить срок кредита, обычно до 7 лет.

Если этот механизм успешно показывает себя в автокредитовании, то каковы перспективы работы этого механизма в ипотечном кредитовании? Возможно ли создать *buu-back* в недвижимости? В первую очередь, следует отметить принципиальное отличие объектов недвижимости от машин, транспорта и прочего оборудования – темпы амортизации у объектов недвижимости в силу ряда свойств значительно ниже, в добавок, цены на объекты недвижимости с течением времени не падают, как у большинства амортизируемых активов, а увеличиваются, как минимум, на темп инфляции. Поэтому сразу возникает вопрос о регулировании таких параметров сделки, как размер «замораживаемой» части, ставка процента, размер первоначального взноса, ведь при определенных комбинациях условий выдачи кредита программа может утратить свой интерес для различных сторон сделки, в том числе и для банков. Проведённый анализ рынка услуг ипотечного кредитования показывает, что на сегодняшний день ни один банк страны не реализовывал эту программу, то есть все объекты недвижимости продаются по стандартным классическим схемам ипотечного кредитования с вариациями по ставкам, срокам, льготам, размеру первоначального взноса, пр. под конечного заемщика. На основании приведенного ниже анализа рынка по ипотечным ставкам и выявлению факторов, влияющие на размер ставки, можно сделать вывод о том, что сегодня, чтобы получить ипотечный кредит, необходимо, помимо первоначального взноса, размером не менее 10 %, иметь соответствующий уровень дохода, позволяющий выплачивать кредит, и чем меньше размер первоначального взноса, тем, соответственно, больше размер выплат в силу увеличения как основного долга, так и ставки процента.

Суть же кредита с обратным выкупом в том, что сумма основного долга и проценты условно делятся на три части: первая вносится как первоначальный взнос, вторую банк делит на аннуитетные платежи, а третью замораживают до конца срока договора, когда принимается решение о судьбе объекта недвижимости. Отличительной особенностью программы является то, что заемщик сам может определить размер «замораживаемой» суммы, в зависимости от своих возможностей. Кроме того, этот платеж не включается в кредит, в следствие чего и сокращается размер выплат.

Ввиду такого свойства недвижимости, как неизменная тенденция к росту, очевидно, что на конец срока договора стоимость недвижимости возрастет, поэтому здесь необходимо разработать такие эффективные комбинации диапазонов ставок и сроков заключаемых договоров, от чего будет зависеть размер «замораживаемой» части. Логично, что последняя часть не должна составлять 80-90 % от стоимости жилья при

первоначальном взносе в 10-20 %. Иначе программа примет форму лизинга, а так как амортизация объектов недвижимости и рост стоимости на них не сравнимы с амортизацией и изменением стоимости оборудования с течением времени, то это может привести к росту числа спекулятивных сделок и необоснованному обогащению заемщиков. Ввиду этого, целесообразно размер «замораживаемой» части задавать не более 50 %.

Итак, чтобы выкупить объект, заемщику необходимо погасить последний платеж в полном объеме. Допустим, собственник решает не выкупать объект (поменять жилье). Средства, которые собственник получит с продажи объекта, направятся на погашение последнего платежа. Как уже отмечалось выше, ввиду такого свойства недвижимости, как неизменная тенденция к повышению стоимости, очевидно, что данные сделки будут всегда выгодны покупателю. То есть, погасив последний платеж, заемщик сможет направить оставшиеся от продажи квартиры средства на приобретение нового жилья, например, большей площади, с лучшими характеристиками, и т.п., что особенно актуально для молодых семей, у которых в ближайшие 3-5 лет появляются дети, или просто имеются возможности для улучшения жилищных условий.

Насколько же в цифрах будет выгодна эта программа для конечного потребителя? Рассмотрим пример. Планируется приобрести однокомнатную квартиру, стоимостью 2 000 000 рублей с первоначальным взносом в 300 000 руб. Ставка 11,5 %. Срок 10 лет.

Если воспользоваться обычной программой ипотечного кредитования, то для заемщика-покупателя квартиры будут представлены следующие расчеты:

- начало выплат: октябрь 2013;
- окончание выплат: сентябрь 2023;
- размер ежемесячного платежа: 23 901,23 руб.;
- общая сумма выплат: 2 868 147,06 руб.;
- переплата за кредит: 1 168 147,06 руб. или 68,71 % от суммы кредита.

Расчеты выполнены с использованием <http://calcsoft.ru/iptechniy-kalkulator>.

Если воспользоваться программой *buy-back*, то в первую очередь, здесь следует определиться с размером «замораживаемой» части. Допустим, возможно отложить до 50 % от стоимости приобретаемой квартиры, то есть максимально 1 млн. руб. Эта сумма фиксируется в договоре. Ставка и размер первоначального взноса прежние, 11,5 % годовых и 300 000 руб., соответственно. Что касается срока, как было отмечено ранее, кредитные договоры с использованием механизма обратного выкупа обычно заключаются на 3 года (в автокредитовании, в сделках с недвижимостью, предположительно, срок может быть чуть больше – до 4-5 лет). Относительно непродолжительные сроки в этих программах по сравнению с рядовыми программами ипотечного кредитования обусловлены назначением программы – совершения сделки по обратному выкупу, который имеет смысл осуществлять в определенных временных пределах, когда объект максимально возрастает в цене, и при этом является привлекательным и ликвидным.

Итак, проведем расчет, если договор заключается на срок 3 года с пролонгацией до 10 лет. Тогда получим следующие результаты:

- первоначальный взнос 300 000 руб.;
- кредит 700 000 руб. на 36 месяцев под 11,5 % годовых, аннуитетный платеж;
- начало выплат: октябрь 2013;
- окончание выплат: сентябрь 2016;
- размер ежемесячного платежа: 23 083,20 руб.;
- общая сумма выплат: 830 995,36 руб.;
- переплата за кредит: 130 995,36 руб. или 18,71 % от суммы кредита;
- последний платеж 1 000 000 рублей.

Разумеется, через 3 года эта квартира будет стоить больше, чем 2 млн рублей, и, погасив последний платеж в 1 млн. рублей, заемщик сможет внести оставшуюся с продажи сумму в качестве первоначального взноса уже, предположим, за двухкомнатную квартиру. Если же заемщик примет решение о рефинансировании кредита, то с 4-го по 10-ый год его платежи составят: 1 000 000 руб. («замороженная часть») на 84 месяца под 11,5 % годовых аннуитетными платежами, то есть: по 17 386,46 руб. Итого общая сумма выплат за 10 лет составит: 2 291 458, 1 руб. Переплата за весь кредит: 291 458, 1 руб.

Если сравнить полученные результаты с итогами расчетов по обычной программе, видно, что с использованием программы *buu-back* выплаты на протяжении всего срока меньше: первые три года по 23 083,20 руб., затем 7 лет по 17 386,46 руб. против 23 901,23 руб. на протяжении всех 10 лет. Соответственно, переплата за кредит в случае использования механизма *buu-back* будет на 576 688,9 рублей меньше.

Возникает вопрос, если данная программа очевидно выгодна покупателям (заемщикам), насколько она выгодна банкам или другим кредитующим организациям, и, следовательно, насколько велики шансы претворения данной программы в реальную жизнь? Для финансовых учреждений, в первую очередь, можно выделить следующие преимущества:

1. рост объемов выданных ипотечных кредитов;
2. увеличение числа клиентов;
3. преимущественное право выкупа объекта по фиксированной в договоре цене, (которая в большинстве случаев окажется ниже рыночной).

Исходя из вышеизложенного, становится ясным, что конечная доходность вложений будет зависеть от того, насколько же вырастет в цене квартира или иной объект, купленный по программе с обратным выкупом, за действие заключенного договора. Известно, что наибольший рост в цене объект получает на этапе сдачи, после ввода объекта в эксплуатацию. Ввиду этого, подобные программы будут иметь большую выгоду как для покупателя, так и для банка, если объектом купли-продажи служит **первичное** жилье, продаваемое застройщиками еще на этапе строительства, что, несомненно, окажет повышение спроса на указанный сегмент жилой недвижимости со стороны покупателей, а также вызовет интерес и со стороны застройщиков в силу следующих причин:

1. ускорение темпов и увеличение объемов продаж;
2. возможность использования механизма *buu-back* как маркетинговый ход с целью придать строящемуся объекту большую привлекательность. Так как по условиям договора квартира может быть выкуплена как банком, так и самим застройщиком, то застройщик, предлагая свои квартиры с использованием кредитных программ *buu-back*, демонстрирует таким образом покупателям (инвесторам) свою уверенность в реализуемом проекте: что дом, в котором планируется приобрести квартиру, будет построен в установленные сроки, объект окажется ликвидным, а если нет, он готов выкупить его обратно согласно условиям договора;
3. с целью привлечения финансирования. Девелопер, предлагающий свои объекты на продажу с использованием механизма *buu-back*, не только ускоряет процесс продаж и, соответственно, получение денежных средств, но и решает один из важных вопросов о получении заемных средств с наименьшими затратами.

Кому же может быть продан объект в случае соответствующего решения собственника? Как уже упоминалось выше, здесь может быть 2 варианта:

1. застройщику, у которого был приобретен объект;
2. банку, финансирующему сделку.

В первом варианте (продажа застройщику), выгода для застройщика будет в том случае, если он в заключаемом договоре будет гарантировать покупателю такую доходность, которая на момент окончания срока договора будет ниже, чем среднерыночный темп прироста. (Фактически, в договоре может быть зафиксирована и нулевая доходность.) То есть, выкупив квартиру обратно, застройщик сможет снова ее продать, но уже по рыночным ценам, обеспечив себе прибыль.

Во втором варианте (продажа кредитующей организации), банку также это будет выгодно, однако для продажи залоговых активов придется создавать (если такого не имеется) специальный отдел по продаже залогового имущества, то есть, в любом случае нести определенные затраты на реализацию объектов, что является для банков риском.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что данный механизм, в отличие от существующих схем ипотечного кредитования, имеет три неоспоримых преимущества:

1. Так как механизм предполагает перенос части выплат по основному долгу на самый конец срока действия договора кредитования, то заемщик вносит значительно меньшие по величине платежи, таким образом объекты недвижимости для большинства покупателей становятся намного доступнее;

2. Для заемщиков, обладающих достаточными средствами, появляется возможность за меньшие деньги приобрести квартиру, вдвое большую по площади или с лучшими характеристиками, то есть выплачивать ежемесячные платежи, сравнимые по величине с платежами по обычным ипотечным программам, однако приобретая таким образом более дорогой объект (имеющий лучшие характеристики);

3. В виду свойства недвижимости, как постоянный рост цен, а также учитывая основные принципы сделок *buy-back*, инвестор, приобретая объект по программе на этапе строительства, по окончании строительства (или срока договора), получает гарантированную доходность вложений, что регламентируется кредитным договором об обратном выкупе.

Главное в любых программах кредитования – это содействие государства в части регламентов по проведению сделок. Для внедрения механизма *buy-back* в ипотечном кредитовании в России необходимо, прежде всего:

1. разработать нормативную базу на законодательном уровне;
2. детально проработать все виды договоров и типы соглашений между сторонами;
3. регулярно проводить мониторинг рисков как застройщиков, так и заемщиков;
4. разработать санкции к недобросовестным заемщикам;
5. разработать регламент проведения экспертизы репутации застройщика (продавца) с использованием новых методик по оценке их рейтинга, учитывая страхованию рисков приобретателей объектов у непорядочных застройщиков, (которые, в свою очередь, могут характеризоваться как банальным неисполнением обязательств по договору, так и полной ликвидацией компании застройщика, строивший объект);

6. разработать эффективные диапазоны ставок в комплексе с другими варьируемыми параметрами сделок: по срокам, размерам «замораживаемых» частей, по выбору приобретаемых объектов, по потенциальным пользователям программы. При определении диапазонов ставок, следует опираться на уровень ставок по стандартным ипотечным программам, причем следует отметить, что ставки по программам, предусматривающим приобретение строящегося жилья, значительно выше, чем заявляет банк по программам на приобретение уже готового жилья.

Таблица

Мониторинг рынка ставок по ипотечному кредитованию на готовые объекты на 2013 год

№ п/п	Название банка	Ставка по ипотеке от, %	Первоначальный взнос от, %	Срок ипотеки до, г
1	2	3	4	5
1	Сбербанк	9,5	10	30
2	ВТБ 24	9,9	10	50
3	Банк Уралсиб	10,5	20	30
4	Банк Открытие	10,9	10	30
5	Абсолют Банк	11,5	15	25
6	Райффайзенбанк	11,5	15	25
7	ЮниКредит Банк	11,5	20	30
8	Росбанк	11,75	15	25
9	Банк Зенит	11,8	15	30
10	АК БАРС Банк	11,8	10	30
11	Газпромбанк	12,2	15	30
12	Альфа-Банк	12,25	10	25
13	Промсвязьбанк	12,5	20	25
14	Банк Москвы	12,75	20	30

На ставку ипотечного кредитования могут влиять несколько факторов, кроме выбранной непосредственно программы займа. Это:

1. сумма первоначального взноса. Самая «дорогая» ипотека, если первоначальный взнос равен нулю или находится на минимально возможной границе срока, на который рассчитан кредит. Банк дает самый низкий процент по ипотеке, если вы планируете рассчитаться с долгом за короткий промежуток времени;
2. потенциальным фактором для повышения ставки может стать оформленное на ваше имя ИП, так как индивидуальный предприниматель несет за свою

профессиональную деятельность ответственность всем своим имуществом. А это дополнительный риск для банка. Чем выше подтвержденный доход по форме 2-НДФЛ, тем ниже будет процентная ставка;

3. при оформлении с ипотекой договора страхования, ставка также может быть снижена. И наоборот отказ от оформления страховки может стать причиной для повышений процентных выплат;

4. валюта, в которой берется кредит. Как правило, кредит в рублях обходится заемщику дороже, чем в долларах.

Таким образом, самые минимальные проценты по ипотеке возможны, если заем берется сроком не более 5 лет, с внесением не менее 50 % от стоимости приобретаемого жилья и с предоставлением справки о доходах по форме 2-НДФЛ, которая доказывает платежеспособность. Самые выгодные условия ипотечного кредитования в 2013 году предоставляют Сбербанк, ВТБ 24 и Банк Уралсиб. При этом у ВТБ 24 существует возможность рассрочки полного погашения задолженности до 50 лет, в то время как в других банках максимальный срок ипотечного кредита составляет 30 лет.

В силу вышеизложенного можно сделать вывод о том, что проведение исследований в части используемых сегодня механизмов и инструментов финансирования сделок с недвижимостью имеет особенную значимость в рамках развития рынка услуг ипотечного кредитования. Разработка и внедрение новых схем финансирования сделок под залог приобретаемых объектов на основе проведенных исследований несомненно положительно отразится как на развитии самого рынка услуг ипотечного кредитования, (и, как следствие, на росте благосостояния населения), так и на росте рынка недвижимости, в частности рынка первичного жилья, что является прямым стимулом для активной деятельности застройщиков.

Список библиографических ссылок

1. Асаул А.Н. Экономика недвижимости, 2-е изд. – СПб.: Питер, 2010. – 351 с.
2. Белых Л.П. Управление портфелем недвижимости: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 267 с.
3. Есипов В.Е., Маховикова Г.А., Бузова И.А., Терехова В.В. Экономическая оценка инвестиций. Теория и практика. – СПб.: Вектор, 2006. – 278 с.
4. Загидуллина Г.М., Мурафа А.А., Ахмеров М.Р. Преимущества программ ипотечного кредитования с использованием механизма обратного выкупа // Стратегия развития инвестиционно-строительного комплекса в условиях саморегулирования: Материалы II международной научно-практической конференции. – Казань: Изд.-во Казанск. гос. архитект.-строит. ун.-та, 2013 – 419 с.
5. Маховикова Г.А., Касьяненко Т.Г. Экономика недвижимости. – М.: КноРус, 2009. – 304 с.
6. Новоселова Н.Н. Исследование основных условий и направлений формирования системы эффективного регионального менеджмента // Инженерный вестник Дона (электронный журнал), 2011, № 3 // <http://www.ivdon.ru>.
7. Романова А.И. Развитие рынка строительных услуг как условие инвестиционного роста региона // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета, 2013, № 2. С. 326-331.
8. Романова А.И., Добросердова Е.А. Инвестиционное развитие строительного комплекса региона на основе проектного финансирования // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета, 2012, № 4. – С. 459-464.
9. Стерник Г.М., Стерник С.Г. Анализ рынка недвижимости для профессионалов. – М.: Экономика, 2009. – 608 с.
10. Шевчук, Д.А. Оценка недвижимости и управление собственностью – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 155 с.
11. Договоры buy-back // RB.ru: Бизнес информация и Деловое сообщество. URL: <http://www.rb.ru/inform/21327.html> (дата обращения: 18.09.2013)
12. «Уралсиб Кэпитал»: Во втором полугодии 2013г. рост ВВП России ускорится до 2,6 % // Quote.rbc.ru: департамент аналитической информации РБК. URL: <http://Quote.rbc.ru> (дата обращения: 09.09.2013).

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

E-mail: gulsina@kgasu.ru

Romanova A.I. – doctor of economical sciences, professor

E-mail: aisozi@kgasu.ru

Akhmerov M.R. – candidate of economical sciences, associate professor

E-mail: murat_achmerow@rambler.ru

Murafa A.A – post-graduate student

E-mail: anna.murafa@gmail.com

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Perspectives of development of service market of mortgage crediting in Tatarstan Republic

Resume

Real estate investment is one of the cornerstones of modern economy. The importance of this investment market creates the obvious interest to its research, including the research of the models and methods used in large-scale development projects, as well as in individual sales.

Buyback loan is a loan with repurchase capability. Car loan companies recently started to use buyback programs in Russia. A buyback program allows to make smaller monthly payments comparing to conventional loans. What are the perspectives of these programs for mortgage loans if they work successfully for car loans? At this point of time there is not a single bank in the country supporting such a program; all real estate is sold using conventional loan schemes. On the other hand, the buyback loans are often used in Western Europe and the US. What can we do to modify the program according to Russian real estate standards? This article provides the answers to aforementioned questions, explains the need to study financial mechanisms and instruments used in real estate transactions, portrays the Republic of Tatarstan mortgage loans market. We have developed a new financial instrument for mortgage loans and proved its profitability.

Keywords: mortgage, pledge of real property, mortgage lending services market, primary housing market, tenant builder, real estate developer, financial tools, buy-back transaction.

Reference list

1. Asaul A.N. Real Estate Economics, 2nd edition. – SPb.: Piter, 2010. – 351 p.
2. Belykh L.P. Property portfolio management: Studies. – M.: INFRA-M, 2008. – 267 p.
3. Zagidullina G.M., Murafa A.A., Akhmerov M.R. Buy-back mortgage programs' advantages // Construction and investment complex development strategy under the self-policing conditions: Materials of II international research and practice conference. – Kazan: Kazan St. University of Arch. and Eng. press, 2013. – 419 p.
4. Makhovikova G.A., Kas'yanenko T.G. Real Estate Economics. – M.: KnoRus, 2009. – 304 p.
5. Novosyolova N.N. Study of the basic conditions and directions of formation of effective system of regional management // journal of Engineering of the don (electronic magazine), 2011, № 3 // <http://www.ivdon.ru>.
6. Romanova A.I. Development of the market for construction services as a condition of investment growth in the region // News of the KSUAE, 2013, № 2. – P. 326-331.
7. Romanova A.I., Dobroserdova E.A. Investment development of construction in the region based on project financing // News of the KSUAE, 2012, № 4. – P. 459-464.
8. Shevchuk, D.A. Estimation of the real estate and property management. – Rostov n/D: Phoenix, 2007. – 155 p.
9. Sternik G.M., Sternik S.G. Property market analysis for professionals. – M.: Economics, 2009. – 608 p.
10. Yesipov V.E., Makhovikova G.A., Buzova I.A., Terekhova V.V. Investment Appraisal. Theory and practice. – SPb.: Vector, 2006. – 278 p.
11. Buy-back Credit Agreements // RB.ru: Business Information and Business Community. URL: <http://www.rb.ru/inform/21327.html> (reference date: 18.09.2013).
12. «Uralsib Capital»: In the second half of the year 2013 GDP growth speeds up 2,6 % // Quote.rbc.ru: RBC analytical information department. URL: <http://Quote.rbc.ru> (reference date: 09.09.2013).

УДК 338.012

Сафина Р.С. – кандидат экономических наук, доцент

E-mail: rosa_safina@mail.ru

Курзина И.М. – кандидат экономических наук, доцент

E-mail: irina-kurzina@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Проблемы развития страхового бизнеса в строительной отрасли

Аннотация

В статье рассматривается развитие страхового рынка в строительной отрасли России и Татарстана: создание инфраструктуры страхового рынка, соответствующей нормативно-правовой, финансовой, информационной базы. Данная сфера деятельности представляет собой не только способ снижения возможных угроз в ходе реализации строительного производства, но и механизм инвестиционной деятельности. Изменения в сфере строительного страхования должны дать мощный импульс для развития данного бизнеса, однако вместе со значительными возможностями страховой рынок ожидает и определенные проблемы.

Ключевые слова: страхование, строительные риски, инвестиции, страховой рынок, финансовые ресурсы, возмещение ущерба, страховой бизнес.

В условиях рынка важнейшим инструментом обеспечения стабильности развития бизнеса является страхование. На Западе эта сфера финансовой деятельности имеет давнюю историю и играет основную роль в снижении различного рода рисков и опасностей. Формирование рыночных отношений в нашей стране также предполагает необходимость развития страхового рынка как важнейшей составляющей экономической системы – как в целом, на уровне народного хозяйства, так и в отдельных отраслях, в том числе и в строительстве.

На сегодняшний день степень развития института страхования в России можно оценить как весьма низкую. Капиталы страховых компаний невелики, их участие в составе инвестиционных и бюджетных ресурсов несущественно. Необходимо развивать эту деятельность. Прежде всего, речь идет об общей стратегии, формирующейся на макроуровне, поскольку в условиях глобализации риска и его качественного усложнения без создания инфраструктуры страхового рынка, соответствующей нормативно-правовой, финансовой, информационной базы невозможно нормальное функционирование этой сферы деятельности в отдельных секторах экономики. По мере реализации этой задачи будет, безусловно, возрастать и значение узкоспециализированных направлений страхового бизнеса.

Что касается строительства, то эта отрасль имеет особое значение при выборе приоритетов развития страхования. Это обусловлено тем, что данная отрасль по своей специфике связана с повышенным риском и возможностью значительных финансовых и материальных потерь. Кроме того, страхование строительства – это не только способ снижения возможных угроз в ходе реализации строительного производства, но и механизм инвестиционной деятельности: в результате страхования различных видов имущества и ответственности строительных организаций в распоряжении страховых компаний оказываются значительные финансовые ресурсы, генерируемые в резервных фондах. Учитывая то, что объектами страхования в строительстве практически всегда выступают основные средства и нематериальные активы, то и средства, накапливаемые в резервных фондах, представляют собой потенциальные долгосрочные инвестиции в восстановление этих внеоборотных активов. Другим аспектом инвестиционной природы страхования в строительстве является деятельность самих страховых компаний, которые зачастую проявляют инвестиционную активность, вкладывая получаемые от страхователей средства в другие активы с целью увеличения отдачи от данных финансовых ресурсов.

Расширение в нашей стране страхования строительных рисков как механизма защиты имущественных интересов граждан, организаций и государства, становится

сегодня особенно актуальным. В условиях увеличивающегося износа производственной и жилищно-коммунальной инфраструктуры, роста случаев возникновения техногенных и природных катастроф, необходима разработка гибких и адекватных страховых механизмов. Вместе с тем, на рынке страхования в строительстве России имеется множество проблем, которые не позволяют использовать его как надежную систему финансовой защиты.

Рынок строительно-монтажного страхования является проекцией строительной отрасли, и любое серьезное макроэкономическое воздействие оказывается на нем. В большей степени рынок растет благодаря целевым инвестициям в крупные государственные проекты, в частности в Сочи и Казани, направленные на создание инфраструктуры и гражданское строительство. Кстати, разрушительные последствия недоброкачественного строительства ярко проявились при реализации подобного крупномасштабного проекта во Владивостоке.

Рост рынка страхования строительно-монтажных рисков останется низким и его потенциал будет использован далеко не полностью, если не будут решены фундаментальные проблемы рынка. На сегодняшний день страхование СМР имеет незначительный охват. Строительные объекты с участием частного капитала страховятся редко, особенно в глубинке. Пока отсутствуют какие-либо серьезные стимулы для активизации данного процесса как необходимого и естественного элемента рыночных отношений в строительстве. Другое дело, когда речь идет о стройках с участием государственного и иностранного капитала. На практике объекты, финансируемые из государственного бюджета, застрахованы в 70-80 % случаев, муниципальные объекты на 60 %, с участием иностранного капитала все 100 %. Что касается инвестиционного строительства без участия последнего, то страхователями менее 50 % объектов. До сих пор не включенной в сферу страхования остается большая доля потенциального рынка коммерческого строительства в регионах, где охват страхованием оценивается в 10-15 %.

История развития рынка страхования строительно-монтажных рисков в России начинается в 90-е годы прошлого века. Причем, в отличие от Европы, где при восстановлении разрушенной во второй мировой войне экономики страховых гарантий стали требовать частные инвесторы, в нашей стране развитию страхования способствовали инициативы государства.

В советское время ущерб в строительной отрасли возмещался заказчиком за счет включения дополнительных затрат в сметную стоимость, что увеличивало ее более чем на 10 %. С 1996 г. ответственность за риски до приемки объекта была переложена на подрядчика. При этом стало возможным в договоре строительного подряда обязать его застраховать возможные потери. Данное изменение в законодательстве послужило мощным толчком для развития в нашей стране страхового рынка СМР.

В 1999 г. Госстроем РФ были утверждены Методические рекомендации по составлению договоров подряда, содержащие в том числе раздел «Страхование объекта строительства». Принимаемые позже федеральные законы о государственных контрактах, а также соответствующие распоряжения региональных органов власти были направлены на использование страховой ответственности строителей для защиты государственных и частных инвестиций. При этом страхование СМР, в соответствии с введенными законодательными нормами, является добровольным. Заказчики вправе включать или не включать в строительные сметы расходы на страхование.

Анализируя отраслевую политику за последние годы, можно заключить, что страхование рассматривается государством как наиболее эффективный инструмент управления финансовыми рисками в отрасли.

Принятые в 2008 г. поправки в Градостроительный кодекс РФ отменили действовавший в отрасли институт лицензирования. Введен новый порядок рыночной деятельности строительных фирм, обязующий их вступить в саморегулируемые организации (СРО), в рамках которых за счет членских взносов формировался компенсационный фонд на случаи возмещения возможного ущерба. Эти взносы сокращались при наличии у фирмы полиса страхования гражданской ответственности. Тем самым строительные организации получили стимул для использования страхования как инструмента ведения бизнеса.

Однако данные законодательные инициативы не позволили превратить страхование в надежный и общепризнанный механизм деятельности на рынке, поскольку не содержали четких параметров, требований и условий к определению видов покрываемых рисков, размеров страховых взносов, финансовой устойчивости страховщиков. Это привело к использованию различных теневых схем как со стороны СРО, имеющих возможность устанавливать свои правила работы со страховщиками, так и со стороны последних, предлагающих минимальные страховые лимиты при полном отсутствии гарантий выплат в страховых случаях. Все это стало поводом для отраслевых органов власти требовать исключения страхования из системы возмещения вреда и обязать всех платить полный взнос в компенсационный фонд.

Определенные позитивные изменения в области разработки критериев страхования в строительной отрасли произошли в 2009 г. При Всероссийском союзе страховщиков на общественных началах была организована рабочая группа по развитию страхования ответственности и взаимодействию со СРО. В задачу этой группы вошло согласование позиций со строителями и соответствующими регулирующими органами по вопросам введения обязательного страхования в отрасли. В результате были предложены Методические рекомендации по страхованию ответственности членов строительных СРО. Они содержали такие важные параметры, как сроки и условия страхования, минимальный лимит ответственности для членов СРО, рекомендуемые определения страхового случая. По сути это можно рассматривать как попытку разработать четкие стандарты качества страхования в такой социально значимой и масштабной отрасли, как строительство.

Хотя не обошлось без противоречий. Интересы страховых компаний и строительных организаций объективно не совпадают. Страховщики, по понятным причинам, стремятся ввести механизмы обязательного страхования строительно-монтажных рисков. Естественно, что эти идеи не находят поддержки со стороны СРО. Несмотря на это, разработанные Методические рекомендации были одобрены и предложены к применению в страховании ответственности членов строительных СРО. Конечно, осталось немало нерешенных проблем как организационного, так и методологического характера, не дающих пока реальной возможности для активного использования страхования с участием СРО, однако, по мнению многих экспертов, достаточно серьезный потенциал для развития рынка страхования СМР, безусловно, имеется.

Законодательные нововведения в отрасли продолжаются. С 1 января 2012 г. вступил в силу Федеральный закон РФ «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте». Вводится обязательное противопожарное страхование. Страховщики продолжают лоббировать обязательное страхование СМР. По некоторым оценкам ожидается, что емкость российского страхового рынка должна возрасти в несколько раз (аналогично результату введения ОСАГО), и тогда он хотя бы приблизится к среднемировому уровню. Пока по доле страхования в ВВП (порядка 1-1,5 %) Россия выглядит очень бледно, а по взносам на душу населения (менее 300 долларов США) более чем в десять раз уступает Европе и США.

С 2013 г. изменяется система возмещения ущерба и, соответственно, методика страхования. Вред, причиненный ввиду недостатков работ строителей, проектировщиков, изыскателей, должен возмещаться застройщиком или собственником, а не лицом, чьи действия непосредственно нанесли урон посредством разрушения или повреждения объекта незавершенного строительства, нарушения требований безопасности при строительстве, разрушения зданий и сооружений (за исключением многоквартирных домов). После возмещения ущерба застройщик и собственник на правах регресса предъявляют претензии к данному виновнику, а также к СРО, ответственной за его допуск на ведение соответствующих видов работ.

Изменения в сфере строительного страхования, которые должны дать мощный импульс для развития данного рынка, имеют и обратную сторону. Вместе с огромными

возможностями, на пути развития страхового рынка лежит немало сложностей. Можно отметить лишь некоторые из них:

1. При обложении бизнеса и граждан обязательными сборами обычно существует угроза нарушения условий конкуренции и усиления коррупции. Возможен и такой негативный сценарий, как появление различного рода схем и махинаций вокруг обязательных видов страхования.

2. Необходимы обоснованные тарифы, чтобы не получить либо изначально убыточный вид бизнеса, не интересный страховым компаниям, либо ущемление прав клиентов. Пока тарифы СК различаются очень существенно, что препятствует развитию конкуренции.

3. Для нормального развития рынка страхования важно изменить характер конкуренции – перейти от ценовой (использования демпинговых тарифов) к неценовой, осуществляющейся за счет предоставления более качественных услуг. Но эта задача очень сложная и длительная, поскольку необходимо изменение менталитета самих страхователей, пользующихся этими услугами. В любом случае, страховым компаниям необходимо постепенно повышать популярность этого вида страхования, развивать культуру бизнеса, предоставляя качественный сервис, справедливые и оперативные выплаты, выстраивая долгосрочные партнерские отношения с клиентами.

4. Страховщики, на которых ляжет основная ответственность в рамках обязательных видов, должны быть не только надежными и прозрачными, но и высококапитализированными. На сегодняшний день это одна из основных проблем страхового бизнеса в строительстве. Существующего уровня капитализации рынка недостаточно для надежной страховой защиты крупных рисков.

Тенденция к концентрации капитала на рынке страхования уже наметилась. В Едином реестре субъектов страхового дела в 2012 г. было зарегистрировано 572 страховые организации. Годом ранее на рынке работало 618 компаний, то есть общее количество страховщиков за год сократилось на 7,4 %, или 46 компаний. Данная тенденция обусловлена в первую очередь несоответствием многих мелких страховых компаний новому законодательству в сфере страховой деятельности, что и обусловило интеграцию этих компаний в более крупные. В целом рынок укрупняется. Сегодня топ-10 лидеров контролируют 74 % всего рынка, и этот показатель будет расти. И хотя основные игроки рынка наметились, страхование СМР остается очень привлекательным, рынок до сих пор не поделен до конца. По прогнозам «Эксперта РА» основных игроков останется не более трех десятков, и первая из них будет контролировать 80-85 % рынка. На долю небольших компаний из 3-5 десятка остаются небольшие проекты, в основном регионального уровня. Конкурентное преимущество будут иметь крупные компании федерального значения, базирующиеся в Москве, Санкт-Петербурге и в некоторых других мегаполисах, где находятся крупные брокеры, инвесторы, девелоперы и промышленные предприниматели, с развитой сетью филиалов и представительств в регионах. Региональные структуры будут иметь преимущество в части бюджетных проектов, учрежденных муниципальными или региональными образованиями.

На 2011 год объем рынка страхования СМР оценивался в 22,5 млрд. рублей. В целом рост сборов по страхованию строительно-монтажных рисков по итогам этого года составил около 21 %. По прогнозу «Эксперта РА», в ближайшие 2-3 года при сохранении нынешней нормативной базы можно рассчитывать на рост рынка до 35-40 млрд. рублей, прежде всего за счет появления новых крупных проектов. Главным стимулом роста останется государство.

Как отмечается в обзоре страхового рынка Татарстана, опубликованном в газете «БИЗНЕС Online» [5], на строительном рынке РТ находят отражение все вышеотмеченные тенденции. При этом, как известно, республика находится в особом положении благодаря крупным государственным инвестициям. Доля строительства в общей выручке составляет 6,4 %, что превышает даже среднемировой уровень. Это, безусловно, усиливает потребность в развитой системе страхования СМР.

Особенностью страхового рынка является то, что он достаточно инерционен – общие и отраслевые экономические колебания отражаются на результатах работы страховщиков, как правило, не раньше, чем через год. Это находит подтверждение, в частности, в том, что пятерка лидеров страхового рынка Татарстана остается неизменной

с 2009 г. Причем, на десять крупнейших страховых компаний приходится 64,5 % регионального рынка. По данным Федеральной службы по финансовым рынкам, рынок страхования Татарстана в 2011 г. установил абсолютный рекорд за всю историю существования отрасли. Совокупный объем поступлений составил 17,2 млрд. рублей – это почти на четверть больше, чем было в 2010 году.

Самой крупной строительной компанией на рынке страхования Татарстана является «Росгосстрах». Доля страхования СМР и СРО в совокупных взносах в 2011 г. составила 2,1 %. Всего же за первое полугодие 2011 г. страховой компанией «Росгосстрах» было получено 938 073 тыс. руб. в качестве взносов по договору страхования СМР при 39 399 тыс. руб. выплат, т.е. уровень выплат составил 4,2 %, что практически соответствует среднерыночному показателю для предприятий республики за данный период времени.

Татарстанские компании на данный момент не могут конкурировать с московскими страховыми «гигантами» и специализируются на менее рискованных видах страхования: автостраховании, обязательном медицинском страховании и т.п. Наиболее крупные из них: «Чулпан» (г. Альметьевск), «НАСКО ТАТАРСТАН» (г. Казань) и «АСКО» (Набережные Челны).

В целом на рынке страхования существует не так много сегментов, в которых отмечается положительная рентабельность по страховой деятельности. Страхование СМР – один из них. Именно поэтому сюда стали активно внедряться компании, которые не владеют достаточным опытом страхования сложных технических рисков, не имеют надежных перестраховочных программ. Зачастую они пытаются привлечь клиентов недобросовестными методами, предлагая строительным компаниям неадекватные цены на страховую защиту, при этом не имея реальной возможности возместить ущерб при наступлении страхового случая.

Пока в нашей стране существует множество барьеров совершенствования страхового рынка в строительной отрасли. Однако уже сейчас появляются крупные страховые компании, готовые брать на себя значительные страховые риски и предоставлять широкий спектр услуг в страховании строительного производства. Также делаются шаги в сторону развития СРО.

Именно в укрупнении, консолидации компаний, как в самом строительном производстве, так и в сфере страхования, видится будущее такой важной системы экономических отношений, как страховой рынок в строительстве. Он будет расти благодаря упорядочению строительной отрасли, росту числа проектов с участием иностранного капитала.

Немалую роль должны сыграть разъяснительные усилия страховых компаний, совершенствование ими своих бизнес-процессов, более жесткий контроль финансовой устойчивости, усиление риск-менеджмента.

Список библиографических ссылок

1. Страхование: Учебник / Под ред. Т.А. Федоровой. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: МАГИСТР, 2008. – 1006 с.
2. Стровский Л.Е., Казанцев С.К., Паршина Е.А. и др. Страхование строительно-монтажных рисков // Внешнеэкономическая деятельность предприятия: Учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 847 с.
3. Гражданский Кодекс Российской Федерации. Глава 48 «Страхование».
4. Страхование строительно-монтажных рисков: построить рынок. URL: <http://raexpert.ru/> / Бюллетень Рейтинговое агентство «ЭкспертРА», 14 сентября 2011г. (дата обращения: 7.10.2013).
5. Обзор страхового рынка: Страховой рынок Республики Татарстан / БИЗНЕС Online, URL: <http://wiki-ins.ru>. (дата обращения: 7.10.2013).
6. Королев Н.К. О будущем развитии российского страхового рынка [электронный ресурс] (дата обращения: 7.10.2013).

Safina R.S. – candidate of economical sciences, associate professor

E-mail: rosa_safina@mail.ru

Kurzina I.M. – candidate of economical sciences, associate professor

E-mail: irina-kurzina@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Problems of development of insurance business in the construction industry

Resume

The article is devoted to the analysis of the current situation in the insurance of the construction business. Expansion of insurance of construction risks as a mechanism of protection of property interests of citizens, organizations and state in our country today, is particularly important. This is because the specific construction sector is associated with increased risk and the possibility of significant financial and material losses. Insurance contributes to the reduction of possible threats during the implementation of construction production. In conditions of increasing wear production of housing and communal infrastructure, growth of situations of technogenic and natural disasters, it is necessary to develop flexible and adequate insurance mechanisms.

Analyzing sectoral policies during the years of market transformations, one can conclude that the government has chosen insurance as the most effective tool to manage financial risk in the industry. Work in this direction is carried out actively enough and on the level of legislation, and through the establishment of appropriate institutional structures. However, on the insurance market development in Russia has many problems, which do not allow to use it as a reliable system of financial protection. Among them we can mention: the low level of capitalization of insurance companies; the bad faith of some insurers offering builders «nominal» insurance with minimum insurance limits and virtually guaranteed the absence of insurance benefits; invalidity of tariffs; absence of real competition in the market of insurance services.

Keywords: insurance of construction risks, investments, insurance market, financial resources, redress, insurance business.

Reference list

1. Insurance: the Textbook / Ed. by T.A. Fedorova. 3-e Izd., rev. and extra. – M.: MAHISTR, 2008. – 1006 p.
2. Strovskiy L.E., Kazantsev S.K., Parshina E.A. and other. Construction risks Insurance // Foreign economic activity of enterprises: Textbook for universities. 3-e Izd., rev. and extra. – M.: UNITY-DANA, 2004. – 847 p.
3. Civil Code Of The Russian Federation. Chapter 48 «Insurance».
4. Insurance of construction risks: to build a market. URL: <http://raexpert.ru> / Bulletin Rating Agency «ExpertRA», September 14, 2011. (reference date: 7.10.2013).
5. Overview of the insurance market: The Insurance market of the Republic of Tatarstan / BUSINESS Online. URL: <http://wiki-ins.ru> (reference date: 7.10.2013).
6. Korolev N.K. On the future development of the Russian insurance market [electronic resource] (reference date: 7.10.2013).

УДК 330.322.1

Сиразетдинов Р.М. – доктор экономических наук, доцент

E-mail: rustem.m.s._1999@mail.ru

Белай О.С. – аспирант, ассистент

E-mail: belaj.olga@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Венчурное финансирование инновационных проектов

Аннотация

В России в настоящее время актуальным является вопрос стимулирования экономического роста, обеспечения необходимого уровня финансирования стратегически важных проектов, а также всегда был и остается вопрос модернизации и технологического развития экономики страны. Решение этих вопросов возможно благодаря расширению участия в инновационных программах, активизации деятельности инвесторов. Это позволит создать необходимый климат для поддержки инновационной сферы российской экономики.

Ключевые слова: интеллектуальная собственность, венчурное финансирование, инновационные проекты, инвестиционный климат, стартап, бизнес-ангелы, государственное регулирование инвестиционной деятельности.

Решение задач по стимулированию экономического роста страны включает в себя меры по улучшению инвестиционного климата, который обеспечил бы финансирование стратегических проектов, а также созданию и совершенствованию необходимой законодательной базы. На сегодняшний день особую роль играют долгосрочные инвестиционные проекты, требующие значительного притока капитальных вложений и ресурсов.

Для привлечения необходимого уровня инвестиций в российские проекты требуется создание благоприятного инвестиционного климата в стране, экономической и политической стабильности [1]. Необходимо наладить работу с регионами, так как регионы имеют различия в бизнес-климате, поэтому требуется эффективное внедрение федеральных реформ и регулирования, а главное их осуществление. Для обмена опытом регионам необходимо взаимодействие между собой. Благотворное влияние могло бы оказать Федеральное Правительство, поощряя конкуренцию между регионами, тем самым создавая лучшую региональную среду.

Российской экономике на данном этапе развития требуются проекты с высокой добавленной стоимостью и значительными преимуществами перед иностранными конкурентами. Это могут быть инновационные проекты, основной составляющей которых является интеллектуальная собственность и нематериальные активы. В настоящее время большинство предприятий стремится к увеличению доли нематериальных активов, таким образом, отражая интеллектуальный вклад в бизнес. Однако, такие проекты не только наиболее доходны, но и имеют высокий уровень рисков.

Для инвестора, в первую очередь, финансирование инновационных проектов представляет собой небольшие вложения, которые приведут его к значительным доходам в результате реализации проекта. Однако не все так просто, для успешной реализации инновационно-технологических проектов потенциальным покупателям необходимо продемонстрировать способность удержать и стablyно увеличивать рост прибыли в долгосрочном периоде.

Отечественный опыт демонстрирует, что инвесторы, не смотря на достаточное количество финансовых ресурсов, не спешат их вкладывать в проекты со значительной научно-технической составляющей. Это объясняется рядом причин, таких как отсутствие действительно стоящих проектов, неприемлемые условия авторов разработок, отсутствие гарантий, значительное количество рисков, отсутствие рынка акций высокотехнологических компаний.

Главным критерием в выборе инвестиционного проекта для инвестора любой страны является соотношение доходности и риска. Преимущество в доходности Россия всегда имела за счет низкой себестоимости. Однако стоимость трудовых и материальных ресурсов с каждым годом только растет. Также прибавляются проблемы с отстающим уровнем инфраструктуры, к примеру, транспортной, что оказывается на повышении себестоимости и снижает конкурентное положение предприятий, находящихся в глубине страны. Размеры нашей страны обуславливают первоочередное значение безотказно работающих, надёжных цепочек поставок, как для российских предприятий, так и для иностранных инвесторов. Эффективная логистика дает дополнительные возможности для потребителей. Все это приводит к необходимости развития инфраструктурных проектов и логистики, что позволило бы снять избыточную себестоимость и сделать доступными для инвесторов новые регионы [2].

Наряду с вопросами о повышении доходности и снижении себестоимости еще одним актуальным вопросом является минимизация рисков [3]. Процесс осуществления инноваций тесно связан с целым набором рисков, в том числе коммерческих, инновационных и технических. К инновационным рискам можно отнести получение негативных результатов с позиции, как науки, так и экономики, отрицательные последствия в социальной или экологической сфере. Резюмирующим показателем всех видов риска можно назвать финансовый риск, характеризующий финансовые потери, которые могут возникнуть в результате провала проекта. Однако в целом, признан тот факт, что отказ от инноваций приводит к еще большим потерям, так как только с помощью внедрения инноваций производители и страна могут достигнуть реальной конкурентоспособности. В связи с чем на практике разрабатываются экономические механизмы, которые позволяли бы минимизировать риски инвесторов, и с другой стороны способствовали внедрению инноваций и развитию инновационной деятельности.

Также инвесторам необходима уверенность в прозрачном и последовательном регулировании участников рынка. Зарубежная практика демонстрирует, что изменения в регулировании могут быть эффективными только тогда, когда они разрабатываются в режиме обратной связи и с четким прогнозом последствий. На сегодняшний день для этих целей необходимо развивать механизм оценки регуляторного воздействия, который заключается в устранении на этапе принятия нормативных актов нерациональных решений, а также в оценке последствий нового регулирования. Такой механизм в перспективе должен повысить доверие к российским проектам.

В России уже более 18 лет работает Консультационный совет по иностранным инвестициям, в состав которого входят руководители крупнейших международных и российских компаний. Основной задачей совета является обсуждение ключевых проблем, стимулирование инвестиций в российские активы, анализ законодательства и правоприменительной практики, основываясь на зарубежном опыте, а также улучшение делового климата в стране.

Весомые результаты по привлечению инвестиций показывают Российский фонд прямых инвестиций, а также инновационные центры, созданные во многих регионах страны, которые являются крайне важным для развития российской экономики направлением. Это высокотехнологичный бизнес, это создание инновационных видов бизнеса, создание стартапов, которых сравнительно немного, применительно к современным условиям конкуренции.

