ISSN 2073-1523

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА, АРХИТЕКТУРЫ
И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РТ

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА РТ

Известия КГАСУ

2016 г., № 1 (35)

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:

Загидуллина Г.М., д-р экон. наук, проф.;
Есаулов Г.В., д-р архитектуры, проф., академик РААСН;
Ильичев В.А., д-р техн. наук, проф., первый вице-президент РААСН;
Каюмов Р.А., д-р физ.-мат. наук, проф.;
Королев Е.В., д-р техн. наук, проф.;
Строганов В.Ф., д-р хим. наук, проф., почетный член РААСН;
Хозин В.Г., д-р техн. наук, проф.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Фиговский О.Л., д-р техн. наук, проф., член Европейской АН, иностранный член РААСН (Израиль);
Фишер Х.-Б., доктор-инженер (Германия);
Хассан Абдалла, д-р наук (PhD), проф. (Великобритания);
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

© Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета, 2016

ISSN 2073-1523

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE RUSSIAN FEDERATION

KAZAN STATE UNIVERSITY OF ARCHITECTURE AND ENGINEERING

MINISTRY OF CONSTRUCTION, ARCHITECTURE AND HOUSING
OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

MINISTRY OF TRANSPORT AND ROADS
OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

News of the KSUAE
2016, № 1 (35)

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:

Zagidullina G.M., Dr. economics sci., prof.;
Esaulov G.V., Dr. arch. sci., prof., member of the Academy of RAACS;
Ilichev V.A., Dr. tech. sci., prof., First Vice President of RAACS;
Kayumov R.A., Dr. phys-mat. sci., prof.;
Korolev E.V., Dr. tech. sci., prof.;
Stroganov V.F., Dr. chem. sci., prof., honorary m. of RAACS;
Khozin V.G., Dr. tech. sci., prof.

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD:

Figovskiy O.L., Dr. tech. sci., prof., member of EAS, foreign member of RAACS (Israel);
Fischer H.-B., Dr.-Ing (Germany);
Hassan Abdalla, PhD, prof. (Great Britain);
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 JSC «ROSPECHAT» Agency; subscription number 36939.

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

© News of the Kazan State University of Architecture and Engineering, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ	
Аристова А.В., Краснобаев И.В. Архитектурно-градостроительный брендинг территорий как ключевой фактор развития города	7
Бабакова А.В., Денисенко Е.В. Критерии формирования бионической архитектуры в XXI в.	16
Мубаракшина Ф.Д. Истоки историко-культурной традиции формирования творческого мышления и профессиональной культуры специалистов архитектурно-строительного вуза, на примере КГАСУ	26
Новиков С.В. Классификация престольных церковных объектов гражданского инженера, епархиального архитектора Казанской губернии Ф.Н. Малиновского	32
Стригин Б.С., Давутов Е.В., Куприянова Н.В. Реставрация объектов культурного наследия религиозного назначения: коммерческий интерес или духовное наследие?	42
АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
Бурова Т.Ю. Элементы культурного наследия в учебном процессе дипломного проектирования	51
Рябов Н.Ф. Архитектурный аспект проблемы культурной идентичности	58
ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ	
Гафурова С.В. Развитие и формирование жилой архитектуры в советских городах с 1917 начала 1930-х годов	66
Закиров Р.С., Воронцова А.В. Формы, виды и факторы развития территорий и пространств со смешанным функциональным использованием	74
Закирова Ю.А., Хуснутдинова С.Р., Касимова А.Р. Методика партисипативного проектирования городской среды в современном российском градостроительстве	81
Закирова Ю.А., Хуснутдинова С.Р., Юринова А.О. Формирование функционально-пространственной модели агломерационного пояса г. Казань	87
СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ	
Низамеев В.Г., Башаров Ф.Ф. Исследование несущей способности профилированного настила при внецентренном сжатии с учетом закритической его работы	95
ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ	
Мирсаяпов И.Т., Королева И.В., Сабирзянов Д.Д. Расчетная модель осадки основания фундаментов при режимном статико-циклическом нагружении	102
Мирсаяпов И.Т., Шакиров М.И. Несущая способность и осадки плитно-свайных фундаментов при циклическом нагружении	111
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ	
Барышева О.Б., Хабибуллин Ю.Х. Исследование базовых характеристик автоклавного газобетона	118
Барышева О.Б., Хабибуллин Ю.Х., Хасанова Г.Р. Эффективность применения разработанного твердотопливного котла длительного горения	123
Валиуллин М.А., Давыдов А.П. К расчету кольцевых, равномерно-всасывающих воздухоприемников	128
Садыков Р.А., Манешев И.О. Исследование коэффициентов теплопроводности тонкослойных теплоизоляторов	134
Таймаров М.А., Лавирко Ю.В. Лучистый поток от факела в котлах ТГМ-96 и ТГМЕ-464	143
СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ	
Галеев А.Ф., Морозов Н.М., Боровских И.В. Снижение расхода цемента в самоуплотняющихся мелкозернистых бетонах	149
Гильмутдинов Т.З., Федоров П.А., Латыпов В.М. Результаты исследований по ускоренной карбонизации бетона и цементного камня во влажных условиях эксплуатации	155
Ермилова Е.Ю., Камалова З.А., Рахимов Р.З. Исследование влияния композиционных цементов с комплексной минеральной добавкой на физико-механические и другие эксплуатационные свойства строительных растворов	165
Красиникова Н.М., Морозов Н.М., Кашапов Р.Р. Влияние кремнезоля на фазовый состав гидратированного цемента с полифункциональной добавкой	172
Соков В.Н., Бегляров А.Э. Комплексное воздействие электрогидротеплосилового поля на формирование структуры цементного камня	179
Строганов В.Ф., Амельченко М.О. Модификация стирол-акрилового пленкообразователя кислотно-активированным каолином для повышения защитных свойств лакокрасочных покрытий	186
Строганов В.Ф., Амельченко М.О., Потапова Л.И. Влияние кислотной и термической активации каолина на его дисперсность, химический состав и сорбционные свойства	192
Фурер В.Л. Сравнительное изучение структуры фосфорсодержащих дендронов с винильной и азидной функциональными группами	199
Халиуллин М.И., Нуриев М.И., Рахимов Р.З., Гайфуллин А.Р. Влияние добавки термоактивированной глины на свойства композиционного гипсового вяжущего	205

Хафизов Э.Р., Вдовин Е.А., Ильина О.Н., Фомин А.Ю. Исследования физико-механических свойств многощебенистых асфальтобетонов на основе полимерно-битумных вяжущих	211
Хузин А.Ф. Кинетика тепловыделения при гидратации цемента, модифицированного комплексной наномодифицированной добавкой	216
Яхин Р.Г., Яхин Э.Р. Накопление радиационных центров в веществе	221
ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА	
Коклюгина Л.А., Коклюгин А.В. Влияние схем взаимодействия участников строительства на договорные обязательства и функциональные обязанности	227
Ладнушкин А.А., Авхадеев Р.Р., Хасанов Р.М., Садыков Р.Р. Анализ использования железобетонных плит промышленных зданий для технологии бескранового монтажа при модернизации действующих производств	233
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ, МЕТРОПОЛИТЕНОВ, АЭРОДРОМОВ, МОСТОВ И ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ	
Габдуллин Т.Р. Нанесение дорожной разметки на мокрое покрытие	240
Мавлиев Л.Ф., Буланов П.Е., Вдовин Е.А., Захаров В.В., Гимазов А.Р. Модификация дорожно-строительных материалов на основе отходов камнедробления, обработанных цементом, введением природного песка и метилсиликоната калия	247
ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (в строительстве)	
Сазонова С.А., Николенко С.Д., Манохин В.Я., Манохин М.В. Численная апробация математических моделей мониторинга безопасного функционирования систем газоснабжения	255
Шагиахметова Э.И., Котдусова А.Г. Информационное обеспечение реализации инвестиционных проектов: применение программного продукта «Альт Инвест 6 Сумм Строительство» для обоснования экономической эффективности проекта по модернизации асфальтобетонного завода под выпуск щебеночно-мастичного асфальтобетона	265
Правила представления материалов для публикации в научном журнале «Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета»	275

CONTENTS

ARCHITECTURE THEORY AND HISTORY, HISTORICAL AND ARCHITECTURAL HERITAGE RESTORATION AND RECONSTRUCTION	
Aristova A.V. , Krasnobaev I.V. Architectural and town-planning branding of territories as a main term in the development of a city	7
Babakova A.V., Denisenko E.V. Criterias of formation bionic architecture in the XIX century	16
Mubarakshina F.D. The origins of the historical and cultural tradition in creative thinking and professional culture formation of Architecture and Construction University specialists as an example KSUAE	26
Novikov S.V. Classification of patronal church objects of civil engineer and diocesan architect of Kazan province F.N. Malinovsky	32
Strigin B.S., Davutov E.V., Kupriyanova N.V. Restoration of objects of cultural heritage religious setting: commercial interest or spiritual heritage?	42
HOUSES ARCHITECTURE. THE CREATIVE CONCEPT OF ARCHITECTURAL ACTIVITIES	
Burova T.Y. Elements of cultural heritage in educational process degree design	51
Ryabov N.F. Architectural aspect of cultural identity problem	58
URBAN DEVELOPMENT, RURAL SETTLEMENTS PLANNING	
Gafurova S.V. Development and formation of residential architecture in the Soviet cities of 1917-1930	66
Zakirov R.S., Vorontsova A.V. The forms, types and factors of areas and spaces development with mixed functional use	74
Zakirova J.A., Khusnutdinova S.R., Kasimova A.R. Technique of participative design of the city environment in a modern Russian urban planning	81
Zakirova J.A., Khusnutdinova S.R., Yurinova A.O. Formation of functional-spatial model of the sintering belt of Kazan	87
BUILDING STRUCTURES, HOUSES	
Nizameev V.G., Basharov F.F. Research on the bearing capacity of the corrugated steel decking under eccentric compression with supercritical operation	95
FOUNDATIONS, UNDERGROUND STRUCTURES	
Mirsayapov I.T., Koroleva I.V., Sabirzyanov D.D. Estimated rainfall pattern at the base of the foundations of the regime static-cyclic loading	102
Mirsayapov I.T., Shakirov M.I. Bearing capacity and settlements of plate-pile foundations under cyclic loading	111
HEATING, VENTILATION, AIR CONDITIONING, GAS SUPPLY AND LIGHTING	
Barysheva O.B., Khabibullin Iu.Kh. A study of the basic characteristics autoclaved gas concrete	118
Barysheva O.B., Khabibullin Iu.Kh., Khasanova G.R. The efficiency of application the developed solid fuel boilers of long burning	123
Valiullin M.A., Davydov A.P. On the calculations of circular-slotted uniform-suction exhaust hoods	128
Sadykov R.A., Maneshev I.O. Research of heat conductivity coefficients of thin layer heat insulators	134
Taymarov M.A., Lavirko Y.V. Radiant flux from the torch-fired boilers TGM-96 and 464-TGME	143
BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS	
Galeev A.F., Morozov N.M., Borovskikh I.V. Reduction of consumption of cement in self-compacting fine-grained concrete	149
Gilmutdinov T.Z., Fedorov P.A., Latypov V.M. Results of researches of the accelerated carbonization of concrete and cement stone in normal temperature and moist conditions of the environment	155
Ermilova E.U., Kamalova Z.A., Rakhimov R.Z. Blended cements with complex mineral additive for mortars with improved physical and mechanical properties for a modern building	165
Krasinikova N.M., Morozov N.M., Kashapov R.R. Influence of siliceous on phase composition of the hydrated cement with a polyfunctional additive	172
Sokov V.N., Beglyarov A.E. The complex effect of electric-hydro-thermal-power field on structure formation of cement stone	179
Stroganov V.F., Amelchenko M.O. Modification of styrene-acrylic film former by acid-activated kaolin to improve the protective properties of coatings	186
Stroganov V.F., Amelchenko M.O., Potapova L.I. Influence of acid and thermal activation of kaolin on its dispersion, chemical composition and sorptive properties	192
Furer V.L. Structure of phosphoruscontaining dendron with azide functional group	199
Khaliullin M.I., Nuriev M.I., Rakhimov R.Z., Gaifullin A.R. The influence of thermally activated clay additives on the properties of composite gypsum binder	205
Khafizov E.R., Vdovin E.A., Ilina O.N., Fomin A.Y. Researches of physical and mechanical properties macadam asphalt concrete on the basis of the polymer-bitumen binders	211
Khuzin A.F. Kinetics of heat release during hydration of cement, a modified integrated nanomodified additives	216
Yakhin R.G., Yakhin E.R. The accumulation of radiation centers in substance	221

CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND ORGANIZATION	
Kokliugina L.A., Kokliugin A.V. The effect of interaction of construction participants schemes to their commitments and functional responsibilities	227
Ladnushkin A.A., Avhadeev R.R., Hasanov R.M., Sadykov R.R. Analysis of the use of concrete slabs for industrial buildings without crane technology for installation in the modernization of existing facilities	233
ROADS, SUBWAYS, AIRPORTS, BRIDGES AND TUNNELS DESIGN AND CONSTRUCTION	
Gabdullin T.R. Road marking on wet coating	240
Mavliev L.F., Bulanov P.E., Vdovin E.A., Zaharov V.V., Gimazov A.R. The modification of road-building materials based on run-of-crusher stone, treated by cement, by the introduction of natural sand and methylsiliconate potassium	247
COMPUTER SCIENCE, COMPUTER FACILITIES AND MANAGEMENT (in building)	
Sazonova S.A., Nikolenko S.D., Manokhin V.Ya., Manokhin M.V. Numerical testing of mathematical models for monitoring the safe functioning of gas supply systems	255
Shagiahmetova E.I., Kotdusova A.G. Information support of implementation of investment projects: the use of the software product «Alt Invest 6 Summ Construction» for justification of economic efficiency of the project on modernization of asphalt concrete plant for the production of crushed stone-mastic asphalt concrete	265
Rules of representation of materials for the publication in scientific journal «Kazan State University of Architecture and Engineering news»	275

УДК 72.01
Аристова А.В. – студент
E-mail: aristo.92@mail.ru
Краснобаев И.В. – кандидат архитектуры, доцент
E-mail: tia.kgasu@gmail.com
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Архитектурно-градостроительный брендинг территорий как ключевой фактор развития города

Аннотация

Статья посвящена исследованию основных особенностей территориального брендинга, как наиболее актуального в современных условиях способа развития «убывающих» городов. Рассмотрены основные идеи и эволюция брендинга; описаны сложившиеся типы брендов городов и поселений. Введено понятие архитектурно-градостроительного брендинга, раскрыта сущность и эффективность его методов. Особое внимание уделяется направлениям выращивания бренда в городской среде по средствам архитектуры; предложена характеристика основных этапов внедрения бренда. Разработаны приемы организации архитектурного пространства брендированной городской среды. Применение инструментов архитектурно-градостроительного брендинга способствует формированию актуализированного имиджа города, креативного городского пространства и инновационной модели территориального развития.

Ключевые слова: факторы развития города, брендинг территорий, бренд города, креативное городское пространство, архитектурно-градостроительный брендинг, идентичность, имидж, маршруты культуры.

В настоящее время города вступают в переходный период, связанный с глобальными процессами модернизации мирового устройства. Города становятся пространством для формообразования новых идей, технологий, отраслей и коммуникаций. Создание в этом пространстве комфортной, конкурентоспособной, а главное востребованной и постоянно развивающейся городской среды – процесс, требующий специальных знаний и наличия концептуального инструментария. Ч. Лэндри в книге «Креативный город» определяет концептуальный инструментарий как «набор концепций, идей, и способов мышления, предназначенный для того, чтобы понимать, изучать и решать определенные проблемы» [1, с. 228]. Одним из инструментов, необходимых для развития городского пространства, и направленных на решение его проблем, является брендинг территорий. Он представляет способ осознанного территориального развития, актуальный в современных условиях.

Интерес специалистов к проблеме развития территорий объясняется необходимостью модернизации «убывающих» населенных пунктов и поиском модели их устойчивого развития. Город в этом смысле – уникальный объект научных исследований [2, с. 180-182]. Изучением городского пространства и поиском перспективных направлений его трансформации занимались на каждом этапе исторического становления общества. Наиболее значимы работы таких исследователей как Аристотель, Ф. Ратцель, К. Маркс, М. Вебер, К. Зитте, Ле Корбюзье, Глазычев В.А. и Иконников А.В. Полученные результаты исследований в области устройства городов, позволяют определить наиболее перспективные на сегодняшний день факторы городского развития. К ним относятся: природные (эффективная коммуникация с природными активами города, защита экологии), трудовые (повышение качества образования и организации труда), научные (развитие научно-исследовательских и опытно конструкторских работ), образовательные (повышение квалификации специалистов, разработка результативных методик обучения), инвестиционные (развитие конкурентоспособных качеств города, создание программ по привлечению инвестиций) и инновационные (поддержка современных технологий) (рис. 1). Брендинг территорий призван аккумулировать в себе перечисленные факторы. Исследования по выявлению бренда территории позволяют

определить центральный элемент, поддерживающий нормальное функционирование всех составляющих города и создать актуализированный имидж места, который можно «конвертировать в доходы» [3, с. 1-7]. Именно получение прибыли (материальной и нематериальной) от бренда, а как следствие повышение интереса к городу и качества жизни населения, объясняет активное развитие данной темы в России [4, с. 23]. За последние несколько лет бренд разрабатывался для таких городов как Москва, Санкт-Петербург, Казань, Добрянка, Архангельск, Екатеринбург и Ульяновск. Важно отметить, что, не смотря на проводимые работы по брендированию территорий, четкое понимание технологии и сущности брендинга отсутствует [3, с. 9].

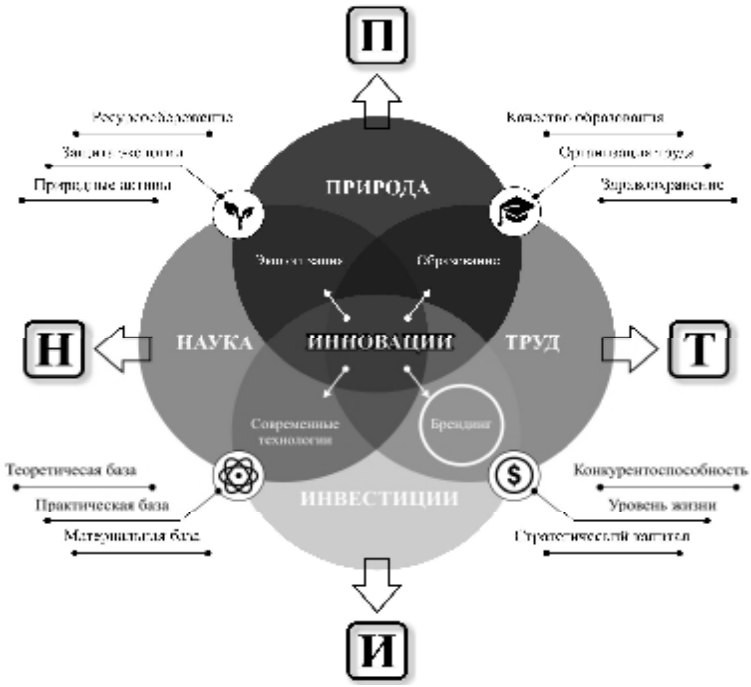


Рис. 1. Перспективные факторы городского развития

Понятие «бренд города» следует из понятия «бренд места», введенного в 2002 году Саймоном Анхольтом. [5, с. 142]. Формулировки современного значения термина приводятся в книге Д.В. Визгалова «Брендинг города». Автор отмечает, что среди специалистов до сих пор остались некоторые разногласия по поводу того, что собой представляет бренд города. [6, с. 36-41]. Для одних исследователей – это впечатление, производимое городом на различные социальные группы, для других – это уникальность города и способность конкурировать за различные ресурсы с другими географическими пространствами. Бренд города не является просто символом и в отличие от товарных брендов, имеет сложную, саморазвивающуюся структуру. По словам Д.В. Визгалова ее составляют два основных элемента – «…это городская идентичность, выраженная в ярких и привлекательных идеях, символах, ценностях, образах» и «имидж города, в котором городская идентичность находит максимально полное и адекватное отражение» [6, с. 71].

Идентичность города может быть основана на уже существующих объективных преимуществах городского пространства, или искусственно выращена с помощью формирования необходимых позитивных ассоциаций. Процесс поиска специалистами основания идентичности и уникальности территорий позволил выявить основные типы предполагаемых брендов. Они в полной мере раскрывают особенности и варианты развития анализируемых территорий. Исследователь М.М. Сметанников [7, с. 22-27] формирует 5 основных типов брендов городов и территорий:

· Исторически-культурный бренд:

- Города «Золотого кольца» – Владимир (242 объекта культурного наследия), Гороховец (180 объектов культурного наследия), Суздаль (305 объектов культурного наследия);

- Города музеи – Тверь (480 объектов культурного наследия), Старица (188 объектов культурного наследия), Елец (329 объектов культурного наследия), Арзамас (141 объект культурного наследия), Углич (170 объектов культурного наследия), Саров (53 объекта культурного наследия).