Во всем мире, а теперь и в отечественной практике на стадии создания инноваций для снижения рисков вложения инвестиций широкое применение получило венчурное финансирование. Проблема привлечения инвестиций в инновационную деятельность в большинстве стран решается за счет использования средств системы специализированных организаций – венчурных фондов.

Венчурные инвесторы достигают своих целей в таких случаях, когда в процессе реализации инновационной деятельности проекта закладываются база для роста

рыночной стоимости высокотехнологичного предприятия. Такой рост можно обеспечить, главным образом за счет увеличения стоимости нематериальных активов, которые могут формироваться за счет оформления прав на результаты интеллектуальной деятельности (интеллектуальную собственность), которые создаются в процессе реализации инновационного проекта. Начало инновационного этапа проекта служит основанием для организации процесса венчурного финансирования. Этот процесс берет начало с принятия решения о проведении научных исследований. Процесс окончания инновационной составляющей проекта начинается в тот момент, когда реализуется цель венчурных инвесторов и проект переходит к промышленному освоению разработанных инноваций. Это значит, что на данном этапе происходит замещение венчурного капитала инвестиционным, после чего берет начало инвестиционный цикл, основанный на внедрении и применении разработанной технологической инновации.

Зачастую на практике не совпадают начало осуществления инновационного этапа проекта с началом венчурного финансирования. На раннем этапе проект по разработке высокотехнологической инновации чаще всего еще организационно не выделен в независимую венчурную структуру. Вследствие чего инновационный этап проекта вначале выполняется либо как разработка в рамках уже сложившегося научного профиля предприятия, либо как инициативная разработка. Поэтому на раннем этапе финансирование инноваций происходит за счет средств самого предприятия, или за счет средств разработчиков, или за счет бюджетных средств.

По результатам маркетинговых исследований осуществляется выбор объекта венчурного финансирования и организационно-правовой формы венчурной структуры. При осуществлении венчурного финансирования основополагающими критериями являются длительность инвестиционного и инновационного циклов, научно-технический потенциал проекта, состав участников, финансовые параметры проекта, факторы риска и другие, важные с точки зрения менеджмента, факторы эффективности. В ходе осуществления инновационной стадии проекта подвергаются изменениям его ключевые параметры, в том числе состав участников. При получении положительных результатов в области науки и техники в процессе осуществления проекта снижается степень неопределенности и риска, а ожидаемый уровень доходности увеличивается.

Рынок стартапов в России существует немного дольше 6 лет, однако показывает стремительный рост и развитие. На сегодняшний день в нашей стране еще не сложилась культура стартапов, затруднительными становятся поиски инвестиций. На Западе существует множество различных вариантов финансирования – огромное количество венчурных фондов, а также частные инвесторы (так называемые бизнес-ангелы), которые вкладывают собственные средства на ранних стадиях на достаточно длительный срок, без обеспечений и гарантii в обмен на неконтрольный пакет акций компании в будущем, тем самым осуществляя принципиально новый механизм финансирования. Таким образом, в зарубежных странах, благодаря сформировавшейся за более чем 50 лет культуре данного вида бизнеса и механизмам поддержки, данный сектор имеет значительно больший процент успешно реализованных стартапов. Однако наряду с трудностями с финансированием существуют и другие проблемы продвижения стартапов, такие как незаинтересованность целевой аудитории, отсутствие интереса к продукту в целом, неправильно подобранная команда и плохой маркетинг.

Венчурное финансирование в нашей стране приобретает все большую популярность и доступность, так уже можно отметить не одну сотню проектов, получивших финансирование. На сегодняшний день можно утверждать, что венчурные инвестиции, наконец, становятся обыкновенным и понятным этапом в развитии любой инновационной компании. На рынке уже существует множество компаний, появившихся благодаря венчурному финансированию. Отдельную роль сейчас играют государственные структуры, которые наравне с частными инвесторами, проявляют активность в финансировании самых разных проектов.

Существует несколько основных путей государственной поддержки инновационных проектов:

1. Финансиование через инвестиционные фонды. На данном пути отсутствует необходимость прямого взаимодействия между предпринимателем и государственными структурами, так как управлением всеми средствами этих фондов занимаются частные компании. В данном случае в инвестиционных фондах смешены как частные, так и государственные средства, а принятие решений об инвестировании средств остается прерогативой управляющей компании.

2. Массовые мероприятия (например, Инновационный конвент), направленные на подготовку молодого предпринимательского сообщества, а также знакомство предпринимателей с потенциальными инвесторами. Данный путь довольно интересный и необходимый шаг, приближающий потенциального предпринимателя к осуществлению собственного инновационного проекта. Таким образом, можно ознакомиться с подобными проектами, пообщаться и посоветоваться с инвесторами, узнать с их мнением о собственном проекте, получить рекомендации для привлечения венчурных инвестиций.

3. Учреждение субсидий и грантов. Данный путь предусматривает получение средств для проекта в виде чаще всего безвозмездной помощи, а также в некоторых случаях в форме льготного кредита.

Сумма субсидий и грантов, предоставляемых начинающим предпринимателям, составляет от 500 тысяч до 1 миллиона рублей, в редких случаях это 2-3 миллиона рублей. Эти средства чаще всего предоставляются для достаточно ограниченного набора целей (покупка оборудования, патентная работа, арендные платежи и др.). Однако в ряде случаев средства выдаются без жестких рамок их использования. В таких случаях предприниматель получает возможность покрыть бюджет собственного проекта.

Другим возможным вариантом государственной поддержки предпринимателя может быть предоставление ему инфраструктуры бесплатно или по льготной цене. Это может быть предоставления офисных помещений по приемлемым ценам, которые будут значительно ниже рыночных. Также существуют специальные офисные центры, которые сотрудничают с инвестиционными компаниями, арендные платы в которых вдвое ниже для начинающих предпринимателей.

В определённом смысле частные венчурные инвестиции проигрывают такому способу финансирования, так как гранты и субсидии предприниматели получают безвозмездно. Получатель гранта не имеет обязанности в будущем возвращать эти средства, как в случае с кредитом, а грантодатель в свою очередь не претендует на долю в бизнесе, как структуры, специализирующиеся на венчурном финансировании. Однако, имеют место и недостатки: грант – это относительно небольшая сумма, которой зачастую не хватает для полноценного запуск инновационного проекта при получении такого финансирования возникает необходимость в огромную работе с документами, а впоследствии подробном отчете об использовании полученных денежных средств. В сравнении с общим объемом необходимого финансирования, полученные суммы не столь значительны, а объем работы по отчетности слишком велик.

Несмотря на то, что к еще одному аспекту государственной поддержки предпринимательства в сфере инноваций можно отнести законодательно установленный ряд налоговых льгот, на практике получается, что в условиях общих высоких налоговых ставок этот подход к макроэкономическому воздействию на инновационную и инвестиционную активность не работает. Инновационный бизнес чутко реагирует на общий предпринимательский климат в стране, являясь по существу заложником общей макроэкономической ситуации.

На сегодняшний день в России практически отсутствует специальное законодательство, регулирующее венчурный бизнес и венчурное финансирование. Однако аналогичная ситуация обстоит и в мировой практике, правовое регулирование венчурных инвестиций осуществляется законодательством в сфере инвестиционной деятельности. Поэтому за основу нормативно-правовой базы в сфере венчурного инвестирования можно принять следующие группы документов (табл.).

Таблица

Основы нормативно-правовой базы в сфере венчурного инвестирования

Наименование нормативного акта	Функции
Инвестиционное законодательство	
Федеральный закон «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляющейся в форме капитальных вложений» № 39-ФЗ от 25.02.1999 г. (ред. от 12.12.2011 г.)	Раскрывает понятия инвестиционной деятельности и инвестиций, устанавливает экономические и правовые основы инвестиционной деятельности, определяет гарантии защиты прав и интересов субъектов инвестиционной деятельности, методы и формы государственного регулирования
Приказ ФСФР РФ «Об утверждении Положения о составе и структуре активов акционерных инвестиционных фондов и активов паевых инвестиционных фондов» № 10-79/пз-н от 28.12.2010 г. (ред. от 31.05.2011 г.)	Устанавливает категории фондов, а также их структуры и состав активов
Федеральный закон «Об инвестиционном товариществе» № 335-ФЗ от 28.11.2011 г.	Формирует правовые условия для привлечения инвестиций, устанавливает порядок заключения договоров об инвестиционном товариществе, обязанности и права участников товарищества
Федеральный закон «Об инвестиционных фондах» № 156-ФЗ от 29.11.2001 г. (ред. от 28.07.2012 г.)	Устанавливает форму договора доверительного управления, определяет понятие паевого инвестиционного фонда, раскрывает свойства управления активами этих фондов
Федеральный закон «О рынке ценных бумаг» № 39-ФЗ от 22.04.1994 г. (ред. от 28.07.2012 г.)	Определяет сущность обращения и эмиссии ценных бумаг
Хозяйственное законодательство, которое регламентирует основные вопросы создания и управления предприятиями	
Федеральный закон «Об акционерных обществах» № 208-ФЗ от 26.12.1995 г. (ред. от 28.07.2012 г.)	Способствует формированию эффективной правовой формы предприятия
«Основные направления налоговой политики РФ на 2012 год и на плановый период 2013 и 2014 годов»	Раскрывает результаты реализации мер налогового стимулирования инновационной деятельности
Федеральный закон «Об особых экономических зонах в РФ» № 116-ФЗ от 26.07.2005 г. (ред. от 06.12.2011 г.)	Определяет льготы по основным видам налогов, таможенным платежам и оформлению
Федеральный закон «О хозяйственных партнерствах» № 380-ФЗ от 03.12.2011 г.	Расширяет состав организационно-правовых форм для инновационных предприятий
Налоговый Кодекс РФ, часть II № 117-ФЗ от 05.08.2000 г. (ред. от 02.10.2012 г.)	Определяет льготы по основным видам налогов
Федеральный закон «Об обществах с ограниченной ответственностью» № 14-ФЗ от 08.12.1998 г. (ред. от 06.12.2011 г.)	Способствует формированию эффективной правовой формы предприятия
Федеральный закон «О развитии малого и среднего предпринимательства в РФ» № 209-ФЗ от 24.07.2007 г.	Позволяет определить принципы отнесения предприятия к субъектам малого и среднего предпринимательства, устанавливает перечень рекомендемых мер для поддержки данных видов предпринимательства в сфере инноваций
Федеральный закон «Об инновационном центре «Сколково» № 244-ФЗ от 28.09.2010 г. (ред. от 10.07.2012 г.)	Определяет основы функционирования инновационного комплекса

Продолжение табл.

Наименование нормативного акта	Функции
Законодательство об инновационной деятельности Венчурное инвестирование осуществляется только в инвестиционные проекты, относящиеся к новшествам в сфере науки и техники	
Федеральный закон «О науке и государственной научно-технической политике» № 127-ФЗ от 23.08.1996 г. (ред. от 28.07.2012 г.)	Формирует понятие инноваций и научной деятельности, сущность государственной поддержки инновационной деятельности, отношения между субъектами
Основы политики РФ в области развития науки и технологий на период до 2010 г. и дальнейшую перспективу (письмо президента РФ № Пр-576 от 30.03.2002 г.)	Закреплены наиболее важные направления государственной политики в области развития науки и техники, комплекс мер по стимулированию научной деятельности
Распоряжение Правительства РФ «О государственной программе «Создание в РФ технопарков в сфере высоких технологий» № 328-р от 10.03.2006 г. (ред. от 27.12.2010 г.)	Документ направлен на стимулирование создания технопарков в стране, поддержку производителей высокотехнологичных продуктов
Распоряжение правительства РФ «Об утверждении Стратегии инновационного развития РФ на период до 2020 года» № 2227-р от 08.12.2011 г.	Демонстрирует целевые значения основных показателей инновационного развития страны, принципы инновационной политики, меры по ее стимулированию
«Рекомендации по обеспечению координации программ, реализуемых по государственной поддержке субъектов малого и среднего предпринимательства, по содействию самозанятости безработных граждан, по поддержке малых форм хозяйствования на селе и по поддержке малых форм инновационного предпринимательства»	Устанавливает важнейшие направления поддержки субъектов малого и среднего инновационного предпринимательства, формирует условия получения субсидий и грантов
«Стратегия развития науки и инноваций в РФ на период до 2015 года»	Формирует суммы и источники финансирования инновационных программ, определяет понятие эффективной инновационной системы
Законодательство в сфере интеллектуальной собственности Целевая направленность венчурного финансирования представляет собой результаты интеллектуальной деятельности	
Гражданский Кодекс Российской Федерации, часть IV, № 230-ФЗ от 18.12.2006 г. (ред. от 08.12.2011 г.)	Определяет понятия в сфере интеллектуальной собственности, регулирует права на них, способы передачи исключительного права
Трудовой Кодекс Российской Федерации № 197-ФЗ от 30.12.2001 г. (ред. от 12.11.2012 г.)	Регулирует вопросы служебного характера, касающиеся выплат авторских отчислений, а также охраны результатов интеллектуальной деятельности

В последние годы неуклонно растут объемы инвестиций в венчурные проекты. Эксперты Российской венчурной компании (РВК) публикуют данные о том, что за последние несколько лет российский венчурный рынок сформировался и общий объем венчурных сделок в 2012 году достиг 30-32 млрд. рублей, или около \$ 1 млрд.

Эксперты Dow Jones VentureSource официально информируют о 483 сделках в сфере венчурного финансирования во всем мире за прошедший год на общую сумму \$ 51,5 млрд.

В следующие несколько лет крупнейшие зарубежные инвесторы планируют инвестировать большое количество денег, и многие продолжают инвестировать в Россию. Это лучшее свидетельство того, что страна находится на правильном пути и статистические данные будут и дальше продолжать расти.

Список библиографических ссылок

1. Сиразетдинов Р.М., Зайнуллина Д.Р. Необходимость инновационного становления экономики региона путем активизации инвестиционно-строительной деятельности (на примере Республики Татарстан) // Национальные интересы: приоритеты и безопасность, 2010, № 29 (86). – С. 15-23.
2. Загидуллина Г.М., Клещева О.А. Развитие инновационной инфраструктуры инвестиционно-строительного комплекса // Известия КГАСУ, 2011, № 2 (16). – С. 271-277.
3. Сиразетдинов Р.М. Необходимость формирования инновационной стратегии развития экономики // Креативная экономика, 2010, № 10. – С. 45-48.
4. Венчурное финансирование: рекомендации по привлечению венчурных инвестиций в молодежные инновационные проекты // [www.innovaterussia.ru](http://www.innovaterussia.ru/info/recomendations#intro). URL: <http://www.innovaterussia.ru/info/recomendations#intro> (дата обращения 29.10.2013).
5. Инновации в России: иллюзии и реальность // [www.innocrowd.ru](http://innocrowd.ru/innovation-and-investment/). URL: <http://innocrowd.ru/innovation-and-investment/> (дата обращения 29.10.2013).
6. 26-е заседание Консультативного совета по иностранным инвестициям в России // [www.government.ru](http://government.ru/news/4084). URL: <http://government.ru/news/4084> (дата обращения 29.10.2013).

Sirazetdinov R.M. – doctor of economical sciences, associate professor

E-mail: rustem.m.s_1999@mail.ru

Belai O.S. – post-graduate student, assistant

E-mail: belaj.olga@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Venture financing of innovative projects**Resume**

In Russia nowadays the issues of stimulating economic growth, ensuring the necessary level of funding of strategic projects and modernization and technological development of economy of the country are of current interest. Thanks to the expansion of participation in innovative programs, the revitalization of investors it is possible to solve these problems. This will create the necessary climate to support the innovative areas of the Russian economy.

All over the world, and now in the domestic practice at the stage of innovation to reduce the risks of investing venture capital funding received wide application. The problem of attracting investment in innovative activities in most countries is solved by the use of the system of specialized organizations – venture capital funds. Today we can say that venture capital investments, finally are becoming common and obvious step in the development of any innovative company.

Keywords: intellectual property, venture capital, innovation projects, the investment climate, startups, business angels, government regulation of investment activity.

Reference list

1. Sirazetdinov R.M., Zainullina D.R. The need for innovation becoming the region's economy through increased investment and construction activities (Republic of Tatarstan) // National interests: priorities and security, 2010, № 29 (86). – P. 15-23.
2. Zagidullina G.M., Kleshcheva O.A. The development of innovation infrastructure of investment-building complex // News of the KSUAE, 2011, № 2 (16). – P. 271-277.
3. Sirazetdinov R.M. The need for the formation of an innovative economic development strategy // Creative Economy, 2010, № 10. – P. 45-48.
4. Venture Financing: Recommendations for attracting venture capital investment in innovative youth projects // [www.innovaterussia.ru](http://www.innovaterussia.ru/info/recomendations#intro). URL: <http://www.innovaterussia.ru/info/recomendations#intro> (reference date 29.10.2013).
5. Innovation in Russia: Illusions and Reality // [www.innocrowd.ru](http://innocrowd.ru/innovation-and-investment/). URL: <http://innocrowd.ru/innovation-and-investment/> (reference date 29.10.2013).
6. The 26th meeting of the Consultative Council on Foreign Investment in Russia // [www.government.ru](http://government.ru/news/4084). URL: <http://government.ru/news/4084> (reference date 29.10.2013).

УДК 338.242.2

Сиразетдинов Р.М. – доктор экономических наук, доцент

E-mail: rustem.m.s._1999@mail.ru

Мавлютова А.Р. – студент

E-mail: amavliutova@mail.ru

Низамова И.Р. – аспирант

E-mail: Idelya@list.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Внедрение инновационных ресурсосберегающих технологий в строительном комплексе

Аннотация

Мировое строительство максимально сфокусировано на ресурсосбережении: за рубежом сложилась широкая практика создания энергетически, экономически и экологически эффективных зданий и сооружений. В России начался процесс накопления опыта «зеленого» проектирования и строительства. Масштабное развитие ресурсосберегающих технологий в российском строительном комплексе ограничено социальными, политическими и экономическими факторами. В статье выделен ряд тенденций и технологий, характеризующих современную строительную практику в концепции ресурсосбережения, приведен пример практического расчета по рейтингованию объекта недвижимости на соответствие стандартам экологической сертификации. В статье также обозначены основные проблемы, препятствующие развитию и внедрению инновационных ресурсосберегающих технологий в строительстве, и предложены пути решения этих проблем.

Ключевые слова: ресурсосбережение, инновационные технологии, энергоэффективность, «зеленое» строительство.

Сегодня строительство в России вместе с мировой строительной индустрией переживает интереснейший этап своего развития, который максимально сфокусировался на использовании ресурсосберегающих технологий. Специалисты различного профиля стремятся создавать энергетически, экономически и экологически эффективные здания и сооружения, делая рынок ресурсосберегающих технологий наиболее динамично развивающимся и востребованным. В мировом строительстве появилось огромное количество объектов недвижимости, которые были запроектированы и построены на основе различных концепций энергетически эффективных и экологически чистых технологий [1].

В России также начался процесс накопления опыта проектирования и строительства энергосберегающих зданий и комплексного освоения территорий с использованием инновационных ресурсосберегающих технологий, который можно охарактеризовать как процесс проб и ошибок. Среди основных тенденций «зеленого» проектирования и строительства особенно можно выделить следующие:

1. Компьютерное математическое моделирование здания как единой энергетической системы с последующим использованием разработанных моделей энергопотребления здания при его эксплуатации.
2. Объемно-планировочные решения с максимальным использованием естественного света.
3. Оригинальные и уникальные инженерные решения в области энергоснабжения с использованием солнечной радиации, геотермальной энергии, энергии ветра и т. д.
4. Многократное использование воды в водоснабжении и водоотведении (путем установки систем очистки серых стоков).
5. Проектирование кровли здания эксплуатируемой зеленой с интенсивным и экстенсивным озеленением.
6. Интеллектуализация здания [2].

При компьютерном математическом моделировании здания как единой энергетической системы можно оптимизировать теплоэнергетическое воздействие наружного климата на тепловой баланс здания за счет выбора формы и ориентации здания. Оптимальный вариант архитектурной формы, ориентации и размеров здания может быть найден после решения следующей задачи: среди всех зданий заданной общей площади выбрать здание с такими параметрами, что расход энергии на его отопление в холодный период и (или) на охлаждение в теплый период будет минимален при прочих равных условиях (степени остекления, тепло- и солнцезащиты и т.д.) [3]. Ярким примером обоснованного выбора архитектурной формы и ориентации здания с учетом направленного воздействия солнечной радиации является здание Мэрии Лондона в Великобритании, с учетом направленного воздействия ветра – стадион Sapporo Dome в Японии.

Объемно-планировочные решения с применением масштабных стеклянных конструкций обеспечивают максимальную естественную инсоляцию, благоприятные биоклиматические условия и несут особую эстетическую привлекательность. Примером проекта с остеклением выдающихся масштабов может служить выставочный центр Fiera di Milano в Италии.

Инженерные решения с использованием альтернативных источников энергии повышают коммерческую ценность объектов недвижимости за счет существенного снижения издержек в эксплуатационной фазе жизненного цикла объекта [4]. Речь идет об использовании солнечной радиации, тепла окружающего воздуха, энергии ветра, геотермальной энергии и т.д. В настоящее время мировой рынок инженерных продуктов для использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии является наиболее динамично развивающимся.

Мысль об увеличении нагрузки на водные ресурсы в связи с ростом экономической деятельности звучит на всех уровнях. В мировой экономике большой интерес уделяется производству и торговле водоемкой продукцией, появились концепции торговли «виртуальной» водой [5]. В строительной отрасли многократное использование воды в зданиях видится панацеей от рачительной статьи эксплуатационных расходов на водоснабжение и водоотведение. Для повышения водоэффективности предлагается фильтровать использованную воду из хозяйствственно-питьевого водопровода и использовать ее вторично на технические нужды.

Зеленая кровля – инновационная технология, которая совмещает в себе высокую эффективность инженерных решений, ряд экономических выгод и эстетическую привлекательность. В ряду преимуществ перед технологиями традиционной кровли стоят повышенные тепло- и звукоизоляционные свойства, существенное продление жизненного цикла кровли без ремонта, участие в водосбережении за счет абсорбции дождевых стоков и возможность использования в качестве дополнительной рекреационной зоны. Примером масштабной зеленой кровли (более 2000 м²) в России может служить здание бизнес-центра Crowne Plaza в Санкт-Петербурге.

Интеллектуализация недвижимости – совокупность инженерно-технических решений и организационных мероприятий, направленных на создание высокоэффективной системы управления зданием, максимально отвечающей потребностям пользователей и владельцев. Системы интеллектуализации обеспечивают контроль за расходом энергии (до 70 % от общего потребления), отвечают за безопасность и охрану имущества, управляют освещением, вентиляцией, работой лифтов, эскалаторов и связи [6]. Применение систем интеллектуализации характерно для крупных многофункциональных комплексов.

Все перечисленные выше группы технологий отчасти и полностью являются ресурсосберегающими, относятся лишь к современной мировой строительной практике и на сегодняшний день несут в себе инновационное содержание.

В рамках экспериментальных расчетов мы попытались разработать комплекс проектных решений по строительству объекта, отвечающего глубоким структурным потребностям мирового рынка недвижимости и концепции устойчивого развития цивилизации. Проект ориентирован на создание высоко комфортной среды обитания вкупе с максимальным ресурсосбережением в эксплуатационной фазе жизненного цикла

и оптимизацией негативного воздействия на окружающую среду. Для достижения поставленных целей проектирование осуществлялось с комплексным применением инновационных ресурсосберегающих технологий и с учетом основных тенденций «зеленого» проектирования и строительства. Среди предложенных решений, не характерных для традиционной российской строительной практики, в проекте выделяются применение инверсионной эксплуатируемой кровли с экстенсивным озеленением, использование солнечной и геотермальной энергии, многократное использование воды, интеллектуализация здания и другие инженерные решения.

Зарождающийся в России рынок «зеленых» объектов недвижимости неразрывно связан с рынком экологической сертификации, потому что признание объекта «зеленым» невозможно без проведения технико-экологического аудита на соответствие международным и национальным стандартам оценки экологической эффективности здания.

Так как проектируемый объект изначально задумывался как «зеленый», в комплексе решений нами была инициирована попытка создания новаторского подраздела, в котором дополнительно объект был оценен на соответствие российскому «зеленому» стандарту СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011 «Зеленое строительство». Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания». Предварительный технико-экологический аудит проекта был проведен в рамках рейтингования критериев проекта по соответствующим индикаторам и последующего расчета совокупного показателя S-фактора в рейтинговой системе оценки устойчивости среды обитания. В расчетах нами сделано допущение о том, что критериям, индикаторы которых на проектной стадии оценить не предоставляется возможным, будут экспертно присвоены средние или минимальные баллы из возможного диапазона значений. Результаты расчетов по проекту представлены в табл. 1.

Таблица 1
Расчет совокупной оценки S-фактора административно-офисного центра

№ п/п	Наименование критерия	Максимальный оценочный балл	Присвоенный оценочный балл	Доля категорий по максимальному оценочному баллу, %	
				Доля категорий по оценочному баллу, %	Доля категорий по присвоенному оценочному баллу, %
1	2	3	4	5	6
Максимальный общий балл в системе оценки		650	466	100	100
Категория 1 – Комфорт и качество внешней среды		70	52	10,8	11,16
1	Доступность общественного транспорта	5	5	0,77	1,07
2	Доступность объектов социально-бытовой инфраструктуры	5	5	0,77	1,07
3	Обеспеченность придомовой территории физкультурно-оздоровительными, спортивными сооружениями и т.п.	7	5	1,08	1,07
4	Озелененность территории	7	7	1,08	1,50
5	Ландшафтное орошение	5	5	0,77	1,07
6	Близость водной среды и визуальный комфорт	9	4	1,38	0,86
7	Инсоляция прилегающей территории	7	5	1,08	1,07
8	Защищенность придомовой территории от шума и инфразвука	9	5	1,38	1,07
9	Защищенность от ионизирующих и электромагнитных излучений	10	5	1,54	1,07
10	Доступность экологического транспорта	6	6	0,92	1,29
1	2	3	4	5	6
Категория 2 – Качество архитектуры и планировки объекта		60	44	9,2	9,44
11	Качество архитектурного облика здания	12	10	1,85	2,15
12	Обеспеченность здания естественным освещением	10	5	1,54	1,07
13	Озеленение здания	15	15	2,31	3,22

Продолжение таблицы 1

14	Обеспеченность полезной площадью	5	3	0,77	0,64
15	Комфортность объемно-планировочных решений	5	3	0,77	0,64
16	Размещение объектов социально-бытового назначения в здании	3	2	0,46	0,43
17	Обеспеченность стоянками для автомобилей	3	3	0,46	0,64
18	Оптимальность формы и ориентации здания	7	3	1,08	0,64
Категория 3 – Комфорт и экология внутренней среды		86	68	13,3	14,59
19	Воздушно-тепловой комфорт	20	20	3,08	4,29
20	Световой комфорт	15	10	2,31	2,15
21	Акустический комфорт	16	8	2,46	1,72
22	Защищенность помещений от накопления радона	10	5	1,54	1,07
23	Контроль и управление системами инженерного обеспечения здания	15	15	2,31	3,22
24	Контроль и управление воздушной средой	10	10	1,54	2,15
Категория 4 – Качество санитарной защиты и утилизации отходов		25	20	3,9	4,29
25	Качество санитарной защиты	15	10	2,31	2,15
26	Качество организации сбора и утилизации отходов	10	10	1,54	2,15
Категория 5 – Рациональное водопользование		40	40	6,1	8,58
27	Водоснабжение здания	10	10	1,54	2,15
28	Утилизация стоков	15	15	2,31	3,22
29	Водосберегающая арматура	15	15	2,31	3,22
Категория 6 – Энергосбережение и энергоэффективность		120	85	18,5	18,24
30	Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания	25	20	3,85	4,29
31	Расход тепловой энергии на горячее водоснабжение	20	15	3,08	3,22
32	Расход электроэнергии	55	40	8,46	8,58
33	Удельный суммарный расход первичной энергии на системы инженерного обеспечения	20	10	3,08	2,15
Категория 7 – Применение альтернативной возобновляемой энергии		60	25	9,2	5,36
34	Использование вторичных энергоресурсов	30	5	4,62	1,07
35	Использование возобновляемых энергоресурсов	30	20	4,62	4,29
Категория 8 – Экология создания, эксплуатации и утилизации объекта		64	45	9,8	9,66
36	Минимизация воздействия на экологию строительных материалов	18	10	2,77	2,15
37	Минимизация отходов при выполнении строительных работ	10	3	1,54	0,64
38	Мероприятия по защите и восстановлению внешней среды в процессе строительства	20	20	3,08	4,29
39	Минимизация воздействия от эксплуатации и утилизации здания	16	12	2,46	2,58
Категория 9 – Экономическая эффективность		65	45	10	9,66
40	Стоимость дисконтированных инвестиционных затрат	20	10	3,08	2,15
41	Стоимость годовых эксплуатационных затрат	20	20	3,08	4,29
42	Стоимость приведенных совокупных затрат по ж/ц объекта	25	15	3,85	3,22
Категория 10 – Качество подготовки и управления проектом		60	42	9,2	9,01
43	Опыт проектировщика в проектировании «зеленых» зданий	17	8	2,62	1,72
44	Опыт застройщика в строительстве «зеленых» зданий	10	5	1,54	1,07
45	Опыт управляющей компании в эксплуатации «зеленых» зданий	9	5	1,38	1,07
46	Выполнение НИР и ОКР в процессе подготовки проекта	24	24	3,69	5,15

Краткие пояснения к представленному расчету.

- Дальность пешеходного подхода до остановки составляет 102 м (до 200 м), данному критерию присвоим максимальную оценку 5 баллов.
- Общее число социально-бытовых объектов в радиусе до 800 м составляет более 20. По данному критерию присвоим оценку в 5 баллов.
- В благоустройстве территории присутствует оборудованная спортивная площадка, соответственно, критерий оценивается в 5 баллов.
- Общая площадь придомовой территории 1576 м², площадь озеленения 885,2 м². Отношение площади озелененной придомовой территории к общей площади придомовой

территории составляет 56 %, что превышает 15 %, данному критерию присвоим максимальный балл – 7 баллов.

5. Орошение территории осуществляется с применением автоматизированной системы с аккумуляторами ливнестоков, что соответствует максимальной оценке критерия в 5 баллов.

6. Естественные водные объекты на расстоянии до 500 м отсутствуют, присвоим 0 баллов. Создание на придомовой территории открытого бассейна или пруда с проточной водой не предоставляется возможным. Предусмотрено устройство фонтана, присвоим значение в 1 балл. Визуальный комфорт с учетом качественного благоустройства и устройства сквера экспертино определяется как отличный, оцениваем в 3 балла. Совокупная оценка по критерию составляет 4 балла.

7. Процент обеспеченности по действующим нормам прогнозируется в интервале 111-115 %, по данному критерию присвоим оценку в 5 баллов.

8. В рамках данного критерия определяется максимальный уровень звука L (Амакс) днем и ночью и общий уровень инфразвукового давления в октавной полосе 2-16 Гц, дБ. На стадии проектирования подобное исследование не предоставляется возможным, поэтому по данному критерию присвоим средний балл – 5 баллов.

9. Необходимо провести измерения дозиметрами-радиометрами с диапазоном измерений мощности эквивалентной дозы $0,10\text{--}1000 \text{ мк}^3/\text{ч}$ и диапазоном измерения напряженности электрического поля 0,15-10 кВ/м. На стадии проектирования подобное исследование не предоставляется возможным, поэтому по данному критерию присвоим средний балл – 5 баллов.

10. На территории присутствуют велосипедные дорожки и велосипедный паркинг. По данному критерию присвоим 6 баллов.

Совокупная рейтинговая оценка устойчивости среды обитания по группе критериев «Комфорт и качество внешней среды» составляет 52 балла.

11. Облик здания соответствует окружающей застройке и органично вписывается в ее среду, по данному индикатору – 7 баллов. Оригинальность, уникальность, новизну архитектуры и эстетическое совершенство экспертино оценим на «отлично» и присвоим средний балл – 3. Совокупная оценка по данному критерию – 7+3=10 баллов.

12. В здании присутствует вертикальное и горизонтальное естественное освещение: световой атриум и оконные проемы. Определение параметра: КЕОф/КЕОн. Для определения параметра необходимо провести натурные измерения освещенности люксметром с диапазоном 1-200000 лк с погрешностью не более $\pm 8 \%$. На стадии проектирования подобное исследование не предоставляется возможным, поэтому по данному критерию присвоим минимум – 5 баллов.

13. Доля площади озелененной крыши в общей площади кровли составляет 50 %, чему соответствует наивысшая оценка в 7 баллов. Элементы мобильного и вертикального озеленения оцениваются в 8 баллов. Совокупная оценка по критерию «озеленение здания» составит 15 баллов.

14. На стадии проектирования не предоставляется возможным проанализировать количество сотрудников организаций – потенциальных арендаторов, по данному критерию – 3 балла.

15. Высота этажа составляет 3,1 м, что оценивается в 1 балл. Коэффициент отношения ширины и глубины 60 % здания составляет 1,6, что оценивается в 2 балла. Совокупная оценка по критерию – 3 балла.

16. Т.к. количественный и качественный состав потенциальных арендаторов не определен, данному критерию присвоим средний балл – 2 балла.

17. На прилегающей территории предусмотрена парковка на 22 машино-места: 1 машино-место на 68 кв.м. Такое соотношение соответствует нормативу для офисных зданий класса «А», по данному критерию присвоим средний балл – 3 балла

18. В конструкции стены предусмотрено кирпичное заполнение 250 мм, слой утеплителя 150 мм и навесной фасад 100 мм. Для анализа фактической теплоэффективности необходимы расчеты по данным эксплуатирующей организации,

получение которых на стадии проектирования не предоставляется возможным. Присвоим балл чуть ниже среднего – 3 балла.

Совокупная рейтинговая оценка устойчивости среды обитания по группе критериев «Качество архитектуры и планировки объекта» составляет 44 балла.

19. В здании предусмотрены мероприятия оптимизации параметров микроклимата по температуре, влажности, воздухообмену с возможностью индивидуального регулирования. По данному критерию максимум – 20 баллов.

20. В рамках данного критерия оценивается степень выполнения нормативов искусственной освещенности. В здании применяется автоматическое регулирование искусственного освещения – по данному критерию присвоим совокупный балл $5+3+2=10$ баллов.

21. По данному критерию измеряется и анализируется уровень звука La и эквивалента (Аэкв.), дБА, общий уровень инфразвукового давления в октавной полосе 2-16 Гц. На стадии проектирования подобное исследование не предоставляется возможным, поэтому по данному критерию присвоим средний балл – 8 баллов.

22. В рамках данного критерия определяется и анализируется среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность дочерних продуктов радона и торона в воздухе помещений ($\text{ЭРОARn} + 4,6\text{ЭРОATh}$, Бк/м³). На стадии проектирования подобное исследование не предоставляется возможным, по данному критерию присвоим средний балл – 5 баллов.

23. Проектом предусмотрено наличие централизованной системы управления инженерно-техническим обеспечением, присвоим максимальный балл – 15 баллов.

24. Проектом предусмотрена 1 курительная на 3 этаже, во всех остальных зонах курение запрещено. Присвоим 10 баллов.

Совокупная рейтинговая оценка устойчивости среды обитания по группе критериев «Комфорт и экология внутренней среды» составляет 68 баллов.

25. В здании предусмотрены автоматизированные системы антибактериальной обработки (УФ-установки, озонирование), автоматизированные системы защиты от грызунов и насекомых для мусоропроводов, кладовых. По данному критерию присвоим 10 баллов.

26. Предусматривается организация сортировки первичных отходов – 10 баллов.

Совокупная рейтинговая оценка устойчивости среды обитания по группе критериев «Качество санитарной защиты и утилизации отходов» составляет 20 баллов.

27. В здании предусмотрено разделение водопровода на технологический и питьевой – 5 баллов. Снижение удельного потребления воды на человека в год по отношению к нормативу более чем на 20 % (планируемое снижение – на 40-50 %) 5 – баллов. Итого – 10 баллов.

28. Предусмотрено повторное использование «серых» стоков для слива в унитазах, предусмотрен сбор ливневых вод, их очистка и использование в системе технологического водопровода, предусмотрен сбор ливневых вод для полива прилегающей территории, доля оборотного водоснабжения в общем объеме водопотребления более 20 %. Итого по данному критерию: $4+5+3+3=15$ баллов.

29. Предусмотрена установка водоэффективных сантехнических приборов с диспергированием водяных струй, автоматическим управлением расходом воды, регулированием температуры воды посредством терmostатов – максимальная оценка в 15 баллов.

Совокупная рейтинговая оценка устойчивости среды обитания по группе критериев «Рациональное водопользование» составляет 40 баллов.

30. Теплоснабжение предусмотрено от существующих городских тепловых сетей в качестве резервного. В здании используется принцип рекуперации тепла земли и вытяжного воздуха, а также система энергетических свай. Значение параметра по данному индикатору в проекте 40-59 %, присвоим 20 баллов.

31. Значением параметра по данному индикатору в проекте будет 40-59 %, присвоим по данному показателю 15 баллов.

32. В объекте установлены энергопотребляющее оборудование и электротехнические изделия, имеющие маркировку не ниже двух высших классов по энергоэффективности, установлены светодиодные источники освещения, на 40-59 % снижены базовый удельный расход электроэнергии на системы инженерного

обеспечения, на освещение и на кондиционирование (из-за отсутствия активных систем кондиционирования). Итого по данному критерию: $5+5+10+10+10=40$ баллов.

33. В нашем проекте отмечается снижение базовой удельной эксплуатационной энергоемкости здания на 20-39 %, поэтому присвоим по данному критерию 10 баллов.

Совокупная рейтинговая оценка устойчивости среды обитания по группе критериев «Энергосбережение и энергоэффективность» составляет 85 баллов.

34. Доля вторичной энергии в годовом энергобалансе объекта планируется на уровне 5-9 %, поэтому присваиваем по данному критерию 5 баллов.

35. Доля возобновляемой энергии в годовом энергобалансе объекта планируется на уровне 15-20 %, поэтому присваиваем по данному критерию 20 баллов.

Совокупная рейтинговая оценка по группе критериев «Применение альтернативной возобновляемой энергии» составляет 25 баллов.

36. Доля экологически сертифицированных (маркированных) строительных материалов и конструкций, использованных при строительстве, составляет более 20 %, использовано более 35 % местных строительных материалов, отмечается применение вторичного сырья и материалов, а также изделий из сырья растительного происхождения. Итого: $4+2+2+2=10$ баллов.

37. В настоящем проекте вторичная переработка или использование отходов (стекла, стекловолокна, бетона, раствора, кирпича, дерева, черных и цветных металлов) более 30 %. Присваиваем 3 балла.

38. В проекте применяются складирование почвенного слоя с его последующим применением на участке, пылеподавление, мойка и чистка транспорта, регулируемый сток ливневых вод к единому месту сбора, очистка сточных вод, восстановление (рекультивация) участка, компенсационное озеленение в объеме более 100 % древесных насаждений, удаленных в процессе строительства. Присваиваем максимальный балл по данному критерию, 20 баллов.

39. В проекте отмечены применение эксплуатирующей организацией экологически нейтральных противогололедных реагентов, удобренний для озеленения и средств уборки, отказ от использования ртутьсодержащих ламп, наличие экологических сертификатов на инженерное оборудование, используемое в здании. Итого: $3+3+3+3=12$ баллов.

Совокупная рейтинговая оценка по группе критериев «Экология создания, эксплуатации и утилизации объекта» составляет 45 баллов.

40. Значением параметра по данному индикатору в нашем проекте будет 119-110 %, поэтому присвоим по данному показателю 10 баллов.

41. Отношение среднегодовой стоимости затрат по эксплуатации объекта (энергия, вода, обслуживание, ремонт) к аналогичным затратам по традиционному объекту-аналогу составляет < 0,80 %. Присваиваем максимальный балл по данному критерию: 20 баллов.

42. В нашем проекте доля удельных приведенных (дисконтированных) совокупных затрат по объекту к соответствующей величине по объекту-аналогу, составляет 0,85-1,0 %, присваиваем по данному критерию 15 баллов.

Совокупная рейтинговая оценка устойчивости среды обитания по группе критериев «Экономическая эффективность» составляет 45 баллов.

43-45. В рамках данных критериев оценивается опыт проектировщиков, застройщика и управляющей компании в области «зеленого» строительства. В рамках данной работы установить значения по данным критериям не предоставляется возможным. Присвоим критериям средние баллы: $8+5+5$, предполагая, что потенциальные участники проекта будут обладать достаточным опытом в области реализации «зеленых» проектов.

46. В проекте предполагаются выполнение моделирования мероприятий оптимизации энергоэффективности здания и вариантный анализ устойчивости среды обитания. Итого: $12+12=24$ балла, максимальный балл по данному критерию.

Совокупная рейтинговая оценка устойчивости среды обитания по группе критериев «Качество подготовки и управления проектом» составляет 42 балла.

Совокупная величина S-фактора для проектируемого административно-офисного центра составляет 466 (из 650) баллов. Согласно СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011

оцениваемому объекту можно присвоить класс «В» устойчивости среды обитания для общественных зданий. Таким образом, было доказано, что спроектированный объект (административно-офисный центр) может действительно называться «зеленым».

Решить поставленную правительством задачу снижения энергопотребления в России на 40 % к 2020 году невозможно ни исключительно за счет повышения теплозащиты ограждающих конструкций здания, ни за счет реновации традиционных систем климатизации. Достижение наивысшего эффекта в экономии ресурсов и создание зданий с выдающимися характеристиками возможно лишь при применении комплексного подхода к мероприятиям проектирования и строительства, начиная с выбора оптимального варианта архитектурно-планировочных решений с учетом энергетического воздействия наружного климата на здание, применения нетрадиционной энергетики и заканчивая использованием экологичных отделочных материалов и интеллектуализацией здания.

Существует целый ряд тесно взаимосвязанных проблем, препятствующих внедрению и развитию в российском строительном комплексе высоких ресурсосберегающих технологий. Острый дефицит специалистов в данной области, низкий уровень информированности и заинтересованности общества, отсутствие эффективной системы стимулов и стабильной поддержки со стороны государства, ограничения для финансирования проектов по повышению энергоэффективности и модернизации зданий – основные сложности, возникающие на пути к устойчивому развитию.

В табл. 2 представлены основные, на наш взгляд, проблемы, препятствующие развитию ресурсосберегающих технологий в строительстве в России, и предложен ряд рекомендаций, реализация которых должна способствовать решению заявленных проблем.

Таблица 2

Основные проблемы и пути их решения

Основные проблемы	Рекомендованные пути решения проблем
1. Отсутствие эффективной системы мотиваций и стимулов со стороны государства	1.1. Лоббирование проектирования и строительства в рамках мировых «зеленых» стандартов (LEED, BREEAM, DGNB), национальных (СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011, ГОСТ Р 54964-2012) и региональных стандартов экодевелопмента. 1.2. Разработка новых регламентов и нормативов по ряду направлений, реформирование СНиПов с ориентацией на зарубежные стандарты энергоэффективного и экологического строительства. 1.3. Внедрение практики определения (присвоения) класса энергетической эффективности здания: установление нормативных значений и слежение за соответствием им. 1.4. Регулярный обязательный энергетический аудит недвижимости. 1.5. Установление стандартов ежегодной отчетности о расходах энергоресурсов для предприятий и управляющих компаний.
2. Ограничения и сложности финансирования проектов повышения энергоэффективности зданий и сооружений	2.1. Предоставление специализированных гибких кредитных линий для реализации проектов по повышению энергоэффективности и использованию возобновляемых источников энергии коммерческими и государственными банками. 2.2. Возмещение государством части затрат на уплату процентов по кредитам для проектов по энергоэффективности. 2.3. Предоставление амортизационных льгот для энергоэффективного оборудования. 2.4. Грантовая поддержка на региональном уровне на установку в жилых домах инновационных приборов учета (внедрение приборов поквартирного учета фактического теплопотребления). 2.5. Поддержка на федеральном уровне в виде специальных льготных программ и дотаций для малого и среднего бизнеса.

Продолжение таблицы 2

<p>3. Дефицит специалистов в области экологического строительства</p>	<p>3.1. Создание образовательного кластера в отрасли экологического строительства. 3.2. Распространение зарубежного и отечественного опыта среди преподавателей и студентов. 3.3. Введение в классическом строительном университете новейших дисциплин, отвечающих глубоким структурным потребностям и новым веяниям рынка строительной отрасли. 3.4. Комплексный подход к проектированию: идея групповой работы. Архитекторы, инженеры, подрядчики и поставщики должны перестать работать изолированно друг от друга, всего лишь последовательно передавая выполненную часть работы.</p>
<p>4. Отсутствие заинтересованности и информированности общества</p>	<p>4.1. Проведение информационной компании среди населения о прямой экономической выгоде учета и сбережения энергетических ресурсов. 4.2. Распространение информации среди действующих специалистов строительной отрасли о широком блоке экономических и экологических выгод внедрения инновационных ресурсосберегающих технологий.</p>

Следует отметить, что сегодня в различных регионах есть немало организаций, продвигающих ресурсосберегающие технологии и в целом ориентированных на проектирование в рамках стандартов «зеленого» строительства, однако их деятельность слабо скоординирована. Без системного подхода прогресс в этой области не может быть значительным: для достижения наилучшего результата необходимо создание системы четких взаимодействий между структурами государства, науки, образования, бизнеса и некоммерческих партнерств.