Идеи названий исторически-культурного бренда города: «Наследие Татарстана», «Новгород Великий – Родина России», «Ульяновск – культурная столица», «Кировоград – двигайся со вкусом».

· Туристический бренд:

- Города ассоциаций – Архангельск (снег), Великий Устюг (Дед Мороз), Камчатка (долина гейзеров), Нижний Новгород (ежегодная Макарьевская ярмарка);

- Города-проекты – Вологда (туристско-рекреационный кластер «Насон-город»), Саратов (туристический проект «древний город Укек), Сочи (Олимпиада 2014), Шарья (проект «Край неведомых дорожек).

Идеи названий туристического бренда города: «Архангельск – родина Снеговика», «Великий Устюг – родина Деда Мороза», «Нижний Новгород – карман России», «Добрянка – столица доброты», «Ульяновск – родина Ленина», «Умный город», «Город-парк», «Город на воде».

· Промышленный бренд:

- Промышленно-производственные города и поселения – Екатеринбург (машиностроение), Ульяновск (авиастроение и машиностроение), Магнитогорск (металлургия), Алабуга (Особая Экономическая Зона), деревня Гжель (фарфор), Ростов (эмаль финифть), Вологда (кружево).

Идеи названий промышленного бренда города: «Ульяновск – к взлету готов», «Магнитогорск – место встречи Европы и Азии», «Стерлитамак – жизнь в объеме», «Губкин – центр притяжения».

· Религиозный бренд:

- Города и поселения, имеющие сакральное значение – остров Валаам (Валаамский ставропигиальный мужской монастырь), Козельск (Оптина Пустынь), остров Свияжск (Богородице-Успенский мужской монастырь, Свияжский Иоанно-Предтеченский монастырь, Монастырь Макарьевской пустыни), село Дивеево (Свято-Троицкий Серафимо-Дивеевский женский монастырь), Болгар (городище Булгар).

Идеи названий религиозного бренда города и поселения: «Иерусалим – Святой город», «Древний город Болгар», «Остров-град Свияжск».

· Этнографический бренд:

- Этнические города и поселения – деревня Сваргас (викинги), деревня Шуваловка (русская деревня), деревня Ямашурма (татарская деревня), деревня Еремеево в Коми (деревня Коми).

Идеи названий этнографического бренда города и поселения: «Сваргас – деревня викингов», «Русская деревня – Шуваловка», «Еремеево – деревня охотников».

Из вышесказанного можно сделать вывод, что уникальность и идентичность территорий образуют специфические составляющие пространства. Это может быть технология, традиция, архитектура, образ жизни людей и многое другое. Каждый уникальный элемент участвует в формировании «организма» города – городской среды. Анализируя ее структурные составляющие, можно поэтапно вырастить в ней объективный бренд города. Д.В. Визгалов обозначает четыре направления выращивания бренда в городской среде: «…1) городское пространство, 2) городская инфраструктура, 3) управление, социальное партнерство, 4) культурная жизнь: характер и поведение города» [6, с. 71]. Первые два направления напрямую связаны с областью архитектуры. По средствам архитектуры город обретает форму, отражающую его индивидуальность и особенности развития. Выращивание бренда города на основе категорий архитектуры, можно определить как «архитектурно-градостроительный брендинг». Определения данного термина на сегодняшний день не выявлено, в работах А.В. Крашенинникова, Л.С. Федосова, И.Ю. Власова, А.В. Колясникова и В.А. Колясникова представлены сходные с ним, по сути, термины «архитектурный маркетинг» и «градостроительный маркетинг» [8, с. 63-67]. Но они не отражают его сложность и междисциплинарную

структуру. Обозначим «архитектурно-градостроительный брендинг» как сумму процессов, направленных на создание инновационной (комфортной, актуализированной, конкурентоспособной и вариативной) городской среды, визуализирующей концепцию бренда, с помощью выразительных средств архитектуры. Использование методологии архитектурно-градостроительного брендинга дает возможность создания креативного городского пространства, с благоприятными условиями для формирования творческим классом стратегии устойчивого развития города.

Брендирование городского пространства имеет множество форм и направлений. Архитектурно-градостроительный брендинг предполагает реализацию бренда в городской среде по двум направлениям: архитектура объемного проектирования и архитектура территориального проектирования (рис. 2). Первое направление формируют три субнаправления:

- здания и сооружения. Уникальные здания и сооружения формируют особый имидж города, с помощью которого можно управлять его развитием и известностью. Создание особенных проектов, учитывающих культурные традиции территории и инновации, предоставляет импульс удачной брендовой стратегии. Знаковые объекты привлекают внимание, как жителей, так и гостей города, создавая необходимые позитивные ассоциации с окружающим пространством. Примером может служить Эйфелева башня в Париже и Пизанская башня в Пизе, проекты известных архитектурных бюро в Арабских Эмиратах, архитектурный ансамбль Стрелки Васильевского острова в Санкт-Петербуге, кремль и театр Галиаскара Камала в Казани, музей мемориал имени Ленина и корпуса завода «Авиастар» в Ульяновске. В условиях противоречия между глобализацией и глокализацией, наряду со знаковыми объектами большое значение имеют архитектурные объекты, отражающие региональную и национальную идентичность территорий. Ее формирует каркас культовых и самобытных сооружений (христианские и мусульманские храмы, национальная архитектура – юрта, чум, шатер, мачия). В качестве примера, можно привести храм Святой Софии в Стамбуле, Тадж-Махал в Агре, Московский Кремль, мечеть Кул-Шариф и монастыри Казани, юрты в Мары и Улан-Удэ. Имидж места формируют так же «событийные» сооружения – стадион «Гнездо птицы» в Пекине, павильоны ЭКСПО, комплекс тиров, созданных для Олимпийских игр в Лондоне, павильон музыкального фестиваля Биеннале в Зальцбурге и «Золотая луна» в Гонконге;

- малые архитектурные формы. В данном случае бренд может быть визуализирован через предметные акценты – уличные указатели, информационные таблички, вывески и стенды, фонари, урны, торговые лотки, скамейки и памятники. Отражение идей бренда через малые архитектурные формы, позволяет усилить впечатление от обновленной городской среды у целевых аудиторий (жители и гости города, креативный класс, инвесторы, управленцы и чиновники). Так, в одном из японских городов Товада, установили креативные скамейки, зеркальная поверхность которых отражает сакуру, рассаженную в парке – символ Японии. Символом города Казани стал памятник Коту казанскому, с которым связано немало легенд. Уникальная достопримечательность города Ижевска – памятник оружейникам, установленный на площади, с которой начал образовываться сам город, стал идеей для создания бренда города – «Ижевск – оружейная столица России». Известность немецкому городу Ульм принесла птица. Изображением воробья украшены дома, а на крыше Ульмского собора установили его скульптуру. Национальную идентичность Чувашии отражает памятник «Символ мудрости» с изображением чувашских узоров. В Воркуте элементом архитектурно-градостроительного брендинга стали скворечники, с изображением цепочки птичьих следов. В Благовещенске рекламные стенды с концепцией бренда – «Благовещенск город хороших новостей». Активный брендинг проводится и в бразильском городе Куритиба. После проведённой модернизации городской структуры появились новые светофоры и современные остановки;

- объекты визуального и не визуального дизайна. К ним относятся: графическое оформление бренда, цветовая гамма, запах, вкус и звук города. Дизайн должен максимально раскрывать «тему» городской среды, объективно отражать концепцию бренда и выгодно представлять город на различных уровнях. При создании бренда каждый элемент графического дизайна имеет значение. Их последующее изменение недопустимо, так как стандартизация позволяет избежать размывания бренда. Дизайн

должен быть уникальным и сложно повторимым. Интересна визуальная дизайн-концепция таких городов, как Эдинбург, Мельбурн, Нью-Йорк и Лондон. Графический логотип Нью-Йорка достаточно прост, при этом он отражает концепцию бренда и прочно ассоциируется с городом. Логотип Мельбурна статичен, но идея, заложенная в нем, олицетворяет возможности постоянной трансформации. В России дизайн бренда разрабатывался для таких городов, как Казань, Ульяновск, Магнитогорск и Пенза. Например, для бренда города Перми разработан собственный шрифт и цвет. Элементы не визуального дизайна можно наблюдать в структуре города Мюнхена. Проведение фольклорного фестиваля «Октоберфест» привело к созданию прочных вкусовых ассоциаций с городом. Обонятельные ассоциации – создают разработчики бренда города Минск. Запах города будет выражать его характер.

Наряду с архитектурой объемного проектирования, бренд может быть представлен архитектурой территориального проектирования. Второе направление визуализации бренда в городской среде происходит в отличной от объемного проектирования плоскости, а значит, имеет ряд особенностей. Пространственное планирование территории предполагает ее перепланировку в соответствии с актуальными маркетинговыми установками. Архитектуру территориального проектирования формируют 5 субнаправлений:

- комплексный анализ и оценка территории. Исследование основных характеристик брендируемой территории позволяет определить ее уникальные составляющие и предложить площадки для реализации архитектурно-градостроительного брендинга. Потенциальные площадки могут быть представлены районами, площадями, городскими набережными, парками и другими наиболее значимыми городскими активами;

- тематическое зонирование – альтернативный вариант стандартного зонирования территорий. Каждой части города присваивается уникальный код, отражающий потребности социальных групп. Эксперимент по развитию городского пространства с использованием элементов тематического зонирования проводился в городах Чикаго и Сеул. В Чикаго было принято решение о разделении города на культурные микрорайоны, каждый из которых наделен особыми качествами городского пространства и предназначен для различных социальных групп. Основная идея в том, что город может обеспечить комфортные условия существования для любого человека, а значит, имеет неоспоримое преимущество перед другими населенными пунктами. В Сеуле представлено разделение города на «город для туристов», «город для молодежи», «город для автомобилей» и «город для детей». Еще один необычный способ зонирования территории – культурно-этническое зонирование. Культурно-этнические кварталы присутствуют в таких городах как Манчестер, Лондон, Пусан, Воронеж, Санкт-Петербург и Екатеринбург. Особое значение имело создание культурного квартала в южнокорейском городе Пусан. Расположение объекта, оригинальные здания, необычные скульптуры и сложные колористические решения активировали скрытый потенциал города и значительно повысили туристическую конкурентоспособность. Туристический потенциал территории развивают так же спроектированные в городах кварталы стран – Маленькая Испания, Таиланд в миниатюре, Еврейский квартал, чайна-тауны. Сегодня они представляют музей культуры народов мира, а чайна-тауны, ставшие брендом, растиражированны во многих крупных городах;

- работа с инфраструктурой города. Позитивная концепция бренда может быть основана на качественной и доступной коммунальной, транспортной и информационной инфраструктуре. В качестве примера, можно привести лондонский метрополитен, который стал одним из знаковых элементов бренда города, а его логотип – первое, что вспоминают люди, при упоминании Лондона;

- масштабирование городской среды, позволяет осмыслить городское пространство с точки зрения единства ландшафта и исторических особенностей формирования города. Выстраивание масштабности, комфортной для человека и адекватной современным требованиям, предъявляемым к городской среде, способствует формированию визуального впечатления, оказывающего положительное влияние на целевые аудитории брендинга. Правильно выстроенный визуальный контекст формирует позитивные ассоциации с городом. Примером масштабирования городской среды может служит запрет на строительство зданий

выше 5 этажей, в таких городах как Можайск, Руза и Талдома. Появление высотных зданий может разрушить цельный исторический облик подмосковных городов;

- организация городского ландшафта. Достичь единства городского ландшафта и повысить уровень благоустройства города, возможно с помощью элементов ландшафтного дизайна.

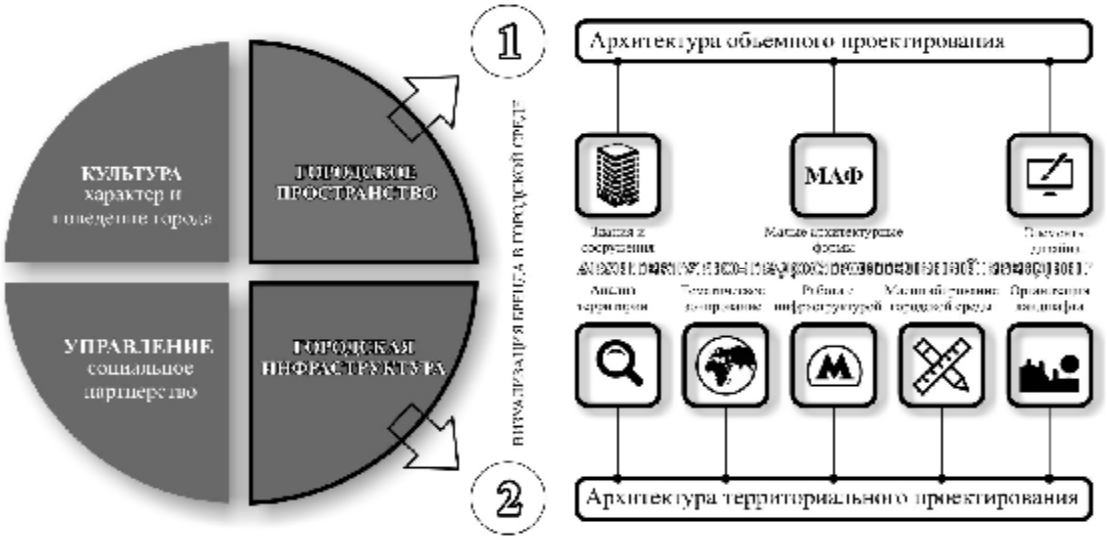


Рис. 2. Основные направления выращивания бренда в городской среде по средствам архитектуры

Оформление городского пространства воспроизводит идентичность места, а использование всех вышеперечисленных элементов архитектурно-градостроительного брендинга, позволяет создать креативное городское пространство. Повышается роль проектных решений в целом. В результате чего элементы территориального и объемного проектирования формируют «тело» бренда, а он в свою очередь отражает дальнейшую стратегию развития города.

Для объективного отражения стратегии и представления всех преимуществ города, бренд в архитектурном пространстве рекомендуется выращивать в несколько этапов:

1. Проведение структурного анализа концепции бренда города.

Задача анализа – понять суть и стратегию развития бренда. Установить связи между всеми элементами бренда, и определить предполагаемый результат их взаимодействия. Выявить возможные проблемы и противоречия концепции и реальной ситуации. Обозначить роль архитектурно-градостроительного брендинга в общей системе инструментов концепции бренда.

2. Исследование городского пространства.

Необходимо для определения городской идентичности и основных направлений выращивания бренда в городской среде. Значение в данном случае имеют уникальные составляющие архитектурного пространства города (потенциальные бренды), состояние основных городских активов (затраты на бренд), существующий образ города (визуализация бренда) и определение целевых аудиторий брендинга (предполагаемая прибыль).

3. Разработка стратегии архитектурно-градостроительного брендинга.

Описание основных принципов стратегии упрощает ее воплощение. К ним относятся проработанные в полной мере принципы выращивания бренда в городской среде, принципы соответствия стратегии бренда и ее реализации, принципы научно-аналитического предвиденья и социальной направленности. Они формируют конкурентоспособную стратегию развития города, поддерживающую альтернативный сценарий архитектурно-градостроительного брендинга. Создание индивидуальных инструментов стратегии ускоряет данный процесс.

4. Планирование городского пространства в соответствии с принципами новой стратегии.

Переосмысление стратегического планирования территорий должно привести к созданию креативной городской среды, основанной на актуальных маркетинговых установках.

5. Оценка результатов архитектурно-градостроительного брендинга.

На данном этапе происходит конвертация полученного имиджа города в доходы. Необходимо постоянно совершенствовать структуру бренда, определять степень его реализованности и состоятельность методов брендинга. Эффективность и влияние проводимых мероприятий на городскую среду определяется соотношением потраченных ресурсов к полученным результатам.

Результатом разработки направлений и этапов выращивания архитектурно-градостроительного бренда в городском пространстве, может стать создание программы брендированной городской среды (рис. 3). Программа направлена на поддержание актуализированного имиджа города и создание инструментов развития городской среды. Предусматривается креативная организация городского пространства. Ч. Лэндри обозначает креативность – как метод эксплуатации городских ресурсов [1, с. 30]. Она предполагает образование единого городского ландшафта – соединения всех активов города во взаимосвязанную систему, что позволит создавать «маршруты культуры» и альтернативные сценарии жизни в городе (фрактальный, диффузионный и разрозненный). Обеспечена связь искусства архитектуры с инженерным искусством, геодезией, социологией, маркетингом, информационными технологиями и другими дисциплинами, участвующими в создании городского пространства. Наиболее верным представляется использование междисциплинарного подхода. С его помощью будет сформировано позитивное впечатление от города – ощущение уникальности места, комфорт и предсказуемость городского пространства. Появляются различные исследования урбанизированной городской среды и ее составляющих. Организация городского планирования становится приоритетным направлением культурного развития, значение имеют все, даже самые необычные характеристики городского пространства (визуальные ассоциации, образный ряд, звук и ритм города). Особенностью брендированной городской среды является так же правильное обращение со слабыми сторонами города. Проводится активная политика по превращению недостатков в достоинства. Модернизированное пространство, представляет новые направления для коммуникации. Взаимодействие различных социальных групп предоставляет инновационные идеи, полезные для поддержания творческой среды города. Для измерения ее качества используют специальные индикаторы и инструменты, разработкой которых занимаются специалисты городского планирования. Сбор полученных данных позволяет определить степень успешности проведенных мероприятий. Архитектурно-градостроительный брендинг проведен успешно в том случае, если городская идентичность полностью отражена в образе города. Уникальные преимущества территории обретают форму, объекты архитектуры и инфраструктуры представляют единую самообновляющуюся систему, результатом деятельности которой становятся альтернативные городские пространства и необычные проектные решения. Бренд города неоднократно тиражируется в городском пространстве с помощью архитектурных средств. Территория города привлекает творческих людей, признание на различных уровнях и значительная прибыль от брендинга стимулируют поддержание существующих направлений развития и поиск новых.

Рис. 3. Программа брендированной городской среды

Таким образом, можно сделать вывод, что архитектурно-градостроительный брендинг представляет собой элемент новой философии управления городом. Актуальность его методов подтверждается необходимостью быстрой адаптации городского пространства к изменяющимся условиям внешней среды. С их помощью города сохраняют конкурентоспособность и гибкость развития, привлекают значительные инвестиции и формируют собственный уникальный образ. Главным результатом архитектурно-градостроительного брендинга, можно считать популяризацию городских особенностей и возможность конвертации ее в доходы, повышение качества городской среды и развитие интеллектуальной системы города. На ее основе может быть создана модель устойчивого развития территории. Другими словами, в настоящее время эффективность развития городов, зависит от того, насколько правильно использован потенциал, составляющих их пространство активов. Перспективность данного направления исследований подтверждается повышением спроса на разработку бренд-стратегий развития городов и необходимостью укрепления теоретической базы брендинга [9, с. 209].

Список библиографических ссылок

1. Лэндри Ч. Креативный город. – М.: Издательский дом «Классика – XXI», 2011. – 399 с.
2. Вальдес Одриосола М.С. Город как феномен современной культуры: проблемы исследования // Теория и практика общественного развития, 2015, № 8. – С. 180-182.
3. Тимофеев М.Ю. Города и региона как (пост)индустриальные бренды // Интернет-журнал Лабиринт. URL: http://journal-labirint.com/wp-content/uploads/2013/12/timofeev02.pdf (дата обращения: 01.12.2015).
4. Булинина А.О. Бренд территории как ключевой фактор ее развития // Интернет-журнал Лабиринт. URL: http://journal-labirint.com/wp-content/uploads/2013/12/bulina.pdf (дата обращения: 03.01.2016).
5. Митрофанова Т.Ю. Туризм как фактор формирования бренда и комплексного развития Рязанской области // Брендинг малых и средних городов России: опыт, проблемы, перспективы: материалы Всерос. науч.-практ. очно-заоч. конф. – Екатеринбург, 2012. – 142 с.
6. Визгалов Д.В. В24 Брендинг города. – М.: Фонд «Институт экономики города», 2011. – 160 с.
7. Сметанников М.М. Брендинг городов и регионов: зарубежный опыт и перспективы развития в России // Инициативы XXI века, 2011, № 4, 5. – С. 22-27.
8. Гущин Ф.А. Об употреблении понятия «маркетинг» в теории архитектуры и градостроительстве // Академический вестник УралНИИпроект РААСН, 2011, № 3. – С. 63-67.
9. Кукина Е.Н. Брендинг территорий сущность и принципы разработки // Лабиринт. Журнал социально-гуманитарных исследований, 2011, № 11. – 209 с.