Список библиографических ссылок

1. Сиразетдинов Р.М. Основные направления повышения уровня доступности жилья в рамках инновационной жилищной политики // Российское предпринимательство, 2011, № 9 (выпуск 1). – С. 169-175.
2. Табунщиков Ю.А. Воплощение инженерных идей // Здания высоких технологий, 2012, № 1 (1). – С. 15-24.
3. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2002. – 194 с.
4. Загидуллина Г.М., Клещева О.А. Развитие инновационной инфраструктуры инвестиционно-строительного комплекса // Известия КГАСУ, 2011, № 2 (16). – С. 271-277.
5. Перелет Р.А. Дефицит водных ресурсов и экономика водоэффективности // Рациональное природопользование: международные программы, российский и зарубежный опыт / Под ред. Г.В. Сдаюк. – М.: Товарищество научных знаний КМК, 2010. – С. 168-181.
6. Аверьянов В.К., Миткевич О.А. Интеллектуализация зданий. Основные направления и проблемы // Стройпрофиль, 2004, № 07. – С. 14-16.

Sirazetdinov R.M. – doctor of economical sciences, associate professor

E-mail: rustem.m.s_1999@mail.ru

Mavlyutova A.R. – student

E-mail: amavliutova@mail.ru

Nizamova I.R. – post-graduate student

E-mail: Idelya@list.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

The introduction of innovative resource-saving technologies in the construction industry

Resume

Globally, the construction of a large number of properties, designed and built in line with the concepts of energy efficient and environmentally friendly technologies.

In Russian segment gradually formed a «green» building, started the process of accumulation of experience in the design and construction of buildings and integrated development through innovative resource-saving technologies.

Among the trends and technologies that characterize modern building practice in the concept of resource, cost of computer mathematical modeling of the building as a unified energy system, space-planning solutions with the maximum use of natural insulation unique engineering solutions for energy supply of the building, the cyclical use of water, green roof and intellectualization in building.

Reduce energy consumption in Russia by 40 % by 2020 is not possible or by increasing the thermal performance envelope or through the renovation of traditional air conditioning systems. Achieving the highest effect in the economy of resources is possible only with an integrated approach to the design and construction activities.

The development of resource-saving technologies in Russian construction sector is limited to social, political and economic factors. This is an acute shortage of specialists, a low level of awareness and interest of the public, the lack of an effective system of incentives from the state, restrictions on financing energy efficiency projects. This paper proposes a number of recommendations to address the identified problems.

Keywords: resource conservation, innovative technology, energy efficiency, «green» building.

Reference list

1. Sirazetdinov R.M. The main directions of improving housing affordability in the innovative housing policy // Russian Entrepreneurship, 2011, № 9 (Issue 1). – P. 169-175.
2. Tabunschikov J.A. The embodiment of engineering ideas // Buildings of high technology, 2012, № 1 (1). – P. 15-24.
3. Tabunschikov J.A., Brodach M.M. Mathematical modeling and optimization of the thermal performance of buildings. – M.: AVOK PRESS, 2002. – 194 p.
4. Zagidullina G.M., Kleshcheva O.A. The development of innovation infrastructure of investment-building complex// News of the KSUAE, 2011, № 2 (16). – P. 271-277.
5. Perelet R.A. Scarcity of water resources and water efficiency economy // Environmental management: international programs, Russian and foreign experience / Ed. GV Sdasyuk. – M.: KMK Scientific Knowledge Partnership, 2010. – P. 168-181.
6. Averianov V.K., Mitkevich O.A. Intellectual buildings. Main trends and challenges // Stroyprofil, 2004, № 07. – P. 14-16.

УДК 338.465.2

Туишин Ш.М. – кандидат технических наук, доцент

Низамова А.Ш. – кандидат экономических наук, ассистент

E-mail: kazan2@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Роль венчурного капитала в инновационном бизнесе

Аннотация

В статье исследуются наиболее приемлемые способы финансирования инновационных проектов. Автор рассматривает различные подходы к решению данной задачи, выявляет имеющиеся сложности и задачи. Автор доказывает, что в современных условиях наиболее эффективной формой финансирования инновационного проекта является использование венчурного капитала. В статье проанализированы условия, необходимые и достаточные для эффективного использования венчурного капитала в инновационной экономике.

Ключевые слова: инновация, финансирование инноваций, венчурный капитал.

В условиях стремительного инновационного развития мировой экономики, перевод отечественной экономики на инновационный путь развития приобретает все большую актуальность.

Ежегодные рейтинговые агентства анализируют инновационную активность различных стран. В соответствии с рейтингом «Глобальный индекс инноваций-2013», Россия потеряла 11 позиций по сравнению с предыдущим годом и заняла 62 место из 142 стран мира, расположившись между Иорданией и Мексикой [11]. Китай, который конкурирует с Россией во многих сферах, опередил своего оппонента, заняв 35-ю строчку рейтинга.

По данным Государственного статистического управления КНР, в 2012 году Китай инвестировал в НИОКР 165,97 млрд. долларов или 1,84 % от суммарного ВВП [11]. Большая доля научных разработок и внедрение инновационных проектов приходится на сектор Research & Development (исследования и разработки), лидерами которого являются технологические корпорации (Toyota, Microsoft, Intel, Samsung), главный интерес которых – повышение качества и спроса на собственную продукцию.

В России расходы на НИОКР, согласно Росстату, за 2012 году составили 1,68 % ВВП. Государство вложило порядка 0,56 % ВВП, остальное финансировалось при помощи частных инвестиций. За десять лет доля государства в финансировании инновационных разработок не сильно выросла: в 2003 году из бюджета было выделено 0,31 % ВВП на научно-практические разработки. При этом исследование Высшей школы экономики и Росстата показало, что инновациями занимаются лишь небольшая часть российских предприятий, их доля в 2012 году составила 8,9 % российских предприятий. В Европе данный показатель колеблется от 30-50 % [11].

Инновация – это новая идея, полученная в результате научно-технических изысканий, выраженная в новой технологии, нового способа организации и управлением производством, получившая практическое применение на производстве.

Источниками финансирования инновационной деятельности в частном секторе могут быть промышленные предприятия, малый и средний инновационный бизнес, финансово-промышленные группы, инвестиционные и инновационные фонды, а со стороны государственного сектора – органы местного управления и другие. Следует отметить, что в странах Западной Европы и США структура финансирования инновационной деятельности состоит из равных частей: государственного сектора и частного бизнеса. В отечественной экономике частный капитал занимает большую долю, а государство активно участвует в регулировании инновационной деятельности при помощи субсидий, целевых программ и т.д.

На сегодняшний день, инновационной деятельность в России находится в стадии формирования. Объем частного капитала крайне мал: сами предприятия нехотя инвестируют средства в научно-техническую деятельность, государственное финансирование также ограничено.

На практике инвестиционная деятельность классифицируется на три большие группы:

1) Дефицитное финансирование, основным получателем заемных средств является Правительство РФ и в качестве преимущества данного финансирования можно отметить регулирование и контроль государства за поступлениями внутренних, внешних инвестиций. Сложность использования дефицитного финансирования заключается в следующих аспектах: нецелевой характер финансирования, рост внешних и внутренних заимствований, увеличение расходной части бюджета.

2) Акционерное финансирование, в качестве инвесторов выступают коммерческие банки и институциональные инвесторы. Достоинствами данного метода являются:

а) средства предоставляются на постоянной основе в виде собственного капитала. Организация дивиденды не платит. Привилегированные акции, как правило, имеют дивиденды: кумулятивные – дивиденды могут накапливаться до установленного времени и некумулятивные (дивиденд пропадает по истечению установленного периода);

б) при первичном размещении акции может появиться эмиссионный доход;

в) происходит увеличения уставного и добавочного капитала, тем самым увеличивается собственный капитал и финансовый рычаг;

г) превращение фирмы в ОАО, особенно в результате IPO, приводит к росту узнаваемости фирмы и увеличения её престижа.

Несмотря на большое количество позитивных моментов, недостатков тоже немало:

- появление дополнительных значительных расходов на: составление и регистрацию проспекта эмиссии, оплату услуг финансового консультанта, биржи, андеррайтеров, регистратора, депозитария, оценщика;

- непредсказуемость результатов эмиссии;

- необходимость постоянного отслеживания биржевых котировок акций.

3) Проектное финансирование является целевым финансированием под определенный инвестиционный или инновационный проект. Положительной стороной является возможность корректировки условий реализации проекта на всех этапах. В качестве отрицательных моментов можно отметить: зависимость от инвестиционного климата, высокий уровень кредитных рисков, неустойчивое законодательство по вопросам инновационной деятельности и строгий налоговый режим.

В соответствии с классификацией, на наш взгляд, оптимальными формами финансирования инновационных проектов являются акционерное и проектное финансирование.

Приоритетное финансирование получают проекты, отвечающие высоким стандартам качества, конкурентоспособности и спроса. Успеха достигают те проекты, которые рассчитаны на выпуск продукции, направленной на достаточно емкий и проверенный рынок [7].

Особая роль в реализации инновационных проектов, а конкретнее – в финансировании проектов отводится венчурному бизнесу. Венчурный (или рисковый) капитал представляет собой участие венчурной компании в акционерном капитале компании с целью возвращения затраченных инвестиций с дополнительным приростом, по истечению определенного периода времени [7]. Венчурные фирмы специализируются на инвестировании в новые компании и в предприятия на стадии роста, особым интересом со стороны венчурного бизнеса пользуются инновационные проекты.

В настоящее время в России появляются все предпосылки для продуктивного использования венчурного капитала: большое количество инновационных проектов, поток иностранных инвестиций в развитие науки и техники, государственная поддержка квалифицированного кадрового состава.

Столет отметить, что вопрос кадрового состава стоит достаточно остро. Для успешного функционирования венчурных фондов необходимо появление профессиональных инвесторов. Однако пока число профессиональных инвестиционных

команд крайне небольшое. Некоторые специалисты пришли в венчурный бизнес из private equity (частных) фондов, работающих на более поздних стадиях реализации проекта с высокой коммерческой отдачей.

Другие инвесторы пришли в венчурный бизнес из предпринимателей, но таких тоже не очень много. Пока в России предпринимателей, если сравнивать со странами ближнего зарубежья, немного. Тем не менее, сейчас прослеживается положительная тенденция – престижность профессии предпринимателя растет. Как и профессии технологического предпринимателя – появились яркие представители российских успешных предпринимателей (Сергей Белоусов, Давида Ян, Евгений Касперский и др.). Они смогли заработать большие капиталы, используя исключительно свой ум и хватку, в отличие от большинства предпринимателей, работающих по принципу: купить дешевле, дороже продать.

Кроме того, появляющиеся технопарки и бизнес-инкубаторы активно участвуют в популяризации технологического предпринимательства. В Республике Татарстан также готовится площадка для технологического предпринимательства: «Смарт Сити Казань» – проект создания нового городского пространства, основная цель которого – стимулирование развития высокотехнологичных отраслей экономики при помощи поддержки образовательного и научно-исследовательского кластера. Преимущества проекта – это развитая городская инфраструктура и крупный научно-исследовательский комплекс «под одной крышей».

Помимо дефицита инвесторов наблюдается дефицит специалистов в области информационных технологий и прежде всего в области разработки программного обеспечения. Спрос на таких специалистов вырос намного быстрее, чем соответствующее предложение со стороны университетов и вузов. Данную проблему решают путем использования зарубежных специалистов, однако в долгосрочной перспективе планируется «воспитание» своих кадров.

На венчурном рынке, на данный момент, можно выделить три типа людей – инженеров, которые в качестве конкурентного преимущества обладают какими-либо технологическими компетенциями или наработками, предпринимателей и стартаперов. Последние не обладают ни инженерными, ни предпринимательскими навыками и пришли в венчурный бизнес по веянию моды. Поэтому важна инженерная, бизнесовая или предпринимательская экспертиза. То есть у хорошего инженера или профессионального предпринимателя больше шансов добиться успеха. Просто потому, что, даже обладая сравнимой идеей, малоопытный стартапер будет медленнее действовать.

Несмотря на это, можно констатировать сильное отставание российской экономики от зарубежных стран на предмет использования венчурного капитала.

К причинам, тормозящим использование венчурного капитала, можно отнести следующие:

1. Нехватка менеджеров для управления компаниями-реципиентами.
2. Сложность в составлении бизнес-плана по инновационному проекту, и как следствие, неясность в достаточности финансирования на разработку и продвижение продукта.
3. Отличные от западных коллег схемы ведения бизнеса и организации финансовых потоков, что заставляет усомниться в прозрачности ведения бизнеса в России.
4. Неразвитость информационных платформ, где потенциальный инвестор может получить информацию об инновационном проекте.
5. Несовместимость, до недавнего времени, российских и западных стандартов учета. Благодаря вышедшим недавно регламентирующими актам, направленных на сближение систем и методов учета, данная проблема отходит на задний план.
6. Законодательно «венчурное инвестирование» не определено, по причине отсутствия актов, нормативно-правовых документов, регламентирующих деятельность венчурных фондов.

В итоге основная роль в российском венчурном бизнесе принадлежит иностранному капиталу, в то время как российский капитал оседает на зарубежных счетах. Такая пассивность российского капитала вызывает настороженность иностранных инвесторов, только некоторые из них готовы идти на риск, вкладывая средства в российские инновационные проекты.

Стоит отметить, что венчурные фонды – это организации, работающие исключительно с инновационными проектами, заинтересованные в доведении инновационной идеи до реализации её на производстве.

Инновационная направленность российской экономики ориентирует внимание исследователей на проблемы и перспективы венчурного инвестирования в вопросах финансирования инноваций на всех стадиях: возникновения идеи, разработки нового продукта, производственного освоения, получение дохода от использования идеи.

По нашему мнению, венчурное предпринимательство должно быть приоритетным направлением государственной инновационной политики. С его помощью должны формироваться предпосылки активизации инновационной деятельности российских компаний и повышение конкурентоспособности отечественной промышленности.

Согласно мировому опыту, основными потребителями венчурного капитала являются малые и средние предприятия. К малым и средним организациям инновационной сферы можно отнести [2, с. 110]:

- Венчурные организации – малые технологические организации, осуществляющие финансирование исследований, разработок и опытное производство новой продукции;
- Малые инновационные организации, выступающие в качестве связующего звена между наукой и производством;
- Средние инновационные организации, имеющие несколько вариантов инвестиционных стратегий.

На российском рынке наибольшую популярность получили малые и средние инновационные организации, чаще всего, их организовывают работники научно-исследовательских институтов. Однако, все больше ученых приходят к мнению о необходимости создания венчурных организаций, решающих основной вопрос реализации проекта – финансирования.

Таким образом, при всем многообразии венчурных форм, венчурный бизнес в России только начинает развиваться, однако иностранные предприятия опасаются взаимодействия с российским бизнесом по многим причинам: из-за распространенной модели по извлечению быстрой прибыли; нарастающего оттока капитала; плохо налаженной связи между наукой и инновациями; отсутствия управленческих кадров, знающих специфику инновационной отрасли; приоритет государства направлен не на инвестиции в науку и образование, а на социальные и военные расходы.

Список библиографических ссылок

1. Асаул А.Н. Модернизация экономики на основе технологических инноваций – СПб.: АНО «ИПЭВ», 2008. – 606 с.
2. Багратян Г.А., Кравченко И.С. Инновации и экономический рост: проблемы измерения // Инновации, 2009, № 8.– С. 59-61.
3. Гареев Д.А. Проблемы развития новых институциональных форм отношений в инновационной деятельности в РФ // Экономическое возрождение России, 2009, № 3 (21). – С. 52-58.
4. Гареев И.Ф., Казаков В.А., Сарваров Р.И, Сиразетдинов Р.М. Инновационные формы финансирования жилищного строительства // Региональная Экономика: Теория и практика, 2010, № 10. – С. 62-65.
5. Загидуллина Г.М., Файзуллин И.Э., Боровских О.Н., Чугунова Ю.В. Инвестиционная стратегия развития предприятия: Учебное пособие. – Казань: КГАСУ, 2009. – 221 с.
6. Кристофодис К., Дебанде О. Финансирование инновационных предприятий при помощи венчурного капитала: Отчет Европейского инвестиционного банка. США, 2001. – 81 с.
7. Низамова А.Ш. Специфика инновационной деятельности в сфере строительного производства (на примере Республики Татарстан) // Вестник экономики, права и социологии. – Казань, 2011, № 1. – С. 58-60.
8. Санто Б. Инновация как средство экономического развития. – М.: Прогресс, 1990. – 295 с.
9. Фатхутдинов Р.А. Инновационный менеджмент: Учебник для вузов. 5-е изд. – СПб.: Питер, 2005. – 447 с.

10. Стратегия развития научной и инновационной деятельности в Республике Татарстан до 2015 года. Постановление Кабинета Министров Республики Татарстан от 14.04.2008, № 220.
11. Исследование inseed: глобальный индекс инноваций 2013 года // GTMARKET.RU: экспертно-аналитический журнал Центра гуманитарных технологий. 2013. 1 июля. URL: <http://gtmarket.ru/news/2013/07/01/6051> (дата обращения: 30.10.2013).

Tuishev Sh.M. – candidate of technical sciences, associate professor

Nizamova A.Sh. – candidate of economical sciences, assistant

E-mail: kazan2@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

The role of venture capital in innovative business

Resume

The article refers to the problems of financing in innovation economy. The author proves that in modern environment the most effective form of developing innovative project is venture capital.

Venture capital is a specific type of finance well suited to the requirements of new technology based firms. The combination or research and development, intangible assets, negative earnings, uncertain prospects and absence of a proven track record, which are characteristic of start-up and pre-commercial initiatives, leads to an unacceptably high perception of risk for conventional financial institutions and debt financing. Venture capital addresses the consequent financing gap through equity participation.

Venture capital can be seen to consist of a demand and supply cycle. The former represents the demand for capital for the creation and growth of companies – by implication SMEs. The cycle starts with the necessity for seed capital, to fund an initial idea or basic research. Similarly, venture capital firms can be viewed as representative of the supply cycle, starting with the creation of a venture capital fund, typically having a 10-year life span, raising the necessary funds from capital providers and marketing, investing the fund in «investee» initiatives and companies over 2-3 years. The cycle renews itself with the venture capital firm launching a new fund.

Keywords: innovations, financial development of the innovational project, venture capital.

Reference list

1. Asaul A.N. Modernization economy based on technological innovation. – Spb.: ANO «IPEB», 2008. – 606 p.
2. Bagratyan G.A., Kravchenko I.S. Innovation and economic growth: measurement problems // Innovation, 2009, № 8. – P. 59-61.
3. Gareev D.A. Problems of development in new forms of institutional relations in innovation activity in Russia // Russia's economic recovery, 2009, № 3 (21). – P. 52-58.
4. Gareev I.F., Kazakov V.A., Sarvarov R.I., Sirazetdinov R.M. Innovation forms of financing housing construction // Regional economics: Theory and practice, 2010, № 10. – P. 62-65.
5. Zagidullina G.M., Fayzullin I.E., Borovskikh O.N., Chugunova U.V. Investment strategy developing enterprises: Studies. – Kazan: KSUAE, 2009. – 221 p.
6. Christofidis C., Debande O. Financing innovative firms through venture capital: Annual report of European investment bank. USA, 2001. – 81 p.
7. Nizamova A.Sh. The specificity of innovation in construction industry (Republic of Tatarstan) // Vestnik ekonomiki, prava i sociologii. – Kazan, 2011, № 1. – P. 58-60.
8. Santo B. Innovation as the tool of economic development. – M.: Progress, 1990. – 295 p.
9. Fathutdinov R.A. Innovation management: Studies. The grant for high schools. 5th edition. – Spb.: Piter, 2005. – 447 p.
10. The development strategy of research and innovation activities in the Republic of Tatarstan, 2015. Resolution of the Cabinet of Ministers of the Republic of Tatarstan from 14.04.2008, № 220.
11. Inseed research: global innovation index 2013 // GTMARKET.RU:expert-analytical journal Center for Humanitarian Technologies, 2013, 1 july. URL: <http://gtmarket.ru/news/2013/07/01/6051> (reference date: 30.10.2013).

УДК 336.717

Харисова Г.М. – доктор экономических наук, доцент

E-mail: rida@mail.ru

Хабибуллина Л.В. – аспирант

E-mail: lara_hab@mail.ru

Казанский Государственный Архитектурно-строительный университет

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

Внедрение долгосрочного тарифного регулирования в коммунальном комплексе Республики Татарстан

Аннотация

В связи с ростом глобальной финансовой и экономической неопределенности у организаций коммунальной сферы возникают дополнительные риски, связанные с формированием программ развития инвестиционной привлекательности. Оптимальное развитие роста естественных монополий должно соответствовать сценарным параметрам, определенным Прогнозами социально-экономического развития Российской Федерации, гибко сочетая задачи опережающего развития инфраструктуры и эффективного распределения ресурсов.

Данная статья посвящена инновациям в тарифном регулировании коммунального комплекса, выраженным в применении долгосрочных тарифов, которые благоприятно отразятся на инвестиционной привлекательности регулируемых организаций за счет уменьшения неопределенности.

Ключевые слова: тарифное регулирование, метод доходности инвестированного капитала, тарифы организаций коммунальной сферы, инвестиционная привлекательность.

Предпосылками для перехода на регулирование тарифов методом доходности инвестированного капитала (RAB) может служить:

- наличие дефицита источников финансирования инвестиционной программы, сформированной исходя из потребности в обновлении основных фондов;
- переход на регулирование методом доходности инвестированного капитала создает возможность привлечения значительного объема инвестиций для расширения и модернизации инфраструктуры;
- компании в системе RAB получают гарантированный возврат инвестиций и доход на инвестированный капитал, достаточный для обслуживания кредитов и получения прибыли.

С точки зрения потребителей достоинством системы RAB является повышение надежности энергоснабжения и качества предоставляемых услуг за счет инвестиций, при этом с точки зрения потребителя можно выделить и негативный момент отсутствие учета социальной направленности коммунальных услуг.

В теории метод доходности инвестированного капитала по сравнению с другими применяемыми на практике методами тарифного регулирования, имеет следующие преимущества:

Для организаций коммунальной сферы:

1. Отсутствие дефицита источников финансирования инвестиционной программы, сформированной исходя из потребности в обновлении основных фондов.
2. Получение гарантированного возврата инвестиций и дохода на инвестированный капитал, достаточный для обслуживания кредитов и получения прибыли.

Справочно: инвестированный капитал, состоит из двух частей:

- первоначальная база капитала – стоимость активов организации на момент введения RAB посчитанная независимым аудитором;
 - новый инвестированный капитал – стоимость инвестиционной программы осуществляющей сетевой компанией.
3. Данный результат обеспечивается за счет того, что необходимая валовая выручка

организации принимается регулятором такой, чтобы акционерам и инвесторам постепенно вернулся весь инвестированный капитал (новый и первоначальный). Кроме того, на инвестированный капитал начисляется доход, средства, на выплату которого так же закладываются в необходимую валовую выручку.

4. Возможность растянуть возврат инвестированных средств на долгое время в срок до 35 лет.

Отличие метода доходности инвестированного капитала от применяемых в настоящее время методов долгосрочной индексации необходимой валовой выручки приведены в таблице.

Таблица

**Отличия метода доходности инвестированного капитала
от метода долгосрочной индексации**

Параметры регулирования	RAB-регулирование	Метод долгосрочной индексации
Тариф утверждается	На 5 лет с возможностью ежегодной корректировки	На 5 лет с возможностью ежегодной корректировки
База	Базируется на регулировании будущих затрат, базе инвестированного капитала и установленной норме доходности	Базируется на регулировании будущих затрат и прибыли на капитальные вложения
Стимулирование	Снижение затрат, поддержание надежности коммунальной инфраструктуры за счет привлечения внешних инвестиций	Снижение затрат, поддержание надежности коммунальной инфраструктуры за счет роста тарифов
Порядок включения инвестиционных средств	Инвестиционные расходы включаются в базу инвестированного капитала и учитываются в тарифе в течение 35 лет	Учитываются средства из прибыли и амортизационные отчисления на реализацию инвестиционных программ в размере 7-12 % от необходимой валовой выручки

Для перехода на RAB регулирование необходимо:

1. провести переоценку основных средств, так как размер инвестированного капитала устанавливается регулирующими органами с учетом результатов независимой оценки стоимости активов регулируемой организации;

2. организовать ведение «регуляторного» учета активов компании и инвестированного капитала. Регуляторный учет ведется раздельно от учета стоимости активов организации, включая бухгалтерский и налоговый учет;

3. разработать и согласовать в установленном порядке схемы теплоснабжения, водоснабжения и водоотведения, инвестиционные программы на период регулирования, который будет определен;

4. определить эффективные источники первичного финансирования расходов по инвестиционным проектам, так как инвестиции осуществляются сразу, а возврат инвестированного капитала – в течении длительного периода времени;

5. привлечь заемные средства на ликвидацию кассовых разрывов, поскольку суммы возврата инвестированного капитала и дохода на инвестированный капитал в период реализации инвестиционной программы меньше расходов на капитальные вложения;

6. обязательное согласование применения метода RAB с Федеральной службой по тарифам.

В теплоснабжении метод RAB применяется при выполнении ряда условий:

для организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности в сфере теплоснабжения в городах с населением более 500 тыс. человек и в городах, являющихся административными центрами субъектов Российской Федерации, и соблюдается хотя бы одно из следующих условий:

– регулируемая организация владеет на праве собственности или на ином законном основании источниками тепловой энергии, производящими тепловую энергию

- (мощность) в режиме комбинированной выработки электрической и тепловой энергии;
- регулируемая организация владеет производственными объектами на основании концессионного соглашения;
 - установленная тепловая мощность источников, которыми регулируемая организация владеет на праве собственности или на ином законном основании, составляет не менее 10 Гкал/ч;
 - протяженность тепловых сетей, которыми регулируемая организация владеет на праве собственности или на ином законном основании, составляет не менее 50 км в 2-трубном исчислении.

В водоснабжении метод RAB применяется при выполнении ряда условий:

- протяженность водопроводных сетей превышает 10 процентов суммарной протяженности сетей в централизованной системе;
- для организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности в сфере водоснабжения в городах с населением более 500 тыс. человек и городах, являющихся административными центрами субъектов Российской Федерации.

Пилотный проект по внедрению метода RAB в сфере теплоснабжения по субъектам Российской Федерации существует в Свердловской области при утверждении тарифа на услуги по передаче тепловой энергии для ООО «Свердловская теплоснабжающая компания». В сфере водоснабжения метод RAB в России практического применения не нашел.

В целях оценки целесообразности перехода организации коммунальной сферы к регулированию тарифов с применением метода доходности инвестированного капитала сформируем прогнозную модель формирования необходимой валовой выручки на примере теплоснабжающей организации Республики Татарстан методом RAB и методом долгосрочной индексации и прогнозный расчет тарифов на тепловую энергию с использованием указанных методов.

Сценарными условиями, применяемыми организацией для расчета тарифов на тепловой энергию методом RAB, являются:

1. 1 год перехода на RAB – 2014 год.
2. первый долгосрочный период регулирования на RAB – 3 года.
3. индексы – дефляторы, применим согласно Прогнозу социально-экономического развития Российской Федерации на 2013 г. в плановый период 2014-2015 гг.
4. прогноз стоимости активов компании принят на основании расчетов переоценки стоимости основных средств компании, выполненных экспертной организацией, где первоначальная стоимость капитала на 01.01.2013 – 4413,6 млн. руб., остаточная стоимость – 35,4 млн. руб.
5. срок возврата инвестированного капитала – 20 лет.
6. доходность собственного капитала соответствует средней доходности долгосрочных государственных обязательств в размере 8,5 % расчетах применена безрисковая ставка на уровне ставки Центробанка.
7. чистый оборотный капитал учтен в размере 5 % от товарной выручки предыдущего года (в соответствии с законодательством от 2 до 8 %).
8. индекс эффективности операционных расходов – 1 % на каждый год долгосрочного периода регулирования.
9. эластичность операционных расходов – 0,75 на каждый год долгосрочного периода регулирования.
10. прирост условных единиц учтен на уровне 1 % в год.
11. размер инвестиционной программы на 2013 год учтен в размере тарифных средств (амortизация плюс инвестиционная составляющая как 7 % от необходимой валовой выручки).
12. прирост амортизации исходя из объема инвестиций предыдущего года с учетом нормы амортизации в размере 7 %.

Прогнозный расчет долгосрочного тарифа на тепловую энергию методом RAB показал, что рост тарифа на тепловую энергию в первый год долгосрочного периода регулирования при переходе на RAB вырастет ориентировочно на 10 %, при этом при методе индексации рост тарифа прогнозируется на уровне 4 %.

При регулировании на следующий период (5 лет) рост тарифов с применением указанных методов пересечется в определенный год и тарифы, рассчитанные методом индексации, будут увеличиваться быстрее. Это обусловлено тем, что метод RAB предполагает значительный рост в основном в первом периоде года регулирования в дальнейшем ситуация по росту стабилизируется.

Динамика роста тарифов на тепловую энергию при применении долгосрочных методов тарифного регулирования

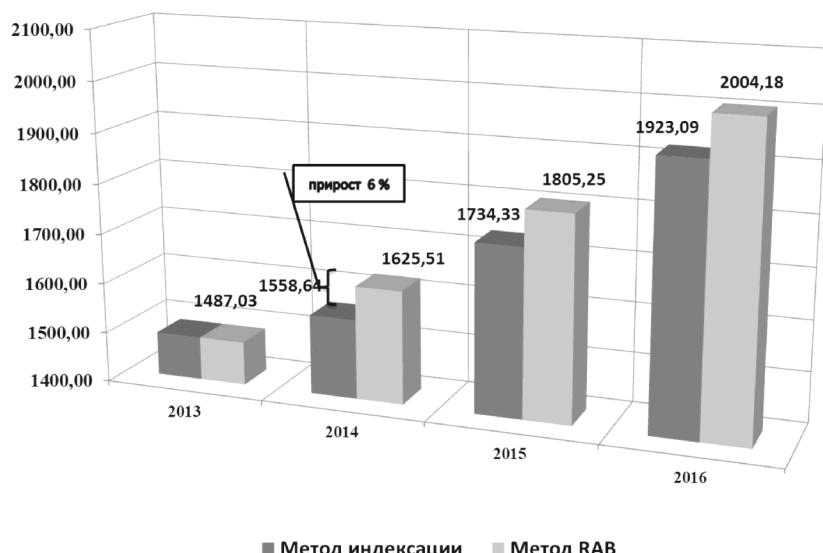


Рис. Динамика роста тарифов на тепловую энергию при применении долгосрочных методов тарифного регулирования

По итогам проведенного анализа можно выделить основные различия между двумя методами регулирования:

- при методе индексации необходимая валовая выручка организации увеличивается на сумму амортизационных отчислений и прибыли на развитие производства, предусмотренных инвестиционными программами;
- при методе RAB необходимая валовая выручка исключает амортизационные отчисления и прибыль на развитие производства, при этом предусматривается доход на инвестированный капитал и возврат инвестированного капитала в течение всего периода регулирования.

Опыт регулирования тарифов методом доходности инвестированного капитала сетевых и теплоснабжающих компаний показал, что региональные регулирующие органы по итогам регулирования предыдущего года пересматривают долгосрочные параметры и уменьшают размер инвестированного капитала сетевых и теплоснабжающих организаций до 34 %.

При анализе полученных результатов можно сделать вывод о том, что при методе RAB тарифы на первый год долгосрочного периода будут увеличиваться более интенсивно, чем при методе индексации, далее рост тарифов идет более планомерно при использовании двух методов регулирования.

С целью подведения итогов экспертным путем сформированы преимущества и недостатки двух рассматриваемых методов регулирования:

К положительным сторонам RAB регулирования следует отнести:

1. отсутствие законодательных ограничений по максимальному размеру привлекаемых заемов и кредитов. Данное ограничение установлено при регулировании методом долгосрочной индексации – расходы на финансирование капитальных вложений из прибыли с учетом возврата заемных средств не могут превышать 7 % от необходимой валовой выручки.

2. значительная возможность увеличения стоимости активов компании в случае согласования стоимости регулирующим органом. При методе долгосрочной индексации

увеличение стоимости активов компании возможно только в рамках тарифных средств: амортизация и инвестиционная составляющая в размере 7 % необходимой валовой выручки.

К отрицательным сторонам RAB регулирования следует отнести:

1. законодательством установлены ограничения по минимальному размеру заемных средств в методе RAB (не менее 25 % от размера инвестированного капитала). Данное ограничение отсутствует в методе долгосрочной индексации.

2. при регулировании тарифов методом RAB требуется организация дополнительного вида учета – регуляторного, кроме бухгалтерского, налогового и управленческого.

3. законодательная база в сфере тарифообразования меняется регулярно, однако в части регулирования тарифов методом доходности инвестированного капитала она изменяется в сторону увеличения ограничений по всем параметрам.

4. при переходе к регулированию тарифов методом RAB требуется многоступенчатое согласование долгосрочных параметров (на уровне региона и на федеральном уровне). При регулировании методом долгосрочной индексации долгосрочные параметры устанавливаются на уровне региона и не требуют согласования в Федеральной службе по тарифам.

5. ограничение по росту тарифа действует при регулировании любым методом.

В заключение проведенного анализа отметим, что применение метода RAB в сферах теплоснабжения и водоснабжения целесообразно применять только при наличии стабильной долгосрочной тарифной политики, принимаемой на всех уровнях власти, что позволит реализовать реальные проекты по улучшению коммунальной инфраструктуры с привлечением механизмов частного партнерства.

Список библиографических ссылок

1. О теплоснабжении: Федеральный закон от 27.07.2010, № 190-ФЗ.
2. О водоснабжении и водоотведении: Федеральный закон от 07.12.2011, № 416-ФЗ.
3. О ценообразовании в сфере теплоснабжения: Постановление Правительства Российской Федерации от 22.10.2012, № 1075.
4. О государственном регулировании тарифов в сфере водоснабжения и водоотведения: Постановление Правительства Российской Федерации от 13.05.2013, № 406.
5. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на 2013 г. в плановый период 2014-2015 гг. URL: www.economy.gov.ru. (дата обращения 23.04.2013).

Kharisova G.M. – doctor of economical sciences, associate professor

E-mail: rida@mail.ru

Khabibullina L.V. – post-graduate student

E-mail: lara_hab@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

The introduction of long-term tariff regulation in the utilities sector of the Republic of Tatarstan

Resume

Due to the growth of the global financial and economic uncertainty in organizations utilities there are additional risks associated with the formation programs of investment attractiveness. The optimum growth development of natural monopolies should correspond to the scenario parameters determined by the socio-economic development of the Russian Federation, the task flexibly combining advanced development of infrastructure and the efficient allocation of resources. Synchronization and Optimization infrastructure development must be coordinated at all levels of government in accordance with the principle of proportionality, the scale of adjustment.

Application of the tariff regulation of the return on invested capital will allow organizations to utilities operate on the basis of a clear long-term financial model.

In going public utilities organizations on the method of return on investment, it is important to take into account all the nuances and features of the new control method to ensure the correctness of the transition to long-term tariff regulation, which is particularly important in view of the great social importance of services to the population, as well as more complex cost structures of organizations of heating.

Application of the method of return on invested capital will contribute to the development of network infrastructure, thanks to the opening of new businesses, construction of comfort for capacity expansion.

This paper focuses on innovation in the Tariff Regulation municipal complex, expressed in the application of long-term rates, which favorably affect the investment attractiveness of regulated entities by reducing uncertainty.

Keywords: tariff regulation, the method of return on invested capital, tariffs organizations utilities, investment attractiveness.

Reference list

1. On Heat Supply: The Federal Law of 27.07.2010 № 190-FZ.
2. On Water Supply and Sanitation: The Federal Law of 07.12.2011 № 416-FZ.
3. On pricing in the heating sector: Resolution of the Government of the Russian Federation of 22.10.2012, № 1075.
4. On state regulation of tariffs for water supply and sanitation: Decree of the Russian Federation of 13.05.2013, № 406.
5. Forecast of socio-economic development of the Russian Federation for 2013 in the planning period 2014-2015 years. URL: www.economy.gov.ru (date of circulation 23.04.2013).

УДК 330.131.52

Харисова Г.М. – доктор экономических наук, доцент

E-mail: rida@mail.ru

Халиуллина Р.Ф. – аспирант

E-mail: khaliullina-r@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Разработка обоснования экономической эффективности строительства объекта транспортной инфраструктуры, как важный этап жизненного цикла проекта

Аннотация

В данной статье рассмотрены основные аспекты определения экономической эффективности строительства (реконструкции, капитального ремонта, ремонта) объектов транспортной инфраструктуры. Экономическое обоснование подразумевает собой обоснование необходимости и социально-экономической целесообразности реализации проекта. В статье определены характерные особенности экономического эффекта, перечень необходимых исходных данных об объекте, показатели, обосновывающие экономическую целесообразность реализации проекта. Приведен перечень возможных источников финансирования.

Ключевые слова: транспортная инфраструктура, строительство, реконструкция, капитальный ремонт, капитальные вложения, экономический эффект, дисконтирование, проектно-сметная документация.

Развитие транспортной инфраструктуры является приоритетной задачей любого государства. Как показывают современные социально-экономические расчеты, высокие темпы роста автомобильного парка городов РФ, опережая темпы развития улично-дорожной сети (дорожной отрасли в целом), привели сегодня к возникновению системных транспортных заторов, несоответствию современным требованиям обслуживания пассажиров, растущих пассажиропотоков, а также к ухудшению экологической обстановки. Недостаточная эффективность логистических схем, потери времени и простой транспорта (автомобильного и грузового) по причине пробок на дорогах, значительное количество дорожно-транспортных происшествий являются причиной создания многих государственных программ, мероприятий, направленных на улучшение сложившейся транспортной ситуации (строительство, реконструкция, капитальный ремонт и ремонт объектов транспортной инфраструктуры, организация дорожного движения и пр.). Реализация проектов дорожной отрасли требует значительных капитальных вложений. При этом существует ряд проектов, к строительству и эксплуатации которых существует возможность привлечения частных инвесторов, заинтересованных в получении выгоды от реализации подобных проектов (например, строительство платных автомобильных дорог и пр.). Однако в большинстве случаев именно объекты транспортной инфраструктуры реализуются целиком за счет бюджетных средств либо средств, ассоциированных с бюджетом. Вопрос экономической эффективности строительства (либо реконструкции) объектов транспортной инфраструктуры является очень важным, так как заказчик, в первую очередь, заинтересован в получении оценки положительного эффекта от своих затрат.

При разработке проектно-сметной документации строительства следует уделять особо важное внимание экономическому обоснованию. Экономическое обоснование строительства (аналогично и реконструкции) дороги (либо искусственного сооружения) подразумевает собой обоснование необходимости и социально-экономической целесообразности реализации проекта; определение объемов работ и необходимых инвестиций; обоснование очередности выполнения работ и сроков инвестирования работ по строительству (реконструкции); рассмотрение транспортно-экономической характеристики зоны тяготения проектируемого объекта; определение перспектив его

развития; выполнение анализа существующей и прогноза перспективной интенсивности движения, уточнения перспективных интенсивности и состава движения на ближайшую перспективу (например, 10 лет) и расчетный срок (например, 20 лет).

Экономическое обоснование осуществления капитальных вложений в строительство (либо реконструкцию) дорожного объекта характеризуется комплексом показателей экономической эффективности вместе с показателями, отражающими социальный эффект от реализации. Определение экономического эффекта заключается в обосновании наиболее эффективных вариантов осуществления вложений, т.е. наилучшего перспективного варианта строительства с решением актуальных социальных и экономических задач в дальнейшей перспективе и в настоящее время. При проектировании же определение экономической целесообразности вложений подразумевает также выбор и экономическое обоснование наилучших вариантов проектных решений, а также расчет эффективности принимаемых вариантов. В ходе работ устанавливаются сроки строительства, очередность выполнения отдельных видов работ, этапы инвестирования; применяются тарифы, цены, ставки, уровень дохода зоны тяготения проектируемого объекта на дату, максимально приближенную к моменту выполнения расчетов (чаще всего на практике используются статистические сборники социально-экономического содержания на последнюю дату выпуска). При разработке обоснований капиталовложений необходимо руководствоваться законодательными и нормативными актами Российской Федерации, субъектов Российской Федерации и другими государственными документами, регулирующими инвестиционную деятельность.

При проектировании объектов транспортной инфраструктуры определяется общая экономическая эффективность, как отношение экономии текущих затрат к обратной разности капитальных вложений по вариантам. При этом показатели общей эффективности используют для анализа правильности исходных предпосылок по развитию сети автомобильных дорог, для оценки качества получаемых решений. Показатели сравнительной эффективности используют для выбора из многих возможных вариантов оптимального. Согласно ВСН 21-83 «Экономический эффект от осуществления капитальных вложений в автомобильные дороги обусловлен влиянием конкретных изменений в состояние дорожной сети на уровень затрат по перевозкам как на автомобильном транспорте, так и на других видах транспорта, на величину затрат внутртранспортного процесса, на величину потерь в промышленности, сельском хозяйстве и строительстве, связанных с недостаточным удовлетворением потребностей в перевозках, оказывающих в конечном итоге влияние на величину произведенного национального дохода». Использование традиционных способов оценки экономической эффективности в дорожной отрасли ограничено, так как автомобильные дороги имеют не только экономическое, но и социально-стратегическое значение.

Экономический эффект от вложения инвестиций в строительство (реконструкцию) дорожных объектов характеризуется:

1. сокращением количества дорожно-транспортных происшествий;
2. приростом чистой продукции в отраслях материального производства;
3. приростом прибыли или уменьшением затрат в учреждениях непроизводственной сферы (при удовлетворении всех необходимых требований);
4. социальным эффектом, имеющим стоимостное выражение;
5. сокращением потерь (а также с увеличением производительности труда), связанным с временем пребывания пассажиров в пути.

Кроме того, капитальные вложения в строительство объектов транспортной инфраструктуры позволяют эффективно эксплуатировать транспортные средства, находящиеся в личной собственности граждан. Но при этом прямые материальные выгоды, которые они получают в результате улучшения улично-дорожной сети не оказывают влияния на размер произведенного национального дохода, т.е. не являются слагаемыми экономического эффекта от капиталовложений в строительство дорожных объектов. Данный факт рассматривается как результат осуществления капитальных вложений в объекты непроизводственной сферы, предназначенные для оказания жителям населенного пункта материальных услуг.

Уровень развития и техническое состояние дорог зоны тяготения проектируемого объекта оказывает достаточно высокое влияние на его социально-экономическое развитие. Высокий уровень развития соответствует и увеличению доходов городского бюджета, т.к. повышается рыночная цена на землю и прочую недвижимость в зоне тяготения оцениваемого дорожного объекта. Вследствии этого при оценке экономического эффекта инвестиций предусматривается ряд показателей, характеризующих результаты ее воздействия на различные сферы экономического и социального развития города. В целом, для оценки эффективности инвестиций используются две группы показателей:

1. прямой эффект, характеризующий прямую выгоду пользователей дорог от улучшения дорожных условий;
2. косвенный эффект, позволяющий оценить влияние развития сети дорог на развитие других отраслей и экономику района тяготения в целом.

Основными исходными данными для расчета прямого эффекта являются:

1. существующее состояние объекта;
2. прогноз транспортных потоков;
3. проектируемое состояние объекта на основании объемов работ;
4. объемы дорожных работ и их стоимость;
5. составляющие стоимости автомобильных перевозок.

Основные социальные результаты от реализации:

1. повышение уровня жизни населения;
2. сокращение количества дорожно-транспортных происшествий;
3. сокращение времени нахождения грузов и пассажиров в пути, доставки грузов (особое внимание стоит уделить продовольственной отрасли: скоропортящиеся продукты питания и пр.);
4. улучшение экологической обстановки прилегающих территорий за счет уменьшения количества простоев автотранспорта с включенным двигателем;
5. повышение уровня транспортной доступности прилегающих территорий;
6. увеличение эффективности логистических систем;
7. сокращение сроков прохождения по городу транзитного транспорта;
8. создание дополнительных рабочих мест;
9. обеспечение эвакуации жителей и оказания первой помощи в случаях возникновения чрезвычайных ситуаций;
10. повышение статуса города, как города с развитой транспортной инфраструктурой.

Проекты строительства (реконструкции) автомобильных дорог (искусственных сооружений) являются индивидуальным случаем инвестиционных проектов. Отличительные характеристические особенности:

1. Заказчиком строительства автомобильной дороги, как правило, является государство. При осуществлении частного инвестирования, инвестор получает прибыль, окупая свои вложения, но не получает в чистом виде собственность и неограниченное право эксплуатации.
2. На строительство работы дорожных объектов сильно влияют климатические условия, в частности, в зимний период дорожные строительные работы ведутся в малых объемах. Следовательно, при планировании и реализации проекта вопрос сроков выполнения работ является особенно острым.
3. При строительстве дорог уровень государственного регулирования очень высок. Например, существует ряд специальных законодательных актов, норм и правил (СНиП), международных стандартов, регулирующих как схемы, так и финансовые аспекты выполнения работ подобного масштаба.
4. В обычном проекте инвесторов привлекает собственник проекта, выбирая наиболее удобные и дешевые источники финансирования (банковское, иные формы заемного финансирования, собственные средства). При строительстве дорог в большинстве случаев за рубежом привлекаются деньги так называемых дольщиков,

соинвесторов – физических и юридических лиц через облигационные займы. Следовательно, количество инвесторов может быть достаточно велико.