Aristova A.V. – student
E-mail: aristo.92@mail.ru
Krasnobaev I.V. – candidate of architecture, associate professor
E-mail: tia.kgasu@gmail.com
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Architectural and town-planning branding of territories as a main term in the development of a city

Resume

At the present time the city enter into a transition period that is associated with global processes of modernization of the global device. Cities are becoming a space for formation of new ideas, technologies, industries and communications.

One of the tools necessary for the development of urban space, and to address its problems, is a branding areas.

In the era of informational development of society branding areas seems to be the most relevant instrument of urban space development. Presence in Russia hundreds of «shrinking cities» contributes to the activation of a designated tool. Growing brand in the urban space is possible by methods of architecture. Architecture and town-planning branding is presented as a unique factor in the development of the territory. The main directions of visualization of the brand in the urban space are systematized as: architecture surround-design – buildings and facilities, small architectural forms, elements of visual and not visual design; design of territorial architecture – comprehensive assessment and case-zoning, work with city infrastructure, scale of the urban environment, the organization of the urban landscape. Stages of implementation of the brand in the architectural space of the city are marked, the organization of branded urban environment and evaluating of the architectural-urban planning branding are proposed.

Keywords: factors of city development, branding of territories, branding of the city, a creative urban space, architectural and town-planning branding, identity, image, cultural routes.

Reference list

1. Landry C. Creative City. – M.: Publishers «Classica-XXI», 2011. – 399 p.
2. Valdez Odriosola M.S. The city as a phenomenon of modern culture: problems of research // Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya, 2015, № 8. – P. 180-182.
3. Timofeev M.Y. Cities and the regions as a (post)industrial brands // Internet zhurnal labirint. URL: http://journal-labirint.com/wp-content/uploads/2013/12/timofeev02.pdf (reference date: 1.12.2015).
4. Bulinina S.A. Brand of territory as a key factor for its development // Internet zhurnal labirint. URL: http://journal-labirint.com/wp-content/uploads/2013/12/bulina.pdf (reference date: 3.01.2016).
5. Mitrofanova T.Y. Tourism as a factor in the formation of brand and integrated development of the Ryazan Region // Branding of small and medium-sized cities in Russia: experience, problems, prospects: materials of Russian scientific-practical conference. – Ekaterinburg, 2012. – 142 p.
6. Vizgalov D.V. B24 Branding of the city. – M.: Fond «Institut economiki goroda», 2011. – 160 p.
7. Smetannikov M.M. Branding of cities and regions: international experience and prospects of development in Russia // Initsiativy XXI veka, 2011, № 4, 5. – P. 22-27.
8. Gushchin F.A. On the use of the concept of «marketing» in the theory of architecture and urban planning // Akademichesky vestnik UralNIIproekt RAASN, 2011, № 3. – P. 63-67.
9. Kukina E.N. Branding of territories essence and principles of development // Labirint. Zhurnal sotsialno-gumanitarnykh issledovany, 2011, № 11. – 209 p.

УДК 72.01
Бабакова А.В. – студент
E-mail: ababakovaa@mail.ru
Денисенко Е.В. – кандидат архитектуры, ассистент
E-mail: e.v.denisenko@bk.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Критерии формирования бионической архитектуры в XXI в.

Аннотация

В статье рассмотрены актуальные природные направления в архитектуре XXI века – органическая архитектура, биоморфизм, архитектурная бионика, био-тек, эко-архитектура; описаны их отличия и влияние на людей, природу и формирование пространств. На основе критериев бионической архитектуры рассматриваются экологические приемы формирования архитектурного пространства; предлагается их применение для создания гармоничного архитектурно-природного пространства. Применение критериев бионической архитектуры способствует построению модели взаимодействия природы, человека и архитектурной среды.

Ключевые слова: критерии бионической архитектуры, архитектурно-природное пространство, органическая архитектура, биоморфизм, архитектурная бионика, био-тек, эко-архитектура, эко-реурбанизация, экологизация пространства

Архитектура – пространственная «рама» всей нашей жизни, и потому, живя в архитектуре, мы не разглядываем ее. Кристофер Дэй [1].

Проблемы экологии – кризис глобального масштаба, в котором сопричастно всё человечество. Экологические тенденции демонстрируют необходимость формирования архитектурно-природного пространства. Современный подход к вопросу экологии способствует развитию исследований закономерности взаимодействия человека и окружающей среды. Важнейшее составляющее этой среды – архитектурное пространство [2]. Население, ресурсы и окружающая среда представляют собой основополагающие факторы, влияющие на формирование архитектурного пространства. Экологизация пространства [3] и эко-реурбанизация пространства [4] подтверждают тенденции природного внедрения и гармоничного взаимодействия природы и архитектуры. Экологизация пространства преследует цель создания здоровой среды для человека; архитектурные и градостроительные средства организации среды применяются для компенсации вредных воздействий окружения на человека [3]. Эко-реурбанизация определяется как комплекс стратегий и инструментов, внедряемых в архитектурное проектирование при преобразовании ранее урбанизированных пространств индустриального периода на основе экологического подхода, направленного на восстановление связей города с природой и переосмысление места и роли природы при организации архитектурного пространства [4].

Подходы к изучению взаимосвязей живой природы и архитектуры изменялись в соответствии с потребностями и переменами в стилевых направлениях архитектуры. Существует два основных направления в применении законов живой природы в архитектуре:

1. Творческое направление основывается на изучении принципов самоконструирования живых структур, установлении существенных связей между механическими и изолирующими способностями материала и формой, использовании этих принципов и законов в архитектуре с учетом функциональных потребностей методом отбора наиболее приемлемых тектонических форм природы [5].

2. Копирование внешних природных форм и природных конструкций, механическое перенесение их в архитектуру без учета функциональных требований, материальных затрат, не взирая на требования жизни и задачи искусства. Это направление претендует на миссию «революционизации застоявшихся эстетических вкусов»; применением

достигается одно из проявлений формализма в архитектуре – акцентирование внимания на решении конструкций, пренебрежением функциональными требованиями и экономической целесообразностью, что характерно при процессе освоения «органической техники» [6].

Современная архитектура формирует разнообразные подходы к решению вопросов экологии; формируется стилистика образов, архитектурных приемов, связанных с экологией в архитектуре. На основе анализа материала по истории архитектуры, систематизированы направления архитектуры, связанные с природой:

1. Органическая архитектура. Основоположник направления органической архитектуры – архитектор Луис Генри Салливен. Его идеи продолжил архитектор Фрэнк Ллойд Райт. Понятие органической архитектуры определяется признаками: здание, вписанное в природу, его внешний облик формируется внутренним содержанием; непрерывность архитектурного пространства, связь дома с ландшафтом, антропоцентризм, неуместность в избытке декоративных деталях в интерьере и экстерьере, использование строительных материалов, характерных местоположению объекта («Дом над водопадом», Ф.Л. Райт) [7].

2. Биоморфизм. Развитие науки, в частности ботаники, способствовало восприятию природного мира как источника вдохновения для архитекторов. На рубеже столетий (XIX-XX вв.) всеобщий интерес к ботанике выражался через биоморфические формы: извилистые узоры с завитками, удлиненные растительные формы и необычное «вплавление» натуралистических элементов друг в друга. Биоморфизм декоративен: копирует и зачастую искажает обнаруженные в мире природы формы [8].

3. Архитектурная бионика – направление, возникшее в середине XX в. (исследования Ю.С.Лебедева). Архитектурная бионика решает комплекс задач: эстетически выразительная архитектурная среда, основывающаяся на законах живой природы. Форма архитектурного объекта обусловлена применением строительных материалов, территорией и функцией. Архитектурная бионика основывается на аналогии архитектуры с живой природой, основное значение приобретают функционально-утилитарные связи [6].

4. Био-тек. Идеи био-тека предполагают не только косвенное, но и прямое использование форм и структур живой природы в архитектуре; формирование объекта как часть ландшафта (театр в Санта Крус де Тенерифе, С. Калатрава) [9]. Особенности био-тека – применение новейших технологий [10].

5. Эко-архитектура основывается на применении экологически чистых технологий и ресурсов, начиная с идеи, планирования, исполнения, последующего технического обслуживания и ремонта до этапа демонтажа. Природные ресурсы эффективно применяются для защиты здоровья жильцов дома, снижают воздействие отходов, деградации и загрязнения окружающей среды [11]. Эко-архитектура включает в себя понятие «энергоэффективное здание» – здание вырабатывает столько же (или больше) энергии, сколько оно потребляет [12].

На основе анализа архитектурно-природных проектов, составлена классификация критериев бионической архитектуры (табл.):

1. Декор – инструмент для отражения национальных особенностей; применяется в экстерьере и интерьере: 1.1. декорирование экстерьера (Мексиканский кит, Х. Сеносиаин, Мексика, 1992); 1.2. декорирование интерьера (Дом Акула, Х. Сеносиаин, Наукальпан-де-Хуарес, Мексика, 1990).

2. Конструкции – устройство и функциональные связи живого организма и природных аналогов переносятся в архитектуру: 2.1. тентовые конструкции (Ботанический сад «Эдем», Н. Гримшоу, Корнуолл, Великобритания, 2000); 2.2. элемент природы – стержень (Зеркальный куб, Tham&Videgard Architekter, Харадс, Швеция, 2010).

3. Ландшафт – основная структура, определяющая форму застройки; существующий ландшафт формирует уникальность архитектуры и помогает сформировать удобное и функциональное пространство: 3.1. горизонтальное повторение ландшафта (Центр Помпиду в Меце, С. Бан и Ф. Отто, Мец, Франция, 2010); 3.2. вертикальное повторение ландшафта (Эко-отель, Penda, Китай, проект); 3.3. слияние с ландшафтом (E'terra Samara, FPA, Онтарио, Канада, 2012); 3.4. отсутствие акцента на

ландшафт (Milwaukee art museum, С. Калатрава, Висконсин, США, 2001).

4. Форма – отражение концепции и идеи; трансляция смысла и философии природного мира: 4.1. природа – аналог формы (Наутилус, Х. Сеносиаин, Наукальпан-де-Хуарес, Мексика, 2007); 4.2. криволинейная форма (ТЦ Wooden Orchids, В. Каллебаут, Цзянси, Китай, 2015); 4.3. прямолинейная форма (Дом над водопадом, Ф.Л. Райт, Пенсильвания, США, 1935).

5. Функция (типология) – формирование комфортного пространства: 5.1. индивидуальный жилой дом (Trunk House, Paul Morgan Architects, Австралия); 5.2. многоквартирный жилой дом (Поворачивающееся туловище, С. Калатрава, Мальме, Швеция, 2005); 5.3. отель (Roost Treehouse, Antony Gibbon, 2013); 5.4. офисное здание (Многофункциональная башня, В. Каллебаут, Тайбэй, Тайвань, 2016); 5.5. общественное пространство (Метрополь Парасоль, Х.Ю. Майер, М.Р. Иглесиас и А. Сантер, Севилья, Испания, 2011); 5.6. культурный центр (Аудиторио-де-Тенерифе, С. Калатрава, Тенерифе, Испания, 2006); 5.7. административное здание (Многофункциональная башня, В. Каллебаут, Тайбэй, Тайвань, 2016); 5.8. павильоны (Железнодорожная станция Лион-Сэнт-Экзюпери, С. Калатрава, Франция, 1994); 5.9. эко-моноблоки (Fab Lab House, Instituto de arquitectura avanzada de Cataluna, Испания, 2010).

6. Материалы – отражение регионализма в архитектуре; экологический фактор, натуральные материалы, вторичное сырье: 6.1. деревянные фасады и конструкции (The mushroom house, Т. Браун, Цинциннати, Огайо, США, 2006); 6.2. керамика (Парк Гуэля, А. Гауди, Барселона, Испания, 1914); 6.3. бетонные фасады или конструкции (Город искусств и наук, С. Калатрава, Валенсия, Испания, 2009); 6.4. каменные фасады и конструкции (The hobbit house, С. Дейл, Великобритания, 2003); 6.5. зеленый фасад (Органический дом, Х. Сеносиаин, Наукальпан-де–Хуарес, Мексика, 1985); 6.6. стеклянный фасад (Гостевой экодом, Desai Chia Architecture, Нью-Йорк, США, 2012); 6.7. металлические фасады и конструкции (Стальной дом, Р. Бруно, Лаббока, Техас, 2004); 6.8. земляной конструктив (Villa Vals, SeARCH&CMA, Вальс, Швейцария, 2009); 6.9. ткань.

7. Технологии – возможности гармоничного взаимодействия архитектуры и природы инновационными техническими методами: применение солнечных батарей, сбор и очистка дождевой воды, переработка отходов, очистка воздуха от вредных примесей и т.д. Подобные технологии позволяют архитектуре жить в гармонии с природой и не вредить здоровью человека: 7.1. технологии в возведении объекта (Najwa, Х. Сеносиаин, Вади Рам (Петра), Иордания, 2010); 7.2. эко-технологии (Bionic Arch, В. Каллебаут, Тайвань, 2011); 7.3. технологии в интерьере (The W.I.N.D. house, UNStudio, Нидерланды, 2014).

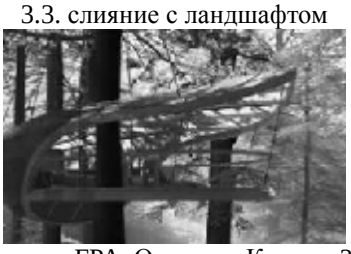
8. Символизм – философия, олицетворение природных или духовных связей природы и архитектуры: 8.1. символизм в форме (Гнездо богини Кетцакоатль, Х. Сеносиаин, Наукальпан-де-Хуарес, Мексика, 2008); 8.2. символизм в декоре (Саграда де Фамилиа, А. Гауди, Барселона, Испания, с 1882 г.).

Таблица

Классификация аналогов бионической архитектуры XX-XXI вв.
Критерии бионической архитектуры/Аналоги бионической архитектуры
(авторская классификация)

1. Декор	
1.1. декорирование экстерьера	1.2. декорирование интерьера
Мексиканский кит, Х. Сеносиаин, Мексика, 1992 [13]	Дом Акула, Х. Сеносиаин, Наукальпан-де-Хуарес, Мексика, 1990 [14]

Продолжение таблицы

2. Конструкции	
2.1. тентовые конструкции Ботанический сад «Эдем», Н. Гримшоу, Корнуолл, Великобритания, 2000 [15]	2.2. элемент природы – стержень Зеркальный куб, Tham&Videgard Architekter, Харадс, Швеция, 2010 [16]
3. Ландшафт	
3.1. горизонтальное повторение ландшафта Органический дом, Х. Сеносиаин, Наукальпан-де-Хуарес, Мексика, 1985 [17]	3.2. вертикальное повторение ландшафта Часовня Thorncrown, Е.Ф. Джонс, Эврика-Спрингс, США, 1980 [18]
3.3. слияние с ландшафтом  E'terra Samara, FPA, Онтарио, Канада, 2012 [19]	3.4. отсутствие акцента на ландшафт Milwaukee art museum, С. Калатрава, Висконсин, США, 2001 [20]
4. Форма / 5. Функции	
4.1. природа – аналог формы Дом-раковина, Э. Окампо, Исла-Мухерес, Мексика, 2012 [21]	4.2. криволинейная форма ТЦ Wooden Orchids, В. Каллебаут, Цзянси, Китай, 2015 [22]
4.3. прямолинейная форма Дом над водопадом, Ф.Л. Райт, Пенсильвания, США, 1935 [23]	5.1. индивидуальный жилой дом Trunk House, Paul Morgan Architects, Австралия [24]

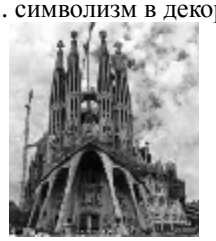
Продолжение таблицы

5. Функции (продолжение)	
5.2. многоквартирный жилой дом Поворачивающееся туловище, С. Калатрава, Мальме, Швеция, 2005 [25]	5.3. отель Roost Treehouse, Antony Gibbon, 2013 [26]
5.4. офисное здание Многофункциональная башня, В. Каллебаут, Тайбэй, Тайвань, 2016 [27]	5.5. общественное пространство Метрополь Парасоль, Х.Ю. Майер, М.Р. Иглесиас и А. Сантер, Севилья, Испания, 2011 [28]
5.6. культурный центр Аудиторио-де-Тенерифе, С. Калатрава, Тенерифе, Испания, 2006 [29]	5.7. административные здания Многофункциональная башня, В. Каллебаут, Тайбэй, Тайвань, 2016 [27]
5.8. павильоны Железнодорожная станция Лион-Сэнт-Экзюпери, С. Калатрава, Франция, 1994 [30]	5.9. эко-моноблоки Fab Lab House, Instituto de arquitectura avanzada de Cataluna, Испания, 2010 [31]
6. Материалы/7. Технологии	
6.1. деревянные фасады и конструкции The mushroom house, Т. Браун, Цинциннати, Огайо, США, 2006 [32]	6.2. керамика Парк Гуэля, А. Гауди, Барселона, Испания, 1914 (авторское фото)

Продолжение таблицы

6.3. бетонные фасады или конструкции Город искусств и наук, С. Калатрава, Валенсия, Испания, 2009 [33]	6.4. каменные фасады и конструкции The hobbit house, С. Дейл, Великобритания, 2003 [34]
6.5. зеленый фасад Bionic Arch, B. Каллебаут, Тайвань, 2011 [35]	6.6. стеклянный фасад Гостевой экодом, Desai Chia Architecture, Нью-Йорк, США, 2012 [36]
6.7. металлические фасады и конструкции Стальной дом, Р. Бруно, Лаббока, Техас, 2004 [37]	6.8. земляной конструктив Villa Vals, SeARCH&CMA, Вальс, Швейцария, 2009 [38]
6.9. ткань Центр помпиду в Меце, С. Бан и Ф. Отто, Мец, Франция, 2010 [39]	7.1. технологии в возведении объекта Najwa, X. Сеносиаин, Вади Рам (Петра), Иордания, 2010 [40]
7. Технологии (продолжение)	
7.2. эко-технологии Bionic Arch, B. Каллебаут, Тайвань, 2011 [35]	7.3. технологии в интерьере The W.I.N.D. house, UNStudio, Нидерланды, 2014 [41]

Продолжение таблицы

8. Символизм	
8.1. символизм в форме	8.2. символизм в декоре
Гнездо богини Кетцакоатль, Х. Сеносиаин, Наукальпан-де-Хуарес, Мексика, 2008 [42]	 Саграда де Фамилиа, А. Гауди, Барселона, Испания, с 1882 г. (авторское фото)

Анализ архитектурных объектов бионической архитектуры демонстрирует принадлежность объектов к одновременно нескольким критериям бионической архитектуры: декор, конструкции, ландшафт, форма, функция (типология), материалы, технологии, символизм, что подтверждает тенденции применения природосохранных, функционально-технологических, формально-композиционных и художественных средств.

Применение критериев бионической архитектуры, способствует формированию экологического архитектурного пространства в качестве объекта используемого при построении модели взаимодействие природы, человека и архитектурной среды.