5. Проект строительства (либо реконструкции) дорожного объекта является портфелем проектов. Каждый проект разбивается на фазы «подпроекты», например, проекты, связанные с получением разрешений на строительство, разрешений от эксплуатирующих организаций, изыскания и пр. Как правило, на практике, проект разбивается на фазы (разделы состава проекта) и операции; данное разбиение индивидуально для каждой строительной организации. Множество проектов формируется в единый портфель проектов.

6. В случаях привлечения банковского кредита (при реализации обычных проектов), например, существует риск получения от кредитной организации требования о досрочном погашении кредита. Однако эта проблема может быть решена дополнительной залоговой базой или погашением кредита путем привлечения средств из других источников. При строительстве дороги сам проект не может быть залоговой базой.

7. Стратегические ограничения, связанные с передачей продукта проекта в частную собственность (невозможность передачи).

Экономическая эффективность строительства объекта транспортной инфраструктуры определяется при помощи сопоставления инвестиций и эффектов, полученных в результате эксплуатации автотранспортом объекта. Расчет сводится к определению следующих показателей экономической эффективности: чистый дисконтированный доход (NPV – чистая текущая стоимость), индекс рентабельности инвестиций (PI – показатель, отражающий эффективность инвестиционного проекта), внутренняя норма доходности (IRR – норма дисконта, при которой величина приведенных эффектов равна приведенным капиталовложениям), срок окупаемости (PP – период времени, необходимый для того, чтобы доходы, генерируемые инвестициями, покрыли затраты на инвестиции) и т.д.

Обоснование экономической эффективности производится с учетом всех инвестиционных издержек, ожидаемой прибыли. При этом все затраты и выгоды приводятся к начальному моменту выполнения расчетов. Чистый дисконтированный доход определяется как сумма текущих эффектов за весь расчетный период, которая приводится к начальному моменту времени. Для оценки проекта стандартную формулу оценки NPV во многих случаях адаптируют к некоммерческим проектам (проектам, чистый результат которых используется для получения социального эффекта и роста благосостояния, качества жизни населения, к таким объектам относятся, например, строительство метрополитена и пр.).

При определении эффективности капитальных вложений необходимо учитывать средний разрыв во времени между осуществлением капитальных вложений и получением эффекта. По объемам с неизменяющимися во времени эксплуатационными расходами и постоянным ежегодным экономическим эффектом данный период принимают, чаще всего, равным 2 годам. По объектам с изменяющимися во времени текущими затратами и изменяющимися во времени годовым экономическим эффектом эффективность капитальных вложений определяют по расчетному году эксплуатации, зависящему от характера и темпа изменения во времени этих показателей.

Таким образом, экономическое обоснование целесообразности вложения денежных средств в объекты дорожного хозяйства обосновывает необходимость учета инфляции с помощью коэффициента дисконтирования, который учитывает относительное уменьшение затрат и результатов при их отдалении во времени. Конкретное значение нормы дисконта зависит от ряда факторов, в том числе:

1. уровень инфляции;
2. условия реализации проекта и цели инвестирования;
3. инвестиционные риски;
4. альтернативные варианты вложения денежных средств и др.

В связи с этим используются составляющие нормы дисконта (в соответствии с его нижними и верхними пределами). Следует отметить, что:

1. норма дисконта определяется с учетом изменения ставки рефинансирования ЦБ РФ;
2. элементы затрат и результатов задаются в базисных ценах, с учетом инфляции осуществляется переход к прогнозным ценам;

3. учитывается инфляция, при этом важно, что ее темпы различаются по отдельным структурным элементам (различным видам продукции или услуг) и отражают возможное изменение уровня доходов населения, расходов материалов, электроэнергии, топлива, и др.).

В целях эффективного использования источников финансирования, а также дальнейшего привлечения инвесторов, актуально увеличение ответственности и гарантийных обязательств подрядных организаций, усиление роли экспертизы проектно-сметной документации, применение инновационных технологий, закладываемых на стадии проектирования, рациональной организации системы управления проектами. Увеличение гарантийных обязательств со стороны подрядчиков позволит достичь значительного повышения качества выполняемых дорожных работ, устранения дефектов на объектах, что в свою очередь позволит привести к экономии бюджетных средств.

Для реализации инвестиционных дорожных проектов возможно привлечение финансовых ресурсов из следующих источников:

1. средств федерального бюджета;
2. средств республиканского бюджета (областного и пр.);
3. средств городского бюджета;
4. собственных и заемных средств компаний, реализующих инвестиционные проекты (например, в случае реализации проектов платных дорог);
5. путем эмиссии акций открытых акционерных обществ;
6. кредитов международных финансовых институтов;
7. инвестиций частных инвесторов иностранных государств, заинтересованных, к примеру, в повышении эффективности международной торговли;
8. собственных и заемных средств инвесторов – предприятий, организующих свой бизнес в придорожных зонах.

Народнохозяйственная эффективность дорожных проектов оценивается по отношению к валовому региональному продукту, а именно оцениваются результаты реализации проекта, увеличивающие валовый национальный продукт. Речь идет об уменьшении загрязнения окружающей среды, снижении себестоимости автомобильных перевозок, увеличении объема транспортных перевозок, повышении качества перевозок и соответствии их всем соответствующим нормам, повышении уровня комфортности и безопасности движения, сокращении количества дорожно-транспортных происшествий, экономии времени пассажиров городского личного и общественного транспорта (вследствие этого достигается повышение производительности их труда).

При рациональном и эффективном использовании выделяемых на дорожное хозяйство денежных средств возможно увеличение объемов дорожно-строительных работ. Обработать большой объем информации, проанализировать множество направлений проектных работ, определить сроки проектирования и строительно-монтажных работ направлено множество программных продуктов. Актуальными направлениями совершенствования планирования строительных работ являются установление оптимальной очередности строительства (реконструкции) дорожных объектов и на основе полученных данных формирование графика инвестиционных вложений.

Обоснование экономической эффективности строительства (реконструкции) объектов транспортной инфраструктуры (дорог, искусственных сооружений) – достаточно сложный процесс, затрагивающий интересы всех участников жизненного цикла проекта. Обоснование необходимости и социально-экономической целесообразности реализации проекта обусловлено интересами заказчика. Строительство объектов дорожной отрасли – очень капиталоемкий процесс, зачастую многие города РФ не могут поддерживать улично-дорожную сеть в соответствующем состоянии ввиду недостатка денежных средств на ремонт и новое строительство дорог. Недостаток финансовых средств при значительной стоимости дорожных объектов требует тщательного обоснования принимаемых решений. Основным заказчиком строительства (реконструкции) дорог, по-прежнему, является государство. В этом контексте высока роль экономического обоснования строительства объектов транспортной инфраструктуры, как ценного показателя необходимости вложения денежных средств в развитие транспортной инфраструктуры населенного пункта (города, района).

Список библиографических ссылок

1. ВСН 21-83. Указания по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительство и реконструкцию автомобильных дорог. – М: Транспорт, 1985.
2. Распутин А.В. Оценка экономической эффективности развития автодорожной сети Сибири с привлечением частных инвесторов. – Новосибирск, 2011.
3. Ковалев В.В. Методы оценки инвестиционных проектов. – М.: Финансы и статистика, 2002.
4. Руководство по оценке экономической эффективности использования в дорожном хозяйстве инноваций и достижений научно-технического прогресса. – М: Росдорнри, 2002
5. Стешин А.И. Оценка коммерческой состоятельности инвестиционного проекта. – М.: Статус-Кво 97, 2001.
6. Деева А.И. Экономическая оценка инвестиций: Учебное пособие. – М.: Изд-во МИКХиС, 2005.

Kharisova G.M. – doctor of economical sciences, associate professor

E-mail: rida@mail.ru

Khaliullina R.F. – post-graduate student

E-mail: khaliullina-r@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Development of justification economic efficiency of construction transport infrastructure, as important section in project life cycle

Resume

Today transport infrastructure decide not only the social issues, but also implement priority national projects. The issue of investment in construction (reconstruction) of roads (bridges) is the most important. Ordered the construction of such facilities is the state. The sources of funding are the federal budget and the national budget, the city budget. However it is possible to attract other investors. In both cases, the feasibility study of construction of road facilities plays a key role. Roads (bridges) are the individual case of investment projects, as have a number of characteristic features. The article describes the main aspects of economic efficiency. Economic justification is the need and social and economic expediency of realization of the project. Defined characteristics of economic efficiency, list basic data about object, indicators of economic feasibility project. Provided the list of possible sources of financing. The main performance indicators are: the net present value, payback period, internal rate of return, discount rate and so on. However, the use of traditional methods of evaluating the economic efficiency of the road sector is limited, as the roads are social and strategic importance. The most important social outcomes are: to improve the quality of life, reducing the number of road accidents, improving the environment and so on. Social benefits from investment in the facilities of the road sector, which has monetary value, is one of the manifestations of economic benefit.

Keywords: transport infrastructure, building, reconstruction, overhaul, capital investments, economic efficiency, discounting, design and budget documentation.

Reference list

1. VSN 21-83. Instructions for determining the economic effectiveness of capital investments in the construction and reconstruction of roads. – M.: Transport , 1985.
2. Rasputin A.V. Assessing the economic efficiency of the road network in Siberia to private investors. – Novosibirsk, 2011.
3. Kovalev V.V. Methods for evaluation of investment projects. – M.: Finance and statistic, 2002.
4. Guidance for the assessment of economic efficiency in the road sector innovation and scientific and technological progress. Developers. – M.: Rosdornii, 2002.
5. Steshin A.I. Evaluation of commercial viability of the investment project. – M.: Status-Qvo 97, 2001.
6. Deeva A.I. Economic evaluation of investment: Tutorial. – M.: Publishers MIKHiS, 2005.



УДК 666.97:620.193:517.518.45

Каюмов Р.А. – доктор физико-математических наук, профессор
E-mail: kayumov@rambler.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Федосов С.В. – доктор технических наук, профессор
E-mail: prezident@igasu.ru

Румянцева В.Е. – доктор технических наук, профессор
E-mail: vargym@gmail.com

Хрунов В.А. – кандидат технических наук, старший преподаватель
E-mail: sprinter054@yandex.ru

Манохина Ю.В. – аспирант
E-mail: manokh@inbox.ru

Красильников И.В. – аспирант
E-mail: korasb@mail.ru

Ивановский государственный политехнический университет
Адрес организации: 153037, Россия, г. Иваново, ул. 8 Марта, д. 20

**Математическое моделирование коррозионного массопереноса
гетерогенной системы «жидкая агрессивная среда – цементный бетон».
Частные случаи решения¹**

Аннотация

В статье математически смоделирован коррозионный массоперенос цементных бетонов, встречающихся в промышленном производстве, связанном с выпуском или применением кислот. Приведена краевая задача массопроводности в стенке бетонной конструкции при химическом взаимодействии с агрессивным компонентом водной среды в размерных и безразмерных переменных. Представлено окончательное решение задачи методом Лапласа при малых значениях массообменного числа Фурье. Приведены результаты расчетов для двух частных случаев: равномерное распределение источника массы по толщине бетона, источник массы распределен по координате.

Ключевые слова: математическое моделирование, массоперенос, гетерогенная система, коррозия цементного бетона.

Коррозионные процессы в гетерогенной системе «жидкая агрессивная среда – цементный бетон» развиваются с большой скоростью и представляют значительную опасность для бетонных и железобетонных конструкций. При воздействии растворов веществ, образующих с компонентами цементного камня практически нерастворимые аморфные продукты, в начальной стадии коррозионного процесса происходит уплотнение бетона, замедление скорости процесса. Затем по мере разрушения гидратированных соединений цементного камня происходит снижение прочности и долговечности бетонной конструкции.

Методы математического моделирования при исследовании процессов коррозии бетона на практике применяются не достаточно широко, хотя их преимущества очевидны. Применение математических моделей позволит экономически обоснованно назначать средства защиты и устанавливать сроки их применения [1].

В работе [2] авторами представлена математическая модель диффузионного массопереноса в процессах коррозии цементных бетонов второго вида. Известно, что массообменные процессы в бетонных и железобетонных конструкциях протекают за длительные периоды времени [3]. При этом значения массообменного критерия Фурье, являющегося своеобразным «индикатором» процесса, оказывается менее 0,1 [4].

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (проект 2012-1.4-12-000-1019-002).

Математическая задача массопроводности в стенке бетонных конструкций при химическом взаимодействии с агрессивным компонентом водной среды может быть представлена следующей краевой задачей [1]:

$$\frac{\partial C(x, \tau)}{\partial \tau} = k \frac{\partial^2 C(x, \tau)}{\partial x^2} + \frac{q_v(x)}{\rho_s}, \quad \tau \geq 0, \quad (1)$$

$$C(x, \tau) \Big|_{\tau=0} = C_0(x), \quad \tau \geq 0, \quad (2)$$

$$\left. \frac{\partial C(x, \tau)}{\partial x} \right|_{x=0} = 0, \quad (3)$$

$$\left. -k \rho_s \frac{\partial C(x, \tau)}{\partial x} \right|_{x=\delta} = q_n. \quad (4)$$

Здесь $C(x, \tau)$ – концентрация «свободного Ca(OH)_2 » в бетоне в момент времени τ в произвольной точке с координатой x , в пересчете на CaO , кг $\text{CaO}/\text{кг}$ бетона; $C_0(x)$ – концентрация «свободного Ca(OH)_2 » в бетоне в начальный момент времени в произвольной точке с координатой x , в пересчете на CaO , кг $\text{CaO}/\text{кг}$ бетона; k – коэффициент массопроводности в твёрдой фазе, $\text{м}^2/\text{с}$; δ – толщина стенки конструкции, м; x – координата, м; τ – время, с; $q_v(x)$ – источник массы вещества в результате химической реакции, кг/($\text{м}^3 \cdot \text{с}$); q_n – плотность потока массы вещества из бетона в жидкую среду, кг/($\text{м}^2 \cdot \text{с}$); ρ_s – плотность бетона, кг/ м^3 .

Введем безразмерные переменные вида:

$$\theta(\bar{x}, F_{O_m}) = \frac{C(x, \tau) - C_0}{C_0}; \quad \bar{x} = \frac{x}{\delta}; \quad F_{O_m} = \frac{k\tau}{\delta^2}; \quad P\hat{t}_m(\bar{x}) = \frac{q_v(x)\delta^2}{kC_0\rho_a}; \quad K_i_m = \frac{q_n\delta}{kC_0\rho_a}. \quad (5)$$

Краевая задача массопроводности (1)-(4) примет вид:

$$\frac{\partial \theta(\bar{x}, F_{O_m})}{\partial F_{O_m}} = \frac{\partial^2 \theta(\bar{x}, F_{O_m})}{\partial \bar{x}^2} + P\hat{t}_m^*(\bar{x}); \quad F_{O_m} > 0; \quad 0 \leq \bar{x} \leq 1, \quad (6)$$

$$\theta(\bar{x}, F_{O_m}) \Big|_{F_{O_m}=0} = \theta_0(\bar{x}), \quad (7)$$

$$\left. \frac{\partial \theta(\bar{x}, F_{O_m})}{\partial \bar{x}} \right|_{\bar{x}=0} = 0, \quad (8)$$

$$\left. -\frac{\partial \theta(\bar{x}, F_{O_m})}{\partial \bar{x}} \right|_{\bar{x}=1} = K_i_m^*. \quad (9)$$

Упаковка громоздкие преобразования окончательное решение задачи (6)-(9) в области оригиналов при малых значениях массообменного числа Фурье запишется:

$$\begin{aligned} \theta(\bar{x}, F_{O_m}) &= K_i_m(1 \pm \bar{x}) \operatorname{erfc} \left[\frac{(1 \pm \bar{x})}{2\sqrt{F_{O_m}}} \right] - 2K_i_m \sqrt{\frac{F_{O_m}}{\pi}} \exp \left[-\frac{(1 \pm \bar{x})^2}{4F_{O_m}} \right] + \\ &+ \frac{1}{\sqrt{\pi F_{O_m}}} \int_0^1 \theta_0(\xi) \exp \left[-\frac{(1 \pm \bar{x} + \xi)^2}{4F_{O_m}} \right] d\xi + 2\sqrt{F_{O_m}} \int_0^1 P\hat{t}_m(\xi) \operatorname{ierfc} \left[\frac{(1 \pm \bar{x} + \xi)^2}{2\sqrt{F_{O_m}}} \right] d\xi. \end{aligned} \quad (10)$$

Из уравнения (10) рассмотрим вначале сумму пятого, шестого и седьмого слагаемых при условии:

$$P\hat{t}_m^*(\xi) = P\hat{t}_m^* = \text{const}, \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \left(F_{O_m} + \frac{3\bar{x}^2 + 2}{6} \right) \int_0^1 P\hat{t}_m^* d\xi - \int_0^1 P\hat{t}_m^* \xi d\xi + \frac{1}{2} \int_0^1 P\hat{t}_m^* \xi^2 d\xi = \\ = P\hat{t}_m^* \left(F_{O_m} + \frac{3\bar{x}^2 + 2}{6} - \frac{1}{2} + \frac{1}{6} \right) = P\hat{t}_m^* \left(F_{O_m} + 0,5\bar{x}^2 \right). \end{aligned} \quad (12)$$

Определяем интеграл последнего слагаемого (10):

$$\int_0^1 Po_m^* \cos(\pi n \xi) d\xi = \frac{Po_m^*}{\pi n} \int_0^1 \cos(\pi n \xi) d(\pi n \xi) = \frac{Po_m^*}{\pi n} \sin(\pi n \xi) \Big|_0^1 = 0. \quad (13)$$

Таким образом, при равномерном распределении источника массы по толщине бетона, последнее слагаемое (10) обращается в ноль. Решение принимает вид:

$$\theta(\bar{x}, Fo_m) = Ki_m^* \left[\frac{1 - 3\bar{x}^2}{6} - Fo_m + \frac{2}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n^2} \cos(\pi n \bar{x}) \exp(-\pi^2 n^2 Fo_m) \right] + Po_m^* (Fo_m + 0,5\bar{x}^2). \quad (14)$$

Рис. 1 показывает результаты расчетов по выражению (14) при различных значениях модифицированного числа Померанцева, характеризующего влияние на процесс массопереноса равномерно распределенного по координате \bar{x} объемного источника массы вследствие химических реакций выделения (кривые 2, 5) или поглощения (кривые 6, 7) вещества при фиксированных значениях критериев Кирпичева и Фурье.

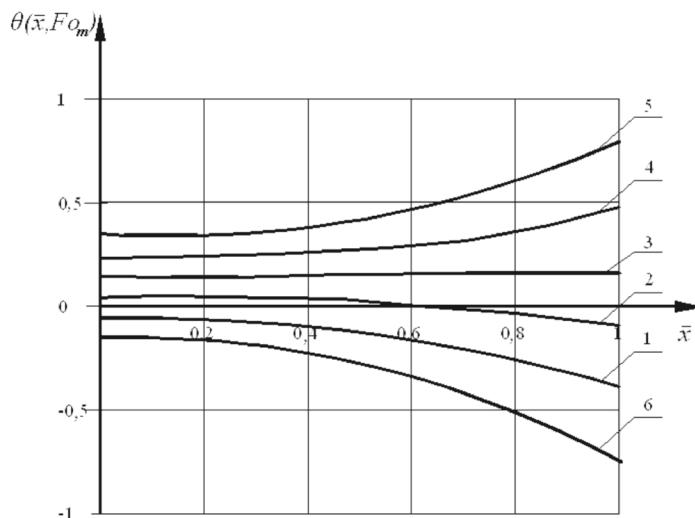


Рис. 1. Влияние внутреннего источника массы (Po_m^*) на профили безразмерных концентраций:

$$Fo_m=0,2; Ki_m^*=1; \text{при } Po_m^* = 1 - 0; 2 - 0,5; 3 - 1; 4 - 1,5; 5 - 2; 6 - -0,5$$

Интересно отметить следующие моменты, хорошо согласующиеся с физическими представлениями о процессе. Кривая 1 показывает безразмерное поле концентраций в массообменном процессе, определяемом «чистой» массопроводностью в твердом теле: вещество за счет градиента концентраций, перемещается от внешней границы конструкции к поверхности, контактирующей с жидкостью.

Известно, что критерии подобия являются мерой соотношения потоков субстанции вещества (количества движения, теплоты или массы). В частности, массообменный критерий Померанцева представляет собой соотношение потоков массы вещества, переносимого массопроводностью и возникающего (или исчезающего) вследствие фазовых или химических превращений.

При значении критерия Померанцева $Po_m^* = 0,5$ вещество образуется в толще бетонной конструкции, однако скорость его отвода посредством массопроводности значительно выше. Поэтому, хотя концентрация компонента и возрастает в диапазоне координат $0 \leq \bar{x} \leq 0,5$ характер кривой показывает, что процесс, по-прежнему, контролируется внутренней массопроводностью (эффективной диффузией). Исчезновение вещества в ходе химической реакции ведет к физически прогнозируемому изменению концентраций (кривые 6, 7).

Рассмотрим случай, когда источник массы распределен по координате, в соответствии с зависимостью:

$$Po_m^*(\xi) = Po_m^* \xi^m. \quad (15)$$

Характер зависимости (15) при различных значениях m показан на рис. 2. Показатель степени при ξ косвенно отражает характер действия источника массы, $m=1$ означает, что мощность объемного источника массы линейно возрастает от границы конструкции с окружающей средой до поверхности, контактирующей с жидкостью. При $m=20$ практически весь источник массы сосредотачивается в достаточно узкой зоне (0,8-1,0) бетона, контактирующей с жидкостью. Случай $m=0$ означает, рассмотренное выше равномерное распределение источника по толщине конструкции [5].

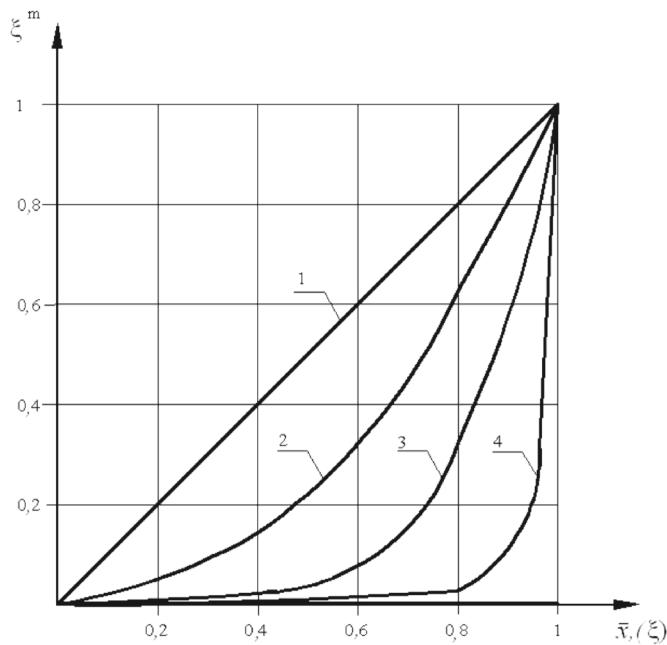


Рис. 2. Иллюстрация степенной зависимости при различных значениях m :
1 – 1,0; 2 – 2,0; 3 – 5,0; 4 – 20,0

Обращаемся поочередно к пятому, шестому, седьмому и восьмому слагаемым (10), выделив отдельно интегралы:

$$\int_0^1 Po_m^*(\xi) d\xi = \int_0^1 Po_m^* \xi^m d\xi = Po_m^* \frac{\xi^{m+1}}{m+1} \Big|_0^1 = \frac{Po_m^*}{m+1}, \quad (16)$$

$$\int_0^1 Po_m^*(\xi) \xi^{m+1} d\xi = \int_0^1 Po_m^* \xi^{m+1} d\xi = Po_m^* \frac{\xi^{m+2}}{m+2} \Big|_0^1 = \frac{Po_m^*}{m+2}, \quad (17)$$

$$\int_0^1 Po_m^*(\xi) \xi^{m+2} d\xi = \frac{Po_m^*}{m+3}, \quad (18)$$

$$\int_0^1 Po_m^*(\xi) \cos(\pi n \xi) d\xi = Po_m^* \int_0^1 \xi^m \cos(\pi n \xi) d\xi = -Po_m^* \pi n m \int_0^1 \xi^{m-1} \sin(\pi n \xi) d\xi. \quad (19)$$

С учетом выше изложенного, окончательное решение будет иметь вид:

$$\theta(\bar{x}, Fo_m) = Ki_m^* \left[\frac{1-3\bar{x}^2}{6} - Fo_m + \frac{2}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n^2} \cos(\pi n \bar{x}) \exp(-\pi^2 n^2 Fo_m) \right] + \\ + Po_m^* \left[\frac{Fo + 3\bar{x}^2 + 2}{6} - \frac{1}{m+2} + \frac{1}{2(m+3)} + \frac{2m}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \int_0^1 \xi^{m-1} \sin(\pi n \xi) d\xi \exp(-\pi^2 n^2 Fo_m) \right]. \quad (20)$$

Полученные в ходе численного эксперимента графические зависимости хорошо согласуются с физическими представлениями о процессе коррозионного массопереноса по механизму второго вида. Заметим также, что указанные расчеты не только качественных, но и количественных характеристик процессов возможны только при имеющейся информации о кинетике изучаемых явлений, полученной на базе экспериментальных исследований, что и будет предметом дальнейшего изучения.

Список библиографических ссылок

1. Касьяненко Н.С. Процессы массопереноса при жидкостной коррозии второго вида цементных бетонов: дис. канд. техн. наук. – Иваново, 2010. – 156 с.
2. Федосов С.В., Румянцева В.Е., Касьяненко Н.С. Математическое моделирование массопереноса в процессах коррозии бетона второго вида // Строительные материалы, 2008, № 7. – С. 35-39.
3. Федосов С.В., Румянцева В.Е., Касьяненко Н.С. О некоторых проблемах математического моделирования жидкостной коррозии бетона второго вида // Вестник отделения строительных наук. – М.: Орел, 2009, Вып. 13. – С. 93-101.
4. Федосов С.В., Румянцева В.Е., Касьяненко Н.С., Манохина Ю.В. Нестационарный массоперенос в процессах коррозии второго вида цементных бетонов (малые значения чисел Фурье) // Вестник гражданских инженеров, 2011, № 1 (26). – С. 104-106.
5. Румянцева В.Е. Научные основы закономерностей массопереноса в процессах жидкостной коррозии строительных материалов: дис. док. тех. наук. – Иваново: ИГАСУ, 2011. – 444 с.

Kayumov R.A. – doctor of physical and mathematical sciences, professor
E-mail: kayumov@rambler.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Fedosov S.V. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: prezident@igasu.ru

Rumyantseva V.E. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: varrym@gmail.com

Khrunov V.A. – candidate of technical sciences, senior lecturer
E-mail: sprinter054@yandex.ru

Manohina Yu.V. – post-graduate student
E-mail: manokh@inbox.ru

Krasilnikov I.V. – post-graduate student
E-mail: korasb@mail.ru

Ivanovo State University of Architecture, Building and Civil Engineering
The organization address: 153037, Russia, Ivanovo, 8 Marta st., 20

Mathematical modeling of corrosion mass transfer of the heterogeneous system «corrosive liquids – cement concrete». Special cases of the solutions

Resume

Mass transfer corrosion of the second type of cement concrete is mathematically modeled in the present article. This specific kind of corrosion degradation, which occurs most often in industrial production, associated with release or use of acids. The boundary-value problem of mass condition is shown in the case of the wall of a concrete structure in chemical interaction with aggressive component of aquatic environment in dimensional and dimensionless variables. The final solution by Laplace method is presented for small values of mass transfer Fourier number. We describe two special cases of the solution: the equal distribution of the mass source

according to the thickness of concrete, and in the case where the mass source is distributed along the coordinate. For each particular case calculation results in graphical form are given. Obtained during numerical simulation graphics are in good agreement with the physical picture of the process of mass transfer on the corrosion mechanism of the second kind.

Keywords: mathematical modeling, mass transfer, heterogeneous systems, corrosive of cement concrete.

References list

1. Kasyanenko N.S. The processes of mass transfer in liquid corrosion of the second type of cement concrete: thesis of the candidate of techn. science. – Ivanovo, 2010. – 156 p.
2. Fedosov S.V., Rumyantseva V.E., Kasyanenko N.S. Mathematical modeling of mass transfer of the second kind of corrosion of concrete // Building materials, 2008, № 7. – P. 35-39.
3. Fedosov S.V., Rumyantseva V.E., Kasyanenko N.S. On some problems of mathematical modeling of liquid concrete corrosion of the second kind // Journal of Civil Engineering Department. – M.: Eagle, 2009, Issue 13. – P. 93-101.
4. Fedosov S.V., Rumyantseva V.E., Kasyanenko N.S., Manohina Yu.V. Unsteady mass transfer in the processes of corrosion of the second type of cement concrete (small values of Fourier numbers) // Journal of Civil engineers, 2011, № 1 (26). – P. 104-106.
5. Rumyantseva V.E. Scientific basis of the laws of mass transfer of liquid corrosion of building materials: thesis of the dactor of techn. science. – Ivanovo: IGASU, 2011. – 444 p.

УДК 330.4

Лисенков В.А. – кандидат экономических наук, доцент

E-mail: lwa@kgasu.ru

Терегулова Э.Р. – кандидат физико-математических наук, старший преподаватель

E-mail: teregul@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Моделирование размещения предприятий дорожной отрасли

Аннотация

Целью работы является экономико-математическая формализация производственного процесса добычи, производства, переработки, хранения и перевозки дорожно-строительного материала на объекты строительства транспортной инфраструктуры. С помощью математической модели размещения предприятий определяются места расположения предприятий, их требуемая мощность производства строительного материала, корреспонденция предприятий разного уровня иерархии с объемами перевозок своей продукции и закрепление их с указанием объемов поставок за местами строительства автомобильных дорог, мостов, аэродромов и зданий дорожной службы.

Ключевые слова: экономико-математическая модель, размещение предприятий, дорожно-строительные материалы.

Снабжение объектов строительства нерудными материалами может осуществляться с различных предприятий производства или карьерной добычи, а также перевалочных баз и складов, осуществляющих дополнительную переработку или хранение.

Сыре для дорожно-строительных материалов используется из республиканских ресурсов, а также поступает из других регионов России. Каждый материал, в зависимости от его производства и качественных характеристик, может перемещаться от предприятий-производителей (верхний уровень иерархии) к перерабатывающим предприятиям или базам хранения (средний уровень) и далее на место строительства дороги (нижний уровень). Через сколько уровней проходит строительный материал, столько этапов образуется в экономической системе снабжения им дорожных работ. Это можно рассмотреть на примере щебня – практически основного дорожно-строительного материала. Если карьер расположен в районе, где планируется строительство автомобильной дороги, то известняк дробится, загружается в автомобиль и перевозится к месту строительства. Налицо прямоточная двухэтапная система между двумя корреспондирующими пунктами: карьер – объект строительства дороги. Если на карьере грузится в автомобиль порода с известняком, перевозится на пункт приготовления щебня требуемой фракции и затем завозится на строительство дороги, то имеем трехэтапную систему производства между данными корреспондирующими пунктами: карьер – база переработки сырья – объект строительства дороги.

Если карьер расположен в республике, то здесь может наблюдаться трех – или четырехэтапная система соответственно: карьер – база хранения материала в районе строительства дороги – объект строительства или карьер-пункт переработки сырья – база хранения материала в районе – объект строительства. Если карьер расположен в другом регионе, то возможна пяти – и более этапная система.

Конечная задача – определить путь закрепления поставщиков к потребителям, представляют собой транспортную задачу линейного программирования, где в качестве оценочного показателя является стоимость перевозки единицы продукции. Такая задача легко решается для условий двухэтапной системы: поставщик – потребитель.

В реальных условиях в республике имеется множество объектов строительства или реконструкции автомобильных дорог; баз переработки, перевалки или хранения готового дорожно-строительного материала; местных карьеров известняка; а также карьеры других регионов страны.

Процесс поставки щебня с промышленных карьеров на асфальтобетонный и цементобетонный заводы, а также для устройства верхнего слоя основания автомобильных дорог, выявляет ряд факторов, влияющих на конечные экономические результаты строительства:

- 1) отпускная цена щебня в карьерах;
- 2) стоимость перевозки щебня от карьера до объекта строительства;
- 3) потери щебня в процессе перегрузки его с одного вида транспорта на другой;
- 4) различная сложность организации и управления транспортным процессом при доставке строительного материала из одного или нескольких карьеров;
- 5) степень экономической стабильности поставщиков и их дисциплинированности при выполнении договорных обязательств.

Анализ факторов, на которые может влиять строительство, показал следующее:

- на отпускную цену и на стабильность и дисциплинированность поставщиков дорожно-строительные работы не влияют, а учитываются только при выборе, что поставщик удовлетворяет строителей или от его услуг следует отказаться. В математической постановке эти факторы указываются в ограничениях задачи;
- потери щебня в процессе перегрузки сводятся к нулю, так как на железнодорожных станциях чаще имеется специальная выгрузочная площадка. Этот фактор при моделировании задачи можно не учитывать;
- сложность организации и управления процессом доставки из карьеров сводится к простым отношениям «поставщик-потребитель» при наличии устойчивой связи между ними и снимает проблему контроля за отправкой и перевозкой грузов. Этот фактор также можно не учитывать при моделировании задачи;
- существенный и управляемый фактор – стоимость перевозки. Он является доминирующим и включается как в ограничения модели, так и в целевую функцию экономико-математической модели.

Поскольку рассматривается задача территориального размещения предприятий, то не следует ограничиваться стоимостью перевозок. Очень важно знать местоположение предприятия, его допустимую мощность производства и эксплуатационные показатели предприятий. В этой связи необходимо в целевую функцию включить показатели капитальных и эксплуатационных затрат, а в систему ограничений условия на гарантированное обеспечение объектов строительства дорожно-строительными материалами.

Рассматривая всю схему движения материала от производства через базы переработки или хранения до объекта, то возникает многоэтапная система с комплексом затратных показателей пунктов размещения карьеров, перевалочных баз, баз хранения готового материала, объектов строительства. Данная задача должна учитывать взаимное размещение предприятий разных уровней иерархии.

Для решения этой задачи стремятся минимизировать затраты на производство, хранение или переработку строительного материала на перевалочных базах и транспортировку к объекту строительства, а также учитывать взаимное расположение предприятий разных этапов между собой. Нелинейный характер капитальных затрат переводит задачу размещения предприятий в раздел задачу нелинейного программирования.

Известно размещение пунктов заготовки (производства) дорожно-строительного материала и размещение объектов строительства (потребителей).

Общая математическая модель для системы движения однородного продукта от начального пункта (карьер) до конечного (объект строительства транспортной инфраструктуры) имеет следующую формализацию.

Поступление продукта от поставщиков через перевалочные базы к потребителям осуществляется в n этапов, на каждом из которых следует разместить h_t пунктов, где t – номер этапа, $t=2 \dots, n-1$; $t=1$ – известные пункты добычи сырья; $t=n$ – известные пункты потребителей строительного материала.

В пунктах h_1 размещены производства по добыче сырья, а в пунктах h_n располагаются потребители, спрос которых P^k , $k=1, \dots, m$ известен.

Заданы: максимальные объемы производства на действующих карьерах или предприятиях и мощности существующих баз хранения или переработки сырья $Z_t^i = 1, \dots, h_b$

$t=1, \dots, n-1$; затраты $G_i(Z^i_t)$, $i=1, \dots, h_n$ $t=1, \dots, n-1$ – на производство, переработку или хранение единицы готового дорожно-строительного материала для любого пункта h_n .

На каждом последующем этапе продукция предыдущего воспринимается как сырье, норма λ_t , $t \neq n$ расхода которого на единицу продукта известна.

Ресурсы пунктов начального этапа известны – Q^i_t , $t=1$; $i=1, \dots, h_i$. Продукт может перевозиться из любого пункта этапа t в пункты следующего $t+1$ этапа, причем $C_{t,t+1}^{ij}$ – затраты на транспортировку единицы продукции от пункта i предыдущего этапа к пункту j последующего этапа $i=1, \dots, h_b$, $j=1, \dots, h_{t+1}$, $t=1, \dots, n-1$.

Пусть $X_{t,t+1}^{ij}$ – объем перевозок из пункта i этапа t в пункт j этапа $t+1$, где $i=1, \dots, h_b$, $j=1, \dots, h_{t+1}$, $t=1, \dots, n-1$, Z_t^i – мощность предприятий в пункте i этапа t , где $i=1, \dots, h_b$, $t=2, \dots, n-1$,

$A_t^i(Z_t^i - \bar{Z}_t^i)$ – удельные капитальные затраты в зависимости от увеличения производства сверх возможного на имеющихся в этом же пункте средствах труда (если $Z_t^i > \bar{Z}_t^i$) или от размеров производства на новом объекте (если $Z_t^i = 0$); E_t – нормативный коэффициент народнохозяйственной эффективности капитальных вложений; \bar{Z}_t^i – фактические мощности существующих предприятий.

Цель задачи – получить минимальное значение затрат на производство, переработку, хранение продукции, и ее транспортировку потребителям:

$$L = \min \sum_{i=1}^{h_t} \sum_{t=2}^n \left[E_t A_t^i (Z_t^i - \bar{Z}_t^i) \times (Z_t^i - \bar{Z}_t^i) + G_i(Z_t^i) Z_t^i \right] + \sum_{i=1}^{h_t} \sum_{j=1}^{h_{t+1}} \sum_{t=1}^{n-1} C_{t,t+1}^{ij} X_{t,t+1}^{ij}. \quad (1)$$

Для выполнения поставленной задачи переменные значения должны удовлетворять следующим условиям:

- общее производство продукции должно отвечать требованиям потребителей:

$$\sum_{i=1}^{h_{n-1}} Z_{n-1}^i = \sum_{j=1}^{h_n} P_j; \quad (2)$$

- условие гарантированного обеспечения продукции всех потребителей:

$$\sum_{i=1}^{h_{n-1}} X_{n-1,n}^{ij} = P_j, \quad j = 1, \dots, h_n; \quad (3)$$

- соответствие объемов производства и распределения продукции:

$$Z_t^i \geq \sum_{j=1}^{h_{t+1}} X_{t,t+1}^{ij}, \quad i = 1, \dots, h_t, \quad t = 2, \dots, n-1; \quad (4)$$

- ограничения на возможности источников сырья:

$$Q_1^i \geq \sum_{j=1}^{h_2} X_{1,2}^{ij}, \quad i = 1, \dots, h_1; \quad (5)$$

- условие удовлетворения сырьем пунктов его переработки для выполнения полученного объема производства:

$$\sum_{i=1}^{h_t} X_{t,t+1}^{ij} = \lambda_{t+1} Z_{t+1}^i, \quad j = 1, \dots, h_{t+1}, \quad t = 1, \dots, n-2; \quad (6)$$

- общие объемы перевозок должны удовлетворять потребностям пунктов его переработки:

$$\sum_{i=1}^{h_t} \sum_{j=1}^{h_{t+1}} X_{t,t+1}^{ij} = \sum_{j=1}^{h_{t+1}} \lambda_{t+1} Z_{t+1}^j, \quad t = 1, \dots, n-1. \quad (7)$$

Все переменные должны иметь неотрицательные значения:

$$X_{t,t+1}^{ij} \geq 0, \quad Z_t^i \geq 0. \quad (8)$$

Известные методы численного решения задач размещения ориентированы на двухэтапные модели. Для случаев трех и более этапов предлагалось использовать несколько двухэтапных транспортных задач, где каждый этап поставок дорожно-строительных материалов рассматривается обособленно без связи с ближайшими этапами. При таком подходе не всегда получается удовлетворительный результат. Комплексное решение проблемы территориального размещения объектов с учетом их взаимного размещения и мест расположения пунктов потребления в трехэтапной системе обеспечивает метод фиктивной диагонали. Для моделей, описывающих размещение объектов в четырех и более этапов, нет приемлемого метода решения, что явилось потребностью дальнейших исследований [3].

Список библиографических ссылок

1. Мальцев Ю.А. Экономико-математические методы проектирования транспортных сооружений. – М.: Изд. Центр «Академия», 2010. – 320 с.
2. Гирсанов И.В., Поляк Б.Т. Математические методы решения задач о размещении // Сборник трудов «Проблемы оптимального планирования и управления производством». – М., Изд-во МГУ, 1963. – 342 с.
3. Экономико-математические модели // Сборник трудов ЦЭМИ. – М.: «Мысль», 1969. – 298 с.

Lisenkov V.A. – candidate of economical sciences, associate professor

E-mail: lwa@kgasu.ru

Teregulova E.R. – candidate of physical and mathematical sciences, senior lecturer

E-mail: teregul@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Modeling of the enterprise placement of road branch

Resume

Economic and mathematical model of facility location encompasses the entire system of correspondence include quarry – the base raw material processing – database storage of road building material – the temporary storage – construction projects . Depending on the geographic location of the primary and final part of the production facilities of passage stages of construction material varies.

In general, the mathematical modeling of the location of enterprises considered as an n-dimensional object system. In the simulation of the production process are taken into account power pits opportunities in refinery feedstock, the maximum load on the bases of storage and the need for road-building materials on construction sites.

Economic and mathematical model contains an objective function that minimizes the sum of capital, operating and transportation costs for the use of road-building material. The nonlinear dependence of capital and operating costs of production resulting from the model to the problems of nonlinear programming. Restrictions are used in the problem, are linear. This economic-mathematical model is suitable for the consideration of any building materials used in the manufacture of road. It is important that the simulation was considered a homogeneous product placement.

Keywords: economic-mathematical model, placement of the enterprises, road-building materials, correspondence of the enterprises.

Reference list

1. Malcev U.A. Economic-mathematical methods of designing transportation facilities. – M.: Publishing Center «Akademiya», 2010. – 320 p.
2. Girsanov I.V., Polyak B.G. Mathematical methods for solving problems of placement // Collection of works «The problem of optimal production planning and control». – M., Publishing house MGU, 1963. – 342 p.
3. Economic and mathematical models // Collection of works CEMI. – M., «Misl», 1969. – 298 p.

УДК 537.525

Сафиуллин Р.К. – доктор физико-математических наук, профессор
 E-mail: rksaf@mail.ru

Салаватуллин А.А. – аспирант
 E-mail: inurrick@gmail.com

Муллануров Ф.Ш. – кандидат физико-математических наук, доцент
 E-mail: famu48@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет
 Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Зайнашева Г.Н. – кандидат физико-математических наук, доцент
 E-mail: Guzel_zn@mail.ru

Казанский государственный энергетический университет
 Адрес организации: 420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51

Энергетическое распределение свободных электронов в плазме тлеющего разряда

Аннотация

В данной работе представлен эффективный метод расчета ФРЭЭ в тлеющем разряде для газовых смесей, содержащих в качестве компонент CO_2 , CO , N_2 , O_2 , H_2 , He , Ar . Рассчитаны средние скорости, коэффициенты диффузии электронов, энерговклады электронов в поступательно-вращательные и колебательные степени свободы молекул, на ионизацию атомов и молекул. Расчеты проведены для рабочих смесей CO_2 – и CO -лазеров. Рассчитанные характеристики приведены в зависимости от параметров E/N и n (E – напряженность электрического поля, N – суммарная концентрация атомов и молекул n – мольная доля гелия в смеси). В большинстве случаев получено хорошее или удовлетворительное согласие рассчитанных характеристик с имеющимися экспериментальными данными.

Ключевые слова: тлеющий разряд, функция распределения электронов по энергии (ФРЭЭ), дрейфовая скорость электронов, коэффициент диффузии электронов, средняя энергия электронов.

Энергетическое распределение свободных электронов является одной из важных характеристик низкотемпературной плазмы газового разряда. В тлеющем разряде в рабочих средах CO_2 - и CO -лазеров функция распределения электронов по энергии (ФРЭЭ) сильно отличается от максвелловской. Экспериментальное определение ФРЭЭ зондовым или СВЧ-методами сопряжено со значительными техническими трудностями. Чаще всего энергетическое распределение электронов рассчитывают путем решения кинетического уравнения Больцмана [1, 2]. В данной работе произведен численный расчет ФРЭЭ и ряда коэффициентов переноса для лазерных смесей газоразрядных CO_2 -и CO -лазеров.

Уравнение Больцмана для свободных электронов может быть записано в виде [3-5]:

$$\begin{aligned} \frac{1}{3}(E/N)^2 \frac{d}{du} \left[\frac{udf/du}{\sum_k \xi_k Q_k^{el}(u)} \right] + (kT/e) \frac{d}{du} \left\{ 2u \frac{df}{du} \sum_k \xi_k [uQ_k^{el}(u) \frac{m}{M_k} + 3B_k Q_k^{rot}(u)] \right\}^+ \\ \frac{d}{du} \left\{ 2uf(u) \sum_k \xi_k [uQ_k^{el}(u) \frac{m}{M_k} + 3B_k Q_k^{rot}(u)] \right\}^+ \\ \sum_{kms} \xi_k \xi_{km} [(u + u_s) f(u + u_s) Q_s^{in}(u + u_s) - uf(u) Q_s^{in}(u)]^+ \\ \sum_{kms} \xi_k \xi_{ks} (g_{km}/g_{ks}) [uf(u - u_s) Q_s^{in}(u) - (u + u_s) f(u) Q_s^{in}(u + u_s)] = 0. \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь $f(u)$ – ФРЭЭ, $\xi_k = N_k/N$, $N = \sum N_k$, $\xi_{km} = N_{km}/N$; N_{km} – плотность молекул k -го сорта, находящихся на m -м уровне внутренней энергии, N – полное число атомов и молекул в единице объема; B_k , $Q_k^{el}(u)$, $Q_k^{rot}(u)$ – постоянная вращения, транспортное

сечение упругого рассеяния электронов на молекуле k -го сорта и сечение возбуждения вращательных степеней свободы молекулы k -го сорта, соответственно; u_s – энергия, теряемая электроном при столкновении с молекулой k -го сорта, при котором молекула переходит с m -го на s -й уровень внутренней энергии; g_{km} , g_{ks} – статистические веса уровней m и s , соответственно. Последние два члена в уравнении (1) описывают неупругие и сверхупругие столкновения электронов с молекулами.

На функцию $f(u)$ накладывается граничное условие $f(\infty) = 0$ и обычное условие нормировки в виде:

$$\int_0^{\infty} u^{1/2} f(u) du = 1. \quad (2)$$

Методика вычисления ФРЭ изложена в работах [3-5]. После нахождения ФРЭ определяются следующие интегральные характеристики плазмы: дрейфовая скорость электронов V_{dp} в электрическом поле, средняя энергия электронов ϵ , константы скоростей различных кинетических процессов. Они вычисляются по известным формулам [3-5]. На рис. 1-11 представлены некоторые результаты расчетов.

При столкновениях свободных электронов разряда с атомами и молекулами энергия от электронов передается в поступательно-вращательные, колебательные, электронные степени свободы атомов и молекул, а также на их ионизацию.

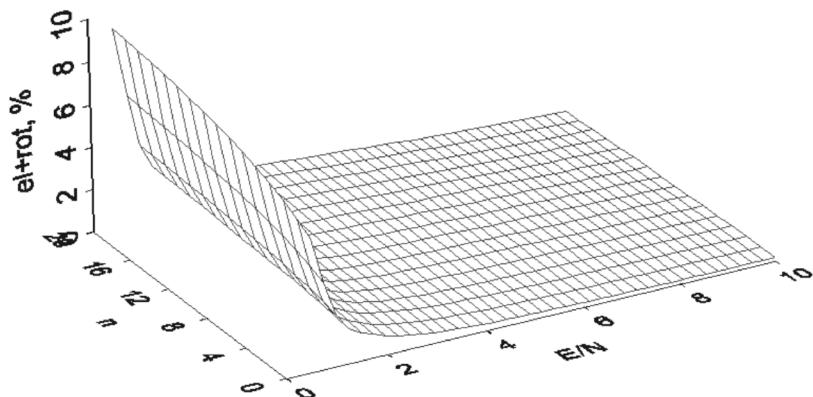


Рис. 1. Энерговклад в поступательно-вращательные степени свободы атомов и молекул.
Смесь CO/N₂/He = 1/6/n

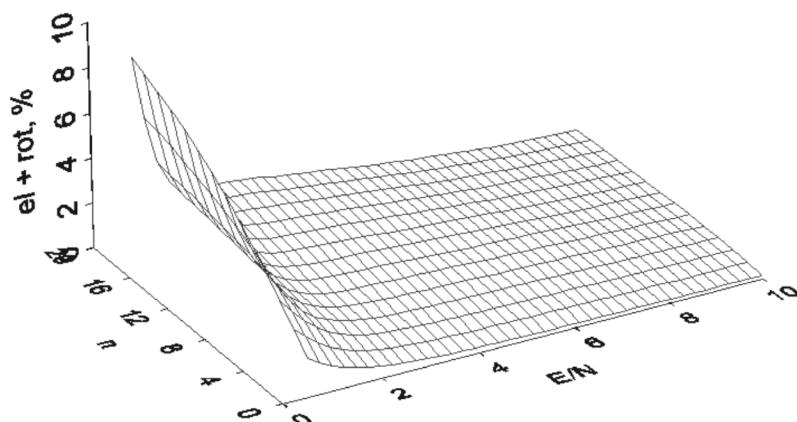
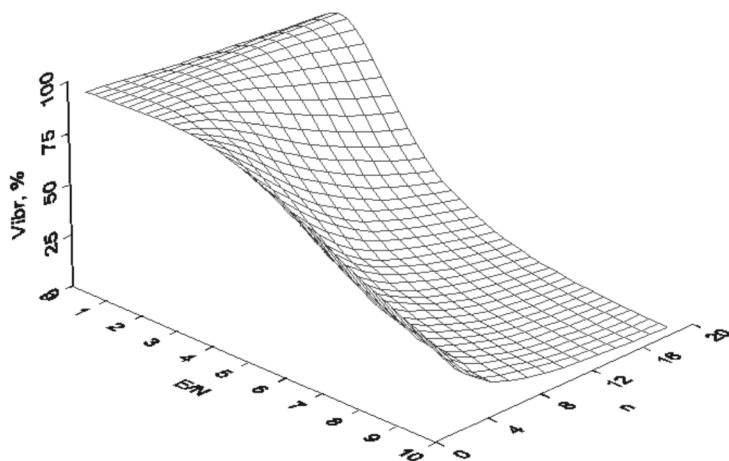
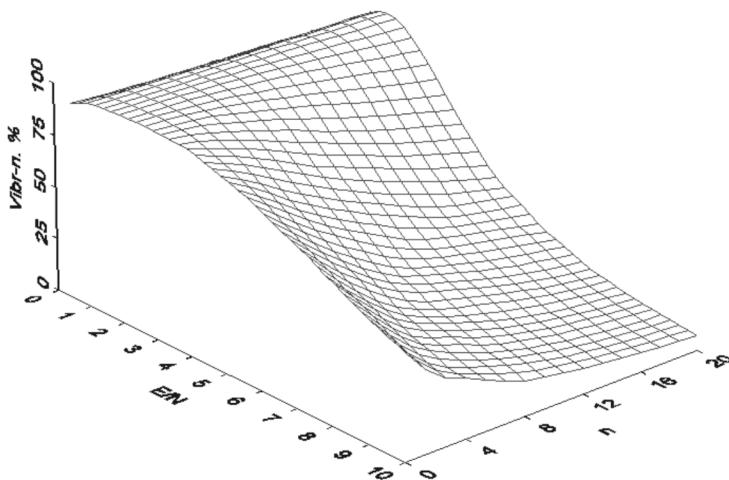
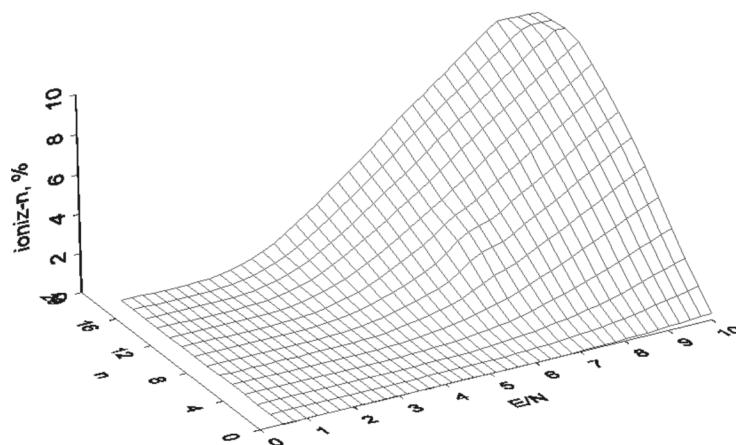


Рис. 2. Энерговклад в поступательно-вращательные степени свободы атомов и молекул.
Смесь CO₂/N₂/He = 1/3/n

На рис. 1 и 2 приведены рассчитанные зависимости энерговкладов (в процентах от полной энергии, передаваемой от электронов тяжелым частицам) в поступательно-вращательные степени свободы атомов и молекул в смесях CO₂- и CO-лазеров.

Рис. 3. Энерговклад в колебательные степени свободы молекул. Смесь $\text{CO}_2/\text{N}_2/\text{He} = 1/3/n$ Рис. 4. Энерговклад в колебательные степени свободы молекул. Смесь $\text{CO}/\text{N}_2/\text{He} = 1/6/n$

На рис. 3 и 4 представлены рассчитанные энерговклады в колебательные степени свободы молекул в этих же смесях. На рис. 5 показан энерговклад электронов в ионизацию атомов и молекул в смесях $\text{CO}_2/\text{N}_2/\text{He} = 1/3/n$. Следует отметить, что полученные результаты находятся в хорошем соответствии с накопленными экспериментальными данными.

Рис. 5. Энерговклад в ионизацию атомов и молекул. Смесь $\text{CO}_2/\text{N}_2/\text{He}=1/3/n$

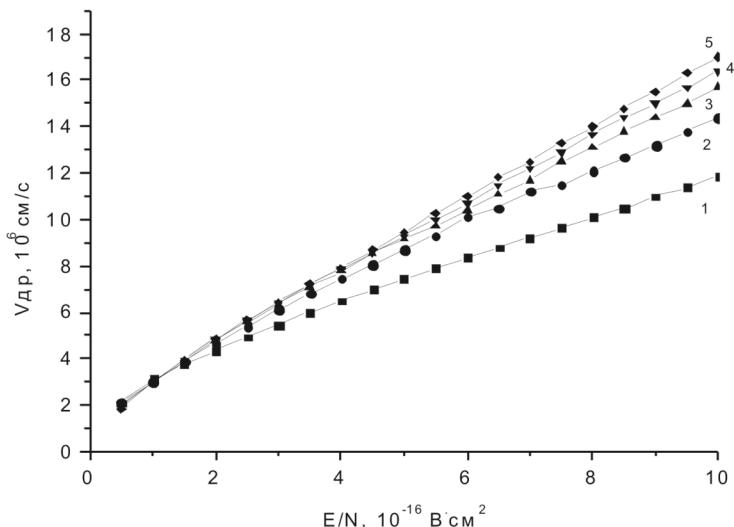


Рис. 6. Дрейфовая скорость электронов в смесях $\text{CO}_2/\text{N}_2/\text{He} = 1/3/n$
(кривые 1-5 соответствуют значениям $n = 0, 5, 10, 15$ и 20 , соответственно)

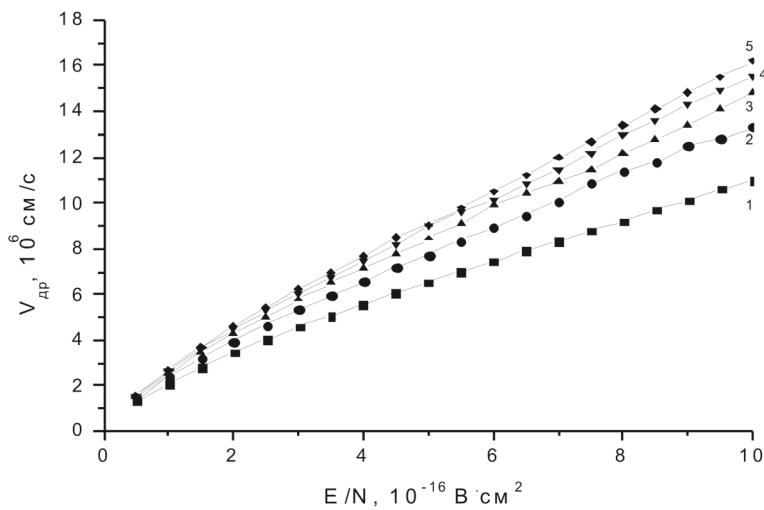


Рис. 7. Дрейфовая скорость электронов в смесях $\text{CO}/\text{N}_2/\text{He} = 1/6/n$
(кривые 1-5 соответствуют значениям $n = 0, 5, 10, 15$ и 20 , соответственно)

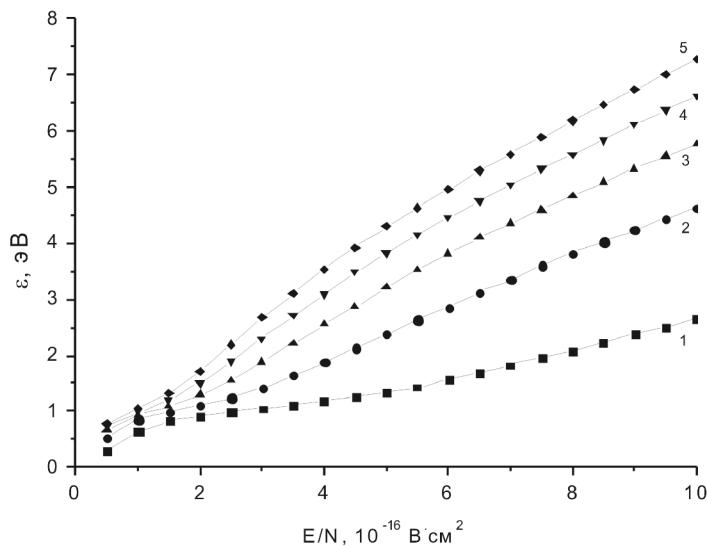


Рис. 8. Средняя энергия электронов в смесях $\text{CO}_2/\text{N}_2/\text{He} = 1/3/n$
(кривые 1-5 соответствуют значениям $n = 0, 5, 10, 15$ и 20 , соответственно)

Расчеты показывают также, что увеличение содержания гелия в лазерных смесях CO₂- и CO-лазеров приводит к увеличению дрейфовой скорости, средней энергии и коэффициента диффузии свободных электронов. Это обусловлено уменьшением энергетических потерь свободных электронов на возбуждение вращательных и, главным образом, колебательных степеней свободы молекул CO₂ и N₂ по мере увеличения процентного содержания гелия.

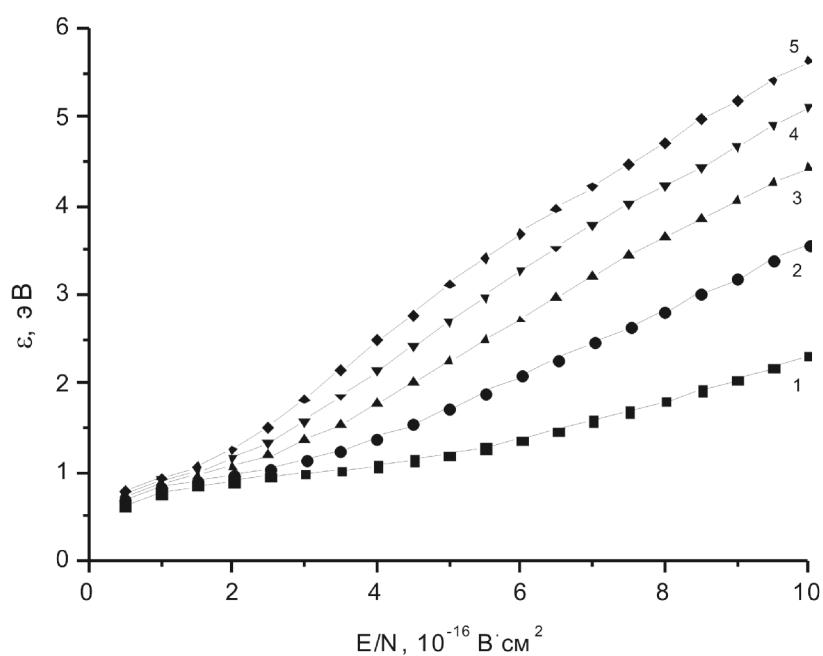


Рис. 9. Средняя энергия электронов в смесях CO/N₂/He = 1/6/n
(кривые 1-5 соответствуют значениям $n = 0, 5, 10, 15$ и 20, соответственно)

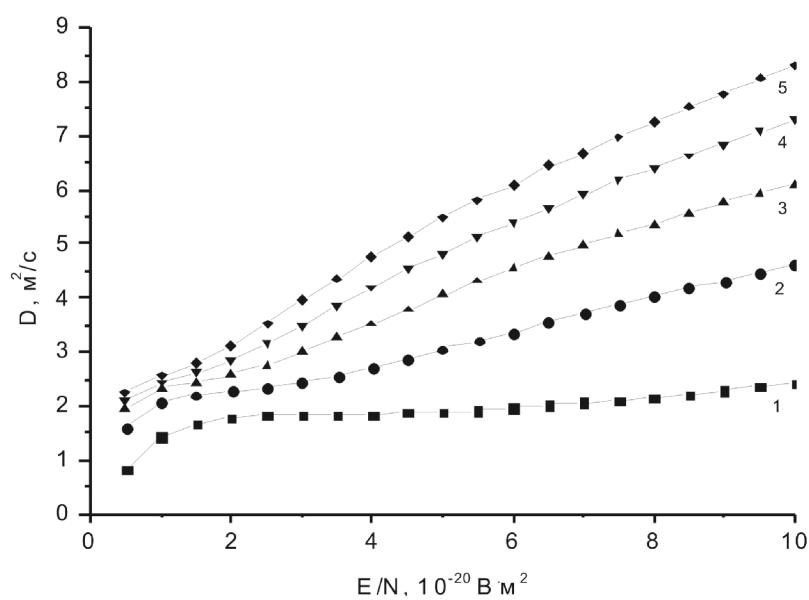


Рис. 10. Коэффициент диффузии электронов в смесях CO₂/N₂/He = 1/3/n
(кривые 1-5 соответствуют значениям $n = 0, 5, 10, 15$ и 20, соответственно)

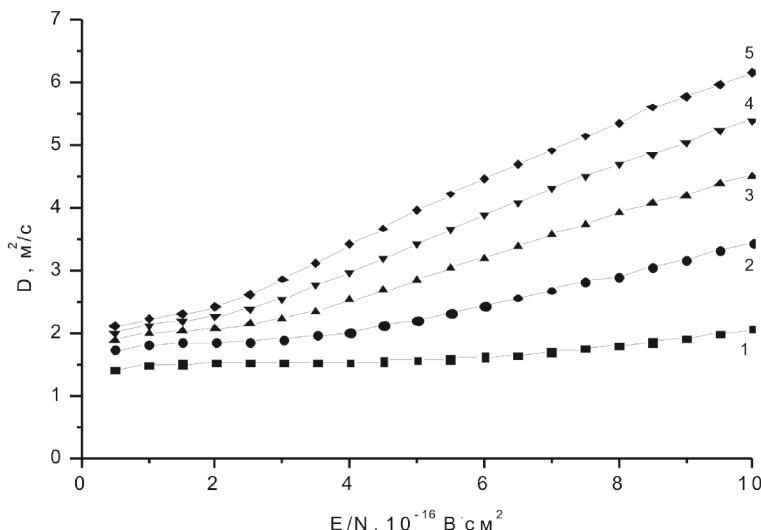


Рис. 11. Коэффициент диффузии электронов в смесях CO/N₂/He = 1/6/n.
(кривые 1-5 соответствуют значениям n = 0, 5, 10, 15 и 20, соответственно)

Список библиографических ссылок

1. Смит К., Томсон Р. Численное моделирование газовых лазеров. – М.: Мир, 1981. – 516 с.
2. Гордиец Б.Ф., Осипов А.И., Шелепин Л.А. Кинетические процессы в газах и молекулярные лазеры. – М.: Наука, 1980. – 512 с.
3. Арасланов Ш.Ф., Сафиуллин Р.К. Известия вузов. Проблемы энергетики, 1999, № 7-8. – С. 61-68.
4. Сафиуллин Р.К. Расчет констант скоростей ионизации и диссоциативного прилипания электронов к молекулам в газоразрядной плазме // Известия вузов. Проблемы энергетики, 2001, № 7-8. – С. 55-63.
5. Сафиуллин Р.К. Математическое моделирование процессов в низкотемпературной плазме тлеющего разряда применительно к CO₂ и CO-лазерам // Автореф. докт. дисс. на соиск. степени докт. физ.-мат. наук. – Казань, 2006. – 35 с.

Safiullin R.K. – doctor of physical and mathematical sciences, professor
E-mail: rksaf@mail.ru

Салаватуллин А.А. – post-graduate student
E-mail: inurrick@gmail.com

Mullanurov F.Sh. – candidate of physial and mathematical sciences, associate professor
E-mail: famu48@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Zainasheva G.N. – candidate of physical and mathematical sciences, associate professor
E-mail: Guzel_zn@mail.ru

Kazan State University of Power Energy

The organization address: 420066, Russia, Kazan, Krasnoselskaya st., 51

Energy Distribution of Free Electrons in Glow Discharge Plasma

Resume

Electron energy distribution function (EEDF) is a very important property of gas discharge plasma. It is well known that in glow discharges EEDF strongly differs from the Maxwellian one and so it must be calculated numerically by solution of Boltzmann equation for free electrons of plasma or measured in the very laborious experiments. Knowledge of EEDF

allows one to evaluate important characteristics of gas discharge plasma such as a mean energy of electrons, electron drift velocity, diffusion coefficients and the rates of various kinetic processes due to electron-molecule collisions.

In this paper the effective method for EEDF calculation is described for the gas mixtures containing CO₂, CO, N₂, O₂, H₂, He and Ar species. Numerically calculated characteristics of CO₂- and CO-lasers plasma such as a mean electron energy, electron drift velocity, electron diffusion coefficient, energy contributions of free electrons to translation-rotation and vibration degrees of freedom of molecules are presented. They are depicted as functions of E/N and n (E – the electric field strength, N – the total particle density of atoms and molecules, n – the relative molar part of He). The information about these characteristics is necessary for the investigation of spatial distributions of charged particles inside the discharge chambers of powerful gas lasers and also for plasma chemistry.

The calculated data are in good or in satisfactory agreement with the available experimental data.

Keywords: glow discharge, electron energy distribution function (EEDF), electron drift velocity, electron diffusion coefficient, mean electron energy.

Reference list

1. Smith K., Thomson R. Computer Modeling od Gas Lasers . – M.: Publishers Mir, 1981.– 512 p.
2. Gordietz B.F., Osipov A.I., Shelepin L.A. Kinetic Processes in Gases and Molecular Lasers. – M.: Publishers Nauka, 1980. – 512 p.
3. Araslanov Sh.F., Safiullin R.K. Energetic Distribution of Electrons in Glow Discharge Plasma // Izvestya vuzov. Problemy Energetiky, 1999, № 7-8. – P. 61-68.
4. Safiullin R.K. Calculation of Rates of Ionization and Rates of Electron Dissociative Attachment to Molecules in Gas Discharge Plasma // Izvestya vuzov. Problemy Energetiky, 2001, № 7-8. – P. 55-63.
5. Safiullin R.K. Mathematical Modeling of the Processes in Low Temperature Glow Discharge Plasma in Application for CO₂ and CO Lasers // The master's thesis author's abstract of a Doct. Phys.-Math. Sci., Kazan, 2006. – 35 p.



УДК 377

Корчагин Е.А. – доктор педагогических наук, профессор
E-mail: bdoikea@rambler.ru

Сафин Р.С. – доктор педагогических наук, профессор
E-mail: safin@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Тюшева А.И. – соискатель
E-mail: adil_t@mail.ru

Институт педагогики и психологии профессионального образования РАО
Адрес организации: 420039, Россия, г. Казань, ул. Исаева, д. 12

Проблемно-аналитическая система внутрифирменного обучения персонала бережливому производству

Аннотация

В основе проблемно-аналитической системы внутрифирменного обучения персонала бережливому производству лежит проблемно-аналитическая система производственного обучения С.Я. Батышева, адаптированная к условиям бережливого производства. Система учитывает современные подходы к профессиональному образованию, особенности работы на современном предприятии, опирается на анализ компетенций и функций, определяющих содержание профессиональной деятельности работника, обеспечивает систематичность и последовательность выполнения заданий нарастающей сложности.

В системе отражается достигнутый уровень научно-технического прогресса и принятый на производстве характер разделения труда. Процесс обучения приспосабливается к конкретным требованиям производства, к реально существующим условиям.

Ключевые слова: проблема, система, внутрифирменное обучение, обучающиеся, бережливое производство, компетентностный подход.

Бережливое производство – инновационный подход к менеджменту и управлению качеством, включающий в себя оптимизацию производственных процессов, ориентированную на требования потребителя, улучшение качества продукции, сокращение издержек.

Бережливое производство сегодня повсеместно признается как наиболее эффективный, надежный и малозатратный путь компаний к выходу из кризиса и повышению конкурентоспособности в глобальном масштабе. Его методы позволяют без капитальных затрат значительно повысить производительность, значительно улучшить качество продукции или услуг, сократить издержки, время производственного цикла [3-7, 9-10].

Отправная точка бережливого производства – ценность для потребителя. С точки зрения конечного потребителя, продукт (услуга) приобретает действительную ценность только в то время, когда происходит непосредственная обработка, изготовление его элементов. Основой бережливого производства является процесс устранения потерь. Под потерей понимается любая деятельность, которая потребляет ресурсы, но не создает ценности. Например, потребителю совершенно не нужно чтобы готовый продукт или его детали лежали на складе. Тем не менее, в традиционной системе управления складские издержки, а также все расходы, связанные с переделками, браком, и другие косвенные издержки перекладываются на потребителя.

В соответствии с концепцией бережливого производства всю деятельность предприятия можно классифицировать так: операции и процессы, добавляющие ценность для потребителя, и операции и процессы, не добавляющие ценности для потребителя. Следовательно, всё, что не добавляет ценности для потребителя, с точки зрения бережливого производства, классифицируется как потери, и должно быть устранено.

Сначала концепцию бережливого производства применяли в отраслях с дискретным производством, прежде всего в автомобилестроении. Затем концепция была адаптирована к условиям непрерывного производства, а потом в торговле, сфере услуг, коммунальном хозяйстве, строительстве, здравоохранении, вооружённых силах и государственном секторе.

При помощи бережливого производства оптимизируют сферу услуг и процесс общения потребителя и поставщика, процесс доставки и обслуживания продукции. В период высочайшей конкуренции и обостряющегося кризиса, у предприятий всего мира нет другого пути, чем, используя лучшие мировые технологии менеджмента, создавать продукты и услуги, максимально удовлетворяющие клиентов по качеству и цене.

Предприятия, которые первыми начали применять методы бережливого производства: Горьковский автомобильный завод (Группа «ГАЗ»), РУСАЛ, ЕвразХолдинг, Еврохим, ВСМПО-АВИСМА, ОАО «КУМЗ», Челябинский кузнечно-прессовый завод (ОАО «ЧКПЗ»), ОАО «Соллерс» («УАЗ», «ЗМЗ»), КАМАЗ, НефАЗ, Сбербанк России ОАО и др. Настоящим прорывом стала долгосрочная целевая программа «Реализация проекта «Бережливое производство» в Республике Татарстан на 2011-2013 годы», принятая правительством Татарстана [1].

В рамках задач, поставленных Правительствами Российской Федерации и Республики Татарстан, в течение последних лет в Республике Татарстан принимались конкретные меры по развитию промышленности и проводились мероприятия по реализации курса на модернизацию, сохранение рабочих мест, привлечение инвестиций, создание современных инновационных управляемых и производственных технологий, в том числе и бережливого производства.

В Республике Татарстан строятся производственные системы на основе принципов бережливого производства в ОАО «КАМАЗ», ОАО «Производственное объединение Елабужский автомобильный завод», на федеральном государственном унитарном предприятии «Производственное объединение «Завод имени Серго», ОАО «Казанское моторостроительное производственное объединение», в ОАО «Казанское авиационное производственное объединение имени С.П. Горбунова», ОАО «Спартак», ОАО «Казанькомпрессормаш», ОАО «Татнефть», ОАО «СОЛЛЕРС-Елабуга», ОАО «КВАРТ», ОАО «Казанский электротехнический завод», ОАО «Нижнекамскшина», ОАО «Казанский вертолетный завод», ОАО «Альметьевский трубный завод», ОАО «Вакууммаш», ОАО «Генерирующая компания» и других.

Были созданы благоприятные условия для применения в деятельности промышленных предприятий Республики Татарстан высокоэффективных программ по поэтапному повышению эффективности деятельности предприятий, в первую очередь научноемкого машиностроения, за счет снижения потерь, подготовки, переподготовки и повышения квалификации руководителей и специалистов на базе современных методов оптимизации бизнес-процессов в рамках бережливого производства. Машиностроительные предприятия республики с 2009 года (а некоторые и ранее) по сегодняшний день активно используют и внедряют инструменты бережливого производства.

Сегодня среди предприятий Республики Татарстан наблюдается интерес к совершенствованию подготовки кадров, к внутрифирменному, дополнительному обучению, к компетентностному подходу в профессиональном образовании.

В то же время анализ деятельности предприятий в сфере внутрифирменного обучения персонала бережливому производству свидетельствует о недостаточной разработанности педагогических основ, научно-обоснованных подходов к проектированию и реализации программ внутрифирменного обучения персонала бережливому производству, включающего в себя постановку обоснованных целей, выбор адекватных методов обучения, детальный анализ качества процесса обучения и результативности программ обучения.

В 70-е годы XX-го века родоначальником профессиональной педагогики в нашей стране академиком Сергеем Яковлевичем Батышевым была разработана проблемно-аналитическая система производственного обучения, предназначенная для подготовки высококвалифицированных рабочих на производстве в социально-экономических условиях плановой экономики [2]. Сегодня, в условиях новых рыночных социально-экономических условий, повлекших за собой изменения в профессиональном образовании и появление новых педагогических подходов, проблемно-аналитическая система С.Я. Батышева не достаточно удовлетворяет требованиям производства.

Цель нашего исследования – адаптировать проблемно-аналитическую систему производственного обучения С.Я. Батышева применительно к обучению персонала предприятий бережливому производству с учетом современных педагогических подходов.

Цель проблемно-аналитической системы внутрифирменного обучения персонала бережливому производству в условиях компетентностного подхода – формирование компетентной личности работника, т.е. работника, способного решать разнообразные проблемы, используя имеющиеся у него знания и умения.

Содержание обучения отбирается на основе выделения компетенций, которые необходимы работнику. Соответственно выделяются проблемы, которые работник должен уметь решать, и учебный материал группируется вокруг этих проблем. Учебный материал отбирается через призму бережливого производства, т.е. он сначала рассматривается, а затем выделяется из него то, что актуально для бережливого производства. Компетенции бережливого производства являются ключевыми для работника. Это технологические компетенции.

Под ключевой компетенцией мы понимаем осознанную работником способность решать производственные проблемы в конкретных ситуациях. Для этого ему необходимо владеть определенными знаниями и способами деятельности, иметь опыт деятельности, в том числе в аварийной обстановке, положительно относиться к сфере деятельности компетенции. Наличие опыта действия в ситуациях, определяемых компетенцией, является основным условием овладения ею. Поэтому центральным звеном в содержании обучения, ориентированного на формирование компетенций бережливого производства, будут ситуации, в которых требуется разрешить проблему, а вспомогательным – задачи, задания, проблемы, организующие деятельность обучающегося в тех или иных обстоятельствах.

В педагогической деятельности компетентностный подход в чистом виде не реализуется, а интегрируется с традиционным, «знаньевым».

В традиционном «знаньевом» подходе цель обучения формулируется как передача обучающимся знаний, формирование умений и навыков, причем знания занимают центральное место, а умения рассматриваются как знания в действии.

Содержание обучения включает в себя знания, умения и навыки, отобранные и сгруппированные на основании области практической деятельности в структуре технологии бережливого производства.

При обучении вне рабочего места ведущая роль принадлежит консультанту, поэтому используются такие методы обучения, как короткие лекции, примеры из практики, кейсы, деловые игры, тесты, практические задания на модельных участках, их разборы.

Основная форма занятия – урок.

Ведущие теоретические положения данного подхода сводятся к усвоению знаний, формированию умений и навыков. Формой реализации аспекта «бережливости» производства служат ситуации, в которых происходит передача информации и ее восприятие обучающимся с последующим осознанием и встраиванием в уже имеющуюся систему представлений.

В условиях компетентностного подхода процесс обучения становится практико-ориентированным, открытым, т.к. многие решаемые обучающимися проблемы существуют в ситуациях неопределенности, то информацию необходимо дополнительно черпать из информационного пространства, представленного в традиционном «знаньевом» подходе. Содержание обучения бережливому производству как бы «погружено» в традиционную информационно-образовательную среду. Компетентностный подход требует выхода за пределы традиционного образовательного пространства, поскольку предусматривает вырабатывание способности применять знания и умения в производственных ситуациях.

Можно сформулировать требования к информационно-образовательной среде, способствующей формированию компетенций [8]:

- наличие потенциальных возможностей создания специальных обучающих ситуаций бережливого производства;
- структурированность;
- наличие ориентиров в этой среде;

– возможность сосредоточения на проблемах, решение которых формирует компетентностное обучение.

После анализа изучаемого производственного процесса и расчленения его на отдельные фазы, имеющие по возможности самостоятельное значение, в учебном материале выделяются проблемы, решение которых необходимо при выполнении работ по регулированию технологических процессов и оборудования в соответствии с требованиями бережливого производства.

Изучаемые проблемы являются неотъемлемыми частями реально существующих технологических процессов. Овладение компетенциями, знаниями и умениями выполнения производственных работ осуществляется по каждой проблеме в отдельности и определенной последовательности, учитывающей реальный технологический процесс и участие в нем работника.

Каждая проблема является самостоятельным заданием и состоит в свою очередь из ситуаций. Изучение каждой проблемы проводится во взаимодействии с другими проблемами. Сначала анализируется технологический процесс в целом, выделяются в нем проблемы, раскрывается структура проблем и связь между ними.

Затем изучается каждая проблема в отдельности,дается ее общая характеристика, роль и место в технологическом процессе, раскрываются ее структурные части – ситуации, определяется объем изучаемого материала. После освоения всех проблем переходят к изучению технологического процесса в целом, но уже на более высокой научной основе.

В такой логической последовательности протекает и деятельность обучающихся, участвующих в конкретном производственном процессе.

Проблемно-аналитическая система предусматривает три последовательных периода обучения:

- изучение и анализ отдельных ситуаций и упражнения в их выполнении;
- изучение и анализ проблемы в целом и также упражнения в ее выполнении;
- изучение и анализ всего технологического процесса, и самостоятельное выполнение задания по его ведению, регулированию и контролю.

По мере прохождения этих трех периодов обучения постепенно расширяется круг интеллектуальных действий обучающихся. В каждом периоде обучения различают два этапа обучения. Первым из них является этап в решении интеллектуальных задач, вторым – этап самостоятельной работы обучающихся под руководством инструктора, когда у них окончательно формируются и закрепляются производственные умения.

Самостоятельная работа обучающихся под руководством инструктора носит личностно-ориентированный характер. Целью личностно-ориентированной направленности является создание условий для максимального развития индивидуальности работника, его профессионально-значимых личностных качеств.

Отношения в процессе обучения субъект-субъектные. Инструктор (наставник) не воздействует прямо на обучающегося, а создает условия для того, чтобы в его личности произошли ожидаемые изменения. Обучающийся-субъект собственной деятельности, он участвует в поиске средств для решения проблем и решает их. Соответственно, фиксированное содержание обучения отсутствует: его формирует сам обучающийся в процессе учения. К предпочтительным методам обучения относятся: диалог наставника и обучающегося, самостоятельная работа обучающегося с информацией, выполнение практической работы, необходимость которой определяется самим обучающимся. Формы обучения также соответствуют поставленной цели: это тренинги, показ практических действий, производственные мастерские. Большую роль в контексте личностно-ориентированного обучения играет самообразование.

Основу личностно-ориентированного подхода оставляют идеи свободного развития личности. Бережливость в данном подходе конкретизируется в совокупность творческих черт и личностных качеств работника.

Средством реализации личностно-ориентированной бережливости служит учебный материал, имеющий явно выраженную специфику. К такому учебному материалу относятся, например, средства технического творчества: мозговой штурм, морфологический анализ, теория решения изобретательских задач и другие.

При реализации личностно-ориентированного подхода можно сформулировать следующие требования к информационно-образовательной среде [8]:

- возможность выбора направления своей образовательной деятельности, форм и способов саморазвития в условиях избыточности информации,
- возможность коммуникативной ориентации и общения с другими работниками,
- рефлексивность – возможность осознать свою индивидуальность, деятельностный аспект своей жизни.

Таким образом, в проблемно-аналитической системе внутрифирменного обучения бережливому производству основным понятием, вокруг которого формируется содержание обучения, адаптированное к условиям производства, является понятие бережливости, через призму которого проектируется и реализуется процесс обучения в условиях взаимодействия различных педагогических подходов. Представление о формах и средствах реализации бережливости дает возможность обозначить концептуальные основы, содержание и структуру учебного материала и определить его специфические особенности.

При изучении каждой производственной проблемы важное значение имеет планирование деятельности обучающихся по стадиям. Обучающиеся должны усвоить различные варианты и последовательность выполнения работы. Для этого необходимо, чтобы они четко представляли себе условия протекания технологического процесса и его закономерности, свободно ориентировались в реальных производственных условиях и путем наблюдений проводили сбор различной информации.

Первоначальное планирование последовательности выполнения задания проводится под руководством инструктора. Лишь после того, как обучающийся научился предвидеть последствия своих действий, эта работа выполняется им самостоятельно.

Важно, чтобы обучающийся активно относился к изучаемой проблеме. Обучение сначала проводится в рамках одной проблемы. Оно начинается с анализа простейших ситуаций и ориентируется на систему понятий и логических связей между ними с выходом на практическое применение. Изучение каждой ситуации направлено на отыскание обучающимся новых средств и методов решения поставленной перед ним задачи.

Обучающийся наблюдает технологический процесс, следит за соблюдением технологического регламента, предотвращает, фиксирует возможные отклонения процесса от нормального протекания, осмысливает и обосновывает решение заданной ситуации.

Процесс изучения ситуации включает планирование, наблюдение, выделение признаков, дифференциацию, систематизацию и обобщение фактического материала и другие приемы интеллектуальной деятельности, овладение которыми свидетельствует о достижении определенного уровня развития компетенций обучающегося.

Порядок изучения содержания отдельных ситуаций соответствует порядку протекания технологического процесса, но может изменяться под влиянием каких-либо изменений в организации производства. Задачей изучения ситуаций является формирование новых умений и развитие тем самым компетенций. Оно планируется на короткие промежутки времени и вызывает интерес обучающихся. Это обучение проводится до тех пор, пока обучающиеся, решая разнообразные задачи нарастающей сложности и новизны, полностью не овладеют как элементами проблемы, так и проблемой в целом.

Независимо от конкретного содержания изучаемых проблем, ход их решения практически не меняется: сначала последовательный анализ ситуаций, а затем поиск наиболее рациональных средств и приемов их практического решения в данных конкретных условиях.

Изучение каждой новой ситуации и овладение ею производится на основе уже изученных и освоенных ситуаций. В этих условиях новые умения и компетенции становятся более подвижными, органически сливаются с ранее усвоенными, что позволяет быстро переключаться с одной ситуации на другую. Начиная с изучения и освоения отдельных ситуаций, обучающиеся постепенно овладевают проблемой по технологической фазе, пока вся проблема не будет изучена и освоена в законченном виде. Варьирование конкретных ситуаций, разнообразие форм деятельности приучают обучающихся выделять в каждой ситуации наиболее характерные для нее специфические особенности, признаки, отличающие ее от других ситуаций.

Отметим, ситуации, составляющие ту или иную проблему, имеют различную степень сложности, которая зависит от сущности той или иной фазы технологического процесса, от непрерывно меняющихся условий их протекания, от состояния оборудования, а также от особенностей ее интеллектуального осмысливания.

По мере изучения отдельных частей технологического процесса у обучающихся постепенно формируются знания и производственные умения в контексте бережливого производства.

Двигаясь от одной проблемы к другой, обучающиеся приобретают опыт в проведении анализов ситуаций, закрепляют и совершенствуют ранее приобретенные знания, умения и навыки в выполнении производственных работ, которые входят в их компетенции. Этому способствует и самоконтроль, который приобретает все большее значение и к третьему периоду обучения превращается в корректировку выполняемых умственных действий. Развитие навыка самоконтроля обеспечивает своевременное и точное регулирование технологического процесса и автоматизацию действий при устранении типичных неполадок.

Поэтапный анализ обучающимися изучаемой проблемы и выполнение упражнений позволяют им находить наиболее рациональные решения, проявлять гибкость мышления и находить решения проблемы в целом. В течение всего учебного процесса у обучающихся наблюдается интерес к приобретению новых знаний, навыков и умений. Этому способствуют и упражнения в порядке возрастающей сложности, разрабатываемые по каждой теме учебной программы, расчлененной на проблемы. Задачи для упражнений подбираются так, чтобы обучающиеся имели возможность прослеживать связи и взаимодействия между отдельными ситуациями и устанавливать причинно-следственные отношения между ними.

При выполнении заданий соответственно обстановке обучающиеся быстро мысленно воспроизводят в памяти нужные действия и выполняют их. Диапазон их действий начинает постепенно охватывать не только проблему, но и весь технологический процесс в целом.

На конкретных видах трудовой деятельности обучающиеся учатся решать проблемные задачи и выполнять свои профессиональные функции. Эти задачи носят проблемно-аналитический характер и отражают реальное содержание производственного процесса. Соответствующие этим задачам упражнения способствуют развитию мышления обучающихся, их глубокому проникновению в сущность технологического процесса.

Проблемно-аналитическая система внутрифирменного обучения персонала позволяет дать теоретическое обоснование изучаемым технологическим процессам бережливого производства.

Таким образом, проблемно-аналитическая система внутрифирменного обучения персонала бережливому производству в целом соответствует дидактическим принципам обучения, способствует формированию в определенной последовательности знаний, умений и компетенций бережливого производства, обеспечивает их гибкость, применимость в различных ситуациях. При этом формирование знаний, умений и компетенций осуществляется в процессе практической деятельности обучающихся непосредственно на современном производстве.

Список библиографических ссылок

1. Долгосрочная целевая Программа «Реализация проекта «Бережливое производство» в Республике Татарстан на 2012-2013 годы». Утверждена Постановлением Кабинета министров Республики Татарстан 06.02.2012 г. № 85. – URL: www.mpt.tatarstan.ru/rus/info.php?id=50 (дата обращения: 12.09.2013)
2. Батышев С.Я. Производственная педагогика. – М.: «Машиностроение», 1976. – 688 с.
3. Брайан Маскелл, Брюс Баггали Практика бережливого учета. – М.: ИКСИ, 2010. – 384 с.
4. Вумек Дж., Джонс Д. Бережливое производство. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. – 472 с.
5. Джеймс П. Вумек, Дэниел Джонс Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. – 472 с.

6. Луйстер Т., Теппинг Д. Бережливое производство: от слов к делу. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2008. – 132 с.
7. Масааки Имаи Гемба Кайдзен: Путь к снижению затрат и повышение качества. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 346 с.
8. Осмоловская И.М. Предметность обучения и учебные предметы в контексте различных дидактических подходов //Образование и наука. Известия Урал. Отд. РАО, 2012, № 7(96). – С. 67-78.
9. Рамперсад Х., Эль-Хомси А. TPS-Lean Six Sigma. Новый подход к созданию высокоеффективной компании. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2009. – 416 с.
10. Тайити Оно Производственная система Тойоты. Уходя от массового производства. – М.: ИКСИ, 2007. – 208 с.

Korchagin E.A. – doctor of pedagogical sciences, professor

E-mail: bdoikea@rambler.ru

Safin R.S. – doctor of pedagogical sciences, professor

E-mail: safin@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Tuyusheva A.I. – researcher

E-mail: adil_t@mail.ru

The Institute of Pedagogy and Psychology of Professional Education of RAE

The organization address: 420039, Russia, Kazan, Isaev st., 12

Problem-analytical system of internship-oriented training on condition of thrifty production

Resume

The characteristic of lean production as the most efficient and reliable way for an enterprise to increase its competitiveness is regarded in this article. The only way to realize this kind of production lies in reduction of losses, training of personnel at corporate training.

Corporate training of personnel of the lean production should be based upon scientifically grounded syllabus and adequate methods of training. At the heart of the personnel training on condition of lean production may lie the problem-analytical system of S. Baryshev which allows taking into consideration contemporary approaches to vocational training. The system is grounded upon the analysis of required competences and functions that employee perform at enterprise.

The possibility of adaptation of problem-oriented system of training of S. Baryshev to corporate training of personnel, which is aimed at lean production on condition of competence approach of education, is showed.

The algorithm of corporate education at a certain production process is presented. The sequent three periods of person-oriented training are focused on. Thriftiness, while person-oriented approach is applied, is concretized to the aggregate of creativity and personal features of an employee. The requirements, to teaching media on condition that the approach would be applied, are formulated. The level of development of the competences is defined during the study of the case that includes stages of: planning, observation, noticing of certain features, differentiation, systematization, generalization of data and other ways of intellectual activity. The formation of knowledge, skills and competences is realized in the process of work activity directly at enterprises.