Список библиографических ссылок

1. Дэй К. Места, где обитает душа, Архитектура и среда как лечебное средство. – М.: Изд-во «Ладья», 2000. – 280 с.
2. Иовлев В.И. Экология пространства и профессиональное развитие архитектора // Архитектон: известия вузов, 2012, № 38 (06). URL: http://archvuz.ru/2012_2/12 (дата обращения: 19.01.2016).
3. Иовлев В.И. Архитектурно-экологическое формообразование // Архитектон: известия вузов, 2006, № 15 (06). URL: http://archvuz.ru/2006_3/1 (дата обращения: 19.01.2016).
4. Воронина А.В. Принципы «эко-реурбанизации» в архитектурном пространстве постиндустриального развития // Автореферат, 2012. – 25 с.
5. Догель В.М., Геккель Э. Красота форм в природе,перевод, 1907.
6. Лебедев Ю.С. Архитектура и бионика. – М.: Изд-во лит-ры по строительству, 1971. – 119 с.
7. Гольдштейн А.Ф. Фрэнк Ллойд Райт. – М.: Стройиздат, 1973. – 136 с.
8. Биоморфизм 23.06.2012. URL: http://uiut.org/modules/news/article.php?storyid=40 (дата обращения: 19.01.2016).
9. Мацейко Е. Сантьяго Калатрава: Архитектура должна быть соразмерна человеку // Архитектура и проектирование, 07/14 URL: http://rcmm.ru/arhitektura-i-proektirovanie/22146-santyago-kalatrava.-arhitektura-dolzhna-byt-sorazmerna-cheloveku.html (дата обращения: 19.01.2016).
10. Био-тек (bio-tech) в архитектуре. URL: http://novikov-architect.ru/bio-tech.htm (дата обращения: 19.01.2016).
11. Экологическая архитектура 5.04.2011. URL: http://architection.ru/2011/05/ekologicheskaya-arxitektura/ (дата обращения: 19.01.2016).
12. Ароматы фруктового сада, Архитектура и проектирование // Зеленые здания, 2/14. URL: http://green-buildings.ru/ru/aromaty-fruktovogo-sada (дата обращения: 19.01.2016).
13. URL: http://www.arquitecturaorganica.com/ballena-mexicana.html (дата обращения: 9.02.2016).
14. URL: http://www.arquitecturaorganica.com/el-tiburoacuten.html (дата обращения: 9.02.2016).
15. URL: http://grimshaw-architects.com/project/the-eden-project-the-biomes/ (дата

обращения: 9.02.2016).
16. URL: http://www.tvark.se/treehotel/ (дата обращения: 9.02.2016).
17. URL: http://www.arquitecturaorganica.com/casa-orgaacutenica.html (дата обращения: 9.02.2016).
18. URL: http://www.etoday.ru/2013/05/chasovnya-thorncrown-v-arkanza.php (дата обращения: 9.02.2016).
19. URL: http://inhabitat.com/eterra-samara-is-an-environmentally-sensitive-treehouse-resort-in-the-canadian-forest/ (дата обращения: 9.02.2016).
20. URL: http://www.calatrava.com/projects/milwaukee-art-museum.html (дата обращения: 9.02.2016).
21. URL: http://www.housekaboodle.com/a-seashell-house-in-mexico/ (дата обращения: 9.02.2016).
22. URL: http://vincent.callebaut.org/page1-img-woodenorchids.html (дата обращения: 9.02.2016).
23. URL: http://www.admagazine.ru/inter/52197_dom-nad-vodopadom-frenka-lloyda-rayta.php (дата обращения: 9.02.2016).
24. URL: http://www.paulmorganarchitects.com/content/residential_and_commercial_ projects/trunk_house.asp (дата обращения: 9.02.2016).
25. URL: http://www.calatrava.com/projects/turning-torso-malmoe.html (дата обращения: 9.02.2016).
26. URL: http://www.antonygibbondesigns.com/roost-treehouse (дата обращения: 9.02.2016).
27. URL: http://vincent.callebaut.org/page1-img-taipei.html (дата обращения: 9.02.2016).
28. URL: http://www.jmayerh.de/19-0-Metropol-Parasol.html (дата обращения: 9.02.2016).
29. URL: http://www.calatrava.com/projects/palau-de-las-artes-valencia.html (дата обращения: 9.02.2016).
30. URL: http://www.calatrava.com/projects/lyon-saint-exupery-airport-railway-station-colombier-saugnieu.html (дата обращения: 9.02.2016).
31. URL: http://www.fablabhouse.com/ (дата обращения: 9.02.2016).
32. URL: http://www.mirkrasiv.ru/articles/gribnoi-dom-ili-dom-derevo-the-mushroom-house-aka-tree-house-cincinati-ogaio-ssha.html (дата обращения: 9.02.2016).
33. URL: http://www.calatrava.com/projects/ciudad-de-las-artes-y-de-las-ciencias-valencia.html (дата обращения: 9.02.2016).
34. URL: http://www.simondale.net/hobbit.htm (дата обращения: 9.02.2016).
35. URL: http://vincent.callebaut.org/page1-img-taichung.html (дата обращения: 9.02.2016).
36. URL: http://www.desaichia.com/portfolio/lm-guest-house/ (дата обращения: 9.02.2016).
37. URL: http://robertbruno.com/ (дата обращения: 9.02.2016).
38. URL: http://www.search.nl/#!content/villa-vals (дата обращения: 9.02.2016).
39. URL: http://www.archdaily.com/490141/centre-pompidou-metz-shigeru-ban-architects (дата обращения: 9.02.2016).
40. URL: http://www.arquitecturaorganica.com/najwa-jordania.html (дата обращения: 9.02.2016).
41. URL: http://www.unstudio.com/projects/the-wind-house (дата обращения: 9.02.2016).
42. URL: http://www.arquitecturaorganica.com/nido-de-quetzalcoatl.html (дата обращения: 9.02.2016).

Babakova A.V. – student
E-mail: ababakovaa@mail.ru
Denisenko E.V. – candidate of architecture, assistant
E-mail: e.v.denisenko@bk.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Criterias of formation bionic architecture in the XIX century

Resume

In the era of the global environmental crisis, the creation of architectural and natural space is a way of solving the problem. A modern approach to environmental research contributes to the development patterns of the interaction of architecture and the environment. An important component of this environment – the architectural space. Systematized current trends of architecture related to nature: organic architecture, biomorfizm, architectural bionic, bio-tech, eco-architecture. Formulated criterias of bionic architecture: the decor – a tool to reflect national circumstances; constructions – the device and the functional connections of the living organism and natural analogues transported into the architecture; landscape – the main structure, which determines the form of building; form – a reflection of concepts and ideas; function – the formation of a comfortable space; materials – a reflection of regionalism in architecture; technology – the possibility of a harmonious interaction between architecture and nature with innovative technical methods; symbolism – philosophy, the personification of natural and spiritual ties of nature and architecture. The interaction of architecture and nature are formed by criterias of bionic architecture.

Keywords: criterias of bionic architecture, architectural and natural space, organic architecture, biomorfizm, architectural bionic, bio-tech, eco-architecture, eco-reurbanization, ecologization of space.

Reference list

1. Day C. Places where the soul resides, architecture and the environment as a remedy. – M.: Publishing house «Ladia», 2000. – 280 p.
2. Iovlev V.I. Ecology of space and professional development architect // Architecton: proceedings of higher education, 2012, № 38 (06). URL: http://archvuz.ru/2012_2/12 (reference date: 19.01.2016).
3. Iovlev V.I. Architectural and ecological shaping // Architecton: proceedings of higher education, 2006, № 15 (06). URL: http: //archvuz.ru/2006_3/1 (reference date: 19.01.2016).
4. Voronina A.V. The principles of «eco-reurbanization» in the architectural space of the post-industrial development // Abstract, 2012. – 25 p.
5. Dogel V.M., Gekkel E. Beauty forms in nature, translated in 1907.
6. Lebedev Yu.S. Architecture and bionic. – M.: Publishing House of the literary-ry of construction, 1971. – 119 p.
7. Goldstein A.F. Frank Lloyd Wright. – M.: Stroyizdat, 1973. – 136 p.
8. Biomorfizm 23.06.2012. URL: http://uiut.org/modules/news/article.php?storyid=40 http://uiut. org/ modules/news/article.php?storyid=40 (reference date: 19.01.2016).
9. Matseyko E. Santiago Calatrava: Architecture should be commensurate with the person // Architecture and Design 07/14. URL: http://rcmm.ru/arhitektura-i-proektirovanie/22146-santyago-kalatrava.-arhitektura-dolzhna-byt-sorazmerna-cheloveku.html (reference date: 01/19/2016).
10. Bio-tech in architecture. URL: http://novikov-architect.ru/bio-tech.htm (reference date: 19.01.2016).
11. Ecological architecture 5.04.2011. URL: http://architection.ru/2011/05/ekologicheskaya-arxitektura/ (reference date: 19.01.2016).
12. Fragrances of fruit garden, architecture and design // the magazine Green Building, 2/14. URL: http://green-buildings.ru/ru/aromaty-fruktovogo-sada (reference date: 19.01.2016).
13. URL: http://www.arquitecturaorganica.com/ballena-mexicana.html (reference date: 9.02.2016).
14. URL: http://www.arquitecturaorganica.com/el-tiburoacuten.html (reference date: 9.02.2016).
15. URL: http://grimshaw-architects.com/project/the-eden-project-the-biomes/ (reference date: 9.02.2016).

16. URL: http://www.tvark.se/treehotel/ (reference date: 9.02.2016).
17. URL: http://www.arquitecturaorganica.com/casa-orgaacutenica.html (reference date: 9.02.2016).
18. URL: http://www.etoday.ru/2013/05/chasovnya-thorncrown-v-arkanza.php (reference date: 9.02.2016).
19. URL: http://inhabitat.com/eterra-samara-is-an-environmentally-sensitive-treehouse-resort-in-the-canadian-forest/ (reference date: 9.02.2016).
20. URL: http://www.calatrava.com/projects/milwaukee-art-museum.html (reference date: 9.02.2016).
21. URL: http://www.housekaboodle.com/a-seashell-house-in-mexico/ (reference date: 9.02.2016).
22. URL: http://vincent.callebaut.org/page1-img-woodenorchids.html (reference date: 9.02.2016).
23. URL: http://www.admagazine.ru/inter/52197_dom-nad-vodopadom-frenka-lloyda-rayta.php (reference date: 9.02.2016).
24. URL: http://www.paulmorganarchitects.com/content/residential_and_commercial_ projects/trunk_house.asp (reference date: 9.02.2016).
25. URL: http://www.calatrava.com/projects/turning-torso-malmoe.html (reference date: 9.02.2016).
26. URL: http://www.antonygibbondesigns.com/roost-treehouse (reference date: 9.02.2016).
27. URL: http://vincent.callebaut.org/page1-img-taipei.html (reference date: 9.02.2016).
28. URL: http://www.jmayerh.de/19-0-Metropol-Parasol.html (reference date: 9.02.2016).
29. URL: http://www.calatrava.com/projects/palau-de-las-artes-valencia.html (reference date: 9.02.2016).
30. URL: http://www.calatrava.com/projects/lyon-saint-exupery-airport-railway-station-colombier-saugnieu.html (reference date: 9.02.2016).
31. URL: http://www.fablabhouse.com/ (reference date: 9.02.2016).
32. URL: http://www.mirkrasiv.ru/articles/gribnoi-dom-ili-dom-derevo-the-mushroom-house-aka-tree-house-cincinati-ogaio-ssha.html (reference date: 9.02.2016).
33. URL: http://www.calatrava.com/projects/ciudad-de-las-artes-y-de-las-ciencias-valencia.html (reference date: 9.02.2016).
34. URL: http://www.simondale.net/hobbit.htm (reference date: 9.02.2016).
35. URL: http://vincent.callebaut.org/page1-img-taichung.html (reference date: 9.02.2016).
36. URL: http://www.desaichia.com/portfolio/lm-guest-house/ (reference date: 9.02.2016).
37. URL: http://robertbruno.com/ (reference date: 9.02.2016).
38. URL: http://www.search.nl/#!content/villa-vals (reference date: 9.02.2016).
39. URL: http://www.archdaily.com/490141/centre-pompidou-metz-shigeru-ban-architects (reference date: 9.02.2016).
40. URL: http://www.arquitecturaorganica.com/najwa-jordania.html (reference date: 9.02.2016).
41. URL: http://www.unstudio.com/projects/the-wind-house (reference date: 9.02.2016).
42. URL: http://www.arquitecturaorganica.com/nido-de-quetzalcoatl.html (reference date: 9.02.2016).

УДК 378.1
Мубаракшина Ф.Д. – кандидат архитектуры, доцент
E-mail: faina.arch@rambler.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Истоки историко-культурной традиции формирования творческого мышления и профессиональной культуры специалистов архитектурно-строительного вуза, на примере КГАСУ

Аннотация

В статье приводятся исторические сведения и даты касающиеся формирования, становления и развития казанского высшего архитектурно-строительного образования в стенах современного архитектурно-строительного университета.

Материалы статьи содержат информацию о наиболее важных организаторах, оказавших существенное влияние на процесс становления образовательного процесса.

В статье раскрываются некоторые особенности формирования творческого мышления и профессиональной культуры студентов благодаря работе архитекторов-педагогов В.В. Егерева, П.М. Дульского, архитекторов-практиков И.Г. Гайнутдинова, А.Г. Бикчентаева и других.

Ключевые слова: историко-культурная традиция, профессиональная культура, творческое мышление.

Казанская инженерно-архитектурная школа – это своеобразный культурный феномен в структуре современного отечественного высшего профессионального архитектурного образования. Основы того, какой она сформировалось и развивается сегодня, складывались в течение более чем столетнего периода. На протяжении всей истории развития архитектурного образования в Казани, начиная с 1919 по 1927 год, специалисты архитекторы высшей квалификации для нужд архитектурно-строительной отрасли выпускались двумя вузами: Казанским художественно-техническим институтом, который присваивал своим выпускникам квалификацию архитектора-художника, и Казанским политехническим институтом, выпускники которого получали квалификацию инженера-архитектора [1, с. 51]. Основы же профессионального архитектурно-строительного образования в Казани были заложены еще в XIX веке: 14-27 июня 1890 года Указом Александра III было утверждено учредить Соединенное Промышленное училище, в котором предполагалось готовить, в числе других, учеников для организации строительства. Для освоения опыта преподавания технических дисциплин архитектурно-строительного направления несколько человек были делегированы в Европу. В их числе оказались будущий директор училища инженер-технолог Н.Г. Грузов, профессор из Санкт-Петербурга Н.И. Тавилдаров, гражданский инженер Бернгард и другие. Торжественное открытие здания училища состоялось в 1897 году. Учащихся в течение трех лет здесь обучали математике, физике, химии, специальным предметам, необходимым для приобщения к строительному делу. Первый выпуск состоялся в 1902 году, он дал первых 16 гражданских инженеров-строителей. В сентябре 1917 года Казанское Промышленное училище было преобразовано в Политехническое училище в составе 3-х отделений: Химического, Механического и Строительного с правом предоставления выпускникам звания инженера узкой специальности в соответствии с Постановлением Временного Правительства от 30 мая 1917 [2, с. 8]. В ноябре 1918 года предписанием Отдела ВУЗ Народного комиссариата просвещения РСФСР за № 3420 был организован Казанский Промышленный, Экономический и Художественный Техникум. Этот техникум был сформирован посредством объединения четырех учебных заведений: Казанского Политехнического училища, Казанского Художественного училища, Казанского Экономического училища и Виленского Химико-технического училища [2, с. 9]. Это объединение было проведено в связи с перестройкой в стране общей системы народного образования: все средние профессиональные учебные заведения не вошли в

систему народного образования и подлежали преобразованию в высшие учебные заведения. В декабре 1918 года Художественное училище выделилось и было преобразовано в Высшие Художественные Мастерские. История собственно казанского высшего архитектурно-строительного образования начинается именно в 1919 году. Это было время преобразований, охватившее и учебные заведения. Отдел ВУЗов Нарком Просвещения РСФСР выпустил Постановление за № 22 от 2 января 1919 года, в соответствии с которым Казанский Промышленный, Экономический и Художественный Техникум получил новый статус и новое название – Политехнический институт. С 9 января в составе нового института начали работу химический, механический, экономический факультеты. Одновременно с ними в этот же период в Казани впервые появился совмещенный архитектурно-строительный факультет. До этого времени, с 1897 года, архитектурное образование можно было получить в Казанской художественной школе на отделении архитектуры. С 1919 года, с самого начала работы Политехнического института, в его стенах было открыто 14 кафедр, в их числе работавшие наиболее продуктивно кафедра архитектуры, графики, рисования и черчения; кафедра строительных конструкций и мостов; кафедра строительных материалов и другие. Ведущей дисциплиной, которую изучали студенты архитектурных и инженерных специальностей на кафедре архитектуры, графики, рисования и черчения была дисциплина «Архитектура». При том, что обучение основам архитектуры и архитектурных конструкций студентов инженерных специальностей началось значительно раньше, в одно и то же время с формированием строительной школы Казани. Именно в этот период начинается формирование традиций Казанской архитектурной школы и становление методических основ преподавания курса «Архитектуры» студентам архитектурных и инженерных специальностей. На протяжении нескольких последующих лет вуз неоднократно трансформировался, переименовывался. В 1922 году архитектурно-строительный и инженерный факультеты были слиты в единый строительный факультет, который готовил архитекторов и инженеров-строителей широкого профиля [3, с.18-19]. Далее, в последующие годы еще не раз архитектурная специальность то сливалась со строительной специальностью, то выделялась самостоятельно.

В 1932-33 учебном году была сделана попытка открыть в институте архитектурную специальность. Руководством вуза в январе 1933 года было организовано архитектурно-планировочное отделение. В этот период на кафедру архитектуры привлекаются известные советские архитекторы из Ленинграда, в арсенале которых большой опыт проектной практики и педагогической деятельности, это такие архитекторы как А.А. Заварзин, А.В. Крестин, С.И. Макаров, В.Ф. Шилков, а также свои республиканские кадры – архитектор П.Т. Сперанский, доценты В.П. Попов, А.А. Власов и другие. Известно, что в эти годы при кафедре архитектуры было организовано «Бюро производственных заданий» для студентов и преподавателей вуза. Наиболее способные студенты разрабатывали архитектурные проекты общественных и жилых зданий по реальным заказам городских властей, творческое мышление и профессиональный почерк многих известных архитекторов были сформированы в проектах этого бюро, выполненных под руководством преподавателей. Из стен этого бюро вышли такие известные в последующем архитекторы и будущие преподаватели кафедры архитектуры как Р.М. Муртазин, А.А. Любимов и другие. Через год обучение архитекторов закрыли, студентов перевели на строительное отделение. Но несмотря на это педагогический коллектив кафедры архитектуры старался сохранить формирующиеся традиции казанской архитектурной школы и продолжали развивать методические основы обучению проектированию зданий уже на базе специальности «Промышленное и гражданское строительство», выпуская для архитектурно-строительной отрасли республики прекрасные кадры, высококвалифицированных инженеров широкого профиля с инженерно-архитектурным образованием, способных одновременно решать как инженерные, так и архитектурные задачи. Этому заметно способствовало также и то, что в состав вступительных экзаменов на факультет промышленного и гражданского строительства (ПГС) были включены рисунок и черчение. На этапе дипломного проектирования для студентов ПГС, проявивших творческие способности к архитектуре и художественный вкус, ввели дополнительно архитектурную

специализацию, это позволило выпускникам, с квалификацией инженера-строителя, выполнять работу архитектора-проектировщика. В 1939 году Всесоюзный комитет по делам высшей школы закрепил название института: Казанский институт инженеров коммунального строительства (КИИКС). Уставом института предусматривалась подготовка инженеров промышленного и гражданского строительства, а также инженеров городских путей сообщения. В 1957 году образовательное учреждение на долгие сорок лет получило свое новое название – Казанский инженерно-строительный институт (КИСИ). В 1960-е годы КИСИ каждый год выпускал более 300 высококвалифицированных инженеров разного профиля. В 1966 году КИСИ была разрешена подготовка архитекторов. В 1971 году благополучно был произведен первый выпуск специалистов архитектурно-строительного факультета. Этот период известен тем, что факультет подготавливал специалистов как архитектурного, так и инженерного направления, в том числе, и для сельского строительства. Формирование творческого мышления и высокой профессиональной культуры архитекторов и инженеров стало возможным благодаря присутствию и самоотверженной работе в институте плеяды уникальных педагогов и архитекторов, образованнейших специалистов, интеллигентных людей и ярких личностей [1, с. 51-68]. С самого начала в составе кафедры, обучавшей архитектуре, графике, рисованию и черчению работали высококлассные специалисты-профессионалы высокой культуры: П.М. Дульский, В.В. Егерев, П.Т. Сперанский и другие. Также постоянно на кафедру для обучения архитекторов привлекались казанские архитекторы-практики с большим опытом проектной работы: И.Г. Гайнутдинов, А.М. Густов, А.Г. Бикчентаев, А.А. Игламов, Р.М. Муртазин и другие. Если обратиться к персоналиям, то становится совершенно очевидным безусловное влияние и роль не только профессиональных, но и личных качеств преподавателей и архитекторов-педагогов кафедры архитектуры на формирование архитектурной подготовки студентов, включая как развитие профессиональной культуры творческого мышления будущих специалистов архитектурной и инженерной подготовки.

Так, выпускник Казанского политехнического института 1922 года Василий Васильевич Егерев (1886-1956), закончивший специальность «Гражданское зодчество и строительные материалы», получив квалификацию инженера-архитектора, первый заведующий кафедрой архитектуры, доцент, кандидат архитектуры известен одновременно как замечательный педагог, творческая личность, инженер-архитектор, искусствовед, исследователь, знаток и любитель истории местного края [4, 5]. Кроме педагогической деятельности, он в течение многих лет активно занимался научно-исследовательской работой по изучению истории архитектуры Казани, им написано более 35 научных работ, в том числе монография «Казанские архитекторы второй половины XVIII и первой половины XIX вв.». По своей сути эта монография – грандиозная исследовательская работа, включившая результаты многолетних исследований, поисков, архивной работы автора. В.В. Егерев много сделал в целом для выявления памятников архитектуры и культуры, в том числе для поддержания памятников архитектуры Булгар и Свияжска.