Keywords: problem, system, corporate education, trainees, lean production, competence-oriented approach.

Reference list

1. Long-term purposeful programme «The realization of project «Thrifty production» in Republic of Tatarstan for 2012-2013». Adopted by decision of Ministry of Republic of Tatarstan of 06.02.2013 № 85. URL: www.mpt.tatarstan.ru/rus/info.php?id=50 (date of circulation: 12.09.2013).
2. Batyshev S.Y. Productional pedagogics. – M.: «Mashinostroyeniye», 1976. – 688 p.
3. Maskell B.H., Baggaly B. Practical Lean Accounting. – M.: IKSI, 2010. – 384 p.
4. Womack J.P., Jons D. Lean Thinking. – M.: Alpina Business Books, 2004. – 472 p.
5. Womack J.P., Jons D. Lean Thinking: Waste and Create Wealth in Your Corporation Alpina Business Books. – M.: Alpina Business Books, 2004. – 472 p.
6. Luister T., Tapping D. Lean Manufacturing:from Words to Deeds. – M.: RIA, 2010. – 132 p.
7. Kaizen G., Low-Cost Approach to Management. – M.: Alpina Business Books, 2005. – 345 p.
8. Osmolovskaya I.M., Thingness of training and subjects in the context of various didactic approaches // Obrazovaniye i nauka, Izvestiya Ural, Otd RAO, 2012, № 7 (96). – P. 67-78.
9. Rampersad J., El-Khosmi A. TPS-Lean Six Sigma: New Approach to create Efficient Enterprise. – M.: RIA, «Standards and quality», 2009. – 416 p.
10. Taiichi Ohno. Manufacturing System of Toyota corp: Beyond Mass Manufacturing. – M.: IKSI, 2007. – 208 p.

УДК 378

Магера Т.Н. – доцент

E-mail: mageratatiana@mail.ru

Московский государственный строительный университет

Адрес организации: 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

Научно-исследовательская работа студентов в области психологии в техническом вузе

Аннотация.

Иновационно-ориентированный компетентностный подход в высшем техническом образовании позволяет акцентировать внимание на актуальных личностных качествах студентов. В данной статье представлены текущие результаты и перспективы формирования и развития инновационных компетенций студентов ходе научно-исследовательской работы на кафедре психологии МГСУ. Например, адаптивности, эмоционального интеллекта, гибкости, стратегического мышления. Указаны различные формы научно-исследовательской работы со студентами.

Ключевые слова: инновационные компетенции, инновационно-ориентированный компетентностный подход, научно-исследовательская работа студентов.

Научно-исследовательская работа студентов (НИРС) в вузах координируется и поддерживается на государственном уровне. Основанием служит ряд документов: Приказ Министерства образования Российской Федерации от 16.07.2001 № 695 «О координации и государственной поддержке научных исследований студентов и молодых ученых»; Приказ Министерства образования Российской Федерации от 03.07.2003 г. № 2859 «О состоянии и развитии научно-исследовательской работы студентов высших учебных заведений»; Федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования. НИРС является важной частью как учебного, так и внеучебного процесса, подготовки конкурентоспособных специалистов, способных самостоятельно решать профессиональные, научные и технические задачи, что обеспечивается достаточным уровнем развития общей (универсальной) и профессиональной компетентности. Компетентностный подход, как тенденция в современном образовании, реализуется в процессе НИРС на кафедре Психологии МГСУ. Какие актуальные компетенции формирует и развивает научно-исследовательская работа у студентов? Насколько продуктивно данное направление на сегодня и какие перспективы можно спрогнозировать на будущее, с учетом требований современной образовательной среды и строительной отрасли? Таковы вопросы, подлежащие рассмотрению в настоящей статье.

Традиционно в европейской высшей школе предполагается формирование и развитие научной школы (направления), где профессор, доктор наук является движущей силой, объединяющей вокруг себя сподвижников, как правило, доцентов, которые, в свою очередь, привлекают к исследовательской научной деятельности студентов – будущих сотрудников университетов. В процессе взаимодействия осуществляется обучение, передача исследовательского опыта. Данная практика, отчасти забытая в последнее время в России, реабилитируется в отечественных высших учебных заведениях, в том числе в МГСУ.

Московский государственный строительный университет соответствует статусу НИУ, что определяет основные цели и задачи НИРС. Это подготовка квалифицированного подготовленного контингента для обучения в магистратуре, аспирантуре, анализ кадрового резерва, профессиональная ориентация студентов для работы в научно-исследовательских и научно-производственных подразделениях МГСУ. Научно-исследовательская работа студентов МГСУ позволяет использовать потенциал студентов для решения актуальных проблем в различных областях науки и техники, связанных с проектированием, архитектурой, строительством.

Очевидно понимание профессиональной компетентности студентов-строителей как синтеза технических знаний, умений, способностей. Но вместе с тем, известно, что

строительство – специфическая отрасль, которую можно рассмотреть как пространство для многочисленных сложных межличностных контактов, обеспечивающих качественное профессиональное взаимодействие субъектов отрасли и, как следствие, эффективность разномасштабных процессов, связанных с подготовкой, осуществлением строительства и последующей эксплуатацией зданий и сооружений, которые служат обществу десятки и сотни лет. По данным официального сайта Росстата за январь–сентябрь 2012 года, среднесписочная численность занятых в строительстве человек, по полному кругу организаций с учетом субъектов малого предпринимательства, составляет 3,1 млн. человек и продолжает расти. Это только официальная статистика. Кроме того, можно отметить ряд особенностей, например, материаляемкость: для получения конечной продукции поставляются материалы десятков отраслей экономики страны. В строительстве объектов одновременно участвуют несколько строительно-монтажных организаций (подрядчик, субподрядчики), создающие отдельные конструктивные элементы здания. Становится понятно, что для осуществления профессиональной коммуникации, установления и поддержания столь обширной сети контактов, одних только технических компетенций современному выпускнику строительного вуза не достаточно.

Все эти особенности создают условия для применения особых личностных качеств. Например, способность к активной социальной мобильности, адаптации [7; 15] способность воспринимать информацию, находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и нести за них ответственность, готовность работать в команде, использовать нормативно-правовые документы в работе, анализировать социально-значимые процессы и проблемы, свободно пользоваться русским и иностранными языками, организовывать, управлять, анализировать, способность к саморегуляции [8] и самоорганизации [6], лидерские качества и многие другие. По сути это индивидуально-психологические особенности, позволяющие применять эффективные поведенческие стратегии в социальном взаимодействии.

Вопросами формирования и развития компетенций студентов технических вузов занимался ряд ученых, например, Н.Г. Багдасарян, В.И. Байденко, В.Ф. Взятышева, В.М. Журавский, В.М. Приходько, В.Е. Сучков, Ю.Г. Татур и др. Многие из них пришли к выводу, что компетентность для будущего выпускника инженерно-технического вуза – это сумма двух квалификаций: профессиональных компетенций и социального поведения. Социальные компетенции и связанные с ними индивидуально-психологические особенности обеспечиваются широким социальным кругозором, который, благодаря содержательной стороне учебных программ, развивается в процессе образовательной деятельности кафедр гуманитарных дисциплин и научно-исследовательской работе по данным направлениям, в частности, на кафедре Психологии МГСУ.

НИРС на кафедре Психологии МГСУ сориентирована на развитие системы подготовки научно-педагогических работников и обучающихся в вузе к инновационной деятельности, что является приоритетным направлением развития. Заявленное направление, во избежание дальнейших сложностей, требует точности формулировок таких понятий, как инновационная деятельность, инновационные проекты, инновационная инфраструктура, инновация, инноватор. В Федеральном законе Российской Федерации от 21 июля 2011 г. № 254-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О науке и государственной научно-технической политике», опубликованном в Российской газете (Федеральный выпуск № 5537 от 26 июля 2011 г.), инновационная деятельность понимается, как деятельность, направленная на реализацию инновационных проектов, а также на создание инновационной инфраструктуры и обеспечение ее деятельности. Инновационные проекты определяются, как комплекс направленных на достижение экономического эффекта мероприятий по осуществлению инноваций.

Инновационная инфраструктура является совокупностью организаций, способствующих реализации инновационных проектов, включая предоставление управлеченческих, материально-технических, финансовых, информационных, кадровых, консультационных и организационных услуг. Инновация – введенный в употребление новый и значительно улучшенный продукт (товар, услуга) или процесс, новый метод продаж или новый организационный метод в деловой практике, организации рабочих

мест или во внешних связях. Инноватор – профессионал в сфере инновационной деятельности с перечнем компетенций, необходимых ему для эффективной работы.

Может показаться, что все вышеперечисленные понятия, в связи с новизной, учетом долгосрочности перспективы реализации и применения, имеют отношение только к начинающим сотрудникам вузов, молодым ученым, студентам. Но включение всех участников образовательного процесса, охваченного обновлением, в инновационную деятельность необходимо по причинам сохранения преемственности в научной среде. Опытные представители академической среды, зачастую отстаивающие фундаментальность образования, не меньше, чем студенты нуждаются в инновационно-ориентированной практике. Фундаментальные знания, аккумулированные в научных сообществах опытных ученых-исследователей, сегодня рассматриваются с практических позиций трансформации в наукоёмкие технологии, что невозможно без инициативности и идейной изобретательности молодежи. Это удачный вариант для налаживания производства высокотехнологичной продукции на основе знаний. Здесь задачи научно-исследовательской деятельности и научно-производственной активно пересекаются.

Благодаря этой тенденции студентам доступно участие в текущих проектах университетов, лабораторных экспериментах с использованием оборудования последнего поколения. Студенты выступают инициаторами проведения исследований социально-психологического характера, привнося в профессиональную деятельность научный подход. Так, в последнее время набирает всё большую популярность среди студентов вузов движение студенческих отрядов. С конца июня до начала августа 2012 года исследовались студенты МГСУ, которые в составе сводного студенческого строительного отряда принимали участие в строительстве санно-бобслейного трека в поселке Красная Поляна к Зимним Олимпийским играм в Сочи-2014. Начиная с лета 2009 года, в программу летней практики для студентов-менеджеров включены современные психотехнологии для диагностики и развития инновационных компетенций менеджеров-строителей.

Совместная научно-исследовательская работа преподавательского состава и студентов дает возможность приобрести бесценный опыт инновационной деятельности уже в стенах вуза. У студентов формируется собственное представление об основных инновационных понятиях, категориях,рабатываются навыки в области создания, апробирования научных разработок, создается индивидуальный неповторимый имидж в процессе профессионального общения в ходе выставочной работы, научных конференций.

Так, например, на кафедре Психологии накопился многолетний опыт проведения конференций по результатам научно-исследовательской работы студентов. Сложились условия, позволяющие качественно усовершенствовать доклады студентов от конференций кафедрального уровня до уровня международных конференций и выставок. Ежегодно только в конференциях кафедрального уровня принимают участие несколько десятков студентов МГСУ. Кроме того, ежегодно лучшие докладчики выступают на ежегодной международной межвузовской конференции «Строительство-формирование среды жизнедеятельности», тезисы студенческих докладов публикуются в сборниках научных трудов конференции.

В сборник научных трудов IV Международной научно-практической конференции «Научно-техническое творчество молодежи – путь к обществу, основанному на знаниях», по теме «Приоритетные направления научно-исследовательской и научно-технической деятельности молодёжи для инновационного развития России», которая проводится в рамках программы мероприятий Всероссийской выставки НТТМ-2012, вошло 2 работы молодых сотрудников кафедры и 3 студенческие работы, подготовленные под руководством преподавателей кафедры Психологии.

Кроме того, два студенческих проекта, представленных на выставке, заслуженно были удостоены звания победителей. Результаты исследований в рамках НИРС на кафедре Психологии МГСУ позволили создать ряд оригинальных психодиагностических и психотерапевтических методик, две из которых в 2011 г. были защищены патентами Российской Федерации на изобретение: № 2411903 «Способ определения уровня профессиональной адаптации преподавателя» и № 2411904 «Способ диагностики уровня профессиональной адаптации преподавателя технических дисциплин» [8; 9].

Выступления на научных конференциях позволяют расширить круг узкоспециализированных и междисциплинарных профессиональных контактов, обсудить проблемные вопросы, доложить о результатах научно-исследовательской работы, что наряду с последующей публикацией в научных журналах позволяет совершенствовать компетенции исследователя, публичного докладчика, автора научных статей. Активный профессиональный словарь терминологически обогащается, развивается понятийный аппарат, тренируется навык выдвигать гипотезы, планировать процесс исследования, а значит, развиваются такие инновационные качества, как оригинальное, стратегическое мышление, творческая смелость студентов. Благодаря этому, не только решается кадровый вопрос за счет привлечения молодежи в область научных исследований, осуществляется «преемственность поколений», но и воспитываются упомянутые выше ценные личностные качества прогрессивного, самостоятельного, гуманного ученого, способного повысить результатами своих изысканий эффективность строительной отрасли в целом.

Фактически, речь идет о включении сотрудников и студентов технического вуза в инновационную деятельность через формирование ключевых инновационных компетенций, через самореализацию в контексте инновационно-ориентированного компетентностного подхода. То есть помимо, например, развития способности воспринимать информацию в одностороннем порядке и находить организационно-управленческие решения, важно развивать качества, связанные с принятием новшеств, способностью ориентироваться в ситуациях неизвестности, отсутствия исчерпывающей информации и уже при таких обстоятельствах обмениваться информацией, ответственно принимать обоснованные решения. Благодаря включению сотрудников и студентов в значимые формы инновационной деятельности профессиональной направленности, личностный потенциал становится фактором роста конкурентоспособности, как на уровне отдельной личности, так и на уровне вуза, страны в целом.

Научно-исследовательская работа со студентами является одной из форм инновационной деятельности учебно-профессиональной направленности. В условиях реалий сегодняшнего дня сформулирован ряд направлений НИР и НИРС кафедры Психологии МГСУ, в которых авторами ведутся разработки по изучению инновационных качеств личности:

- Психология сопротивления изменениям в системе высшего профессионального образования;
- Развитие системы психолого-педагогического обеспечения инновационной деятельности в исследовательском университете;
- Инновационная культура (среда) вуза в системе профессионального самоопределения студентов МГСУ [2];
- Развитие человеческого капитала студентов в условиях инновационной среды исследовательского университета [4; 5];
- Влияние конфликтологической компетентности на эффективность инновационной деятельности [10];
- Психолого-педагогическая оценка инновационного потенциала будущих специалистов инвестиционно-строительной сферы [14];
- Разработка и внедрение образовательной программы по развитию инновационной деятельности преподавателей исследовательского университета;
- Эмоциональная компетентность как фактор повышения эффективности инновационной деятельности в исследовательском университете [12];
- Коммуникативная среда как условие для успешной подготовки студентов к инновационной деятельности;
- Разработка и внедрение комплексной программы диагностики инновационных компетенций специалистов инвестиционно-строительной сферы (на основе психодиагностического продукта «P-Profile») [16].

Таким образом, на кафедре Психологии проводятся исследования по актуальным направлениям, тематика которых отражает практический запрос современного высшего строительного образования с учетом требований строительной сферы:

- методология аналитических и прогнозных исследований;

- генерация новых знаний и формирование инновационной интеллектуальной среды;
- инженерно-техническое творчество в научной работе, интеллектуальная собственность как основа инноваций;
- подготовка кадров к исследовательской и инновационной деятельности, формирование человеческого капитала и мониторинг кадрового потенциала в условиях инновационной деятельности;
- методология управления инновационными проектами, создание проектных (рабочих) команд, разрешение конфликтов, развитие эмоционального интеллекта и критического мышления.

Сообразно указанным направлениям, сотрудники кафедры Психологии разрабатывают индивидуальные темы исследования, в рамках которых осуществляется научное руководство НИРС. Совместно со студентами ведется экспериментальная деятельность по выявлению актуальных на сегодняшний день компетенций у студентов и преподавателей МГСУ, апробируются практико-ориентированные программы развития компетенций. Например, адаптивности [7], стрессоустойчивости, эмоциональной компетентности [13], самоорганизации [6], психологической защищенности [1], конфликтостойчивости [11].

Среди научных направлений исследований студентов на кафедре Психологии МГСУ пристальное внимание уделяется изучению ресурсов личности, в частности эмоционального. Исследуются аспекты, закономерности взаимовлияния личности и среды, роль эмоционального фактора в учебно-профессиональной деятельности. В русле компетентностного подхода формулируются эмоциональные компетенции, являющиеся компонентами как универсальной, так и профессиональной компетентности управленца, архитектора, строителя. Совместно с преподавателями архитектуры рассматриваются вопросы формирования среды жизнедеятельности человека с точки зрения эмоционального, психологического комфорта.

Некоторые текущие результаты данных исследований сегодня крайне важны, так как динамика современной жизни провоцирует актуализацию именно эмоционального компонента личности для поддержания здоровья, работоспособности человека. Психоэмоциональное здоровье, как ядро здоровья человека в целом, представляется значимым ресурсом, неотъемлемо составляющим коэффициенты конкурентоспособности элементов социума, условием повышения ценности человеческого капитала [3; 4].

Исследование эмоциональной компетентности ведется на кафедре с 2007 года. Стоит отметить, что термин относительно новый, модель эмоциональной компетентности находится на стадии разработки. На основе модели эмоционального интеллекта конструируются группы компетенций, актуальных в контексте инновационных тенденций с учетом перечисленных выше особенностей в сфере высшего строительного образования. Структура эмоциональной компетентности представлена двумя основными группами компетенций: внутриличностной стороной эмоциональной компетентности (определяет своеобразие самоуправления) и межличностной стороной (определяет эффективность управление взаимодействием). Внутриличностная сторона эмоциональной компетентности объединяет эмоциональное самосознание, самопонимание, эмоциональную саморегуляцию, самоорганизацию (или самоупорядочивание). Межличностная сторона эмоциональной компетентности включает в себя социальные навыки, эмпатию (способность понимать эмоциональное состояние другого человека), выстраивание конструктивных взаимоотношений.

Вектор исследовательской активности задается вниманием к избираемым стратегиям совладающего поведения. Можно сказать, что стратегии совладающего поведения позволяют удерживать баланс в сложных жизненных ситуациях: перегруженности, повышенной конфликтности, отсутствия уверенности в завтрашнем дне и т.п. Предполагается, что индивидуальное содержание внутриличностных компетенций определяет ситуативную актуализацию определенной стратегии поведения, которая, в свою очередь, оказывается на процессе и результатах социального взаимодействия (область применения межличностных компетенций).

Цель исследования – изучить роль личностных ресурсов (через эмоциональную компетентность) в ходе учебно-профессиональной деятельности участников образовательного процесса инновационного вуза, сконструировать модель эмоциональной компетентности. Задачи исследования: выявить содержательные характеристики модели эмоциональной компетентности, экспериментальным путем проверить эффективность данной модели, разработать программу эмоциональной компетентности для участников образовательного процесса строительных вузов.

В связи с недостаточностью разработанности диагностического инструментария, способного предоставить в качестве результатов интегративные показатели уровня развития эмоциональной компетентности, методики подбираются по парциальному принципу: каждая компетенция измеряется отдельно. Например, успешно применяются «Четырехмодальный эмоциональный опросник» Л.А. Рабинович, «Опросник диагностики волевых качеств личности для взрослых (ВКЛ-В)» М.В. Чумакова, «Методика «Стратегии преодоления стрессовых ситуаций (SACS)» С. Хобфолла (русскоязычная версия Н. Водопьяновой, Е. Старченковой), «Методика самооценки личности» С.А. Будасси, «Методика исследования уровня эмпатийных тенденций» И.М. Юсупова, «Методика оценки «эмоционального интеллекта» (опросник *EQ*)» Н. Холла [12].

К данному моменту переработан научный теоретический и практический опыт по данному вопросу, проведено моделирование процесса развития эмоциональной компетентности, проанализированы текущие результаты опытно-экспериментальной работы, комплексно разработано понятийное наполнение эмоциональной компетентности. Разработаны и апробированы программы эмоциональной компетентности, методические рекомендации для студентов, преподавателей [13], сотрудников строительных вузов РФ. Указанные разработки широко применяются, особенно в ходе НИРС, так как создают особые условия для взаимодействия научного руководителя и студента, основанные на личной заинтересованности, внутренней мотивации.

Таким образом, научно-исследовательская работа на кафедре Психологии создает условия для формирования инновационных компетенций, среди которых следует выделить эмоциональную грамотность, гибкость, стремление к саморазвитию, самостоятельность, открытость новому. Эти индивидуально-психологические характеристики личности студента – будущего профессионала в строительной сфере, формируются, диагностируются, развиваются с использованием практического психологического инструментария, овладение которым происходит в ходе студенческих исследований под научным руководством преподавателей кафедры. Совместная научная работа студентов и преподавателей есть синтез традиционного и инновационного, где молодежь насыщается опытом, что стимулирует дальнейшую инновационную активность. В ходе НИРС улучшается учебно-методическая работа, совершенствуется имидж университета за счет результативного участия студентов в конкурсах, олимпиадах, конференциях, соискании грантов, выставках.

На сегодняшний день научно-исследовательская работа в области психологии в МГСУ является перспективной. С учетом сложного периода реорганизации системы высшего образования, кафедра Психологии остается центром притяжения для студентов-исследователей, готовых и способных применить богатейший научно-практический психологический опыт для повышения эффективности отрасли архитектуры и строительства на благо человечества.

Список библиографических ссылок

1. Воробьёва В.Л. Социально-психологическая защищённость студентов. – М.: Издательство АСВ, 2009. – 192 с.
2. Воробьева В.Л. Формирование профессионального самоопределения студентов в вузах строительной отрасли // Труды десятой Всероссийской и восьмой Международной научно-практической конференции «Социальные и экономические проблемы градостроительства и архитектуры», 19-21 апреля 2011 г. – М.: МГСУ, 2011. – 440 с.

3. Евсеев В.О. Человеческие ресурсы: оценка факторов конкурентоспособности: – М.: Гардарики, 2007. – 160 с.
4. Иванова И.А. Роль человеческого капитала в реализации эффективного управления инновационным развитием сферы строительства // Научно-технический журнал Вестник МГСУ, 2011, № 6. – С. 522-526.
5. Иванова И.А. Управление человеческим капиталом: учеб. пособие. – М.: МГСУ, 2011. – 111 с.
6. Ишков А.Д. Учебная деятельность студента: психологические факторы успешности. – М.: Изд-во АСВ, 2004. – 224 с.
7. Ишков А.Д., Магера Т.Н., Милорадова Н.Г., Романова Е.В. Адаптация научно-педагогических кадров строительной отрасли к структурным изменениям системы образования (в рамках интеграции в мировое образовательное пространство) – М.: МГСУ, 2010. – 176 с.
8. Способ диагностики уровня профессиональной адаптации преподавателя технических дисциплин: пат. 2411904 Рос. Федерация. № 2009134554/14; заявл. 15.09.2009; опубл. 20.02.2011, Бюл. № 5. – 6 с.
9. Способ определения уровня профессиональной адаптации преподавателя: пат. 2411903 Рос. Федерация. № 2009134553/14; заявл. 15.09.2009; опубл. 20.02.2011, Бюл. № 5. – 5 с.
10. Леонтьев М.Г. Методы формирования конфликтологической компетентности в поликультурном образовательном пространстве вуза // Инновации в образовании, 2012, № 10. – С. 86-92.
11. Леонтьев М.Г. Специфика культуры и способы разрешения межличностных конфликтов. – М.: МГСУ, 2010. – 176 с.
12. Магера Т.Н. Критерии эмоциональной компетентности строителей-менеджеров // Научно-технический журнал Вестник МГСУ, 2011, № 6. – С. 527-531.
13. Магера Т.Н. Практикум по эмоциональной компетентности для слушателей факультета повышения квалификации преподавателей. / ГОУ ВПО Моск. Гос. Стройт. Ун-т. – М.: МГСУ, 2010. – 128 с.
14. Романова Е.В. Ориентация на компетенции в подготовке менеджеров для инвестиционно-строительной сферы // Научно-технический журнал Вестник МГСУ, 2011, № 6. – С. 535-540.
15. Савина Е.А. Проблемы адаптации молодых преподавателей к социокультурной среде ВУЗа // Научно-технический журнал Вестник МГСУ, 2011, № 6. – С. 541-545.
16. Чернышёв А.Ю. Значение личностных компетенций молодого специалиста инвестиционно-строительной сферы в процессе построения карьеры // Сборник трудов Пятнадцатой Международной межвузовской научно-практической Конференции молодых ученых, докторантов и аспирантов «Строительство – формирование среды жизнедеятельности». – М, 24-27 апреля 2012 г. – 989 с.

Magera T.N. – associate professor

E-mail: mageratatiana@mail.ru

Moscow State University of Civil Engineering

The organization address: 129337, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26

Scientific-research work of students in the field of psychology in the technical University

Resume

Students' scientific and research work (SSRW) in universities is coordinated and supported by the government with documents mentioned in this article. The effective fulfillment of current relevant for modern construction sphere tasks is provided by the sufficient level of basic (universal) and professional competence development. Competence approach is realized through innovation-oriented SSRW at Psychology department of Moscow State University of Civil Engineering (MSUCE).

The arguments explaining modern construction sphere need of construction universities graduates, who are competent in technical, social and psychological spheres, are brought in this article. Social and psychological competences, necessary for a competitive construction university graduate, are formulated through SSRW at Psychology department of MSUCE. These competences are formed and develop by means of students inclusion into different streams of SSRW. The examples of types of SSRW and competences are brought in this article.

The current results of SSRW at Psychology department of MSUCE are brought: students' conferences, articles, the winning exhibits, patents. The aims, the tasks and diagnostic methods with current results of research activity in established conditions are mentioned by the example of emotional competence.

SSRW at Psychology department of MSUCE is oriented to the development of the educational system of innovative specialists, scientists and tutors. This is the prior stream. The framework of scientific and research prior work of the department is brought to illustrate future perspective.

Keywords: innovative competence, innovation-oriented competence-based approach, the scientific-research work of students.

Reference list

1. Vorobiova V.L. Socio-psychological protects ability of students – Moscow Printing house ACB, 2009. – 192 p.
2. Vorobiova V.L. Formation of professional self-determination of students in higher educational institutions of the construction industry // Proceedings of the tenth all-Russian and eighth International scientific-practical conference «Social and economic problems of town-planning and architecture», 19-21 April 2011. – M.: MSCU, 2011. – 440 p.
3. Evseev V.O. Human resources: the assessment of the factors of competitiveness: – M. Gardariki, 2007. – 160 p.
4. Ivanova I.A. The role of human capital in the implementation of effective management of the innovative development of the sphere of construction // Scientific-technical magazine Bulletin MSCU, 2011, № 6. – P. 522-526.
5. Ivanova I.A. Management of human capital: a training manual. – M.: MSCU, 2011. – 111 p.
6. Ishkov A.D. Educational activity of the student: psychological factors of success. – M.: Printing house ACB, 2004. – 224 p.
7. Ishkov A.D., Magera T.N., Miloradova N.G., Romanova E.V. Adaptation of scientific-pedagogical personnel of the construction industry to structural changes of the education system (in the context of integration into the world educational space). – M.: MSCU, 2010. – 176 p.
8. Method of diagnostics of a level of professional adaptation of teachers of technical disciplines: patent 2411904 Russian Federation № 2009134554/14; application 15.09.2009; published 20.02.2011, Bulletin № 5. – 6 p.
9. Method of determination of the level of professional adaptation of teacher: patent 2411904 Russian Federation № 2009134554/14; application 15.09.2009; published 20.02.2011, Bulletin № 5. – 5 p.
10. Leontiev M.G. Methods of forming of conflictological competence in a multicultural educational space of the University // Innovations in education, 2012, № 10. – P. 86-92.
11. Leontiev M.G. The specificity of the culture and methods of resolving interpersonal conflicts. – M.: MSCU, 2010. – 176 p.
12. Magera T.N. Criteria of emotional competence builders-managers // Scientific-technical magazine Bulletin MSCU, 2011, № 6. – P. 527-531.
13. Magera T.N. Workshop on emotional competencies for students of the faculty of improvement of professional skill of teachers/ State Educational Institution of higher professional education. / Moscow state construction University. – M.: MSCU, 2010. – 128 p.
14. Romanova E.V. The orientation of the competences in the training of managers for the investment and construction sphere // Scientific-technical magazine Bulletin MSCU, 2011, № 6. – P. 535-540.
15. Savina E.A. Problems of adaptation of young teachers to the socio-cultural environment in the University // Scientific-technical magazine Bulletin MSCU, 2011, № 6. – P. 541-545.
16. Chernishov A.U. The value of personal competences of young specialist of the investment and construction sphere in the process of building a career. // Proceedings of the Fifteenth International interuniversity scientific-practical Conference of young scientists, PhD students and post-graduate students «Building – the formation of the living environment». – M., 24-27 April, 2012. – 989 p.

УДК 377

Падерин В.К. – доктор философских наук, профессор

E-mail:paderin-valerii@mail.ru

Митрошина О.В. – кандидат социологических наук, преподаватель

E-mail: mitroshina.lecka@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Современные особенности подхода к подготовке студента-бакалавра

Аннотация

В статье рассматриваются особенности новых подходов к подготовке бакалавров-строителей. Показывается, что решение данной задачи требует отказа от ряда выработанных традиционной педагогикой образовательных методик. Делается упор на таких «составляющих» этой работы, как компетентностный подход, инновационные обучающие технологии и организация самостоятельной работы студентов. Подчеркивается, что подготовка бакалавра требует от вузовского преподавателя высокого профессионализма; отдачи; мышления, соответствующего сегодняшним социальным реалиям.

Ключевые слова: компетентностный подход, обучение в сотрудничестве, проективное обучение, разноуровневое обучение, обучение адекватной самооценке, самостоятельная работа студентов, профессионально-педагогическая культура.

Переход к обучению по программам бакалавриата поставил вузы перед необходимостью модулирования всей системы образования. Многолетние мониторинговые социологические опросы выпускников, проводимые кафедрой социологии КГАСУ, выявили две тенденции. Одна – связана с излишней перегруженностью будущих специалистов знаниями теоретического характера, которые оказались невостребованными в реальной жизни (не случайны ответы такого характера «в нас столько всего «понапихано», в том числе и не потребовавшегося»). Конечно, без основательной теоретической подготовки не бывает хорошего специалиста. Еще никто не смог опровергнуть тот постулат, согласно которому эффективный специалист всегда должен уметь предварять практические действия мыслью. Но другой вопрос: какая эта мысль и для чего она? Теоретическое «оснащение» человека может настолько довлечь над ним, что для него будут «звучать» лишь объяснительные конструкции, которые связаны в концептуальный узел, предельно отвлеченный от реальной действительности.

Другая обозначившаяся тенденция – нехватка «практической составляющей». Уходит в прошлое ситуация, когда будущего специалиста наполняли знаниями, «как сосуд». Необходима сбалансированность между его теоретическим и практическим оснащением.

Переход на двухуровневое образование потребовал дифференцированного подхода к подготовке будущих специалистов. На бакалавриате – курс на материал, максимально ориентированный на практику, в том числе, на частные теории, обладающие высокими практическими разрешительными возможностями, сориентированные на поиск в реальном секторе «точек приложения», а в магистратуре – больший упор на теоретическую подготовку. Причем, это удел немногих, так как не всякому от природы дана способность к теоретическому мышлению. Делать буквально из всех, в том числе из «треочников», «теоретиков» дело не только неблагодарное, но и глубоко затратное.

Добиться необходимой сбалансированности не просто, срабатывают факторы инерции, несмотря на явные недостатки традиционного обучения, которые весьма многочисленны, включая значительный объем знаний, приобретаемый студентами, так сказать, в готовом виде, без усилий в плане самостоятельной работы («бездумное восприятие»); нивелировка индивидуального подхода с учетом способностей и возможностей обучаемых; отдаленность от многих сторон будущей профессиональной деятельности и т.д. и т.п.).

В то же время ситуация здесь небезнадежна. Есть основание обозначить три возможных направления решения проблемы. Первое – это компетентностный подход. Второе – реализация инновационных обучающих технологий. И, третье, нетривиальные способы организации самостоятельной работы студентов, объем которой должен возрастать.

Коротко о каждом из них. Профессиональная компетентность, как известно, складывается из ряда составляющих, в том числе, компетентности специальной (связанной с профессионально-функциональной состоятельностью), личностной, социально-коммуникативной и демонстрируемой, или, наоборот, не демонстрируемой, в чрезвычайных ситуациях, которых в обстановке тотального обновления достаточно много, иногда даже в избытке.

В реализацию второго, третьего и четвертого компонентов могут внести свою лепту и дисциплины гуманитарного цикла, и, в частности, социология. Опросы показывают, что в основе фактов профессиональной неуспешности часто лежит не столько специальная несостоятельность, сколько некомпетентность, связанная с непониманием, происходящих в строительных коллективах процессов: стадий их развития (на каждой из которых своя система социальных связей и отношений); причин и закономерностей неофициального группообразования и неформального лидерства; умения строить отношения и длительно взаимодействовать с другими – активом, пассивом, индифферентными и дезорганизаторами (одно дело – кратковременный социальный контакт, другое – длительное интерактивное взаимодействие); устанавливать связи, и особенно, прекращать их без негативных, для себя и для дела, последствий; специфики функционирования строительного коллектива в зависимости от того стиля управления, которого придерживается его руководитель; способов предупреждения и возможных стратегий и тактик разрешения конфликтов; методов сохранения душевного равновесия, резистентности при нахождении в нештатных ситуациях.

Свой вклад в дело формирования, указанных выше компетенций, может внести и социология. Тем более, что разделами ее (специальными или частными социологическими теориями) являются: социология общения, социология взаимодействия, социология социальной связи, социология организаций, социология конфликта, социология кризиса и т.д. Активно «работают» на повышение «человеческой» компетентности выпускников вуза архитектурно-строительного профиля и наработки социологических ролевых теорий, акцентирующих внимание на особенностях, способах, методах усвоения ролей, ролевых отношениях, распределении ролей, согласовании ролей, ролевой напряженности, ролевой конфронтации и пр. Проводимые на их основе ролевые игры обладают большим образовательным потенциалом, причем потенциалом не абстрактно-отвлеченным от реальности, а максимально к ней приближенным. Они дают возможность «примерить» ту или иную будущую роль, так сказать, «на себя». Одно дело изучить по учебнику функции прораба и особенности их выполнения, и совсем иное, прочувствовать многие нюансы данного вида деятельности во время деловой игры, имитирующей, моделирующей одну из возможных в будущем профессиональных ситуаций. Естественно, что игра – это не реальная жизнь, но бесспорными плюсами ее являются, во-первых, прикладной характер приобретаемых знаний. Во-вторых, участник ее выступает активным созидателем собственного образования. И, в-третьих, она является своего рода профилактикой той ситуации, которая вполне возможна в будущем при столкновении с действительностью (ее называют по-разному, то «шок при принятии на себя новой роли» то «прагматический психоз» и т.д. и т.п.).

Конечно, предусмотреть все, с чем может столкнуться выпускник в реальной жизни, стопроцентно «сработать на опережение» («знать бы, где упаду, соломки бы подстелить») невозможно. Это, как нельзя научиться плавать, не входя в воду, а бегая по берегу. Жизнь настолько сложна и противоречива, а, порой, и непредсказуема, что в ней неизбежны и радости и разочарования, взлеты и падения (причем, падения с социальной лестницы могут быть настолько болезненными, что парализуют у молодого человека не только карьерные амбиции, но и, вообще, волю к жизни – разумеется, это крайний вариант). Не случайно говорится: «Чтобы тебя на Земле не теряли – постарайся себя не терять».

Но как бы-то ни было, «проиграть», еще учась в вузе, возможные ситуации, с которыми могут столкнуться выпускники в будущем, сделать так, чтобы их представления

о такой вечной и непрекращающейся значимой сфере человеческой деятельности, какой является строительная, не были смутны и иллюзорны, вполне реально.

Для того, чтобы выпускник чувствовал себя комфортно в динамично изменяющемся мире и был конкурентоспособен, центр тяжести в обучении должен сместиться с трансляционной функции (которая, разумеется, тоже необходима) на функцию развития, формирования у студентов креативности, инновационности, умения реализовать знания на практике. В этой связи назрела необходимость использования современных образовательных технологий. Их много [1], но с точки зрения эффективности и обучающей «емкости» обращают на себя внимание следующие: «обучение в интерактивном взаимодействии» (ее еще называют «обучение в сотрудничестве», cooperative learning), «проективное обучение», «разноуровневое обучение» и технология, которую можно назвать «обучение адекватной самооценке». Суть метода обучения в интерактивном взаимодействии в том, чтобы учиться не просто рядом, а вместе, оказывая друг другу помощь, сопереживая, разделяя, неизбежные на нелегком пути познания, радости и горечи неудач. Существуют разновидности этого метода. Первая делает упор на формировании навыков, умений, усвоении академических знаний, предусмотренных программами (построенными на основе соответствующих стандартов обучения). Вторая – ориентирована на организацию творческой деятельности на занятиях, учебных дискуссий. Данная технология может быть широко использована на семинарских занятиях по социологии. Помимо всего прочего, она несет в себе большой воспитательный потенциал. Анклавизированному, атомизированному обществу, похожему на груду рассыпающихся песчинок, как никогда, требуется формирование установок на солидарность, сотрудничество, взаимопомощь, социально-позитивное взаимодействие. В противном случае, в силу социального характера человека, молодежь будет «собираться в стаи», разного рода группирования, уходить в параллельные сообщества, со всеми вытекающими отсюда последствиями. Понятно, что в условиях повышенной социальной мобильности, сверх высоких темпов городской жизни, есть предпосылки для исчезновения глубины человеческого взаимодействия и ослабления социальных связей. Однако, в любом случае предпочтительнее не механически-пространственное сосуществование, не объединение, обусловленное только каким-либо внешним фактором, а каузальное, логико-смысловое. Свою лепту в создание такого рода интеграции молодых людей может внести и метод «обучение в сотрудничестве». У него есть для этого все предпосылки, и в частности, взаимозависимость обучающихся, обусловленная единой целью и задачами; общие информационные источники; унифицированные способы поощрения; индивидуальная ответственность каждого за итоговый результат и пр. То есть, этот метод «работает» не только в плане обучения, но и в плане решения задач социальной интеграции.

Что касается «метода проектов» то эта технология акцентирует внимание на способах получения знаний, а ее использование представляется особенно перспективным в процессе преподавания социологии на бакалавриате. Дело в том, что проведение серьезного социологического исследования предполагает обязательное наличие программы, состоящей из теоретико-методологического и методико-процедурного разделов. Первый включает в себя следующие составляющие: определение и формулировку проблемы; уточнение объекта и предмета исследования; характеристику целей и задач; интерпретацию (операционализацию) основных понятий и формулировку рабочих гипотез. Второй – составление плана; описание методов сбора данных; процедур отбора единиц анализа и способов систематизации данных, а также, презентации полученных результатов. Уже простой перечень, составляющих программы свидетельствует о том, какими возможностями обучения студентов способам получения знаний обладает эмпирическая социология. Высокая научность работы по составлению программы создает условия не для абстрактного, а конкретного обучения студентов технологии получения социологического знания (и не только), эффективного показа способов соединения академического знания с прагматическим. В ходе этой работы создаются предпосылки для активного «задействования» и развития творческо-поисковых и аналитических возможностей обучаемых, начиная с формулировки

проблемы, формирования гипотез, поиска адекватных методов (качественных или количественных) сбора социологического материала, и заканчивая способами обработки и презентации полученных результатов. Тем более, что проекты программ конкретно-социологических исследований студентов КГАСУ носят не просто учебный характер, а создаются для изучения реальных социальных процессов, происходящих как в вузе, так и в области градостроительства, в строительном комплексе республики в целом. Не говоря уже о том, что большинство выполняемых студентами института архитектуры проектов (соруководителями которых являются преподаватели кафедры социологии) носят не просто обучающий, а практически – прикладной характер.

При всем многообразии проектных методов обучения (типологий которых множество) в вузах архитектурно-строительного профиля есть смысл в гораздо большей степени делать акцент на проектно-ориентированные методы обучения.

Не менее перспективно использование в процессе преподавания на бакалавриате (в том числе, социологии) и такой технологии, как «разноуровневое обучение», которое позволяет учитывать исходный уровень подготовленности студентов, который весьма различен. Традиционные обучающие технологии рассчитаны на среднего студента. В результате складывается ситуация, при которой у сильных студентов «гасится» познавательный интерес, а у слабых формируется «комплекс неудачника», мнимой ненужности, аутсайдера, способного окрасить в соответствующие тона всю его практическую жизнь. Технология разноуровневого обучения предполагает распределение студентов на микрогруппы («А», «Б», «С», «Д») в зависимости от исходной подготовленности, способностей и индивидуальных особенностей, а затем их обучение с применением преподавателем, адаптированной к каждой из них, обучающих методик. Использование данной технологии требует от преподавателя больших интеллектуальных и методических усилий, но главная установка здесь одна – каждая из микрогрупп должна овладеть учебным материалом в объеме не ниже базового. Применение данной обучающей технологии дает возможность реализовать принцип «высшая школа без неудачников» [2], а в перспективе снизит в строительном комплексе количество социально пассивных людей, людей потерявшихся на этой земле и не реализовавшихся.

Нельзя не сказать и еще об одной продвинутой обучающей технологии, которую можно назвать «обучение адекватной самооценке» (ее еще называют «формирование способности к самооценке», «Я – позиции»), связанной с выработкой у обучаемых способностей к адекватной самооценке. В традиционных способах обучения этот аспект остается вне поля зрения [3]. Отсюда нередки такие диалоги между студентом и преподавателем: «Я ответил на «пять», а вы мне поставили «четыре». По последним социологическим исследованиям прослеживается усиление такого рода прессинга со стороны обучаемых на преподавателя. Данная технология позволяет снять его в какой-то степени. Не говоря уже о том, что умение реально оценивать себя, свой потенциал (интеллектуальный, организаторский и пр.), не преувеличивая и не приуменьшая своих возможностей и способностей (нередки случаи, когда амбиции бывают завышенными, а возможности где-то в «районе средних значений», и, наоборот), прямо пропорционально жизненному успеху будущего специалиста.

Применение современных обучающих технологий связано также с изменением подходов к «входному» (необходимому, в первую очередь, при использовании технологии «разноуровневого обучения»), «промежуточному» и «итоговому» контролю. Требуется его разделение на содержательный (что и как усвоено?), контекстуальный (могут ли использоваться полученные знания в повседневной жизни?) и процессуальный (сформированы ли умения, дающие возможность успешно выполнять свои функциональные назначения?).

Большое значение в процессе подготовки студента-бакалавра принадлежит профессионально-педагогической культуре преподавателя[4]. Здесь особую роль играет его профессионализм; система социальных и личностных ценностей; креативность; открытость к восприятию и применению обучающих технологий, продиктованных требованиями современного строительного производства. В этой связи, как никогда, возросли требования к гуманитарной составляющей профессионально-педагогической культуры работающего в

вузе. Сегодня нужны преподаватели, которые способны отличить инновационные методы обучения от устаревших традиционных. На должную высоту необходимо поднимать преподавателей, которые способны к исповедальной передаче (в ходе лекций и практических занятий) собственного социального опыта (житейского, полученного в процессе работы в вузе или в строительном комплексе). Может последовать возражение, мол, в социальном опыте может доминировать пришедшее из вчерашнего дня (если преподаватель в возрасте и у него «пыль прошлого на очках»), перестроично-смутное или постперестроенное. В реальной жизни такого не бывает. В социальном опыте причудливым образом переплетается, как правило, и то, и другое, и третье (хотя нет правил без исключения). И, несмотря на патетическую реплику шекспировского Гамлета: «Распалась связь времен!», в реальной жизни непроходимой пропасти между опытом, приобретенным на разных этапах социумного развития, не существует. Главное, чтобы преподаватель был не просто профессионалом, сумевшим не растерять в период болезненных цивилизационных изломов представление об истинных человеческих ценностях, которые непреходящи и всегда востребованы. Ведь только насыщенное мыслями взаимодействие, реализуемое талантливым словом и подкрепленное, идущей от любви к людям, к своей профессии, живой энергетикой, может привести к воздействию механизмов активного познания, формированию у студентов исследовательско-познавательных смыслов. Недопустимы ситуации, когда на лекциях и практических занятиях присутствуют студенты «со стальным блеском космической пустоты в глазах». Важно, чтобы преподаватель вуза был не просто «урокодателем» (отбыл, а «там хоть трава не расти»), а был служителем, в лучшем значении этого слова.

Список библиографических ссылок

1. Полат Е.С. Современные педагогические и информационные технологии в системе образования. 2-е издание. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – С. 123-143, 188-193, 242-251.
2. Глассер У. Школы без неудачников. Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1991. – 123 с.
3. Современные средства оценивания результатов обучения. 2-е издание. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 186 с.
4. Исаев И.Ф. Профессионально-педагогическая культура преподавателя. – М.: Издательский центр «Академия», 2002. – С. 73-121.