Заведующий кафедрой начертательной геометрии и графики, доцент, кандидат искусствоведения, художник Петр Максимилианович Дульский (1879-1956) – один из энтузиастов, всю жизнь занимавшихся эстетическим воспитанием инженеров-строителей [6, 7]. Преподавательская деятельность П.М. Дульского стала значительным вкладом в профессиональное художественное и эстетическое воспитание нескольких поколений студентов. Наряду с педагогической деятельностью П.М. Дульский известен как первый советский искусствовед республики, крупный специалист в области исследования и сохранения памятников архитектуры Казани. Он изучал историю художественной культуры Татарии, им написано более 300 научных работ по искусствоведению. Его работа «Памятники Казанской старины» стала прекрасным образцом для изучения истории русской провинциальной архитектуры. Ему же принадлежит особая заслуга в развитии искусствоведения и музейного дела в Татарстане 1920-1950-х годов. Особое место в творчестве П.М. Дульского, как художника, занимала его работа в области художественного оформления книги. Научно-исследовательская, музейная, издательская и педагогическая деятельность

Дульского П.М. вывела Казань и Татарстан в 1920-е годы в ряд ведущих центров искусствоведения и музейного дела России.

Архитектор-педагог Исмагил Галеевич Гайнутдинов (1908-1977) пришел в вуз как преподаватель архитектурного проектирования из проектной практики [8, 9]. Он в 1930 году закончил КИИКС, получив диплом инженера-строителя, долгое время работал в строительстве. Защитив в 1939 году диссертацию и получив ученую степень кандидата архитектуры, в 1949-1977 годах преподавал в Московском архитектурном институте, одновременно вел исследования в области татарской национальной архитектуры и большую творческую деятельность проектировщика. Гайнутдинов И.Г. – автор таких известных объектов архитектуры Казани, как Оперный театр им. М. Джалиля, Речной вокзал, Клуб меховщиков и других. Примечательно также и то, что именно Гайнутдинов И.Г. – первый архитектор из татар, которому было присвоено звание заслуженного деятеля искусств Татарской и Башкирской АССР. В 1967 году ему присваивается звание профессора архитектуры. В казанском вузе И.Г. Гайнутдинов с воодушевлением занимался педагогической деятельностью, он внёс значительный вклад в организацию в 1966 году архитектурного факультета инженерно-строительного института и в подготовку первых архитектурных кадров в Татарстане, в том числе, также и в традициях московской архитектурной школы.

В 1968 году организована кафедра архитектурного проектирования, архитектор Бикчентаев Ахмет Гадеевич (1911-1985) становится основателем кафедры и первым ее заведующим [10-12]. А.Г. Бикчентаев закончил архитектурный факультет Ленинградского института инженеров коммунального хозяйства. Им запроектировано множество учебных зданий для Казани: это и здания КГАСУ, химический корпус КГУ, здание КАИ и другие. Большая заслуга в формировании архитектурного образования и становления казанской архитектурной школы принадлежит лично А.Г. Бикчентаеву. Он как никто другой, осознавал важность профессионального воспитания молодежи, необходимость прививать творческую культуру студентам, что являлось основой его педагогической деятельности. Кроме того, он являл собой прекрасный личный пример воспитанности, интеллигентности, доброжелательного отношения к людям.

Долгое время, задолго до введения новых стандартов высшего профессионального образования ГОС-2 и ФГОС-3, на кафедре «Архитектура» кроме архитекторов успешно обучались также все студенты инженерных специальностей КИСИ: инженеры-строители, инженеры-технологи, инженеры-автодорожники и другие. Все без исключения и достаточно подробно они изучали историю архитектуры, основы архитектуры и архитектурных конструкций. И именно силами педагогического состава кафедры «Архитектура» велось формирование художественно-творческой составляющей профессиональной подготовки инженерных кадров в институте. Студенты-архитекторы также изучали основы архитектуры и архитектурные конструкции гражданских и промышленных зданий, конструировали стены, фундаменты, перекрытия. В 1970-80-е годы наряду со студентами-архитекторами, студенты практически всех не архитектурных специальностей изучали основы рисунка.

С течением времени КИСИ претерпел заметные изменения и в своей структуре, и в профессиональной подготовке кадров. Сейчас это крупный российский и татарстанский государственный архитектурно-строительный университет (КГАСУ), в составе которого функционирует и Институт архитектуры и дизайна (ИАиД). После открытия архитектурной подготовки в вузе в 1966 году кафедра «Архитектура» стала той универсальной научно-методической и профессиональной кадровой базой, из состава которой выделились все действующие в настоящее время кафедры Института архитектуры и дизайна, из них на первых этапах: кафедра начертательной геометрии и графики, кафедра теории и истории архитектуры, кафедра архитектурного проектирования, кафедра систем автоматизированного проектирования. Сегодня Институт архитектуры и дизайна ежегодно обеспечивает успешную защиту дипломных проектов около 200 специалистов, бакалавров и магистров архитектурного, инженерно-архитектурного, градостроительного, дизайнерского, реставрационного направлений.

Сейчас в связи с введением обучения по образовательным стандартам 3-го поколения, существенно сократилось количество часов на освоение архитектурных и

художественных дисциплин будущими бакалаврами инженерных направлений, а также инженерно-конструктивных дисциплин архитекторами. Неизвестно, какие еще виражи претерпит система отечественного образования, но нельзя забывать о том, что традиции архитектурной подготовки инженеров всех направлений для строительства и конструктивной подготовки архитекторов и инженеров-архитекторов были заложены именно на кафедре «Архитектура», родоначальнице архитектурного образования в Казани и Республике Татарстан.

Список библиографических ссылок

1. Кулеев М.Т., Абдюшев А.Я. и др. 50 лет Казанской высшей строительной школы (1919-1969). Исторический очерк // Юбилейный сборник инженерно-строительного института. – Казань: КГАСУ, 1969. – 168 с.
2. Вестник Казанского индустриального техникума повышенного типа. – Казань, Полиграфшкола им. А.В. Луначарского, 1927, № 4-5. – С. 8-10.
3. Зейферт М.Г. Историко-культурные традиции в методике архитектурного образования на инженерных специальностях // Востребованное архитектурно-художественное образование – от искусства до бизнеса: Материалы Международной научной конференции 12-15 ноября 2007 года. – Казань: КГАСУ, 2007. – С. 18-19.
4. URL: http://museum.kgasu.ru/index.php?catid=2:2013-02-11-09-00-17&id=206:2014-02-20-12-12-30&Itemid=3&option=com_content&view=article (дата обращения: 04.02.2016).
5. URL: http://history-kazan.ru/kazan-vchera-segodnya-zavtra/istoriya-v-litsakh/zhzl-kazanskaya-seriya/3574-610 (дата обращения: 06.02.16).
6. URL: http://museum.kgasu.ru/index.php?catid=2:2013-02-11-09-00-17&id=209:2014-03-03-07-35-02&Itemid=3&option=com_content&view=article (дата обращения: 06.02.16).
7. URL: http://www.aisica.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=3871:lemnova&catid=434&Itemid=191 (дата обращения: 06.02.16).
8. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Гайнутдинов,_Исмагил_Галеевич (дата обращения: 06.02.16).
9. URL: http://www.marhi.ru/kafedra/detail.php?ID=1035 (дата обращения: 06.02.16).
10. URL: http://www.kgasu.ru/sved/structure/iad/ (дата обращения: 08.02.16).
11. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Ансамбль_Казанского_университета (дата обращения: 08.02.16).
12. URL: http://museum.kgasu.ru/index.php?catid=2:2013-02-11-09-00-17&id=93:2013-06-25-06-07-55&Itemid=3&option=com_content&view=article (дата обращения: 08.02.16).

Mubarakshina F.D. – candidate of architecture, associate professor
E-mail: faina.arch@rambler.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The origins of the historical and cultural tradition in creative thinking and professional culture formation of Architecture and Construction University specialists as an example KSUAE

Resume

Basics Kazan Architecture and Construction Education were laid in the XIX century: the United Industrial School, which prepared the students for construction works, was established in 1890.

In 1919 Kazan Industrial, Economic and Arts College was renamed the Polytechnic Institute.

In 1933 an attempt to discover the architectural profession was made. The prominent Leningrad architects and local specialists in architecture were invited to the department of architecture, new specialized departments were opened.

In 1957 the Institute was named «Kazan Civil Engineering Institute». Architects training in KISI was permitted in 1966.

In 1971 we got the first graduates of the Faculty of Architecture and Construction.

Formation of creative thinking and high professional culture of architects and engineers has been made possible thanks to the work of unique teachers V.V. Egereva, P.M. Dulskiy, practicing architects I.G. Gainutdinov, A.G. Bikchentaev and others.

Department of «Architecture» became a universal scientific and methodological base, where the traditions of civil engineers architectural training and methods of architects constructive training were laid down.

Keywords: historical and cultural tradition, professional culture, creative thinking.

Reference list

1. Kuleev M.T., Abdushev A.J. 50 years of the Kazan Higher Engineering School (1919-1969). Historical Sketch // Anniversary Collection of Civil Engineering Institute. – Kazan: KGASU, 1969. – 168 p.
2. Vestnik Kazanskogo Industrialnogo Technicuma povishennogo tipa. – Kazan, Polygraphshkola im. A.V. Lunacharskogo, 1927, № 4-5. – P. 8-10.
3. Seifert M.G. Historical and cultural traditions in the methodology of architectural education in the engineering professions // Demanded architectural and artistic education – from art to business: Materials of the International Scientific Conference on November 12-15, 2007. – Kazan: KGASU, 2007. – P. 18-19.
4. URL: http://museum.kgasu.ru/index.php?catid=2:2013-02-11-09-00-17&id=206:2014-02-20-12-12-30&Itemid=3&option=com_content&view=article (reference date: 04.02.2016).
5. URL: http://history-kazan.ru/kazan-vchera-segodnya-zavtra/istoriya-v-litsakh/zhzl-kazanskaya-seriya/3574-610 (reference date: 06.02.2016).
6. URL: http://museum.kgasu.ru/index.php?catid=2:2013-02-11-09-00-17&id=209:2014-03-03-07-35-02&Itemid=3&option=com_content&view=article (reference date: 06.02.2016).
7. URL: http://www.aisica.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=3871:lemnova&catid=434&Itemid=191 (reference date: 6.02.2016).
8. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Гайнутдинов,_Исмагил_Галеевич (reference date: 06.02.2016).
9. URL: http://www.marhi.ru/kafedra/detail.php?ID=1035 (reference date: 06.02.2016).
10. URL: http://www.kgasu.ru/sved/structure/iad/ (reference date: 08.02.2016).
11. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Ансамбль_Казанского_университета (reference date: 08.02.16).
12. URL: http://museum.kgasu.ru/index.php?catid=2:2013-02-11-09-00-17&id=93:2013-06-25-06-07-55&Itemid=3&option=com_content&view=article (reference date: 08.02.16).

УДК 726:72.007
Новиков С.В. – аспирант
E-mail: to-stepa@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Классификация престольных церковных объектов гражданского инженера, епархиального архитектора Казанской губернии Ф.Н. Малиновского

Аннотация

Статья посвящена классификации и систематизации храмовых престольных объектов, спроектированными гражданским инженером Ф.Н. Малиновского, расположенных на территории бывшей Казанской губернии, а также ряда объектов Тверской области. В статье анализируются известные храмы, вновь выявленные объекты, а также обнаруженные подлинники и копии проектов Ф.Н. Малиновского в архивах. Автор статьи выделяет несколько типов архитектурных и объёмно-планировочных решений свойственных архитектору Ф.Н. Малиновскому в храмовом зодчестве.

Ключевые слова: Ф.Н. Малиновский, храмовое зодчество, гражданский инженер, епархиальный архитектор, творческий метод, «национальное направление» в русской архитектуре в конце XIX-начале XX вв.

Гражданский инженер Фёдор Николаевич Малиновский известный казанский архитектор, работавший на рубеже XIX-XX вв. не только на территории Казанской, но и ряда других губерний Российской империи – Ломжинской (Польша), Тверской, Ковенской (Литва), Одесской и Калужской. С 1895-1911 гг. Ф.Н. Малиновский совмещал должность казанского губернского и епархиального архитектора. Будучи в должности епархиального архитектора, он запроектировал и реализовал множество объектов для церковных нужд – храмы, часовни, церковные причты, приходские школы, кельи, ограды и т.д. В результате натурных и архивных исследований, автором было выявлено более 60-ти культовых и гражданских объектов, принадлежащих руке Ф.Н. Малиновского. Кроме этого на основе косвенных архивных материалов, а также на идентификации храмов по характерным архитектурно-стилевым и объёмно-планировочным решениям свойственным архитектору, было выявлено более 30-ти храмов, которые вероятно всего относятся к авторству Ф.Н. Малиновского [1]. Автор этой статьи производит попытку систематизации и классификации храмовых построек, принадлежащих руке гражданского инженера Ф.Н. Малиновского.

Ф.Н. Малиновский окончил институт Гражданских Инженеров в 1887 году и был ярким представителем своей школы, работающим в различных регионах страны. Для творчества гражданских инженеров был характерен рациональный подход, а также глубокое знание конструкций, новых материалов и технологий. Гражданские инженеры работали, прежде всего, как архитекторы-конструкторы, нежели чем выпускники академии художеств, которые в основе своей, были художники и главенствующую роль их проектов занимал архитектурный образ [2]. Все вышеперечисленные аспекты, а также региональные особенности повлияли на творческий метод и выбранные подходы в проектирование Ф.Н. Малиновского. В процессе данного исследования произведена классификация храмов (престольных построек) спроектированных Ф.Н. Малиновским, по следующим признакам: градостроительное месторасположение, материал строительства, планировочная структура, архитектурно-планировочное решение, архитектурно-объёмное решение и стилевым параметрам [3].

1. Градостроительное месторасположение

Конец XIX-начало XX вв. отмечены ростом храмостроительства по всей территории России, что не могло ни повлиять на творчество Ф.Н. Малиновского. Храмовая архитектура изначально подразумевает доминирование объекта в любой застройке, при этом нельзя не отметить тот факт, что градостроительная ситуация изменчива и требует постоянного мониторинга.

На сегодняшний день большая часть храмов спроектированных Ф.Н. Малиновским, к примеру, на территории Татарстана, либо стёрты с карты городов и сёл, либо обезличены. При этом ещё в начале XX века все эти храмы находились на самых обозримых точках населённых пунктов и влияли на вертикальную композицию и панорамы поселений, являясь архитектурно-градостроительными доминантами. Одной из таких доминант, является собор Богоматери Всех Скорбящих Радости Иоанно-Предтеченского монастыря в Свияжске, построенным по проекту Ф.Н. Малиновского с 1898-1906 гг. Храм удачно вписался в ансамбль старинного монастыря, при этом изменил масштаб и панораму всего острова, которая сохраняется и сегодня.

Один из первых храмов Ф.Н. Малиновского был построен в Твери на привокзальной площади в 1893 гг. в честь благоверного князя Александра Невского, храм являлся удачным завершением перспективы Станционного шоссе (сегодня проспект Чайковского) и въездными воротами для приезжающих в Тверь по железной дороге. В 1983 г. при строительстве нового здания железнодорожного вокзала остатки церкви окончательно разобрали, а в 2015 году храм полностью воссоздали на прежнем месте [4].

По своему масштабу храмы Ф.Н. Малиновского достаточно крупные и имеют изящные пропорции. Сельские и городские храмы в большинстве случаев не отличались, а бывало, сельские церкви превосходили по размеру городские, например, храм Архангела Михаила в селе Тогаево (Чувашия), а иногда проекты были типовыми и отличались лишь в нюансах, например, Смоленско-Седмиозерная церковь в Казани и церковь Вознесения Господня в селе Максимов Починок. В градостроительном плане городские и сельские церкви располагались на хорошо просматриваемых участках, окружённых оградой с часовней и воротами и хозяйственными церковными постройками. Вспомогательные постройки проектировались, либо Ф.Н. Малиновским одновременно с храмом, либо они уже ранее существовали. Городские церкви, как правило, располагались в центре участка и выходили на красную линию церковной оградой и вспомогательными постройками, а сельские храмы по своему месторасположению в структуре поселения имели различное месторасположение, как в центре села, так и на окраине. Расположение храма зависело от имеющихся не застроенных земель или от территорий, выделяемых помещиком для строительства храма. Хорошим примером может служить небольшой архитектурно-парковый ансамбль комплекса храма в честь Казанской иконы Божией Матери в селе Смолдеярово, построенным по проекту Ф.Н. Малиновского в 1900-х годах. Так же нужно отметить храмы, которые строились на территориях существующих монастырей, Ф.Н. Малиновский умело и грамотно вписывал в давно сложившиеся силуэты монастырских ансамблей, примером может служить, уже вышеупомянутый, собор Богоматери Всех Скорбящих Радости в Свияжске.

2. По материалу строительства

Предпочтения по материалам в церковной архитектуре у Ф.Н. Малиновского ярко выражены, все выявленные храмы на сегодняшний день выполнены из неоштукатуренного красного керамического кирпича или бревенчатые срубы, обшитые тёсом. Фундаменты и цоколи, как правило, выполнены из природного камня, кровля из металла. Выбор материала, вероятнее всего зависел от габаритов и возможностей заказчика, но при этом все церкви выполнены на высокохудожественном уровне и впечатляют лаконичностью форм и сдержанной, но в то же время проработанной деталировкой фасадов. Крупные храмы выполнялись из кирпича со сложной системой арок и сводов, малые приходы возводили церкви из дерева, что было оправданно, как с экономической, так и с конструктивной точки зрения.

3. По планировочной структуре

Анализ архивных и натурных материалов показал, что по планировочной структуре церквей Ф.Н. Малиновского, которая выявилась в соотношении канонических и неканонических частей церкви, можно выявить следующие разновидности:

- Храм с притвором, без притвора. Практически все храмы у Ф.Н. Малиновского имеют притворы, как правило, совмещённые с пристроенной к основному объёму храма, колокольней. В таких притворах слева и справа располагались хозяйственные помещения

и подъём на колокольню. В Троицком соборе в Лаишево построенным Ф.Н. Малиновским в 1900-е года, притвор выделен в самостоятельный архитектурный элемент, напоминающий часовню, в правой части которого расположилась винтовая лестница, ведущая на хоры.

- Храм с пристроенной колокольней, без колокольни. Колокольня в храмах Ф.Н. Малиновского строилась совместно с основным объёмом храма и дополняла образ церкви необходимой вертикалью. Колокольня отделялась от основного объёма храма либо притвором, либо трапезной, либо строилась непосредственно вплотную к храмовой части. Колокольни, как правило, были 3 или 5 ярусов, в основание первого этажа – четверик, верхние ярусы – квадрат или восьмерик, завершение колоколен – изящные главки на стройных барабанах, посаженные, либо на восьмигранный шатёр, либо на два яруса кокошников. Уникальной и не характерной для Ф.Н. Малиновского является колокольня церкви во имя Казанских святителей Гурия, Варсанофия и Германа в Казани (церковь утрачена). Колокольня имеет большое количество членений на фасаде и завершена не свойственной для Ф.Н. Малиновского конусовидной формой с люкарнами. По своей форме колокольня напоминает изящный минарет мечети, возможно, это связано с заимствованием архитектором, восточных элементов архитектуры Казани.

На данный момент, в процессе исследования не обнаружено храмов, спроектированными Ф.Н. Малиновским, с отдельно стоящими колокольнями. Так же нужно отметить, что многие храмы Ф.Н. Малиновского построены и вовсе без колоколен. В основном это связано с расположением подобных церквей на территории действующих монастырей, в которых уже имелась колокольня, например, церковь Ефимия Великого и Тихона Задонского в Седмиозёрском монастыре (существующая ныне колокольня современная), а также храм мог строиться рядом со старой действующей церковью, например, Макарьевская церковь в Адмиралтейской слободе в Казани. Сегодня в здании церкви располагается один из корпусов исправительно-трудовой колонии № 2. Отсутствие колокольни у храма святителя Гурия Казанского в селе Ташкирмень, остаётся загадкой и требует дальнейшего исследования. Возможно, колокольню не успели построить из-за нехватки средств или рядом была деревянная звонница, при этом остаётся вопрос, почему же тогда западный фасад решён без свойственных для Ф.Н. Малиновского крупных порталов и даже без паперти.

- Храм с папертью, с гульбищем, с галерей. Паперти в виде широких открытых или полуоткрытых крылец с западной стороны храма пристраивались к притвору, присутствуют практически на всех объектах Ф.Н. Малиновского. В крупных храмах, паперти организовывались с северной и южной сторон, примыкая непосредственно к храмовой части. В деревянных храмах над папертями вешались богато декорированные резные навесы, в каменных храмах входы обрамляли порталы различной конфигурации, паперть решалась прямоугольной открытой площадкой, огороженной перилами с балясинами, примером может служить паперти Смоленско-Седмиозерной церкви в Казани (церковь утрачена). Уникальной для храмов Ф.Н. Малиновского является закрытая галерея собора Богоматери Всех Скорбящих Радости, больше характерная для византийских соборов. В деревянном зодчестве архитектора, встречается открытое деревянное гульбище в проекте пристройки колокольни в Звениговском затоне Чебоксарского уезда в 1894 году [5, д. 104].