Paderin V.K. – doctor of philosophical sciences, professor

E-mail: paderin-valerii@mail.ru

Mitroshina O.V. – candidate of sociological sciences, lecturer

E-mail: mitroshina.lecka@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenayast., 1

The modern features of approach to the preparation of students-bachelors

Resume

The article shows that the training of bachelors in the universities of architectural and construction profile demanded a revision of the traditional and the use of modern pedagogical technologies. Reviewed those, which have considerable educational potential. They are, first of all, cooperative learning, project training, multilevel differentiated training, adequate self-esteem. The analysis is not abstract, but on the example of the preparation of bachelors in Kazan State University of architecture and engineering, and on the materials of the educational experience of the authors of the article. The emphasis is on those social problems of the building complex, which information was obtained, as in direct communication with the builders practitioners, and in the process of monitoring surveys of alumni working in this sphere. A special role belongs to the teachers, who are demanded to be creative, know pedagogical

innovations and needs of the real sector. It is important to ensure that universities are not simply engaged in the broadcast of knowledge, but rather taught the methods of dealing with them, see their profession, not only as a means of income, but as a service in the field of training modern students for future work in the construction industry.

Keywords: competence approach, cooperative learning, projective training, multi-level education, training of the adequate self-esteem, student's individual work.

Reference list

1. Polat E.S. The modern pedagogical and informational technologies in the system of education. 2nd edition. – M.: Izdatelskiy center «Academiya», 2008. – P. 123-143, 188-193, 242-251.
2. Glasser U. Schools without losers. The translation from English. – M.: Progress, 1991. – 123 p.
3. The modern means of study results. 2-nd edition. – M.: Izdatelskiy center «Akademiya», 2008. – 186 p.
4. Isaev E.F. The professional and pedagogical culture of the teacher. – M.: Izdatelskiy center «Akademiya», 2002. – P. 73-121.

УДК 378.147

Пономарев А.Б. – доктор технических наук, профессор

E-mail: spstf@pstu.ac.ru

Вахрушев С.И. – кандидат технических наук, доцент

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

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

Опытная работа и педагогические эксперименты по дисциплине «Строительные машины»

Аннотация

Представлены результаты педагогических экспериментов по изучению строительных машин с привлечением экспериментальных и контрольных учебных групп. В экспериментальных учебных группах применены активные формы проведения аудиторных занятий с внедрением задачной (поисково-исследовательской) системы обучения на основе функционально-структурного подхода, а в контрольных – использована традиционная методика преподавания с применением репродуктивного (информационно-иллюстративного) изложения учебного материала.

Ключевые слова: структура педагогического эксперимента, статистические критерии, сходимость результатов, учебные группы, функционально-структурный подход, шкалы измерений.

Современные строительные машины (СМ) представляют собой сложные технические системы, оснащенные гидрофицированными силовыми приводами и электронным оборудованием на базе микропроцессорной техники, обеспечивающими автоматизацию выполнения рабочих процессов.

Возникает противоречие между необходимостью обеспечения высокого качества освоения СМ в рамках ограниченного учебного времени с одной стороны, и отсутствием методических основ и опыта проведения активных форм аудиторных занятий по изучению строительных машин – с другой.

В целях решения этой проблемы на кафедре «Строительное производство и геотехника» Пермского национального исследовательского политехнического университета предложена и экспериментально проверена методика функционально-структурного подхода (ФСП) к анализу и синтезу СМ как сложных технических систем [1].

Педагогическая экспериментальная работа (ПЭР) при изучении строительных машин проведена в соответствии с теоретически обоснованной гипотезой исследования, что использование ФСП к анализу функциональной организации СМ и к синтезу их структурной организации повысит эффективность освоения учебного материала по сравнению с традиционной методикой преподавания.

Планом педагогической экспериментальной работы определены цели и задачи педагогических экспериментов, место и время проведения экспериментов, их объем, характеристика участвующих в них студентов, описание материалов, используемых для экспериментов, описание методики проведения экспериментов, методики наблюдения, тестирования, а также методики обработки результатов экспериментов. На начальном этапе педагогических экспериментов выполнялись констатирующие педагогические эксперименты в целях установления совпадения начального уровня знаний, умений и навыков студентов в исследуемых экспериментальных и контрольных учебных группах.

В ходе констатирующих педагогических экспериментов было установлено, что в исследуемых экспериментальных и контрольных учебных группах наблюдается одинаковая мотивация студентов к получению знаний и одинаковый уровень общеинженерной подготовки. Начальный уровень знаний, умений и навыков проверялся путем проведения тестирования по дисциплинам математического и естественнонаучного цикла и цикла общепрофессиональных дисциплин учебного плана специальности «Промышленное и гражданское строительство»: математике, физике, теоретической механике, гидравлике, материаловедению и сопротивлению материалов.

При выполнении письменного тестирования в исследуемых экспериментальных и контрольных учебных группах задавались одинаковые по уровню сложности вопросы. В целях достоверности полученных результатов контроль уровня остаточных знаний по общеинженерной подготовке в каждой исследуемой учебной группе проводился 18 раз (по три контроля в проверяемой дисциплине).

На втором этапе педагогической экспериментальной работы, в ходе сравнительных педагогических экспериментов, предлагалось проведение практических занятий по изучению строительных машин по разным методикам преподавания. В экспериментальных учебных группах была внедрена активная форма проведения аудиторных занятий с использованием задачной (поисково-исследовательской) системы обучения на основе функционально-структурного подхода, а в контрольных учебных группах занятия проводились на основе традиционной методики преподавания.

Изучение строительных машин по традиционной методике проводилось в следующей последовательности:

- формулировалось функциональное назначение строительной машины;
- доводились ее технические характеристики и области применения;
- раскрывалась структурная организация строительной машины, т.е. состав и взаимосвязь всех элементов и систем;
- описывалась функциональная организация строительной машины, т.е. работа агрегатов и систем в различных режимах функционирования.

К сожалению данная методика не позволяет изучить всю номенклатуру современных строительных машин за короткий промежуток времени, отведенный для бакалавров по направлению подготовки 270800 – Строительство. Этот недостаток призван устранить функционально-структурный подход, который основывается на положении, что изучение любой строительной машины представляет собой раскрытие ее функционально-структурной организации, т.е. функции, которые выполняет СМ и структуры, с помощью которой эти функции реализуются.

Алгоритм новой методики проведения практических занятий по изучению устройства строительных машин с использованием функционально-структурного подхода, как одного из направлений системного анализа, включает следующие этапы:

1. Определение и формулировка целевой функции строительной машины.
2. Декомпозиция целевой функции строительной машины на основные и дополнительные функции с раскрытием всех функций систем, подсистем, агрегатов, элементов, т.е. формирование «дерева» функций.
3. Конструктивная реализация функций низших уровней декомпозиции, т.е. агрегатирование, формирование структуры строительной машины.
4. Формирование структуры, синтез строительной машины в целом, т.е. конструктивная реализация основных и дополнительных функций «дерева» декомпозиции.

Функционально-структурный подход исходит из положения, что основным, объединяющим и наполняющим содержанием все стороны и признаки функционально-структурной организации строительной машины, являются *функции строительной машины* и, следовательно, изучение функционально-структурной организации можно рассматривать лишь на основе первичности функций по отношению к *структуре строительной машины*. Новая методика проведения занятий активизирует познавательный процесс за счет создания проблемной ситуации и последовательного усложнения изучаемых вопросов от простого к сложному.

В ходе сравнительных педагогических экспериментов практические занятия в экспериментальных учебных группах занятия проводились с применением новой методики изучения строительных машин, как сложных технических систем, на основе функционально-структурного подхода, а в контрольных учебных группах – с применением репродуктивного (информационно-иллюстративного) метода изложения учебного материала.

Структурная схема проведения сравнительного педагогического эксперимента представлена на рис. 1.

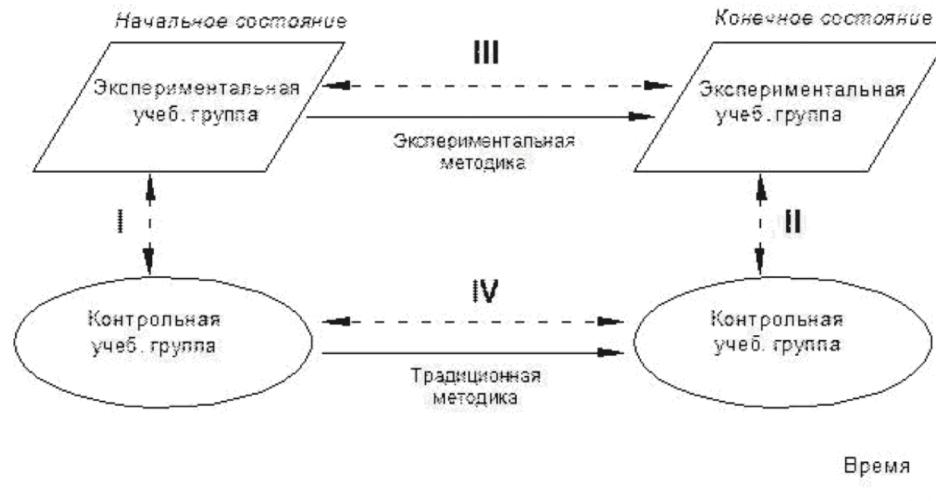


Рис. 1. Структурная схема сравнительного педагогического эксперимента

Пунктирными стрелками на структурной схеме отмечены процессы сравнения результатов педагогического эксперимента в начальном и конечном состояниях.

Методика проведения сравнительного педагогического эксперимента заключалась в следующем:

1. На основании первого сравнения I установлено совпадение начальных состояний уровня знаний, умений и навыков студентов в экспериментальной и контрольной учебных группах.
2. На втором этапе реализовано воздействие на экспериментальную учебную группу по экспериментальной методике обучения на основе применения ФСП. Воздействие на контрольную учебную группу выполнено по традиционной методике обучения.
3. На основании сравнения II установлено различие конечных состояний уровня знаний и умений в экспериментальной и контрольной учебных группах. Объем выборки, степень достоверности полученных результатов определялись с помощью критериев математической статистики.
4. Процедуры сравнения III и IV реализуются косвенным образом, например, когда характеристики контрольной и экспериментальной учебных групп могут измеряться и сравниваться неоднократно, в различные моменты времени.

В целом опытная работа по дисциплине «Строительные машины» проводилась в течение 6 лет начиная с 2007 года. В педагогических экспериментах приняло участие 12 учебных групп, в которых участвовало 312 студентов специальности «Промышленное и гражданское строительство». Контроль уровня остаточных знаний, умений и навыков студентов экспериментальных и контрольных учебных групп проводился не ранее чем через один год обучения после завершения дисциплины «Строительные машины».

При оценке знаний и умений перед студентами экспериментальных и контрольных учебных групп ставились следующие вопросы:

1. Перечислить составные части, характеризующие структуру любой строительной машины.
2. Виды механических передач, используемых в трансмиссиях строительных машин, их достоинства и недостатки.
3. Какими элементами гидравлического привода строительной машины обеспечивается дроссельное регулирование подачи рабочей жидкости? Покажите условное обозначение этих элементов на принципиальной гидравлической схеме.
4. Как обеспечивается объемное регулирование подачи рабочей жидкости в гидравлическом приводе строительной машины?
5. Из каких технологических операций состоит рабочий цикл бульдозера? Показать на принципиальной гидравлической схеме режимы работы гидравлического привода бульдозера.

6. Какими техническими устройствами обеспечивается изменение частоты вибрации рабочих органов вибропогружателей, вибромолотов и шпунтовых дривителей?

7. Как осуществляется работа гидропривода самоходного стрелового крана в режиме выдвижения штоков домкратов (аутригеров)?

8. Рассчитать кратность полиспаста грузоподъемного крана, если известно, что максимальная сила натяжения стального каната равна $F = 23 \cdot 10^3$ Н при подъеме груза массой $m = 16 \cdot 10^3$ Кг. Показать схему полиспаста.

9. Из каких технологических операций состоит рабочий цикл строительного одноковшового экскаватора? Показать на принципиальной гидравлической схеме режимы работы гидравлического привода одноковшового экскаватора.

10. Объем и периодичность полного технического освидетельствования строительных кранов. Как осуществляется отбор и выбраковка стальных канатов?

11. Башенный стреловой кран имеет максимальную грузоподъемность $m = 16 \cdot 10^3$ Кг при вылете стрелы $L = 5$ м. Какой максимальный груз можно поднять краном при вылете стрелы $L = 25$ м, если коэффициент запаса грузовой устойчивости равен $K_y = 1,4$. Показать график грузовой характеристики крана.

12. Перечислить основные механизмы грузоподъемных машин и показать структурные схемы каждого механизма.

В целом студенты экспериментальных учебных групп имели более высокие результаты ответов по сравнению со студентами контрольных учебных групп.

Педагогические эксперименты выполнены на основе общего эмпирического метода исследования, при котором процессы и явления изучались в строго контролируемых и управляемых условиях. В качестве независимого экспериментального фактора использована новая методика обучения, а в качестве зависимых переменных – знания, умения, навыки. В целях исключения влияния субъективного фактора на процесс обучения занятия в обеих учебных группах вел один преподаватель.

При выборе критериев оценки результатов педагогических экспериментов учитывались следующие признаки:

– объективность, т.е. позволять оценивать исследуемый признак однозначно, не допускать спорных оценок разными людьми;

– адекватность, валидность, т.е. оценка знаний, умений и навыков при решении задач, приближенных к требованиям будущей профессиональной деятельности;

– нейтральность по отношению к исследуемым учебным группам студентов, т.е. темы аудиторных занятий по дисциплине «Строительных машины» в исследуемых учебных группах должны совпадать.

В качестве критериев оценок ответов студентов экспериментальных и контрольных учебных групп приняты шкалы измерений, которые в свою очередь были разделены на четыре основных класса по мере убывания мощности шкалы: шкала отношений, интервальная шкала, порядковая (ранговая) шкала и номинальная шкала или шкала наименований [3]. Кроме того в педагогических экспериментах использованы шкалы измерений, для которых применимы критерии математической статистики. Различия уровней знаний, умений и навыков обучаемых в исследуемых учебных группах при этом не требуют обоснования достоверности.

Педагогические эксперименты были построены на основе двух статистических гипотез:

а) гипотезы об отсутствии различий уровней знаний, умений и навыков обучаемых (нулевая гипотеза);

б) гипотезы о присутствии значимых различий уровней знаний, умений и навыков обучаемых (альтернативная гипотеза).

Критерий математической статистики позволили принять правильную гипотезу.

При этом эмпирическое значение критерия вычислялось на основании информации о результатах наблюдений за исследуемыми учебными группами и сравнивалось с известным критическим значением с уровнем значимости $\alpha = 0,05$. В педагогических экспериментах допускалось не более чем 5 % возможной ошибки.

Нулевая гипотеза принималась при условии, что эмпирическое значение критерия оказывалось меньше или равнялось критическому и на заданном уровне значимости знания, умения и навыки обучаемых в учебных группах совпадали с уровнем значимости равном 5 %. В противном случае принималась альтернативная гипотеза,

свидетельствующая о том, что достоверность различий уровней знаний, умений и навыков обучаемых в учебных группах равнялась 95 %.

Достоверность совпадения и различий уровня знаний, умений и навыков студентов в исследуемых учебных группах, измеренных в шкале отношений была определена с помощью критериев Крамера-Уэлча и Вилкоксона-Манна-Уитни.

В педагогических исследованиях критерий Крамера-Уэлча в некоторых случаях допускается использовать вместо критерия Стьюдента. Эмпирическое значение данного критерия рассчитывалось на основании информации о количестве студентов N в экспериментальной учебной группе и количестве студентов M в контрольной учебной группе, количестве выборок в соответствующих группах обучаемых x и y , выборочных средних значениях (математических ожиданиях) $|x|$ и $|y|$, а также на основании полученных значений дисперсий D_x и D_y сравниваемых выборок.

Наиболее точный результат получался при решении задачи по следующей уравнению:

$$T_{эмп} = \frac{\sqrt{M \cdot N} \cdot |x - y|}{\sqrt{M \cdot D_x + N \cdot D_y}}. \quad (1)$$

В то же время критерий Вилкоксона-Манна-Уитни было предпочтительнее применять при количестве выборок с большим числом отличающихся величин когда один студент, например, Вахитов решает большее количество задач по сравнению с другим студентом, например, Исламовым, но насколько больше не имеет значения [4].

Достоверность совпадения и различий уровня знаний, умений и навыков студентов в исследуемых учебных группах, измеренных в порядковой шкале была определена с помощью критериев χ^2 «хи-квадрат» и Фишера.

Критерий однородности χ^2 «хи-квадрат» было предпочтительнее применять при условии, когда в каждой из проводимых выборок не менее пяти обучаемых получают одинаковый балл за ответ.

Эмпирическое значение критерия однородности χ^2 «хи-квадрат» вычислялось по следующей формуле:

$$\chi^2_{эмп} = N \cdot M \cdot \sum_{i=1}^L \frac{\left(\frac{n_i}{N} - \frac{m_i}{M} \right)^2}{n_i + m_i}, \quad (2)$$

где n_i – количество студентов экспериментальной учебной группы, получивших i -ый балл (в пятибалльной шкале);

m_i – количество студентов контрольной учебной группы, получивших i -ый балл (в пятибалльной шкале).

Критерий Фишера применялся только для дихотомической порядковой шкалы измерений, например: «высокий» – «низкий», «справился с заданием» – «не справился», «прошел тест» – «не прошел» [5].

Последовательность определения критериев математической статистики представлена на рис. 2 и заключалась в следующем:

1. Определялся необходимый уровень шкалы измерений с учетом вышеперечисленных признаков: объективности, адекватности и нейтральности оценки знаний, умений и навыков обучаемых.

2. При выборе шкалы отношений использовался критерий Крамера-Уэлча (1) с целью проверки совпадений всех средних значений выборок в соответствующих группах обучаемых (математических ожиданиях) $|x|$ и $|y|$.

3. При выборе шкалы отношений с целью проверки совпадений всех показателей выборок с большим числом отличающихся величин использовались критерий Вилкоксона-Манна-Уитни и критерий однородности χ^2 «хи-квадрат».

4. При выборе порядковой шкалы измерений предпочтение отдавалось критерию однородности χ^2 «хи-квадрат» (2), т.к. общепринято в вузах использовать пятибалльную систему оценивания знаний.

5. В случаях промежуточного контроля знаний по итогам изучения отдельных тем и разделов дисциплины «Строительные машины» в ходе проведения контрольных тестирований студентов использовалась диахотомическая порядковая шкала измерений и обработка результатов эксперимента проводилась с применением критерия Фишера.

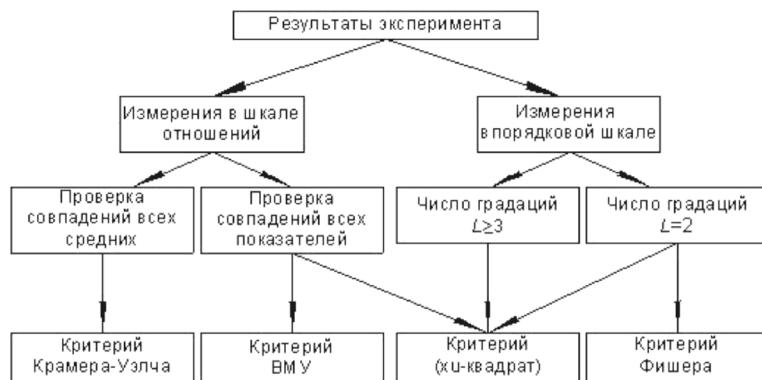


Рис. 2. Алгоритм выбора статистического критерия

В ходе обработки результатов педагогического эксперимента по всем четырем статистическим критериям выявлено, что начальные состояния знаний, умений и навыков обучаемых в учебных группах (по результатам констатирующего эксперимента) совпадали, а конечные (по результатам сравнительного эксперимента) – различались.

Кроме того, по результатам сравнительных экспериментов при изучении одной и той же темы занятия на основе различных методик обучения в экспериментальных и контрольных учебных группах получены следующие диаграммы распределения правильных ответов студентов (см. рис. 3 и 4).

В экспериментальных учебных группах применены активные формы проведения аудиторных занятий с внедрением задачной (поисково-исследовательской) системы обучения на основе функционально-структурного подхода, а в контрольных – использована традиционная методика преподавания с применением репродуктивного (информационно-иллюстративного) изложения учебного материала.



Рис. 3. Диаграмма распределения правильных и неправильных ответов в экспериментальных учебных группах

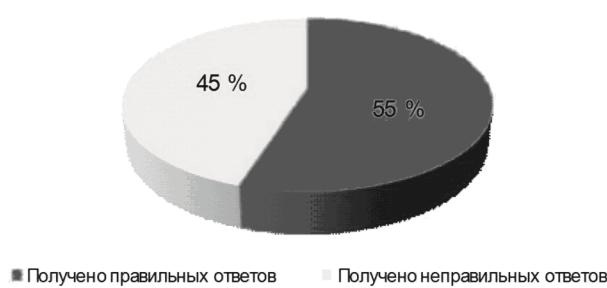


Рис. 4. Диаграмма распределения правильных и неправильных ответов в контрольных учебных группах

Полученные диаграммы свидетельствуют о том, что инновационные педагогические технологии преподавания дисциплины «Строительные машины» с применением активных форм обучения на основе новой методики функционально-структурного подхода позволяют, зависимости от сложности изучаемых вопросов, повысить до 14-19 % уровень освоения учебного материала студентами экспериментальных учебных групп по сравнению со студентами контрольных учебных групп. Причем разница в ответах обучаемых в исследуемых учебных группах проявляется более значительнее при изучении режимов работы строительных машин, оснащенных мощными гидроприводами и электронной системой управления на базе микропроцессорной техники, обеспечивающими автоматизацию выполнения технологических операций строительных процессов.

В результате изучения строительных машин на новой методической основе с применением функционально-структурного подхода студенты имеют более полное представление:

- об устройстве строительной машины, составе ее механизмов, агрегатов, узлов и элементов;
- о способе построения структуры строительной машины, ее конструктивной реализации;
- о режимах функционирования строительной машины, ее гидропривода, систем и механизмов.

В свою очередь, новая методика на этапе подготовки к занятию требует рутинной работы преподавателя по анализу строительной машины (описанию каждого элемента и его значения в обеспечении работоспособности механизмов, агрегатов и систем) и синтезу конечной структуры строительной машины.

Таким образом, опытная работа и педагогические эксперименты по дисциплине «Строительные машины» позволили реализовать на практике собственные замыслы в образовательных инновациях. Выполнено одно из основных требований п. 7.3. Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) по направлению 270800 – Строительство (квалификация (степень) «бакалавр»), что реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения аудиторных занятий.

Список библиографических ссылок

1. Вахрушев С.И. Методика изучения строительных машин на основе функционально-структурного подхода // Изв. КазГАСУ. Научно-методические проблемы преподавания, 2007, № 1. – С. 96-100.
2. Вахрушев С.И., Пономарев А.Б. Разработка учебно-методического комплекса дисциплины (модуля) по направлению подготовки 270800 – Строительство // Международное совещание заведующих кафедрами механики грунтов, оснований и фундаментов, подземного строительства и гидротехнических работ, инженерной геологии и геэкологии строительных вузов «Достижения, проблемы и перспективные направления развития для теории и практики механики грунтов и фундаментостроения» 24-27 апреля 2012 г. – Казань: изд-во КазГАСУ, 2012. – С. 155-159.
3. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Статистический анализ данных на компьютере. – М.: ИНФРА-М, 1998. – 528 с.
4. Орлов А.И. Эконометрика. – М.: Экзамен, 2003. – 576 с.
5. Новиков Д.А. Статистические методы в педагогических исследованиях (типовые случаи). – М.: МЗ-Пресс, 2004. – 64 с.

Ponomarev A.B. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: spstf@pstu.ac.ru

Vahrushev S.I. – candidate of technical sciences, associate professor

Perm National Research Polytechnical University

The organization address: 614990, Russia, Perm, Komsomolsky av., 29

Skilled-experimental work on discipline «Building equipment»

Resume

The urgency of subjects of research consists that modern building equipment represents the difficult technical systems equipped with hydroficated power drives and a control system with the modern electronic equipment on the basis of microprocessor techniques, providing automation of performance of technological operations in building processes. There is a contradiction between necessity of providing the high quality of development of building equipment subject within the limited class hours and absence of methodical basest and experience of carrying out classes in this subject. With a view of the decision of this problem was offered and checked up experimentally the technique of the functional-structural approach to the analysis and synthesis of building equipment as difficult technical systems on chair «Building manufacture and geotechnics» of Perm national research polytechnic university. Article is devoted to research of results of pedagogical experiment on studying building equipment with application of a new teaching technique on the basis of the functional-structural approach to the analysis and synthesis of building equipment as difficult technical systems. Skilled-experimental work is executed during an academic year with attraction of experimental and control educational groups. Pedagogical experiments are executed on the basis of the general empirical method of research at which processes and occurrences were studied in strictly controllable and operated conditions. The new technique of training is used as the explanatory variable, and as dependent variables knowledges, skills are used.

Keywords: structure of pedagogical experiment, statistical criteria, convergence of results, educational groups, the functional-structural approach, scales of measurements.

Reference list

1. Vahrushev S.I. Technique of studying of building equipment on the basis of the functional-structural approach // News of the KSUAE. Scientifically-methodical problems of teaching, 2007, № 1. – P. 96-100.
2. Vahrushev S.I., Ponomarev A.B. Working out of a methodical complex of discipline (module) in a direction of preparation 270800. Building // The International meeting of chair's managers of ground mechanics, the bases, underground building and hydraulic engineering works, engineering geology and geoecology of building high schools «Achievements, problems and perspective directions of development for the theory and ground mechanics and building of the bases practice». April, 24-27th, 2012. – Kazan: KSUAE, 2012. – P. 155-159.
3. Turin U.N., Makarov A.A. The statistical analysis of information on the computer. – M.: INFRA-M, 1998. – 528 p.
4. Orlov A.I. Econometrics. – M.: Ekzamen, 2003. – 576 p.
5. Novikov D.A. The statistical methods in pedagogical research (sample cases). – M.: Mz-Press, 2004. – 64 p.

УДК 37.012.1:62

Прохоров-Маясов Г.С. – кандидат философских наук

E-mail: geopromal@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Актуальность гуманизации инженерно-технического образования (философско-методологический аспект)

Аннотация

В статье рассматривается актуальность гуманизации инженерно-технического образования в современном вузе, которая видится не только в необходимости критического анализа традиционных подходов к образованию, которые в определенной степени усиливают противостояние технической и гуманитарной культур в современном обществе, но и в необходимости выявления в нынешней технической культуре гуманистической обусловленности с приоритетным содержанием личностного развития будущего специалиста на основе эвристического характера образования.

Обосновывается необходимость переориентации инженерно-технического образования на формирование целостной гуманитарно-технической личности на основе уже имеющихся в образовательном арсенале вуза учебных дисциплин.

Ключевые слова: гуманизация, инженерно-техническое образование, методология, философия, наука.

Общепризнано, что система образования непосредственно определяется самой культурой и в целом ей соответствует. Существующая в настоящее время система образования имеет давнюю традицию, опиравшуюся в основном на потребности культуры утилитаризма Нового времени, основное назначение которой было точно выражено тезисом Ф. Бэкона «знание – сила» и, позднее, дополненную идеями эпохи Просвещения и Модерна. Основополагающими чертами такой системы образования являются: «сциентизм (ориентация на науку), дифференциация знаний в преподавании (урок, занятие), ступенчатость подготовки (класс, курс), монополизм и авторитаризм (духовное господство преподавателя), утилитарность (образование для...)» [1].

Важно заметить, что специалист, обучившийся и сформировавшийся в условиях такой образовательной системы, не способен с должной необходимостью приобрести навыки самостоятельного творческого мышления и поэтому его «вхождение» в общество происходит, как правило, в качестве функционера, ориентированного, прежде всего, на осуществление определенного набора задаваемых той или иной системой исполнительских функций.

Очевидно, это напрямую связано с тем, что выпускник средней школы, получивший традиционное образование с опорой на научные достижения, и продолжающий своё обучение в высшей школе, где ему также предлагаются для изучения основы наук и научных методов, становится твердо убежденным в том, что истина одна и, соответственно, единственно правильный (ориентированный на науку) ответ на любой задаваемый вопрос может быть также только один. В большинстве случаев это приводит к тому, что в процессе обучения происходит механическое усвоение установленных научных истин, лишенное творчески-индивидуального критического анализа, более того, без формирования гуманистически ориентированного мировоззрения.

Заметную роль в современной системе образования играет инженерно-техническое, поскольку оно во многом определяет современную техногенную реальность. Исследуем перспективы гуманизации именно этой сферы образования, тем более что данный вопрос не утратил своей актуальности и в соответствии с новым законом «Об образовании в Российской Федерации» (глава 1, статья 3) представляет собой стратегию образования, предполагая, прежде всего, его «гуманистический характер» [2].

Несмотря на сложившиеся десятилетиями, в целом, неплохие традиции преподавания в отечественных вузах, инженерно-техническое образование, по мнению

многих российских исследователей, в частности, Розина В.М., Горохова В.Г., Розова М.А., Степина В.С. и др., имеет ряд существенных недостатков.

Первый – локально-ориентированная подготовка и специализация инженеров. Необходимо в этой связи отметить, что ещё в начале XX века один из основоположников инженерного проектирования и образования – немецкий инженер-изобретатель Алоиз Ридлер (1850-1936) заметил: «Задача высшей технической школы заключается не в том, чтобы готовить только химиков, электриков, машиностроителей и т.д., т.е. таких специалистов, которые никогда бы не покидали своей тесно ограниченной области, но чтобы давать инженеру многостороннее образование, предоставляя ему возможность проникать и в соседние области» [3]. В этой связи Ридлер указывает на необходимость того что: «в качестве руководителей хозяйственного труда, связанного с социальными и государственными установлениями, инженеры нуждаются сверх специальных познаний еще и в глубоком объеме образования»[3]. В итоге немецкий инженер делает вывод о таком «хорошем образовании», которое « управляет, т.е. глядит вперед и своевременно выясняет задачи, выдвигаемые современностью, так и будущим, а не заставляет себя только тянуть и толкать вперед без крайней нужды»[3]. К сожалению, эта реформа, как декларировал её А. Ридлер, в России до сих пор не осуществлена в полной мере.

Второй недостаток заключается в том, что при подготовке будущего инженера отечественные вузы, фактически, ориентированы на тип инженера, сформировавшийся на рубеже XIX-XX столетий. Однако произошли существенные изменения, в частности, современная инженерно-техническая деятельность не просто стала более сложной и ориентированной на применение компьютерной техники, но в ней гораздо чаще формулируются нетрадиционные, порой, нелинейные задачи, требующие нового инженерно-технического мышления.

Выделим ряд особенностей, характерных для нетрадиционных видов инженерно-технической деятельности и мышления:

1) тесная связь с экономическими, социальными и экологическими проблемами. Все чаще инженер вынужден проектировать уже не просто «изделия техники» (механизмы, машины и т.д.), а усложненные системы, которые, помимо «технических подсистем», включают в себя другие, не совсем технические. При разработке подобных систем требуется обращение к смежным, и все чаще, гуманитарным дисциплинам: инженерная экономика, инженерный дизайн, прикладная экология, инженерная психология, социология и т.д.;

2) потребность моделирования и расчета не только базовых компонентов проектируемого инженерно-технического объекта, но и прогнозирование всех возможных последствий его функционирования, прежде всего негативных. По мнению Горохова В.Г. [4], такие последствия бывают трех видов: изменение среды и природы под влиянием новой техники; смена рода деятельности и инфраструктур (например, введение новых технологий в строительстве повлечет за собой необходимость строительства новых домостроительных комбинатов, запуск нового производственного цикла, проектных бюро, учебных дисциплин, ресурсов и др.); и наконец – изменения, содержащие в себе «антропогенные» аспекты, которые включают в себя учет влияния новой техники и технологий на человека (смены среды обитания, изменения условий жизни, его потребностей и др.);

3) обновленный характер инженерного и технического мышления, требующий более взвышенной общей культуры инженера как личности, предельно развитый механизм осмыслиения собственной деятельности, потребность использования в профессиональной деятельности современных принципов и методов прикладных гуманитарных наук.

Третий недостаток заключается в преодолении традиционных ориентиров инженерно-технического сообщества в отношении идеалов естественнонаучного мышления или, в более широком смысле – на техническую культуру. Традиционное противостояние между технической и гуманитарной культурами известно давно. Коснемся сути вопроса. Представители так называемой технической культуры традиционно исходят из принципа, согласно которому мир «подчиняется» законам природы, которые могут быть не просто познаны, а поставлены на служение человеку. Они также убеждены в том, что мир представляет собой систему действующих

рациональных отношений и принципов, что все, в конечном итоге, возможно спроектировать, построить, модернизировать (человек не является исключением). Подобного рода идеями, в итоге, воодушевлены специалисты и в области генной инженерии, и инженеры-конструкторы компьютерных мега-систем, а также политики, способные обещать человечеству научно-технический прогресс в глобальных масштабах, не забывая при этом, рост благосостояния. Наконец, простые потребители, твердо убежденные в том, что природа на нашей планете существует именно для того, чтобы обеспечить им жизнь в комфорте и в изобилии.

Техническая культура в современной цивилизации, является, безусловно, наиболее масштабной, изменяющей реальность (буквально на глазах меняется облик нашей планеты), а гуманитарная культура – фактически находится в оппозиции. Суть подобного рода противостояния заключается в том, что человек гуманистически ориентированный не желает признавать научную и инженерно-техническую причинность и обусловленность не в глобальном смысле, а в локальном, в отношении жизни самого себя, а затем уже социума и природы. Такой человек твердо убежден, что и природа, и он сам – уникальные духовные образования-системы, по отношению к которым невозможно применять критерии техногенной цивилизации. Для него все это – живые субъекты, их важно услышать, прочувствовать, с ними можно поговорить (эмоциональная роль языка), но нельзя их использовать, ими манипулировать, наконец – нельзя их превращать в средства. Гуманистически ориентированный человек умеет ценить природу, особым образом формируя социокультурный мир, полноценно живя в нем. Другие люди и общение с ним для такого человека не просто социальные или психологические феномены, а стихия его экзистенции. В конечном итоге, такой человек признает тот факт, что окружающий его мир и существующие в нем явления не всегда объективны, а скорее напротив, мистически субъективны и идеализированы.

Глубинные процессы социализации в рассматриваемых двух культурах, в конечном итоге, приводят к тому, что в современном мире фактически сформировались два типа людей, с разным мироощущением, миропониманием и мировоззрением. По мнению инженера, гуманистарий выглядит и нередко позиционирует себя как представитель иного мира (так как, существуя в мире техногенной цивилизации, он не желает признать этот мир своим). Для гуманистария технически ориентированный человек представляется не менее странным, поскольку, на его взгляд, «технический человек» скорее напоминает рациональное устройство, агрессивно ориентированное по отношению к природе или, напротив, «удобно-встраиваемую машину» глобализационного процесса.

Как сегодня должен ставиться вопрос о гуманизации инженерно-технического образования? Как минимум на двух уровнях: глобальном или культурно-цивилизационном и локальном – конкретно-деятельностном. Подробнее остановимся на каждом из них. Итак, состояние планетарного культурно-цивилизационного процесса наших дней свидетельствует не просто о «конфликте двух культур» – технонаучной и гуманитарной, а о масштабном кризисе, фактически тупике, функционирования и развития т.н. цивилизационного европейского проекта. Реализацией известных проекта Модерна и проекта Просвещения стало построение техногенной цивилизации, которая, в отличие от традиционалистской, характеризуется ускоренной динамикой, обновлением знаний и технологий, основана на концепции человека, призванного «покорять природу», господствовать над ней, неограниченно использовать её ресурсы, разрешающего манипулировать ею. Техногенный цивилизационный проект – крайне противоречив, саморазрушителен. Один из наиболее известных философов XX столетия М. Хайдеггер отмечает, что научно-техническое мышление оказалось охвачено духом мести, вместо благодарения. Современная цивилизация опутывает, по сути дела, всю планету и околосземное пространство сетью многочисленных искусственных отношений («планетарная техника»), которые эксплуатируют всю природу, вводят её ресурсы в общую гонку растущего производства, товарооборота, преобразования веществ, энергий, информации, порождают глобальные проблемы. Поэтому в наши дни становится жизненно необходимым процесс пересмотра функционирующего культурно-цивилизационного проекта, выработки нового культурного проекта, ориентированного на

сохранение планеты, жизни человека, приоритет новых духовных и нравственных ценностей. Именно такой проект, очевидно, был бы глобально-гуманистичным в перспективе земной цивилизации и интегрировался бы весь образовательный процесс общей идеей гуманизации, человекосохранности, человекосоразмерности формируемых знаний, умений и навыков профессиональной подготовки. Таков видимо общий мировоззренческо-методологический вектор гуманизации и инженерно-технического образования в контексте формирования нового, по сути дела, плането-жизне-антропосохраняющего проекта культурно-цивилизационного развития.

Если говорить о локальной, а конкретно, инженерно-технической деятельности, то можно указать как минимум на два подхода.

Первый состоит в том, что в технических вузах необходимо преподавать дисциплины гуманитарного цикла, в частности историю и теорию культуры, философию, социологию, психологию и другие.

Второй, выраженный не столь отчетливо как первый, основан на постулате, согласно которому «гуманитарное образование – не столько изучение гуманитарных дисциплин, сколько особый подход к действительности, особый способ мышления, особое мировоззрение» [4]. Однако оба подхода имеют и слабые стороны. Во-первых, неясно, почему преподавание «стандартного набора» гуманитарных дисциплин способно помочь будущему инженеру научиться мыслить и видеть по-другому, кроме того, как показывает существующий опыт преподавания, студенты не в полной мере представляют для чего именно им необходимы подобные гуманитарные знания. Во-вторых, нет однозначного ответа на вопрос о том, какие именно гуманитарные дисциплины необходимы, и как их необходимо преподавать, чтобы формировалась гуманистически ориентированная личность инженера, новое мировоззрение.

Очевидно, что процесс гуманизации инженерного образования, не должен сводиться исключительно к вопросу методики преподавания в инженерно-технических вузах гуманитарных дисциплин, в частности философии. Данный вопрос формулируется в более широкой, стратегической плоскости, а именно, каким следует быть инженерному образованию, чтобы отвечать современным запросам инженерной профессии, тенденциям и характеру инженерии XXI столетия, соответствовать специфике современного образовательного процесса, идеалам и ценностям человека постиндустриальной культуры? Как следствие, возникает смежный вопрос – в каком именно смысле можно говорить о подлинной гуманизации инженерно-технического образования? Вероятно, если противостояние гуманитарной и технической культур становится невыносимым, что в большей мере способствует усилению кризиса современной цивилизации, то необходимо направить усилия на их сближение, тем самым, стремиться к формированию *цельной гуманитарно-технической личности*. В идеале – человек, умело ориентирующийся в обеих культурах, интегрирующий собой «ростки» новой культуры, в которой противостояние «гуманитарное – техническое», как минимум, будет отсутствовать. По сути, приведение подобного рода идей формируют одну из существенных причин *обновления* как инженерно-технического, так и гуманитарного образования в целом.

По мнению Горохова В.Г., проблема не сводится исключительно к тому, чтобы будущие «инженеры проходили какие-то гуманитарные предметы (или темы), как это имеет место в современной практике»[4]. Проблема видится шире, а именно – в необходимости инженеру осознать свою собственную ограниченность, а также принять во внимание тот факт, что существует другой мир, «иная культура», которую он не знает и к которой предвзято относится. Инженер должен вступить с ней в контакт, перейти к диалогу. В тоже время, и гуманитарию следует принять во внимание, что его традиционные ценности (дух, человек, язык, сознание и т.д.), не учитывают не только своей технической обусловленности, но и тот факт, что современный человек, по утверждению Хайдеггера, превратился в Gestell, некий функциональный элемент техносферы (человек отвечает зову Gestell своим техническим отношением к миру), он «давно уже не свободен» [5]. Следовательно, не-технически ориентированному человеку следует принять во внимание, что не существует какой-то одной гуманитарной культуры, что судьба современной цивилизации тесно

связана с прогрессом науки, развитием инженерии и проектированием, ростом технологий, а сами гуманитарии – результат такой цивилизации.

Соответственно и технически ориентированный представитель культуры, а в нашем случае инженер, должен осознать свою неспособность выйти за рамки локальной, узкоспециализированной деятельности, которая сегодня угрожает существованию жизни на земле. Инженер обязан осознать, что множающиеся сегодня лавинообразно ошибки его профессии – суть техногенные кризисы проис текают не столько из-за недостаточно высокой профессиональной культуры, сколько из-за отсутствия у него культуры гуманитарной, а также присущих ей ценностей и соответствующего времени мироощущения.

В сфере инженерно-технического образования это означает, во-первых, осмысление будущим специалистом своей профессии и ее границ, рефлексию культуры (технической или гуманитарной, к которой человек принадлежит); во-вторых, ознакомление с противоположной культурой посредством диалога с её представителями, детальным анализом проблем и задач, которые в ней ставятся и решаются; в-третьих, анализ характерных для этой культуры видов деятельности и способов мышления.

Важнейший аспект гуманизации инженерно-технического образования – выявление в нынешней технической культуре *гуманистической обусловленности*. Именно инженерно-техническое образование предполагает не только подробный анализ кризисных ситуаций, создаваемых инженерией, но и анализ отрицательных последствий (для человека, общества и природы) инженерно-технической деятельности, начиная с научного изучения, заканчивая промышленным производством. Инженерно-техническое образование также предполагает осмысление ценностей, картин мира, представлений, которые определяют саму эту деятельность, а также различные ошибки инженера, проектировщика или технолога. Именно на этом уровне действительно необходимо обращаться к гуманитарным дисциплинам (наукам), но не вообще, вне контекста, как это происходит сейчас, а с целью понимания инженером негативных последствий своей деятельности в отношении человека, общества или природы, а также причин, обуславливающих характерные ошибки, которые усиливают антигуманистический характер технической деятельности.

Естественно, гуманизация инженерно-технического образования не должна сводиться только к указанным проблемам, она предполагает определенное содержание, методику, включающую в себя несколько уровней. Приведем их, опираясь на идеи Горохова [4], на примере инженерно-технического образования, предназначенного для цикла строительных специальностей (проектирование, строительство и эксплуатация объектов и др.).

Первый уровень – вполне очевидно, «Профессиональная ориентация» или «Введение в специальность».

Второй уровень – «Специальное инженерное образование», который предполагает освоение так называемых спецкурсов, необходимых для конкретного предметно-дисциплинарного цикла профессионально-инженерной ориентации. К примеру, для специалиста в области строительного менеджмента могли бы понадобиться знания основ теории организации и планирования, экономические знания, отдельные разделы социологии и психологии, конфликтологии и др.

Третий уровень – «Философско-методологическая практика». На этом уровне будущий специалист имел бы возможность знакомиться с тремя дисциплинами: философией, наукой и методологией, осуществляя этот процесс, прежде всего, в *рефлексивной форме*, формируя соответствующий самостоятельный стиль мышления. Следует отметить, что на практике возможна реализация выдвигаемых идей в рамках учебного курса для магистров строительных специальностей «Философские проблемы науки и техники» (согласно ФГОС третьего поколения) в соответствии с задачами курса:

- дать знания о современных концепциях философии естествознания и техники, особенностях научного познания и его роли в современной цивилизации;
- ознакомить с содержанием генезиса научного познания, уровней и методов научного исследования;
- сформировать знания об особенностях современного этапа развития науки, динамики научного познания;
- раскрыть проблему соотношения науки и техники в контексте этических ценностей;

- выработать способность иметь и обосновывать собственную мировоззренческую и гражданскую позицию в контексте идеалов гуманизма;
- применять полученные знания в решении профессиональных задач, при разработке экологических и социальных проектов, организации конструктивных межчеловеческих отношений в сфере производственной, управлеченческой деятельности и бизнеса.

А также, пользуясь, опорными вопросами, включающими в себя этические ценности с приоритетным содержанием личностного развития будущего специалиста на основе эвристического характера образования.

В идеале это должно представлять собой гуманитарно-методологическое заключение (итог) в системе или наборе предлагаемых в образовательном цикле вуза инженерно-технических дисциплин. В этом процессе, на мой взгляд, философии необходимо отводить системно-интегративную, методологическую роль, так как именно здесь осуществляется формирование социокультурной гуманистически ориентированной парадигмы инженерии, которая должна вести будущего инженера не к ближайшим локально-технологическим целям, а к дальним социально-значимым последствиям на пути к самосохранению человечества.

Список библиографических ссылок

1. Конев В.А. Человек в мире культуры (Культура, человек, образование) // Пособие по спецкурсу. Изд. 2-е, испр. и доп. – Самара: Изд-во «Самарский университет», 2000. – 109 с.
2. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации». – М.: Норматика, 2013. – 128 с.
3. Ридлер А. Германские высшие учебные заведения и запросы двадцатого столетия. – СПб., 1900.
4. Горюхов В.Г. Философия техники: история и современность: Монография. // Отв. ред. В.М. Розин. – М., 1997. – 283 с.
5. Хайдеггер М. Вопрос о технике. Время и бытие. – М.: Республика, 1993. – 238 с.

Prochorov-Malyasov G.S. – candidate of philosophical sciences

E-mail: geopromal@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Relevance humanization of engineering and technical education (philosophical and methodological aspect)

Resume

The article discusses the relevance of the humanization of engineering and technical education in the modern high school, which is seen not only in need of critical analysis of traditional approaches to education, which to some extent increase the resistance of technical and human culture in modern society, but also the need to identify the current technical humanistic culture conditionally with the priority of personal development content of the future expert-based heuristic education.