- Храм с трапезной, без трапезной. В храмовом зодчестве Ф.Н. Малиновского ярко выраженные трапезные встречаются в основном в деревянных храмах. В каменных храмах, как правило, встречаются помещения больше похожие на нартексы[1]. Храмы без трапезной, как правило, располагались в городах и на территориях монастырей. Большую роль трапезная приобретает в инородческих приходах, где новокрешены ещё не решаются заходить в основной объём храма [3]. Трапезные встречаются от 1 до 5 окон по фасаду, что, безусловно, вытягивает композицию боковых фасадов, но при этом храмы Малиновского смотрятся собранно и компактно. Нивелирование вытянутого плана происходит за счёт пропорции трапезной близкой к квадрату основного объёма храма и трёх спаренных окон в один наличник, примером может служить проект трёхчастной

[1] Нартекс – притвор, входное помещение, примыкавшее обычно к западной стороне христианского храма. Нартекс, предназначался для лиц, не имевших права входить внутрь главного помещения.

деревянной пятикупольной церкви с высокой колокольней в селе Апаково, разработанный в 1895-1897 гг. [5, д. 303]. Примером храма с превосходящей кафоликон[2] трапезной, может служить, церковь апостолов Петра и Павла в селе Кузнецово Марий Эл, перестроенная по проекту Ф.Н. Малиновского в 1896 году [5, д. 181]. Трапезная визуально разделена на две части арками, в примыкающей к основному объёму части с северной стороны расположен предел Богоявления Господня. Трапезная храма в деревне Починки Льяшево Тетюшского уезда, в разы превосходит основной объём храма и по длине, и по ширине, а также в ней изначально запроектировано два предела [5, д. 383].

- Храм с 1-м, 2-мя пределами, без пределов. Количество и наличие приделов обуславливалось масштабами храмов и индивидуальными особенностями приходов. В основном в проектах Ф.Н. Малиновского храмы с пределами возникали в результате работ по реконструкции и расширению церквей, а подобных проектов архитектор совершил в большом количестве. Пределы пристраивались, как правило, симметрично относительно существующего строения. Примером симметричного расширения храма с пристройкой двух пределов Ф.Н. Малиновским, может служить церковь в Успенском монастыре в Чистополе (церковь утрачена). К протяжённому с запада на восток объёму храма пристраиваются два одинаковых предела по габаритам схожим с существовавшей ранее центральной частью [5, д. 215, 217].

- Храм с апсидами, без ярко выраженных апсид. В храмах Ф.Н. Малиновского встречаются различные конфигурации апсид: круглые, пятигранные и прямоугольные. Количество апсид не всегда зависит от количества пределов, а также алтарь с престолом не всегда обозначен абсидой. В Троицком соборе Раифского монастыря и в церкви деревни Максимов Починок, алтарная часть храмов практически не выделяется, только небольшой прямоугольный выступ обозначает алтарь в плане здания.

- Храм с деамбулаторием. На сегодняшний день выявлено несколько храмов, в которых Ф.Н. Малиновский запроектировал деамбулаторий[3], примерами могут служить, Троицкий собор в Лаишево и церковь во имя Казанских святителей Гурия, Варсанофия и Германа в Казани (церковь утрачена).

4. По развитию планировочной структуре

В результате исследования, все храмы, спроектированные гражданским инженером Ф.Н. Малиновским, можно разделить на три основные группы по развитию планировочной структуры:

- «Минимальная структура» – храм и алтарь, колокольня с притвором (нартекс) и без колокольни, с папертями (галереями, гульбищами) и без папертей. Подобная структура храма встречается крайне редко в проектах Ф.Н. Малиновского, например, церковь в селе Ташкирмень.

- «трёхчастная структура» – к вышеуказанной структуре прибавляется трапезная. Планировочная структура храмов практически не изменчива, кроме размеров и габаритов трапезных, например, церковь в Апаково [5, д. 303].

- «развитая структура» – церковь с несколькими престолами, с придельными храмами, большие церкви со сложным силуэтом, храмы имеют крупные габариты или образовались в результате реконструкций, например, ныне утраченная Успенская церковь в Чистополе [5, д. 215, 217].

5. По архитектурно-планировочному решению

В результате исследования, все храмы, спроектированные гражданским инженером Ф.Н. Малиновским, по архитектурно-планировочному решению, можно разделить на следующие группы:

1. Храм с осевой композицией – «кораблём»;
2. Храм центричной композиции;
3. Храм смешанной композиции.

[2] Кафоликон – основное помещение храма

[3] Деамбулаторий – галерея, огибающая алтарный выступ западно-христианского храма.

- Осевое решение композиции – «Кораблём». Характерное планировочное решение «Кораблем» – один из самых распространённых архитектурно-планировочных приёмов, часто применяемых в строительстве деревянных и каменных церквей Казанской епархии 2-ой пол. XIX-начала XX вв. в русских, инородческих и смешанных приходах. Характерной особенностью такого решения является стремление к вытягиванию плана с запада на восток, чётко выражается трёх частность – притвор (нартекс), трапезная, основной объём храма (кафоликон) с алтарём [3]. Большинство проектов Ф.Н. Малиновского с осевым решением выполнены в дереве и имеют ряд отличий в планировочной структуре, которые проявляются в основном в размерах и габаритах трапезных. Каменные храмы с осевым решением встречаются гораздо реже и пропорции их близки 1:1,5, в их планировках чаще всего преобладает притвор (нартекс), нежели трапезная. В целом храмы Малиновского с осевым решением и единовременной постройки достаточно компактны в плане и их соотношение ширины к длине 1:2, реже 1:2,5. В этом их отличие от большинства храмов подобной конфигурации, расположенных на территории Казанской губернии, у которых подобное соотношение 1:3 и больше [3]. Единственный выявленный храм, у которого соотношение длины и ширины приближается к 1:3 – это Варваринская церковь в Казани, но она была перестроена Ф.Н. Малиновским из барочного храма, чем и объясняются вытянутые пропорции. В проектах Малиновского можно выделить характерные архитектурно-планировочные решения для данной композиции:

1. В плане структурно выделяются алтарь и паперти или алтарь и притвор-колокольня (рис. 1 А).

2. Каждый функционально-планировочный элемент структурного выделяется – например, трапезная шире или уже основного объёма храма или кафоликон имеет другую геометрическую форму (рис. 1 Б).

3. В плане преобладает асимметрия. Это не характерное для проектов Ф.Н. Малиновского решение и встречается в основном в храмах, которые он перестраивал и расширял (рис. 1 В).

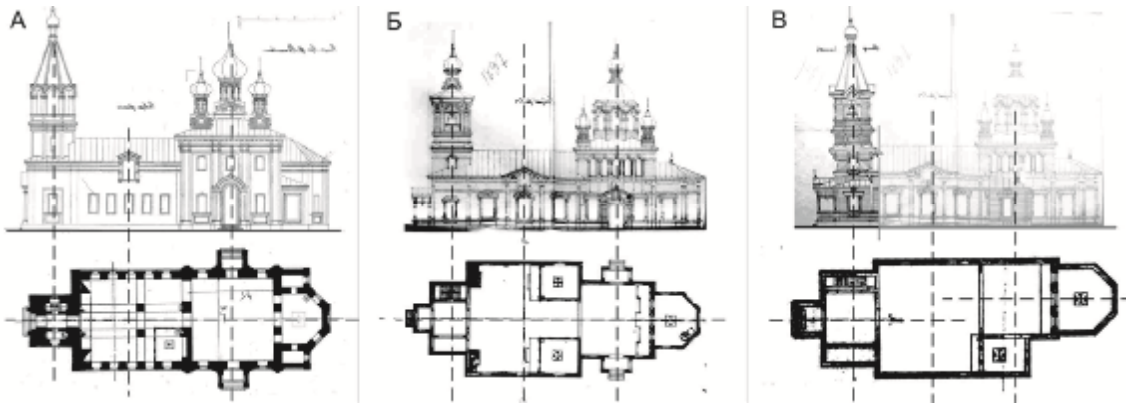


Рис. 1. Осевые решения композиции плана в проектах Ф.Н. Малиновского:
А) Проект расширения церкви в селе Кузнецово [3, д. 181];
Б) Проект церкви в деревни Починки Льяшево [3, д. 383];
В) Проект пристройки колокольни в селе Барские Каратаи [3, д. 374]

- Архитектурно-планировочное решение – центричное. Храмы Ф.Н. Малиновского центричного планировочного решения встречаются очень часто, большинство из них крестово-купольные. В период эклектики со второй половины XIX в. В храмовом зодчестве активно используются проекты из альбомов К.А. Тона, отсюда начинается распространение крестово-купольных храмов. Однако проекты Ф.Н. Малиновского существенно отличаются от типовых проектов архитектора К.А. Тона: центричные планы церквей Ф.Н. Малиновского, преимущественно, имеет форму квадрата или креста с пристроенными по оси с запада на восток колокольнями, галереями, притворами, алтарями. Данным исследованием выявлена типичная для проектов Ф.Н. Малиновского

центричная крестово-купольная планировка, которая отражена в следующих объектах: церковь Вознесения Господня в селе Максимов Починок (рис. 2 А), храм в честь Казанской иконы Божией Матери в селе Смолдеярово (рис. 2 Б), Троицкий собор в Лаишево (рис. 2 В). Композиция плана, у всех трёх объектов, имеет квадратную форму, в неё могут быть заключены и алтарные части с престолами (рис. 2 А, Б), храм как, правило имеет ещё два предела (рис. 2 А, Б, В), колокольня пристроена в плотную к храму (рис. 2 А), либо имеется притвор между ними (рис. 2 Б), либо притвор выделен в самостоятельный архитектурный элемент и пристроен вплотную к храму (рис. 2 В), алтари выделены в шестигранные апсиды и объединены деамбулаторием (рис. 2 В).

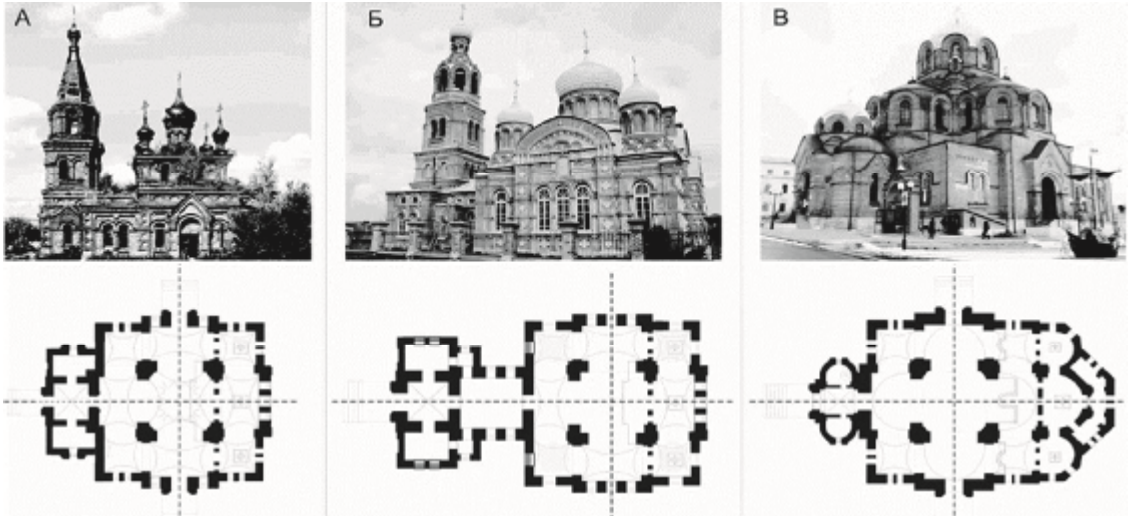


Рис. 2. Характерные для проектов Ф.Н. Малиновского,
центричные крестово-купольные планировки (снизу)
и архитектурно-объёмные решения (сверху) храмов:
А) церковь Вознесения Господня в селе Максимов Починок;
Б) храм в честь Казанской иконы Божией Матери в селе Смолдеярово;
В) Троицкий собор в Лаишево

- Храмы со смешенной композицией плана. Храм со смешенной композицией плана возникал, как правило, в результате перестроек или смешения осевой композиции с центричной, например, храм святителя Гурия Казанского в селе Ташкирмень. Храм имеет минимальную планировочную структуру, но при этом сочетает в плане осевую и центричную композицию в виде креста.

6. По архитектурно-объёмному решению

В архитектурно-объёмном решении храмы Ф.Н. Малиновского имеют, как схожие, так различные элементы. Рассмотрим архитектурно-объёмное решение центричных храмов, на примере трёх выше перечисленных объектов (рис. 2):

а) Над центральной частью храма расположен пятиглавый четверик с расставленными по углам глухими шейками малых глав, которые являются символическими элементами для придания законченного образа храму. В четверике заключён коробовый свод с арочными окнами, по три на каждой грани, освещающие внутреннее пространство храма. Колокольня трёхъярусная с шатровым завершением с изящной луковичной главкой; апсида не выделена в отдельный объём, а только обозначена прямоугольным выступом с восточной стороны. Церковь имеет собранную завершённую композицию, стремящуюся вверх, и, несмотря на отсутствие объёма трапезной, имеет силуэт близкий к «храму-кораблю».

б) Пятикупольный, трёхпрестольный храм с пристроенной пятиярусной колокольней. Центральный барабан храма крупнее боковых и имеет круглое сечение в плане с часто расставленными арочными проёмами освещающих внутреннее пространство храма. Четыре глухих барабана, в отличие от предыдущего примера, имеют

не декоративный характер и придают храму соборный вид. По фасадам храма расположены крупные закомары, выделенные дополнительно ризалитами в три окна. Апсида, как и в предыдущем примере, не выделена в отдельный объём, храм также по своему силуэту можно отнести к композиции «кораблём». Колокольня отделена от основного объёма храма широким притвором. Сама по себе колокольня является образцовой для объектов Ф.Н. Малиновского, её можно встретить на Варваринской церкви в Казани и других храмах архитектора.

в) Храм ярко выраженной центричной крестово-купольной композиции. Как и предыдущие два варианта пятиглавый, центральный барабан опирается на мощные столпы с арками и перекрыт шлемовидным куполом. Малые главки имеет декоративно-символичное назначение и приставлены к основному барабану на ярус ниже. Над основным объёмом креста (в плане), по четырём сторонам расположены крупные конхи[4] на пятигранном основании. С западной стороны к основному объёму пристроен самостоятельный архитектурный объём, с полуцилиндрическими пространствами с южной и северной стороны. Внутри расположен притвор и лестница на хоры. Непосредственно над притвором расположено квадратное помещение со сферическим куполом, в котором, возможно располагалась распевочная для хористов. С восточной стороны храма три престола в пятигранных апсидах, объединенных трёхгранным деамбулаторием.

6. По архитектурно-стилевым параметрам

По своим стилевым предпочтениям в архитектуре Ф.Н. Малиновский относился к плеяде архитекторов «подлинного национального направления», одним из многочисленных ответвлений эклектики. Церковная архитектура в России на рубеже XIX-XX вв. была в большей мере продиктована архитектурными тенденциями, формировавшимися в столицах – Санкт-Петербурге и Москве. В этот период стилистика церковной архитектуры развивалась в национальном «русском направлении», которая сочетала в себе различные стилевые ответвления готики, византийского стиля, историзма и т.д. Вероятнее всего, Ф.Н. Малиновский пытался не отставать от современных ему тенденций в архитектуре и равнялся на своих московских коллег: А.В. Щусева, В.А. Покровского, И.Е. Бондаренко и других приверженцев «национального русского стиля» в зодчестве. Известный архитектор и историк архитектуры А.Ф. Крашенинников об этой творческой группировке архитекторов говорит так: «При разнице темпераментов и устремлений всех их роднила одна черта: они не надевали древнерусские детали на общеевропейскую основу, а стремились создавать структуру и внешний вид своих построек, исходя из исконных закономерностей национального зодчества» [6]. Практически все церковные объекты Ф.Н. Малиновского выполнены в великолепной краснокирпичной или резной деревянной архитектуре, что говорит о виртуозном подходе мастера сумевшего стилизовать древнерусскую архитектуру в новых формах. Можно выделить три основные группы храмов по архитектурно-стилевым особенностям:

- Деревянные храмы, обитые тёсом, выполненные в нерусском стиле**.** Эти храмы, как правило, были с высокими колокольнями, с обилием резных элементов на крупных наличниках, богато декорированных крыльцах и остальном декоре фасадов. Подобных проектов было разработано Ф.Н. Малиновским множество с различными конфигурациями колоколен и куполов. К сожалению, большинство деревянных объектов не сохранилось до сегодняшнего дня, но характерные объекты, хоть и в искажённом виде есть, например, церковь Воздвиженья Креста Господня в селе Н. Кондрата и храм Петра и Павла в селе Бахта [7].

- Крупные и небольшие краснокирпичные храмы, выполненные в русско-византийском и неорусском стилях. Особенностью подобных храмов является вертикальность композиции фасадов и крестово-купольная планировка. Как правило, пятиглавые храмы характеризуются лаконичностью с одновременной детальной проработкой фасадов. Это выражается в смелых крупных архитектурных элементах в виде стрельчатых кирпичных порталов с умеренной детализацией, в крупном членение и рисунке плоскостей стен, пилястр, барабанов и т.д. Модулем деталей является

[4] Конха – полукупол, свод в виде четверти сферы.

керамический кирпич. Применение в формообразование храма характерных для храмового зодчества различных эпох элементов архитектуры в виде полуколоннок, лопаток, закомар, прямоугольных ниш, спаренных арочных оконных проёмов и т.д. Ярким примером может служить храм в селе Смолдеярово (рис. 2, Б).

- Крупные краснокирпичные храмы соборного типа, выполненные в неовизантийском и русско-византийском стиле. Как и в предыдущей группе, особенностью подобных храмов является вертикальность композиции фасадов и крестово-купольная планировка. Храмы одноглавые с четырьмя небольшими главками по углам, многочисленными конхами и с более аскетичными фасадами, относительно первых двух групп. При проектировании псевдовизантийских храмов, архитекторы ориентировались на композицию и формообразование собора Софии в Константинополе. Необходимо отметить, что подобный тип храма в начале XX века строился в России повсеместно и отличия могли быть только в деталях и габаритах. Примером подобного типа храма может служить собор во имя иконы Божьей Матери Всех Скорбящих Радости.

7. По конструктивному решению

Все храмы Ф.Н. Малиновского по конструктивному решению, можно разделить на две основные группы:

1) церкви, выполненные из деревянных конструкций;

2) каменные четырёхстолпные церкви.

В четырёхстолпных храмах столпы имеют прямоугольное сечение сложных форм, на которые опираются крупные арки и своды. Подобное конструктивное решение больше применялись Ф.Н. Малиновским для монастырских соборов и для крупных приходских церквей (рис. 2). Необходимо отметить, что Ф.Н. Малиновский произвёл множество серьёзных перестроек и расширений храмов, кардинально менял конструктивные особенности объектов, пробивая в бесстолпных храмах арки внушительных размеров как, например, в Троицком соборе в Раифском монастыре [5, д. 141].

Уникальным для творчества Ф.Н. Малиновского по объёмно-планировочному и конструктивному решению храма, является трёхнефная деревянная церковь в селе Хир Касы Козмодемьянского уезда, построенная в 1896 году (рис. 3). План небольшой церкви представляет собой прямоугольник длиной около 9 и шириной 5,6 саженей (20х12 м) с пятиугольным алтарём. Три паперти устроены по центрам южного, западного и северного фасадов. Два ряда по четыре деревянных колонн по центральной оси разделяют храмовую часть на три нефа. Пространство интерьера дополнительно освещено окнами второго света. Над притвором церкви три главы, что также не характерно для объектов Ф.Н. Малиновского. По всей видимости, над притвором под крышей храма была устроена звонница [3].

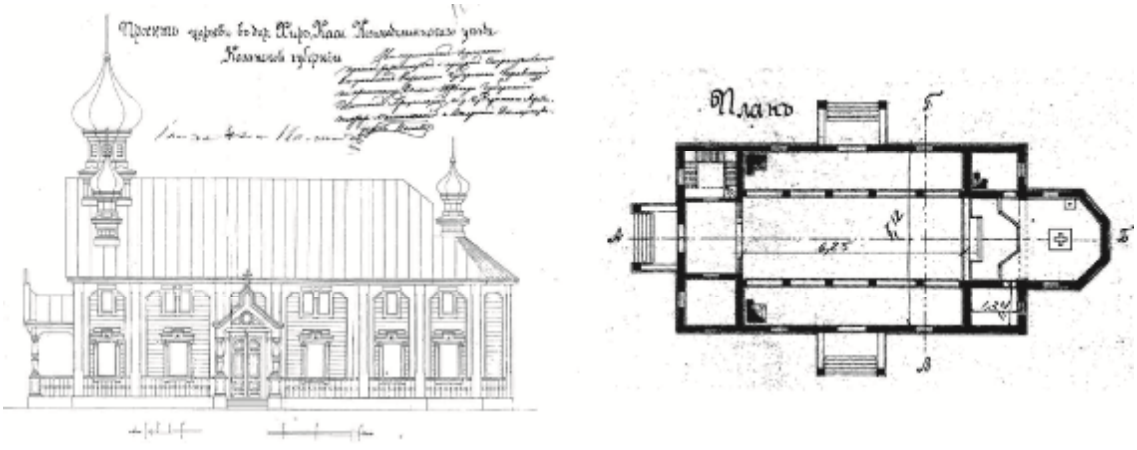


Рис. 3. Проект деревянной церкви в деревни Хир Касы Козьмодемьянского уезда Казанской губернии 1986 год [2, д. 180]

Заключение

Храмовое зодчество гражданского инженера Ф.Н. Малиновского является подлинным отражением творческого метода и развитием архитектурного поиска мастера. Автор произвёл попытку систематизации и классификации храмовых престольных построек, принадлежащих руке Ф.Н. Малиновского. Составление типологического ряда храмовых построек и выявление основных градостроительных, планировочных, объёмных, стилевых и других особенностей в архитектуре Ф.Н. Малиновского, является важным результатом для понимания и осмысления архитектурного наследия мастера. Исследование состояния храмовых объектов мастера на бывших территориях Тверской и Казанской губерний, выявило, что множество крупных и мелких храмов на сегодняшний день утрачено. При этом в Твери на привокзальной площади воссоздаётся разобранный в советское время храм Александра Невского. В период с 1895-1911 гг., будучи в должности епархиального архитектора Казанской губернии, Ф.Н. Малиновский разработал множество различных проектов церквей, по которым велось строительство и после его отъезда. Опираясь на архивные данные, можно утверждать, что Ф.Н. Малиновским были разработаны деревянные типовые проекты храмов, которые в большом количестве реализовывались в Казанской губернии. Место и значимость архитектора Ф.Н Малиновского в общероссийских тенденциях кон. XIX-нач. XX вв. в культовом зодчестве предстоит оценить дальнейшим комплексным исследованием, но уже сегодня можно говорить о том, что развитие провинциальных храмовых построек шло в контексте храмового зодчества столичных архитекторов, но опиралось на местные региональные особенности. При этом, обладая знаниями инженера, Ф.Н. Малиновский внес свой вклад в российскую архитектуру и стал новатором в формообразовании православных храмов. Историк, кан. ист. наук Л.М. Муртазина, отмечает, что «такие гражданские инженеры, как Ф.Н. Малиновский, Л.К. Хрщонович строили весьма высокохудожественные сооружения», а также она отмечает, что Фёдор Николаевич Малиновский являлся одним из самых творчески «плодовитых» архитекторов Казанской губернии [8]. Автор статьи не только соглашается с этим утверждением, но и через разбор церковных построек зодчего доказывает – вклад Ф.Н. Малиновского в развитие церковной архитектуры России и в частности Казанской губернии существенен и заслуживает большего внимания. Храмовое зодчество Ф.Н. Малиновского является наиболее ярким отражением творческого метода архитектора, а также демонстрирует развитие архитектурного мастерства зодчего и требует серьёзного осмысления.

Список библиографических ссылок

1. Новиков С.В. Творческая деятельность Ф.Н. Малиновского, гражданского инженера и епархиального архитектора Казанской губернии // Известия КГАСУ, 2015, № 1 (30). – С. 26-34.
2. Леденева Г.Л. Гражданская архитектура российской провинции конца XIX-начала XX столетий (на примере застройки г. Тамбова): Тамб. гос. техн. ун-т, 2003.
3. Фахрутдинова И.А. Архитектура сельского православного прихода Казанской епархии середины XIX-начала XX веков. Диссертация на соискание степени кандидата архитектуры. – Казань, 2000. – С. 68-91.
4. Церковь Александра Невского. Православные храмы Тверской земли, 2006: URL: http://hram-tver.ru/tver/aleksnevsktv.html (дата обращения: 10.02.2016).
5. Национальный архив РТ, фонд 2, опись 14.
6. Крашенинников А.Ф. Максимов В.Н. – зодчий русского национального стиля 1882-1942 гг. – М.: Совпадение, 2006. – 27 с.
7. Команда кочующие. Храмы Чистопольского района, 2013. URL: http://komanda-k.ru.html (дата обращения: 11.02.2016).
8. Муртазина Л.М. Профессиональная и общественная деятельность архитекторов Казанской губернии (вторая половина XIX-начало XX в.) / Диссертация на соискание степени кандидата исторических наук. – Казань, 2000. – С. 44-91.

Novikov S.V. – post-graduate student
E-mail: to-stepa@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Classification of patronal church objects of civil engineer and diocesan architect of Kazan province F.N. Malinovsky

Resume

The church architecture of civil engineer F.N. Malinovsky is a true reflection of the creative method and the development of master's architectural exploration. The author makes an attempt of systematization and classification of temple buildings, designed by F.N. Malinovsky. Making a typological series of temple buildings and identification of the main stylistic features of the architecture created by F.N. Malinovsky is the aim of the present study. The investigation of the current state of the temple architectural heritage created by Malinovsky. In the territory of the former Tver and Kazan provinces revealed that numerous of large and small churches have been lost. At the same time on the forecourt in Tver the dismantled in Soviet times temple of Alexander Nevsky that was built under the project civil engineer F.N. Malinovsky. In 1893 is being recreated. In the period of 1895 to 1911 F.N. Malinovsky being in the position of the diocesan architect of the Kazan province, has developed a number of different projects of the buildings for the needs of the church both stone and wooden. Among them, the most beautiful wooden churches, made in the «Russian national» style designed by F.N. Malinovsky in the 1895-1897 project of the tripartite wooden five-domed church with a tall bell tower in the village Apakovo can be regarded as an exemplary project of the village church. Based on archival data, it can be stated that these and other exemplary projects of churches, diocesan architect implemented in several districts of the Kazan province, for example, in the Spassky, Tetyushsky, Kazan and others. The place and the significance of the provincial architect F.N. Malinovsky in the religious architecture national trends of late XIX - early XX centuries are to be assessed in this study, but today we can say that the development of provincial temple buildings went in the context of church architecture of capital architects, based on local and regional features.

Keywords: F.N. Malinovsky, church architecture, civil engineering, creative method, «national trend» in Russian architecture of the late XIX-early XX centuries.

Reference list

1. Novikov S.V. Creative activity F.N. Malinovsky, a civil engineer and eparchial architect of the Kazan province // Izvestiya KGASU, 2015, № 1 (30). – P. 26-34.
2. Ledeneva G.L. Civil architecture of the Russian province of the late XIX-early XX centuries (for example, development of Tambov): Thumb. State. Tehn. Univ., 2003.
3. Fakhrutdinova I.A. Rural Architecture of the Orthodox parish of the Kazan diocese mid XIX-early XX centuries. The thesis for the degree of candidate of architecture. – Kazan, 2000. – P. 68-91.
4. The Church of Alexander Nevsky. Orthodox churches of the Tver land 2006. URL: http://hram-tver.ru/tver/aleksnevsktv.html (reference date: 10.02.2016).
5. The National archives RT, fund 2, an inventory of 14.
6. Krasheninnikov A.F. Maksimov V.N. architect Russian national stil 1882-1942. – M.: Match, 2006. – 27 p.
7. Team wandering. Temples Chistopol District 2013: URL: http://komanda-k.ru.html (reference date: 11.02.2016).
8. Murtazina L.M. Professional activities Architects Kazan province (second half of XIX-early XX century.). The thesis for the degree of candidate of historical sciences. – Kazan, 2000. – P. 44-91.

УДК 05.23.01
Стригин Б.С. – кандидат технических наук, доцент
Давутов Е.В. – экономист-менеджер
Московский государственный строительный университет
Адрес организации: 129337, Россия, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 23
Куприянова Н.В. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: kuprianna@yandex.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Реставрация объектов культурного наследия религиозного назначения: коммерческий интерес или духовное наследие?

Аннотация

В предлагаемой статье затронуты вопросы сохранения памятников культуры г. Москвы. Рассмотрены основные причины разрушения исторических памятников, вопросы финансирования реставрационных работ на объектах культурного наследия. Особое внимание уделено объектам религиозного назначения. На примере Храма Воскресения Христова в Кадашах рассмотрены причины, приводящие к утрате художественного воздействия памятника, даны рекомендации по сохранению храма-памятника и его исторической территории.

Ключевые слова: ремонтно-реставрационные работы, объект культурного наследия, Храм Воскресения Христова в Кадашах.

Любой исторический город – это абсолютно уникальная составляющая национальной культуры. Его архитектурные памятники несут определённую историческую ценность, передают её грядущим поколениям, а каждое последующее поколение обязано приложить все усилия для того, чтобы сохранить исторические памятники для своих потомков.

«Москва – один из красивейших мировых центров – обязана этим преимуществом своей старине. Отнимите у Москвы старину, и она сделается одним из безобразных русских городов» [1]. Эти слова, сказанные А.В. Щусевым ещё в 1927 году, не только не утратили своей актуальности, но стали пророческими. Мог ли предположить великий архитектор, что из Москвы не просто «уберут старину», оставив её хоть и безобразным, но все-таки русским городом, а заменят эту самобытную старину абсолютно чуждыми нашей культуре архитектурными монстрами, лишат неповторимой индивидуальности, которая формировалась веками.

Опасность утраты старины, самобытности возникла с началом индустриализации методов строительства, которая приводила к сносу старых кварталов и уничтожению зелёных массивов. Современные строительные корпорации, движимые только стремлением получить огромные прибыли, продолжают уничтожать историческую Москву и, прежде всего, её исторический центр, который для любого города является духовной средой, «душой». Став мировым мегаполисом, одним из крупнейших в мире градостроительных проектов, Москва стремительно и непрерывно растёт, очень часто, теряя своё историческое культурное наследие и, в первую очередь, – знаковые национально-религиозные объекты: «...то там, то здесь в исторической части города исчезают памятники, вроде бы случайно, вроде бы невзначай, но, тем не менее, исчезает маленький кусочек нашей истории» [2].

Схема очень простая: начинается реставрация памятника, затем реставрацию подменяют реконструкцией, а реконструкция зачастую заканчивается сносом, и далее – неминуемое новое строительство. Или: памятник доводится до аварийного состояния, а затем – сносится. Памятника нет – и никто не виноват.

Памятники культуры сносились и в 20-е, и в 30-е, и в 60-е годы и, особенно, в 90-е, с приходом рыночной экономики, когда центр Москвы стал превращаться в место для торговли, развлечений, офисов, банков, гостиниц. Он стал объектом, привлекающим разного рода инвесторов, безвозвратно меняющих облик древней Москвы, преследующих только корыстные интересы вопреки сохранению культурно-исторического наследия. В результате пострадали заповедные территории, потерявшие свой исторический облик: панорама Красной площади, Кремля, Китай-города. А памятник Петру I установленный у разделения Москва – реки и Водоотводного канала, закрыл сразу несколько световых «коридоров» на главные ансамбли центра столицы, которым больше 500 лет. В то же время культурные европейские столицы Лондон, Рим, Париж, Вена продолжают сохранять свой исконный исторический облик. В центрах этих городов вы не найдёте новостроя, а исторические здания продолжают жить, оставаясь важнейшей составляющей национальной культуры.

«У широких кругов общественности понимание ценности исторического наследия почти отсутствует, и почти никто не замечает, как происходит подмена подлинной, православной, художественной Москвы скопищем огромных строений в виде стометровых безликих гигантов, лишённых каких-либо признаков культурно-исторической преемственности» [3]. Поэтому вопрос сохранения объектов культурного наследия стоит настолько остро, что если в ближайшее время не остановить уничтожение нашей истории, культуры, духовности через несколько десятилетий мы просто потеряем свои исторические корни.

Попытаемся понять, что происходит с нашей Москвой и как сохранить то, что ещё не уничтожено.

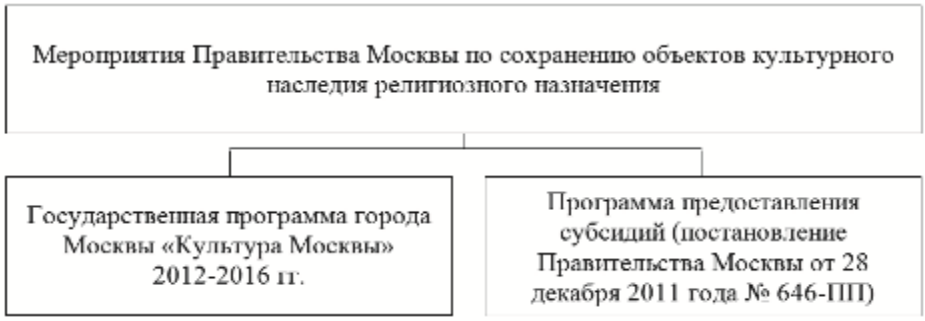
Вопросами защиты объектов культурного наследия в России стали заниматься сравнительно недавно, хотя свод памятников был разработан правительством СССР уже после Великой Отечественной войны, впервые послевоенные годы. В 60-х годах прошлого века стали формироваться списки памятников истории и культуры. Общество охраны памятников в это время было реальной силой. С 1 марта 1979 года был введён в действие закон СССР «Об охране и использовании памятников истории и культуры».

После 70-х годов прошлого века Министерство культуры РФ выявило и внесло в реестр 115 исторических городов. В 1990 году в этот список вошли уже 545 исторических городов и населённых пунктов. В настоящее время их более 900. Разработано около 150 проектов охранных зон и 120 генпланов городов. Примерно 40 % этих проектов согласованы с Министерством культуры РФ, но утверждены из них только 5 % (при плановой системе финансирования из госбюджета). Начиная с 1991 года, после государственного реформирования, финансирование разработанных проектов уменьшено в 3-4 раза, в результате чего органы власти областей и городов оставлены без государственной поддержки в вопросах охраны исторического наследия. Реорганизованы градостроительные институты, утрачены профессиональные кадры. Началась беспорядочная застройка в охранных зонах. В 10 раз сокращён список исторических городов. Уменьшены и без того недостаточные финансовые вложения. А ведь реставрация объектов культурного наследия изначально предполагает, в первую очередь, государственное финансирование, а сохранение памятников истории и архитектуры – это, прежде всего, задача государства.

В настоящее время основным программным документом, регулирующим финансирование ремонтно-реставрационных работ на объектах культурного наследия, является федеральная целевая программа «Культура России» разработанная до 2020 года. Наибольший удельный вес объёма финансирования (около 95 %) приходится на объекты культурного наследия религиозного назначения. В целях сохранения объектов культурного наследия в городе Москве разработана государственная программа города Москвы «Культура Москвы». С 28 декабря 2011 года начала действовать программа предоставления субсидий религиозным организациям в соответствии с постановлением Правительства Москвы № 646-ПП.

Таблица 1

Финансирование мероприятий по сохранению объектов культурного наследия религиозного назначения



В 2012 г. на программу по восстановлению только православных храмов в городе Москве было направлено 96,1 млн. руб. Софинансирование со стороны религиозных организаций составило 29,4 млн. руб. Проводились работы на 9 объектах, 4 объекта отреставрированы полностью. В 2013 г. из городского бюджета было выделено уже 106,9 млн. руб. Религиозными организациями привлечено 31,6 млн. руб. Проведены ремонтные и реставрационные работы на 13 объектах культурного наследия, 5 объектов отреставрировано полностью. В 2014 г. было предусмотрено предоставление субсидий на реставрацию 9 храмов на общую сумму 132,8 млн. руб. 3 объекта отреставрированы полностью в 2015 году. Религиозные организации за аналогичный период привлекли порядка 32,1 млн. руб.

Рис. 1. Средства, выделенные на проведение ремонтно-реставрационных работ на объектах культурного наследия религиозного назначения Москвы в рамках программы предоставления субсидий в 2012-2014 гг.

Всего с 2012 по 2014 гг. благодаря объединению средств, выделенных правительством Москвы, со средствами приходов под постоянным совместным контролем с религиозными организациями проведены ремонтно-реставрационные работы на 24 объектах, (в том числе 9 объектов отреставрированных полностью) на общую сумму 335 млн. руб. в рамках программы предоставления субсидий и 93,1 млн. руб. привлечённых самими религиозными организациями. По состоянию на 26 августа поступило 77 заявок на выделение субсидий в 2015 г. С учётом растущей заинтересованности религиозных организаций в проведении реставрации памятников архитектуры Правительство Москвы приняло решение увеличить сумму ассигнований в 2015 г. до 200 млн. руб. Эффективность программы одобрена Рабочей группой при Президенте Российской Федерации по вопросам восстановления объектов культурного наследия религиозного назначения, иных культовых зданий и сооружений.

В настоящее время на территории города Москвы расположено 570 объектов культурного наследия религиозного назначения. Благодаря реализации двух городских программ число храмов, находящихся в неудовлетворительном состоянии снизилось до 83. Но, несмотря на растущие из года в год объёмы финансирования, средств, выделяемых из федерального бюджета на восстановление объектов культуры, в том числе религиозного назначения, катастрофически не хватает, т. к. они составляют одну десятую часть от необходимого объёма финансирования. С экономической точки зрения выполнять реставрацию объектов культуры невыгодно, потому что, если реставрировать «как надо» – это очень сложный и дорогостоящий процесс. Достаточно сказать, что реставрация в пять раз дороже восстановления. Ещё проще просто снести объект культурного наследия и построить на освободившейся территории новое сооружение, что зачастую и происходит. В ожидании реставрации около 30 % объектов культурного наследия, в т.ч. религиозного назначения приходят в аварийное состояние и разрушаются. Каждый день «умирают» 1-3 памятника, и это говорит о катастрофическом состоянии нашей национальной культуры. А ведь храм – это не просто памятник архитектуры и истории. Это, прежде всего, памятник нашего духовного наследия. Вот почему вопросам ремонта и реставрации этой категории объектов культурного наследия необходимо уделять особое внимание.

Помимо проблем связанных с недостатком финансирования, приводящим к «физической смерти» памятника, появилось понятие его «моральной смерти», когда храм лишается своего исторического пространства и оказывается «заживо замурованным», а для города – утраченным. Рассмотрим это на примере уникального памятника архитектуры, « жемчужины Москвы» – храма Воскресения Христова в Кадашах. Этот памятник московского барокко конца XVII века занимает первостепенное место среди храмов Замоскворечья и входит в ансамбль Московского Кремля, заповедная зона которого стоит на учете в ЮНЕСКО (рис. 2).

а) б)

Рис. 2. Храм Воскресения Христова в Кадашах: а) XIX в.; б) XXI в.

В конце 90-х годов прошлого века началась активная застройка 401-го квартала, на территории которого находится храм. На пересечении 3-го Кадашевского переулка и улицы Большая Ордынка элитный четырёхэтажный жилой комплекс примкнул к уже существующему длинному зданию: образовалась сплошная стена, в результате чего был уничтожен сквозной характер исторической застройки, и закрыт обзор памятника с этой стороны. Появилось трёхэтажное здание банка по 1-му Кадашевскому переулку и трёхэтажное здание фирмы «Билайн» по 3-му Кадашевскому переулку, по своему стилю никак не соответствующие архитектурному стилю квартала. Затем начались проектные разработки на участках, которые примыкают к территории, принадлежащей храму. Предлагалось вплотную к церковной ограде соорудить крупномасштабный комплекс с многоэтажным жильём и подземными гаражами (рис. 3).

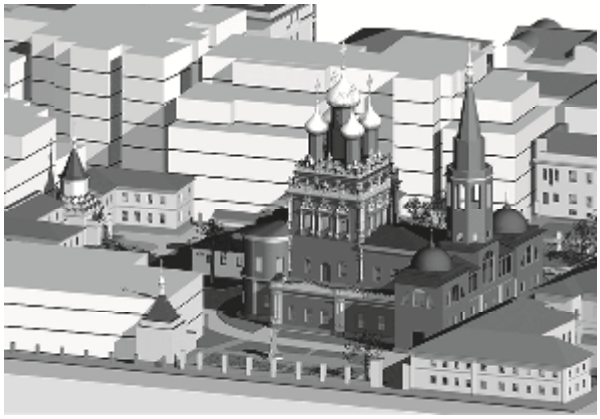


Рис. 3. Первоначальный проект застройки

Все ранее сделанные рекомендации по сохранению дробного характера застройки, подчёркивающей доминирующую роль храма, были отброшены, а проектные разработки абсолютно противоречили рекомендациям по режиму реконструкции 401 квартала (табл. 2).