It is now vital to the process of revising the existing cultural and civilizational project of developing a new cultural project focusing on the preservation of the planet, human life, the priority of the new spiritual and moral values.

Proves the necessity re-orientation of engineering education in the formation of a complete humanitarian-technical person on the basis of already existing in the educational arsenal of high school academic disciplines.

Studies show that in this process just the philosophy should be given systemically integrative, methodological role, as it is here is the formation of socio-cultural humanistic oriented paradigm engineering.

Keywords: humanization, engineering and technical education, methodology, philosophy, science.

Reference list

1. Konev V.A. The man in the world of culture (Culture, People, Education) // Allowance on a special course. Ed. 2nd, rev. and add. Samara Publishing House of the «Samara University», 2000. – 109 p.
2. The Federal Law «About Education in the Russian Federation». – M.: Normatika, 2013. – 128 p.
3. Readler A. German universities and the requests of the twentieth century. – SPb., 1900.
4. Gorohov V.G. Philosophy of Technology: History and Present: Monograph. // Ed. V.M. Rosin. – M., 1997. – 283 p.
5. Heidegger M. The Question Concerning Technology. Being and Time. – M.: The Republic, 1993. – 283 p.



УДК 625.08

Габдуллин Т.Р. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: talgat2204@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Загребдинов Р.В. – кандидат физических наук, доцент
E-mail: rzckpfu.ru@mail.ru

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Адрес организации: 420008, Россия, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18

Повышение производительности систем управления дорожно-строительной техники при использовании систем глобального спутникового позиционирования

Аннотация

В данной статье авторы анализируют состояние и перспективы развития системы глобального спутникового позиционирования.

Исследуют эффективность применения спутниковых систем управления строительной техники. Показывают изменения в современной структуре глобальных и региональных навигационных спутниковых системах. Обосновывают эффективность применения спутниковых систем управления строительной техники (СУСТ).

Сделаны рекомендации внедрения передового зарубежного и отечественного опыта создания технологических платформ для укрепления позиций России в мировом хозяйстве.

Ключевые слова: глобальные навигационные системы, системы управления строительной техникой, 2D и 3D системы, региональные спутниковые системы, производительность.

Системы управления строительной техникой – современное средство автоматизации контроля и управления строительной техникой на протяжении всех этапов производства земляных и дорожных работ. Цель применения заключается в достижении максимального соответствия проекту со значительной экономией средств и времени. При этом обеспечивается сокращение расходов на инженерные работы, экономия топлива, увеличение моторесурса машин.

Наиболее эффективными являются комплексы управления с использованием спутниковых систем GPS/ГЛОНАСС.

Подготовленный проект в цифровой форме загружается в бортовой компьютер, под управлением которого рабочий орган машины автоматически устанавливается и удерживается в положении, соответствующем проекту. Таким образом, минимальным количеством проходов и с точностью до 2-х сантиметров в плане и нескольких миллиметров по высоте в максимально короткие сроки может быть подготовлена поверхность любой сложности. Весь процесс управления рабочим органом машины берет на себя автоматика, а оператору требуется только правильно выбрать параметры работы. Компоненты систем созданы специально для работы в жестких условиях строительства, имеют надежную и защищенную конструкцию и не требуют практически никакого технического обслуживания.

Необходимым условием эффективной работы машин для выполнения земляных работ является точное воспроизведение рабочим органом (например, отвалом) проекта на строительной площадке. Эта идея и заложена в основу внедрения систем управления строительной техникой. Данные системы определяют положение рабочего органа на местности в ходе выполняемых работ и управляют им, повторяя проектное задание с исключительно высокой точностью. По способам задания и применения проектной информации системы управления делятся на 2Д (2D) и 3Д (3D).

Перед началом работ с применением 2Д (2D) систем проектные направления и плоскости привязываются к местности. Проводятся также работы по подготовке земляного полотна с соблюдением установленных проектом высот и уклонов. Надо отметить, что подобные системы применимы, в основном, для работы с простыми проектами по подготовке ровных площадок, строительству прямых участков дорог и др. В ходе работы с

применением 2Д (2D) системы рабочий орган строительной машины повторяет проектную поверхность, контролируя положение по высоте по струне или плоскости лазерного луча. В этом и заключается основной недостаток данной системы. Привязанность к струне или лазерной плоскости резко ограничивает участок ее применения.

В настоящее время при выполнении земляных работ наиболее эффективными являются 3Д (3D) системы. Создателям этих систем удалось учесть и исключить недостатки, характерные к 2Д (2D) системам. Строительные машины получили полную свободу по перемещению по рабочей зоне. Точность работы достигла 1...2 сантиметров по координатам плана и высоты, обеспечивая заданные уклоны. Исчезла также зависимость от времени суток и погодных условий.

В настоящий момент производители, и в первую очередь, компания TOPCON (Япония) разработали два типа систем 3Д (3D): 3D LPS и 3D GPS. Эти системы в качестве измерительных средств применяют роботизированные электронные тахеометры и приемники сигналов спутников GPS+ГЛОНАСС.

Системы 3D LPS способны контролировать положение рабочего органа с точностью до нескольких миллиметров. Однако данные системы не лишены недостатков. Так, например, тахеометр может работать с одной строительной машиной и только в поле прямой видимости с ней. Соответственно необходимость обеспечения каждой единицы строительной машины влечет за собой существенные дополнительные экономические затраты. Однако высокая точность выполняемых работ обеспечивает востребованность на современных строительных площадках подобных систем. Наиболее успешно системы 3D LPS применяются на грейдерах.

Перед началом работ в бортовой компьютер загружается электронная форма рабочего проекта. Тахеометр приводится в рабочее положение и ориентируется на местности. На отвал грейдера устанавливается мачта с отражателем кругового обзора. Производится взаимная привязка рабочего органа (кромок отвала) и отражателя. Результаты привязки заносятся в бортовой компьютер. В ходе выполняемых работ тахеометр постоянно контролирует перемещение машины, определяя координаты отражателя. Контрольные данные передаются в бортовой компьютер, производится их сличение с проектом, при необходимости производится корректировка положения отвала подачей сигналов на систему гидроприводов. Таким образом, положение рабочего органа (отвала) полностью контролируется автоматикой. Машинисту грейдера остается функция управления машиной по направлению движения.

В отличие от 3D LPS системы 3D GPS считаются более совершенными. Они, в частности лишены недостатков тахеометрических систем. Системы 3D GPS могут работать на больших расстояниях (до нескольких километров), не требуют поля прямой видимости (работают в радиоканале), обслуживают практически неограниченное количество машин. Для организации работы с применением систем 3D GPS на рабочей площадке устанавливается базовой приемник GPS. На каждую единицу строительной техники устанавливаются свои бортовые приемники с антеннами, монтируемыми на отвале. Дополнительно устанавливаются датчики вращения отвала, поперечного и продольного уклонов, комплект гидравлических клапанов для каждого типа машины. Установка этих датчиков завершается их настройкой – замеряются геометрические параметры, производится калибровка. Полученные данные заносятся в бортовой компьютер. Эти работы разовые, то есть не требуют ежедневной коррекции или переустановки.

Перед началом работ проект в цифровом виде загружается в бортовой компьютер. В ходе выполнения работ компьютер непрерывно контролирует соответствие натурных и цифровых данных. Оператор-машинист отслеживает процесс работы, имея, при необходимости, возможность перехода к ручному управлению.

Очевидным преимуществом применения систем 3D GPS является практически самостоятельная работа машины в соответствии с проектным заданием.

Среди машин для земляных работ наряду с автогрейдерами особое место занимают экскаваторы. Это связано с техническими возможностями экскаваторов по выполнению специфических земляных работ, на которые другие машины малопригодны или не пригодны в целом. Ранее работа экскаваторов с применением систем управления

потребителями считалось малоэффективным. Созданные системы были громоздкими, тяжело и долго устанавливались, часто в ходе работы сбивалась первоначальная калибровка. Но недавно разработчикам, первую очередь компании TOPCON, удалось разработать и предложить потребителям систему управления экскаваторами, отвечающую современным требованиям. Это комплекс 3Dxi (TOPCON), который способен контролировать положение рабочего органа экскаватора по высоте и плане в соответствии с проектом. Система проста в установке и настройке. Не имеет привязанности к конкретному типу экскаватора. Для организации работ необходимо наличие типовой базовой станции, которая привязана с бортовыми приемниками на строительных машинах и корректирующей их координаты.

Классическая реализация любых проектов по выполнению земляных работ требует выполнения обязательных пяти этапов – съемка, проектирование, вынос в натуру, земляные работы, контроль. Применение системы 3Dxi сокращает эти этапы до трех. Фазы выноса в натуру, земляных работ и контроля технически объединены в одну. Загруженный в бортовой компьютер цифровой проект позволяет (отображает на экране) контролировать положение самого экскаватора и отклонения ковша от нулевой отметки. Эти данные отображаются на экране как графически, так и в цифровом виде, что исключает необходимость выноса в натуру. При работе экскаваторной системы 3Dxi вокруг строительной площадки устанавливаются опорные точки с привязкой к местности и проекту.

Точность расчета координат зубьев рабочего органа достигается калибровкой системных узлов, которая включает в себя определение положения на местности GPS-антенн в привязке к оси вращения стрелы, проводятся замеры геометрических параметров рабочего органа, стрелы и рукояти. Полученные данные заносятся в бортовой компьютер. Установленное программное обеспечение применимо для шести разных ковшей, в случаях необходимости их замены. Система в автоматическом режиме определяет рабочие координаты зубьев рабочего органа с демонстрацией на экране проектную поверхность. Таким образом, обеспечивается полный контроль хода выполняемых работ.

Очевидно, что СУСТ в целом существенно снижают расходы строительства, гарантируя сохранения точности и качества результатов работы. Это сводит практически на нет возможные ошибки в ходе строительных работ в целом.

Следовательно, использование СУСТ принципиально пересматривает ведение строительных работ, которое подчеркивается такими преимуществами, как:

- уменьшением объема инженерных работ (вынос в натуру, полевой контроль);
- подготовкой проектной поверхности за меньшее время (оптимизируется количество проходов строительной техники);
- возрастанием точности выполнения работ: 1...2 см (максимальное соответствие проектному заданию);
 - выводом проектных уклонов в автоматическом режиме;
 - экономией топлива и моторесурсов машин и оборудования;
 - уменьшением расхода материалов;
 - значительное увеличение производительности;
 - простая настройка и работа с системой.

Таким образом, на наш взгляд, в плане успешной реализации инновационной политики России применение СУСТ может явиться эффективным инструментом инновационного развития строительной отрасли на важнейших направлениях ее деятельности.

В последние годы, в дополнение к функционирующему в рабочем режиме глобальным навигационным системам GPS и ГЛОНАСС, активно присоединяются другие глобальные и региональные навигационные спутниковые системы. К их числу следует отнести, прежде всего, частично развернутую китайскую систему BEIDOU (BDS) и находящуюся на стадии испытаний европейскую навигационную систему GALILEO. Запущены первые навигационные спутники региональных систем QZSS (Япония) и IRNSS (Индия). Кроме того, навигационные системы первого поколения GPS и ГЛОНАСС постоянно находятся в стадии модернизации включающей в себя добавление новых сигналов, в том числе и на новых несущих частотах (L5 – GPS и L3 – ГЛОНАСС). Появление новых навигационных систем, сигналов и несущих частот требует создания

унифицированных форматов хранения данных, прежде всего формат RINEX и протоколов передачи данных в реальном времени (RTCM, CMRx и др.). Решению этих задач и был посвящен проект M-GEX – Multi- GnssEXperiment, реализованный международной службой IGS (International GNSS Service) в 2012 году [1]. Текущие задачи эксперимента M-GEX включают в себя:

- запустить сеть слежения за навигационными спутниками разных группировок;
- сделать общедоступными данные слежения (RINEX данные);
- экспериментирование с потоками данных и различными сигналами;
- оценка качества оборудования и оценка сигналов различных систем.

Будущие задачи эксперимента (средне-перспективные):

- замена IGS сети приемниками мульти-ГНСС;
- создание мульти-ГНСС продуктов.

Первые итоги эксперимента M-GEX были подведены в июле 2012 г. на конференции в Олштын (Olsztyn) Польша. Там же были выработаны рекомендации для сообщества пользователей высокоточных ГНСС систем [2]. В настоящее время в проекте M-GEX участвует около 75 референцных ГНСС станций, в том числе только одна из России KZN2 (Казань, КФУ, приемник Trimble NetR9). Надо отметить, что приемники Trimble NetR9 наилучшим образом подходят под цели проекта, поскольку принимают все доступные на сегодня типы сигналов от различных ГНСС, и почти половина станций участвующих в проекте M-GEX используют именно такие приемники (рис.).



Рис. Схема расположения станций проекта M-GEX по состоянию на август 2013 г. [2]

Данные станции KZN2 активно используются сообществом специалистов в области ГНСС для исследования качества сигналов как европейской системы GALILEO [1], так и китайской BEIDOU [3]. В отдельные моменты число одновременно наблюдаемых спутников различных ГНСС достигает более 40 спутников. Через 3...5 лет, после полноценного развертывания систем GALILEO, BEIDOU и QZSS, число одновременно наблюдавшихся на станции спутников будет более 50-ти.

При обработке синхронных наблюдений в режиме постобработки или РТК измерений получаемых приемниками типа Trimble NetR9, R9 GNSS, R8-IV GNSS одновременно в решении может быть задействовано до 25 навигационных спутников различных систем. Такие приемники позволяют вести высокоточные геодезические работы в самых сложных условиях (глубокие овраги, горная расщелины, городские каньоны) недоступных в недавнем прошлом для каких либо спутниковых определений.

Так при испытаниях в июне 2013 г. связки приемников Trimble NetR9 и R9 GNSS в Казани в РТК решении одновременно использовалось до 20 спутников, в том числе 4...5

спутников китайской системы BEIDOU. Таким образом, уже сегодня использование китайских спутников весьма эффективно, поскольку число участвующих в РТК решении спутников увеличивается на 20...25 процентов. Особенно эффективным использование таких приемников и технологий может быть в восточных регионах России, где к спутникам системы BEIDOU добавляется и первый спутник японской квази-зенитной системы QZSS. Большим достоинством спутников квази-зенитных систем является их достаточно длительное пребывание в околозенитной области небосвода, что позволяет наблюдать их как в условиях сильно залесенной местности, так и в условиях плотной высотной застройки.

Таким образом, можно уверенно прогнозировать, что через 3...5 лет, после полноценного развертывания систем GALILEO, BEIDOU и QZSS, число одновременно наблюдаемых на станции спутников будет более 50-ти. Машины, оснащенные такой системой управления, будут получать большее количество увереных сигналов, смогут свободно перемещаться по всему рабочему объекту, выполняя подготовку поверхности с более высокой точностью в плане и по высоте в любое время суток и в любую погоду, что пропорционально скажется на росте производительности дорожно-строительной техники. Созданный на кафедре «Дорожно-строительные машины» КГАСУ Международный образовательный центр регулярно проводит международные семинары-совещания с приглашением ведущих зарубежных специалистов для руководителей предприятий дорожной отрасли РТ, где большое внимание уделяется демонстрации современных систем глобального позиционирования, применяющихся на современных дорожно-строительных машинах [4].

Использование современных систем управления строительной техникой позволит эффективно внедрять передовой зарубежный опыт создания технологических платформ, основанных на соединении трех факторов: внутреннего спроса, интеллектуального капитала и новейших отечественных и зарубежных технологий.

Список библиографических ссылок

1. Montenbruck O., Rizos C., Weber R., Weber G., Neilan R., and Hugentobler U. Getting a Grip on Multi-GNSS: The International GNSS Service MGEX Campaign, GPS World, July, 2013. – P. 44-49.
2. <http://igs.org> Сайт International GNSS Service. URL: <http://igs.org> Сайт International GNSS Service (дата обращения: 17.10.2013).
3. Montenbruck O. From China with Love – The BeiDou Navigation System, Satellite Navigation Seminar, TUM, 14 May, 2013.
4. Сахапов Р.Л., Абсалимова С.Г. Сотрудничество университетов и бизнеса в условиях перехода к инновационной экономике. // Вестник ЧГПУ, 2012, № 3 (79). – С. 143-149.

Gabdullin T.R. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: talgat2204@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Zagretdinov R.V. – candidate of physical sciences, associate professor

E-mail: rzckpfu.ru@mail.ru

Kazan (Volga region) Federal University

The organization address: 420008, Russia, Kazan, Kremlevskaya st., 18

Productivity Improvement of Machine Control Systems Using new Global Satellite Positioning Systems

Resume

The aim of application of construction machinery guidance system is to gain maximal conformance to design with considerable saving of cost and time. In addition to this retrenchment of costs on engineering works, fuel saving and increase in machines motor operating time are achieved.

The most effective are considered to be control complexes with the use of satellite systems GPS/GLONASS.

The main idea of application of construction machinery guidance system is to determine the location and end-point control of the machine directly in the process of earth-work operations for the purpose of copying the design in-situ with the maximum accuracy.

3D systems are considered to be the most effective in the process of earth-work operations.

Application of 3D construction machinery guidance systems provides considerable increase in effectiveness and productivity of earth-work operations process. Principally new quality and accuracy boundaries of projects realization with considerable time and cost savings are gained.

In addition to global positioning systems GPS and GLONASS already functioning in the standard operating mode, other global and regional navigation satellite systems are being actively joined.

Keywords: global positioning systems, construction machinery guidance systems, 2D and 3D systems, regional satellite systems, productivity.

Reference list

1. Montenbruck O., Rizos C., Weber R., Weber G., Neilan R., and Hugentobler U. Getting a Grip on Multi-GNSS: The International GNSS Service MGEX Campaign, GPS World, July, 2013. – P. 44-49.
2. <http://igs.org> Сайт International GNSS Service. URL: <http://igs.org> Сайт International GNSS Service (reference date: 17.10.2013).
3. Montenbruck O. From China with Love – The BeiDou Navigation System, Satellite Navigation Seminar, TUM, 14 May, 2013.
4. Sakhapov R.L., Absalyamova S.G. The partnership between universities and business in the terms of transfer to the innovation economy. // Vestnik CHGPU, 2012, № 3 (79). – P. 143-149.

УДК 625.08

Мухаметшина Р.М. – кандидат химических наук

E-mail: rumya211@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Отказы дорожно-строительных машин по параметрам коррозии

Аннотация

В статье анализируется нарушение потенциала работоспособности дорожно-строительных машин по параметрам коррозии.

Рассмотрены виды коррозионных воздействий, которым наиболее подвержены конструкционные материалы, используемые при изготовлении дорожно-строительных машин и оборудования. Исследована модель коррозионного процесса, учитывающая влияние конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов на скорость коррозии.

На основе изучения закономерностей коррозионного разрушения деталей машин сформулированы рекомендации для обеспечения коррозионной надежности дорожно-строительных машин.

Ключевые слова: коррозия, работоспособность машин, скорость коррозии, дорожно-строительные машины.

Состояние машины, прежде всего, характеризуется ее работоспособностью. Одним из основных повреждающих процессов, снижающих потенциал работоспособности дорожно-строительных машин, является коррозия. Под коррозионной надежностью машин понимается их способность сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в условиях взаимодействия с коррозионной средой. Коррозия может быть не только процессом, приводящим к отказам, но она может также ускорять процессы изнашивания, усталостного разрушения, снижать прочностные и деформационные свойства материалов. Из-за коррозии существенно снижается производительность машин и возрастают эксплуатационные расходы. Например, мощность двигателя внутреннего сгорания, зеркала цилиндров которого поражены коррозией, снижается на 20-25 %, при этом расход масла увеличивается на 50-80 %. В результате коррозионного воздействия предел выносливости конструкционных сталей снижается на 35-40 %, износстойкость уменьшается от 1,5 до 4 раз [1].

Коррозией металлов называется их разрушение вследствие химического или электрохимического взаимодействия с коррозионной средой. Дорожно-строительные машины, используемые в условиях запыленности и загрязненности атмосферы, высокой влажности, перепадов температур окружающего воздуха, земляного полотна и дорожных покрытий, являются техническими системами, подверженными интенсивным коррозионным разрушениям. Критериями отказов машин из-за коррозии могут быть такие события, как разрушение деталей из-за коррозии; достижение допустимого изменения массы или толщины металла под действием процесса коррозии; появление коррозионного очага на поверхности изделия; превышение допустимого уровня скорости коррозии и др. Наиболее сильно коррозионному разрушению подвержены детали кузова машин из тонколистовой стали, рамы, подвески, детали топливной аппаратуры двигателей, резьбовые соединения, сварные швы.

Коррозионный процесс является самопроизвольным и может протекать в самых разных средах. Рассмотрим те виды коррозионных воздействий, которым в наибольшей степени подвержены металлические материалы, используемые при современном конструировании дорожно-строительных машин и оборудования. По характеру взаимодействия металла со средой различают химическую и электрохимическую коррозию. Химическая коррозия возникает при отсутствии электропроводящей среды, а электрохимическая коррозия – в растворах электролитов. Механизм коррозионного разрушения элементов дорожно-строительных машин носит в основном

электрохимический характер, поскольку в реальных условиях эксплуатации машин отсутствие электропроводящей среды соблюдается редко. Большинство деталей машин в условиях эксплуатации взаимодействует с растворами электролитов. В процессе работы при изменении температуры поверхностей деталей на них из воздуха конденсируется вода в виде пленки. Газы, образующиеся в атмосфере в результате сгорания топлива, легко растворяются в воде, образуя такие кислоты, как серная, азотная и др., а также растворимые соли, являющиеся типичными электролитами. Электрохимическая коррозия наблюдается практически во всех элементах дорожно-строительных машин.

Интенсивность разрушения деталей машин в значительной степени зависит от свойств контактирующей с ними среды. По характеру окружающей среды различают атмосферную, газовую, жидкостную, почвенную и биологическую коррозию. Для большинства деталей дорожно-строительных машин наиболее характерна атмосферная коррозия. При атмосферной коррозии происходит постепенное разрушение металлов под действием атмосферного воздуха, а также содержащихся в нем твердых частиц, влаги и газов. Интенсивность разрушения зависит от состава атмосферного воздуха, вида и концентрации содержащихся в нем примесей. Для большинства конструкционных сплавов, применяемых в дорожно-строительном машиностроении, наиболее опасны примеси серы, сернистого газа, сероводорода и хлора. Для медных сплавов, кроме того, коррозионно-активным реагентом является также аммиак. Угольная пыль, соли оксидов металлов повышают электрическую проводимость электролита, обеспечивают улучшение адсорбции молекул различных газов и влаги из воздуха, увеличивают конденсацию воды.

Для элементов дорожно-строительных машин коррозионной средой являются также обрабатываемые объекты. Одним из основных объектов разработки таких машин являются грунты. Под воздействием грунтовой влаги происходит почвенная коррозия. Наиболее подверженными этому виду коррозии являются рабочие органы машин для земляных работ. Почвенная коррозия обычно протекает совместно с биологической коррозией, при которой разрушение металлических поверхностей происходит под влиянием различных микроорганизмов. Микроорганизмы могут непосредственно разрушать материал изделия, но чаще процессы коррозии стимулируются коррозионно-активными продуктами их жизнедеятельности – серой, сероводородом, соединениями азота и др.

Интенсивность отказов машин по параметрам коррозии зависит от большого количества различных по своей природе и значимости факторов. Любой коррозионный процесс является сложным физико-химическим процессом и не соответствует простому механизму, при котором один материал окисляется до ионного состояния, а другой восстанавливается путем приобретения электронов. Более точной, на наш взгляд, является такая модель коррозионного процесса, которая учитывает влияние конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов на скорость коррозии. Модель коррозионного процесса условно можно представить в виде функции (1) [2]:

$$v_k = \varphi(K, T, \mathcal{E}), \quad (1)$$

где v_k – скорость корродирования поверхности; K – конструктивные факторы, T – технологические факторы, \mathcal{E} – эксплуатационные факторы, влияющие на коррозионный процесс.

К конструктивным факторам относят сочетание материалов в сопряжении; вид соединения элементов конструкции (резьбовое, сварное, заклепочное и др.); конструкцию детали и сопряжения (наличие застойных зон, зазоров); концентрацию напряжений; характер нагружения; наличие защитных покрытий.

Технологические факторы включают в себя соотношение компонентов в сплаве; структуру металла; термодинамическую устойчивость металла; методы обработки поверхности (химико-термическая, электрохимическая, механическая); параметры шероховатости поверхности; остаточные напряжения.

К эксплуатационным факторам относят продолжительность эксплуатации; состав атмосферы; влажность; температуру и ее изменения; характер загрязнения поверхности (микробиологическое, механические примеси, агрессивные компоненты, продукты окисления и коррозии, распределение их по поверхности); влияние солнечной радиации; внешние нагрузки; условия воздухообмена; характер использования машины.

Количественная оценка отказов машин по параметрам коррозии основана на определении кинетических характеристик коррозионного процесса. Поскольку коррозионный процесс имеет гетерогенный характер, его скорость определяется протеканием следующих основных стадий:

- подведением к поверхности металла коррозионно-активных частиц (ионов, молекул), осуществляемых диффузией или конвекцией;
- реакцией частиц с металлом, протекающей во многих случаях многостадийно;
- отведением продуктов коррозии от поверхности металла, осуществляется в соответствии с законом диффузии.

Скорость коррозии определяется в соответствии с уравнением (2):

$$v_k = k_p C \cdot \exp\left[-\frac{W}{RT}\right], \quad (2)$$

где k_p – константа скорости реакции;

C – концентрация частиц;

W – энергия активации, представляющая собой тот избыток энергии по сравнению со средней, обладание которым делает частицу реакционноспособной;

R – универсальная газовая постоянная;

T – абсолютная температура;

$\exp\left[-\frac{W}{RT}\right]$ – характеризует долю частиц, обладающих необходимой энергией активации, т.е. долю активных частиц.

Из уравнения (2) следует, что скорость реакции выше при низкой энергии активации и она возрастает с увеличением концентрации и температуры. Скорость коррозии характеризуется проницаемостью в металл продуктов коррозии и измеряется в миллиметрах, микрометрах проницаемости за год (мм/год, мкм/год). В табл. 1 приведены сравнительные данные о скоростях коррозионных процессов для различных химически чистых металлов [2]:

Таблица 1

Средние величины скорости проникновения коррозии в металлы

Металл	Pb	Al	Sn	Cu	Ni	Zn	Fe
v_k , мкм/год	4	8	12	12	32	50	200

Наиболее распространенными металлическими материалами для изготовления дорожно-строительных машин являются чугун и сталь, а также цветные металлы. Из цветных металлов наибольшее применение в изготовлении деталей машин находят медь, алюминий, олово, свинец, цинк. Применяются они в виде сплавов (алюминиевые сплавы, латунь, бронза, бabbitt и др.). На коррозионную стойкость этих материалов большое влияние оказывает фактор коррозионной среды [2]. Интенсивному коррозионному воздействию подвержены машины и оборудование при работе вблизи химических предприятий, в условиях тропической атмосферы и морского климата (табл. 2).

Таблица 2

Среды, повышающие скорости коррозионных процессов в материалах

Материалы	Среда
Алюминиевые сплавы	Вода и пар; содержащие NaCl морская атмосфера и морская вода; воздух, водяной пар
Медные сплавы	Тропическая атмосфера; ртуть; Hg(NO ₃) ₂ ; бромиды; аммиак; органические аминосоединения
Алюминиевая бронза	Вода и пар; H ₂ SO ₄ ; щелочи
Аустенитные нержавеющие стали	Хлориды, включая FeCl ₂ , FeCl ₃ , NaCl; морская вода и атмосфера; H ₂ SO ₄ ; фториды; конденсат пара, полученного испарением хлоридсодержащей воды; H ₂ S
Ферритные нержавеющие стали	Хлориды, включая NaCl; фториды; бромиды; иодиды; щелочи; нитраты; вода; пар
Углеродистые и низколегированные стали	HCl; щелочи; нитраты; HNO ₃ ; HCN; расплавленный цинк; H ₂ S; H ₂ SO ₄ ; морская вода
Высокопрочные легированные стали (при напряжениях выше предела текучести)	Морская вода и атмосфера, загрязненная отходами промышленности

Комбинированное воздействие высокой влажности и температуры, характерное для тропической климатической зоны, вызывает резкую интенсификацию процессов разрушения поверхностей деталей вследствие электрохимической коррозии.

Существенное влияние на работоспособность машин по параметрам коррозии оказывает взаимная совместимость металлических материалов в конструкции (табл.3), основанная на физико-химических свойствах. Взаимные влияния могут быть вызваны непосредственным контактом между различными металлами, электролитическим переносом через среду, перенесением металлических частиц с потоком окружающей среды и другими эффектами, возникающими вследствие близкого расположения материалов [3]. Интенсивность коррозионного взаимодействия между различными металлами зависит от разности потенциалов между металлами, природы электролита, соотношения площадей поверхностей двух металлов, расстояния между ними. Даже высококачественные материалы могут стать причиной отказов машин и оборудования вследствие коррозии. Как следует из табл. 3 не всегда применение дорогостоящих металлов или сплавов позволяет получить желаемый результат в борьбе с коррозией. Более важным фактором при проектировании машин является правильный выбор совместно работающих материалов.

Таблица 3
Совместимые (+) и несовместимые (-) пары металлов и сплавов

№ п/п		Пары металла													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Алюминий и его сплавы	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
2	Магний и его сплавы	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Цинк и его сплавы	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-
4	Кадмий	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-
5	Никель	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-
6	Олово	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-
7	Хром	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-
8	Свинец	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-
9	Сплавы свинца и олова	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-
10	Медь и его сплавы	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
11	Сталь нелегированная	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
12	Сталь легированная	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-
13	Сталь нержавеющая	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
14	Серебро	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+

Если нельзя избежать соединения несовместимых металлов (например, медного сплава и алюминия), следует обязательно разделять их диэлектриком. Необходимо избегать применения в конструкции материалов, которые взаимно несовместимы вследствие особенностей их химического состава в конкретных окружающих условиях. Например, вулканизированная резина, которая содержит серу, вызывает повреждения соединяемого с ней металла.

Из технологических факторов, влияющих на развитие коррозионных процессов, наиболее опасны внутренние дефекты материала, возникающие при обработке деталей. Поверхностные или внутренние микротрешины, царапины, посторонние включения могут быть очагами зарождения коррозионного разрушения деталей [4].

Таким образом, в большинстве практических случаев коррозионный процесс разрушения деталей машин носит сложный характер и наблюдается влияние различных факторов на интенсивность коррозии. В современном мире усиливается коррозионная активность атмосферы, почвы и природных вод. Возрастает сложность коррозионных проблем. Закономерности, характеризующие повреждающие процессы коррозии в материалах деталей машин, позволяют прогнозировать ход повреждающего процесса и являются основой для разработки методов защиты от их коррозионного разрушения. Обеспечение работоспособности машин по показателю коррозионной стойкости требует реализации комплекса мероприятий, которые охватывают все основные стадии

жизненного цикла машины: проектирование, изготовление и эксплуатацию. Коррозионную стойкость металлов увеличивают на стадии конструирования – при подборе материала, обосновании вида защитного покрытия поверхности элементов машин; на стадии производства – в процессе обработки деталей и нанесения защитного покрытия; на стадии эксплуатации – нанесением смазочных покрытий, своевременным восстановлением поврежденных защитных покрытий. При эксплуатации машин необходимо периодически удалять продукты коррозии, влагу и загрязнения с поверхностей деталей. Наиболее перспективным в защите дорожно-строительных машин от коррозии является метод предупреждения отказов, профилактика коррозии за счет выполнения операций технического обслуживания и ремонта по состоянию машины после контроля, диагностирования. Этот метод широко развит за рубежом [5, 6]. Его использование позволяет повысить наработку на отказ контролируемых составных частей машин в 3-5 раз при относительно малом уменьшении среднего их ресурса.

Рассмотренная выше проблема сегодня приобретает особую актуальность. В условиях слабого развития транспортной инфраструктуры России проект ее создания и обновления может стать мощнейшим локомотивом развития инноваций и одним из «центров кристаллизации» инновационной активности [7]. Для успешной реализации данного проекта в климатических условиях России особое значение приобретает именно проблема повышения коррозионной устойчивости дорожно-строительной техники.

Список библиографических ссылок

1. Зорин В.А. Основы работоспособности технических систем. – М.: Академия, 2009. – 208 с.
2. Щурин К.В. Надежность мобильных машин. – Оренбург: ОГУ, 2010. – 585 с.
3. Долгополов Б.П., Доценко Г.Н., Зорин В.А. и др. Технология машиностроения, производство и ремонт подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин. – М.: Академия, 2010. – 576 с.
4. Гуревич Ю.Е., Косов М.Г., Схиртладзе А.Г. Детали машин и основы конструирования. – М.: Академия, 2012. – 592 с.
5. Максименко А.Н. Эксплуатация строительных и дорожных машин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 400 с.
6. Яхъяев Н.Я., Кораблин А.В. Основы теории надежности и диагностики. – М.: Академия, 2009. – 256 с.
7. Сахапов Р.Л., Абсалямова С.Г. Инновационная пауза как шанс на технологическую модернизацию российской экономики. // Известия КГАСУ, 2012, № 3 (21). – С. 203-208.

Mukhametshina R.M. – candidate of chemical sciences

E-mail: rumya211@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Breakdowns of road-building machines as a result of corrosion

Resume

Corrosion is one of the most dangerous damaging processes, decreasing efficiency potential of road-building machines. In the corrosion system there happens process of spontaneous metal fracture under the influence of aggressive environment. The process of corrosion damage of machine components generally conforms to regularities of electrochemical kinetics, whereas in real conditions of machines exploitation absence of electrically-conductive environment is rarely observed. Intensity of breakdowns of road-building machines as a result of corrosion depends on a great number of factors diverse by their nature and importance. The major influence on the speed of corrosive process exert nature of metal, materials compatibility in the structure, and environmental properties. For the constituents of road-building machines work-pieces can also

become corrosive environment. One of the main objects of developing machines of such type are soils. Soil corrosion takes place under the influence of soil-water. Operative parts of the machines for earthwork are mostly vulnerable to this corrosion type. Regularities, characterizing processes of corrosive break-downs of machinery parts, enable to forecast behavior of damaging process and form the basis for the development of corrosion control methods. Machines performance assurance in terms of corrosive resistance requires realization of the set of actions, which cover all the main stages of machine operating life, i.e. designing, production and exploitation.

Keywords: corrosion, machine runnability, corrosion speed, road-building machines.

Reference list

1. Zorin V.A. The Bases of Efficiency of Technical Systems. – M.: Akademia, 2009. – 208 p.
2. Schurin K.V. Mobile Machines Reliability. – Orenburg: OGU, 2010. – 585 p.
3. Dolgopolov B.P., Dotsenko G.N., Zorin V.A. etc. The technology of mechanical engineering, manufacture and repair of lifting and transportation, construction and road machines. – M.: Academia, 2010. – 576 p.
4. Gurevich Y.E., Kosov M.G., Skhirtladze A.G. Machinery and design principles. – M.: Academia, 2012. – 592 p.
5. Maksimenko A.N. Exploitation of Building and Road-building Machines. – SPb.: BHV-Petersburg, 2006. – 400 p.
6. Yakhyev N.Y., Korablin A.V. The Bases of the Theory of Reliability and Diagnostics. – M.: Akademia, 2009. – 256 p.
7. Sakhapov R.L., Absalyamova S.G. Innovation pause as a chance to the technological modernization of the Russian economy // News of the KSUAE, 2012, № 3. – C. 203-208.

**ПРАВИЛА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СТАТЕЙ
ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В НАУЧНОМ ЖУРНАЛЕ
«ИЗВЕСТИЯ КАЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА»**

Статья должна быть набрана в программе Microsoft Word (версия не ранее MS Word 97). Файл, названный именем автора статьи, представить с расширением RTF.

Параметры страницы:

- размер страницы – 297x210 мм (формат А4);
- поля: сверху – 20 мм, снизу – 20 мм, слева – 30 мм, справа – 30 мм;
- ориентация страницы – книжная.

Параметры форматирования текста:

- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта – 11 пт;
- абзацный отступ – 10 мм (не задавать пробелами);
- выравнивание – по ширине;
- заголовки полужирным шрифтом, с выравниванием по центру;
- междустрочный интервал – одинарный.

При наборе статьи исключить автоматический перенос слов. Запрещено уплотнение интервалов шрифта.

Объем публикации – не менее 5 полных страниц и не более 10 страниц, включая таблицы и иллюстрации. Иллюстративный материал не должен перегружать статью (не более 4 рис.). Таблицы и иллюстрации скомпоновать с учетом вышеуказанных полей.

Таблицы создать средствами Microsoft Word и присвоить им имена: Таблица 1, Таблица 2 и т.д. Название таблицы с порядковым номером (или номер таблицы без названия) располагается над таблицей. Текст таблицы должен быть набран шрифтом размером 10-12 пт с одинарным межстрочным интервалом.

Иллюстрации представить в виде файлов основных графических форматов (tif, jpg, bmp, gif) с именами Рис. 1, Рис. 2 и т.д. Все объекты должны быть черно-белыми (градации серого), четкого качества. Рекомендуемое разрешение – 300 дп. Названия иллюстраций и подписи к ним набираются шрифтом размером 10 пт с одинарным межстрочным интервалом. Не допускается выполнение рисунков в редакторе Microsoft Word. Минимальный размер иллюстраций – 80x80 мм, максимальный – 170x240 мм.

Для набора формул и вставки символов использовать встроенный в Microsoft Word редактор формул Microsoft Equation или Math Type. Формулы в статье, подтверждающие физическую суть исследования (процесса), представляются без развернутых математических преобразований. Формулы 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@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

разделительный интервал

Современные строительные материалы

разделительный интервал

Аннотация

Текст аннотации (50-100 слов)

Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, карбамидные пенопласти, модификация

разделительный интервал

Текст статьи

разделительный интервал

Список литературы

разделительный интервал

Ivanov I.I. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: ivanov@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

разделительный интервал

Resume

Текст резюме (150-200 слов)

Keywords: thermal insulating materials, of carbamide foams, updating
разделительный интервал

References*

* Перечень ссылок, переведённый на английский язык (названия изданий не переводить – писать в латинской транскрипции).

Перечень библиографических ссылок обязателен!

Библиографические ссылки представить в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.

Примеры:

1. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 500 с.
2. Драновский А.Н. Динамические параметры прочности песков // Сб. научных трудов «Материалы 49-й Республиканской научной конференции». – Казань: КГАСА, 1998. – С. 186-191.
3. Завадский В.Ф., Путро Н.Б., Максимова Ю.С. Поризованная строительная керамика // Строительные материалы, 2004, № 2. – С. 21-22.
4. Корчагина В.И. Исследование в области модификации ПВХ и биполимерных систем на его основе // Автореферат канд. дисс. на соиск. степени канд. хим. наук. – Казань, 1974. – 22 с.
5. Химическая технология керамики: Учеб. пособие для вузов / Под ред. проф. И.Я. Гузмана. – М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2003. – 496 с.
6. Приемопередающее устройство: пат. 2187888 Рос. Федерации. № 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 (CD-диск. Электронная версия статьи должна соответствовать варианту на бумажном носителе);
- Две рецензии (соответствующего уровня) от двух независимых организаций;
- Экспертное заключение о возможности опубликования, оформленное в организации, откуда исходит рукопись;
- Анкета автора (ов) в предлагаемой форме (заполнить на русском и английском языке).

Материалы к публикации вложить в полиэтиленовый файл.

Датой поступления статьи считается день представления последнего из вышеуказанных материалов.

Представленные авторами научные статьи направляются на независимое закрытое рецензирование специалистам по профилю исследования, членам редакционной коллегии. Основными критериями целесообразности публикации являются новизна полученных результатов, их практическая значимость, информативность. В случае, когда по рекомендации рецензента статья возвращается на доработку, датой поступления считается день получения редакцией ее доработанного варианта. К доработанной статье в обязательном порядке прикладываются ответы на все замечания рецензента. Статьи, получившие отрицательные заключения рецензентов и не соответствующие указанным требованиям, решением редакционной коллегии журнала не публикуются и не возвращаются (почтовой пересылкой). Редакционная коллегия оставляет за собой право на редактирование статей с сохранением авторского варианта научного содержания.

После уведомления редакцией принятия рукописи и согласования сроков её публикации с ответственным исполнителем журнала авторы представляют копию платежной квитанции или справку, подтверждающую обучение автора (ов) в аспирантуре на момент подачи статьи.

Расчет стоимости не зависит от объема текста статьи на странице.

Журнал «Известия КГАСУ» выходит 4 раза в год, тиражом 500 экз. Журнал является подписным изданием и включен в общероссийский каталог ОАО Агентства «РОСПЕЧАТЬ», 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 КГАСУ» – электронном научном издании (ЭНИ) <http://izvestija.kgasu.ru/> (Свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС 77-31046 от 25.01.2008).

Все материалы направлять по адресу: 420043, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1, ОПИР, комн. 79. Телефон (843) 510-46-39, 236-26-88 (тел./факс). E-mail: patent@kgasu.ru. Ответственный исполнитель журнала – Хабибулин Марат Максутович.

Банковские реквизиты:

КГАСУ

420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1

ИНН 1655018025 КПП 165501001

Сч. 40501810292052000002

в ГРКЦ НБ РТ Банка России г. Казань

БИК 049205001

Л/c 20116X06860

Указать назначение платежа: Код дохода: 00000000000000000000130 реализация изд. деят-ти.

АНКЕТА АВТОРА(ОВ)

(заполняется в электронном виде отдельным файлом, названным «Анкета», с расширением RTF)

Фамилия, имя, отчество (полностью), учёная степень, звание, должность. Полное наименование организации, город (указывается, если не следует из названия организации) (для каждого автора) Адрес организации	
Название статьи	
Аннотация (от 50 до 100 слов)	
Ключевые слова (от 5 до 10 слов или словосочетаний)	
Научная тематика статьи	<p>Впишите одну из представленных:</p> <ul style="list-style-type: none">- Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия;- Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности;- Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов;- Строительные конструкции, здания и сооружения;- Основания и фундаменты, подземные сооружения;- Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение;- Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов;- Строительные материалы и изделия;- Гидротехническое строительство;- Технология и организация строительства;- Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэропортов, мостов и транспортных тоннелей;- Гидравлика и инженерная гидрология;- Строительная механика;- Экология (в строительстве);- Экономика и управление народным хозяйством (в строительстве);- Системный анализ, управление и обработка информации (в строительстве);- Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (в строительстве);- Теория и методика профессионального образования (в строительном вузе);- Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование.
Паспортные данные (номер, кем выдан, дата выдачи, адрес регистрации), ИИН	
Адрес для переписки	
E-mail	
Контактные телефоны	

AUTHOR'S QUESTIONNAIRE

(it is filled in electronic type by separate file named «Questionnaire» with expansion RTF)

Full Last name First name, Middle name Scientific degree, Scientific rank, Current position. Full name of the organization, City (it is noticed if it is not clear from the name of organization) (for each author) The organization address	
Title of the article	
Resume (The volume from 150 to 200 words)	
Keywords (from 5 to 10 words or phrases)	
Scientific topic of the article	<p>Include one of the presented:</p> <ul style="list-style-type: none">- Theory and history of architecture, restoration and reconstruction of historical-architectural heritage;- Architecture of buildings and constructions. Creative conceptions of architectural activity;- Town-planning, planning of rural settlements;- Building constructions, buildings and structures;- Ground works and foundations, underground constructions;- Heating, ventilation, air conditioning, gas supply and illumination;- Water-supply, water drain, building systems of water resources protection;- Building materials and making;- Hydraulic engineering construction;- Technology and organization of building;- Design and construction of roads, metropolitan railways, airdromes, bridges and transport tunnels;- Hydraulics and engineering hydrology;- Building mechanics;- Ecology (in building);- Economy and management of a national economy (in building);- System analysis, management and information processing (in building);- Mathematical modelling, numerical methods and complexes of programs (in building);- Theory and vocational training technique (in engineering higher educational institution);- Hoisting, building, road machines and equipment.
Mailing address	
Telephone numbers for communication	

Известия КГАСУ

2013 г., № 4 (26)

Гл. редактор: Низамов Р.К.

Учредитель и издатель:

ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»

Редактор: Канзафарова С.М.

Макет: Хабибулин М.М., Никитина А.Р.

Адрес редакции: 420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1

Тел. для справок: (843) 510-46-39

Журнал зарегистрирован: Регистр. ПИ № ФС77-25136

Электронное периодическое издание: <http://izvestija.kgasu.ru> Регистр. Эл № ФС 77-31046

Федеральная служба

по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций

и охране культурного наследия.

Индекс издания – 36939

Общероссийский каталог ОАО Агентства «РОСПЕЧАТЬ»

Подп. к печати 12.12.2013

Формат 60x84/8

Заказ 554

Бумага тип. № 1

Усл.-печ. л. 51,7

Уч.-изд. л. 52,2

Тираж 500 экз.

І завод-100

Отпечатано в Издательстве КГАСУ, г. Казань, ул. Зеленая, 1