Таблица 2

Рекомендации по реконструкции 401 квартала и предлагаемые проектные разработки

№ п.п.	Рекомендации по режиму реконструкции	Предлагаемые проектные разработки
1	2	3
1	историко-археологическое изучение культурного слоя	скоростная стройка на 12-метровой глубине на участке, исторически принадлежащем церкви (схематично представлено на рис. 3)
2	инженерно-геологическое исследование оснований зданий, укрепление фундаментов	снос исторической застройки
3	озеленение квартала средневысокими садово-декоративными кустами или деревьями, учитывая особенности ландшафта и наилучшего обзора памятника	озеленение на уровне земли исключается и переносится на крыши четырёх-шестиэтажных зданий
4	мелкомасштабное малоэтажное (не более 2-х этажей, высотой 10,5 м) строительство с целью восстановления внутриквартальной структуры (схематично представлено на рис. 3)	вся середина квартала заполняется единым основанием под многоэтажные здания
5	восстановление трассы тупика для возможного осмотра застройки центральной части квартала	Кадашевский тупик исключён из системы городских улиц и превращён в заглублённый въезд в подземный гараж и над въездом нависает шестиэтажный объем жилого блока
6	восстановление полноценной территории церковного владения в исторических границах и реставрация классической ограды по 2-му Кадашевскому переулку	на церковной земле размещается жилой блок с подземным гаражом и рестораном.

Ситуация, сложившаяся вокруг храма, в связи с первоначальным проектом хорошо видна на чертеже (рис. 4).

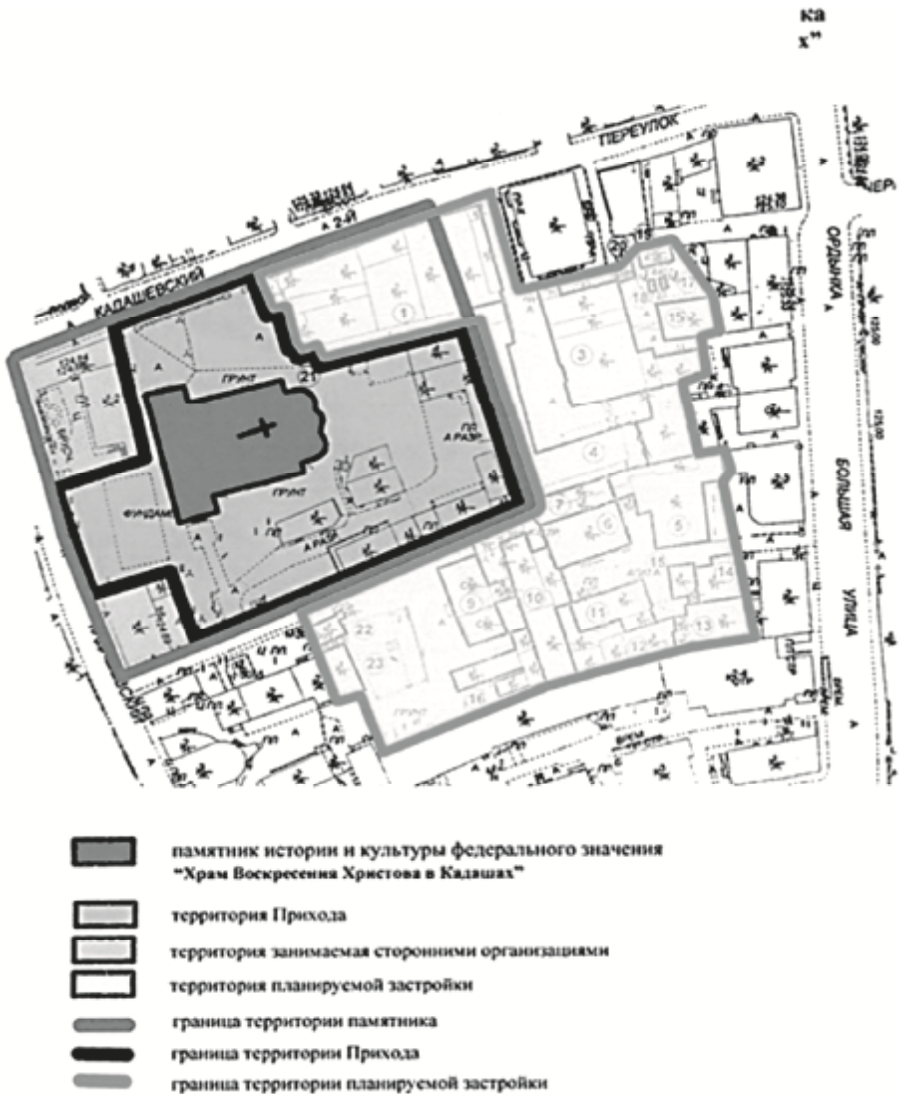


Рис. 4. Соотношение границ территории Прихода, территории памятника федерального значения «Храма Воскресения Христова в Кадашах» и территории планируемого сноса и строительства

Храм Воскресения Христова в Кадашах – был поставлен под государственную охрану Постановлением Совета Министров РСФСР от 30.08.1960 г. № 1327, в 1995 г. отнесён к объектам исторического и культурного наследия федерального (общероссийского) значения. В 1997 г. утверждена охранная зона памятника № 85. Проект комплекса грубо нарушал охранную зону храма – памятника федерального значения, обозначенную Паспортом – основным учётным документом объекта культурного наследия. Расположенный непосредственно на территории храма и вокруг его границы ряд зданий являются памятниками. Так же ряд зданий являются ценными объектами историко-градостроительной среды средневековой Москвы района «Кадашевская слобода». Эти здания представляют собой дома городских усадеб с сохранившимися до нашего времени историческими границами владений слободы.

Любое строительство в зоне памятника представляет для него опасность, так как храм в Кадашах стоит на насыпи, сделанной на болоте. У него частично утрачены фундаменты, и в настоящее время он находится «в хрупком равновесии», а строительство подземных гаражей в зоне памятника непременно вызовет колебание почв.

Приход храма и общественность города Москвы, вставшие на защиту памятника, ценой огромных усилий добились исполнения закона: установлены границы памятника, уточняется охранная зона, на которой по закону запрещено любое новое строительство, и

допускается только регенерация, а вот археологические исследования должны производиться обязательно и в соответствии с охранным обязательством. Ведь Кадашевский квартал – это маленький кусочек Москвы, где это еще возможно. Только после этого можно приступить к обсуждению проектов застроики квартала.

Для того чтобы храм Воскресения Христова в Кадашах и окружающая его историческая территория заняли достойное место в «Замоскворечье» необходимо:

- сохранить малоэтажную застройку, которая подчёркивала бы доминирующую роль храма, сохранив их масштабные соотношения;
- обеспечить доступность всего квартала для жителей города;
- сохранившиеся исторические здания использовать с обновлённым функциональным назначением;
- переориентировать учреждения, расположенные в квартале преимущественно на музейно-просветительскую деятельность;
- включить Кадашевские переулки и тупик в пешеходную зону Третьяковской галереи.

Необходимо так же:

- при разработке строительных проектов учитывать, что любой контраст старого и нового должен быть художественно организован;
- учесть социально-нравственные запреты на соседство памятников национальной культуры с увеселительными заведениями, злачными местами, рынками, ресторанами и т.п.

Исправить ситуацию вокруг Кадашей пытаются ведущие архитекторы Москвы. Так в 2011 году к разработке нового проекта приступил авторский коллектив под руководством архитектора, профессора Международной академии архитектуры Ильи Валентиновича Уткина, которым была предложена концепция, опирающаяся на историю: малоэтажная застройка – блокированные жилые дома (таунхаусы) со своими улочками и со своей городской средой.

Но ведь приход храма и московская общественность выступают не против конкретных проектов, а против какого-либо строительства в этом месте. Их принципиальная позиция – соблюдение Закона, а по закону, как уже отмечалось выше, в охранной зоне возможна только регенерация, то есть восстановление сохранившихся зданий в их объемно-пространственных характеристиках и на тех местах, где они были когда-то построены[1].

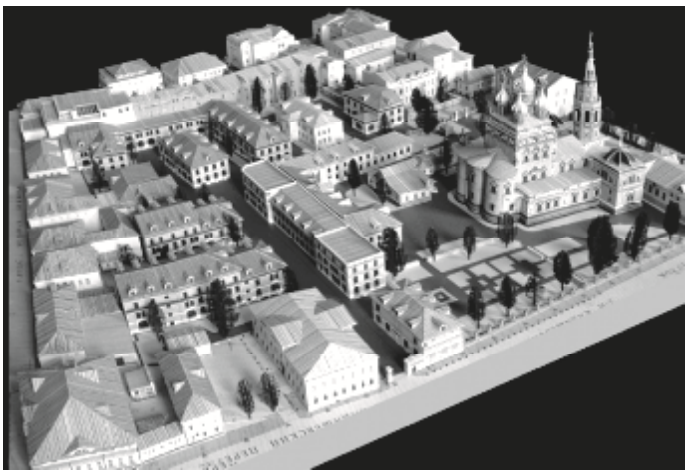


Рис. 5. Проект жилого района в Кадашевской слободе. Макет. «Студия Уткина»

[1] Альтернативный проект развития квартала вокруг храма Воскресения Христова в Кадашах разработан коллективом архитекторов под руководством Канаева И.П. Данный проект предполагает регенерацию квартала и приспособление зданий под современные нужды.

Рис. 6. Альтернативный проект развития квартала вокруг храма Воскресения Христова в Кадашах (архитектор Канаев И.П.)

Более того, вопрос не в защите конкретного памятника, вернее, не только в защите, а в ситуации вокруг всех памятников, нуждающихся в защите и охране, и заключается он в требовании исполнения закона с одной стороны и в их игнорировании – с другой. Ведь проблема, рассмотренная в отношении храма Воскресения Христова в Кадашах, стоит перед очень многими храмами Москвы, например, храмом Ильи Пророка на Воронцовом поле, Тверским подворьем на Кузнецком мосту и другими, и суть её в том, что «можно, не прикасаясь к памятнику, обесценить его художественное воздействие» [4].

Список библиографических ссылок

1. Дроздов Д.П. Большая Ордынка. Прогулка по Замоскворечью. – М.: Центрполиграф, 2012. – 379 с.
2. Святенко И.Ю. Вступительное слово // Первые Кадашевские чтения. – М.: изд-во ОРПК «Кадашевская слобода», 2007. – С. 8-10.
3. Салтыков А. Вступление // Кадашевские чтения: сборник докладов конференции. Выпуск XV. – М.: изд-во ОРПК «Кадашевская слобода», 2014. – С. 3.
4. Локтев В.И. Некоторые теоретические проблемы охраны памятников архитектуры // Первые Кадашевские чтения. – М.: изд-во ОРПК «Кадашевская слобода», 2007. – С. 102-105.
5. Федеральная Целевая Программа «Культура России» (2012-2018 гг.). URL: http://fcpkultura.ru/new.php?id=9 (дата обращения: 22.12.2015).
6. Государственная программа города Москвы «Культура Москвы». URL: http://base.garant.ru/397755/ (дата обращения: 25.12.2015).
7. Постановление Правительства Москвы № 646-ПП. URL: https://www.mos.ru/documents/?id_4=129342 (дата обращения: 25.12.2015).
8. Об итогах выполнения мероприятий по реставрации памятников в городе Москве в 2014 году и задачах на 2015 год. URL: http://dkn.mos.ru/presscenter/presentations.pdf (дата обращения: 26.12.2015).
9. Проведение ремонтных и реставрационных работ на объектах культурного наследия религиозного назначения за счёт средств городского бюджета 2011-2015 гг. URL: http://www.slideshare.net/Darina170488/2015-45748352 (дата обращения: 26.12.2015).
10. URL: http://www.ikanaev.ru/album/Kadas-14.html (дата обращения: 29.12.2015).
11. Кадаши: продолжение истории. URL: http://archi.ru/russia/49823/kadashi-prodolzhenie-istorii (дата обращения: 29.12.2015).
12. URL: http://www.ikanaev.ru/album/Kadas-7.html (дата обращения: 29.12.2015).
13. Саратовская Е. П. Краткий обзор работ архитекторов на территории 401-го квартала Кадашевской слободы // Первые Кадашевские чтения. – М.: изд-во ОРПК «Кадашевская слобода», 2007. – С. 47-71.
14. Охрана храма памятника. URL: http://www.kadashi.ru/kadashi-v-opasnosti/okhrana-khrama-pamyatnika.html (дата обращения: 29.12.2015).

Strigin B.S. – candidate of technical sciences, associate professor
Davudov E.V. – economist-manager
Moscow State University of Civil Engineering
The organization address: 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 23
Kupriyanova N.V. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: kuprianna@yandex.ru
Kazan state University of architecture and engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Restoration of objects of cultural heritage religious setting: commercial interest or spiritual heritage?

Resume

This article touched on the conservation of cultural monuments of Moscow. The main causes of the destruction of the historic Commemorative Cove, questions of funding restoration work on objects of cultural heritage are considered. The risk of loss of ancient identity emerged with the beginning of industrialization of construction methods, which led to the demolition of old neighborhoods and the destruction of green areas. Particular attention is paid to religious sites. For example the Church of Christ Resurrection in Kadashi considered reasons causes the loss of artistic influence of the monument, made recommendations for the conservation of the temple-monument and its historical territory.

Keywords: repair and restoration work, a cultural heritage site, the Church of the Resurrection in Kadashakh.

Reference list

1. Drozdov D.P. Bolshaya Ordynka. Walk in the Zamoskvorechye. – M.: Tsentrpoligraf, 2012. – 379 p.
2. Svyatenko I.Yu. Opening remarks // Kadashevskya First reading. – M.: publishing house ORPC «Kadashevskaya Sloboda», 2007. – P. 8-10.
3. Saltykov A. Intro // Kadashevskya reading: a collection of conference papers. Issue XV. – M.: publishing house ORPC «Kadashevskaya Sloboda», 2014. – 3 p.
4. Loktev V.I. Some theoretical problems of protection of monuments of architecture // First Kadashevskya reading. – M.: publishing house ORPC «Kadashevskaya Sloboda», 2007. – P. 102-105.
5. Federal Target Program «Culture of Russia» (2012-2018). URL: http://fcpkultura.ru/new.php?id=9 (reference date: 22.12.2015).
6. The state program of Moscow city «Moscow Culture». URL: http://base.garant.ru/397755/ (reference date: 25.12.2015).
7. The Moscow Government resolution № 646-PP. URL: https://www.mos.ru/documents/?id_4=129342 (reference date: 25.12.2015).
8. The results of the measures on the restoration of monuments in Moscow in 2014 and tasks for 2015. URL: http://dkn.mos.ru/presscenter/presentations.pdf (reference date: 26.12.2015).
9. Carrying out repair and restoration works on cultural heritage sites of religious significance at the expense of the city budget 2011-2015. URL: http://www.slideshare.net/Darina170488/2015-45748352 (reference date: 26.12.2015).
10. URL: http://www.ikanaev.ru/album/Kadas-14.html (reference date: 29.12.2015).
11. Kadashi: continuation of the story. URL: http://archi.ru/russia/49823/kadashi-prodolzhenie-istorii (reference date: 29.12.2015).
12. URL: http://www.ikanaev.ru/album/Kadas-7.html (reference date: 29.12.2015).
13. Saratov E.P. a Brief review of the works of the architects on-site 401-quarter Kadashevskaya Sloboda // Kadashevskya First reading. – M.: publishing house ORPC «Kadashevskaya Sloboda», 2007. – P. 47-71.
14. The protection of the temple of the monument. URL: http://www.kadashi.ru/kadashi-v-opasnosti/okhrana-khrama-pamyatnika.html (reference date: 29.12.2015).

УДК 72.01
Бурова Т.Ю. – кандидат архитектуры, доцент
E-mai: tadrik@yandex.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Элементы культурного наследия в учебном процессе дипломного проектирования

Аннотация
Элементы культурного наследия представляют собой составляющие материальной и духовной культуры, осязаемые и наглядно существующие. Такие элементы созданы прошлыми поколениями и выдержали испытание временем. В учебном процессе такие элементы подвержены стилизации. Главная цель при формировании стилистической концепции дипломного проекта – это создание изображения, отвечающего основным характерным признакам существующего элемента культурного наследия. При этом возможно использование приемов творческой стилизации.

В данной статье представлена стилевая концепция формирования сувенирного магазина. Последовательно представлен материал, составляющие основу стилевой концепции такого магазина. В виде последовательных этапов сформированы составляющие стилевой концепции, опирающиеся на использование элементов культурного наследия.

Ключевые слова: элемент культурного наследия, дипломное проектирование, национальный орнамент, стилизация, приемы стилизации, стилевая концепция.

На современном этапе развития общества можно отметить, увеличение числа архитектурно-дизайнерских решений, использующих в своей основе элементы культурного наследия. Согласно определению А.А. Федорова: «Наследие культурное – совокупность культурных достижений прошлого и настоящего данного общества, обладающих вневременной ценностью и способствующих сохранению самобытности и стабильности определенного типа цивилизации» [1]. В связи с этим для дипломного проекта была определена такая тема, как формирование дизайн-концепции интерьера магазина сувениров с разработкой функционально-декоративного элемента. Данная тема явилась актуальной, особенно потому что в Казани в июле 2013 года прошло массовое международное мероприятие Универсиада-2013. Казань посетили туристы из множества городов России и разных стран.

Основной проблемой в наше время является наличие огромного количества сувенирных магазинов, но с безликими интерьерами. Данные магазины абсолютно универсальны, не имеют принадлежности к какой-либо территории, стране, культуре. Такое количество сувенирных магазинов с одинаковыми планировками, цветами и одинаковым расположением освещения, подталкивает к созданию сувенирного магазина с неординарным решением интерьера. В связи с этим основой для формирования стилевой концепции магазина татарских национальных сувениров стало национальное своеобразие культурного наследия Татарстана.

Цель дипломного проекта – выявить основы формирования пространственного решения для интерьера магазина сувениров и разработать дизайн-концепцию интерьера магазина с учетом национального своеобразия элементов культурного наследия.

Для формирования магазина сувениров одним из ключевых вопросов стал оптимальный выбор места. Торговое оборудование должно позволять наиболее наглядно представлять товар, демонстрируя самые привлекательные его стороны. Если сувенирный магазин расположен вблизи вокзала или аэропорта, то уместным будет выбрать основным направлением туристическую тематику, делая при этом главный акцент на местный колорит. Магазин сувениров предполагалось разместить в рамках дипломного проекта в здании Транспортно-пересадочного узла Казань-2, в зале ожидания. Это Вокзальный комплекс железнодорожной станции Горьковской железной дороги в северной части Казани. Длина зала ожидания составляет 27 метров, ширина 18

метров, высота помещения варьируется от 4,3 метра до 3,6 метров. Площадь зала ожидания составляет 486 м² (рис. 1). После реконструкции здания до статуса нового городского вокзала и открытия его в июле 2012 года, транспортно-пересадочный узел имеет пассажирский терминал (на 600 пассажиров железнодорожного транспорта), совмещённую автостанцию для пригородных и междугородных автобусов (рассчитанную на размещение 75 человек), а также пересадку на станцию Казанского метрополитена.

Рис. 1

Основные функции магазина сувениров это продажа сувениров с символикой города Казань и знакомство иногородних с культурой татарского народа. Казанские сувениры прекрасно раскрывают культуру татар, подчеркивают его неповторимость и самобытность. Культура и традиции тысячелетнего города невероятно многообразны, поэтому и видов сувениров великое множество.

Проектируемый магазин сувениров расположен в центральной части зала ожидания транспортного узла. По боковым частям магазина расположен ряд колонн. Интерьер зала ожидания остался без изменений. Магазин имеет два входа, при линейной планировке получается, что внутреннее пространство магазина является транзитным. Магазин ориентирован на продажу казанских сувениров, что делает необходимым присутствие национальных мотивов и орнаментов. Эту тенденцию можно заметить еще при входе. Входная зона концентрирует внимание покупателей с самого начала. Сам портал напоминает татарский национальный головной убор тюбетейку, что и явилось вспомогательным образом при формировании пространства магазина (рис. 2).

Рис. 2. Стилистическая концепция магазина.
Образ объекта (разраб. Сахибгареева Э., 2013-2014 гг.) [9]

Зайдя в магазин, также можно проследить татарские мотивы на стенах и в конструкциях для выставки сувениров. Это и стало основой стилистической концепции при проектировании интерьера и функционально-декоративного элемента.

Стилистическая концепция проекта – это образно-функциональная модель проекта. Формирование концепции невозможно без использования и творческой эксплуатации существующих идей. Основой для данной концепции являются элементы культурного наследия. В качестве одного из элементов культурного наследия определен национальный орнамент.

Орнамент – это особый вид художественного творчества, который, как считают многие исследователи, не существует в виде самостоятельного произведения, он лишь украшает собой ту или иную вещь, но, тем не менее, «он... представляет собой достаточно сложную художественную структуру, для создания которой используются различные выразительные средства. Среди них – цвет, фактура и математические основы орнаментальной композиции – ритм, симметрия; графическая экспрессия орнаментальных линий, их упругость и подвижность, гибкость или угловатость; пластика – в рельефных орнаментах; и, наконец, выразительные качества используемых натурных мотивов, красота нарисованного цветка, изгиб стебля, узорчатость листа...» [2]. Термин орнамент связан с термином декор, который «никогда не существует в чистом виде, он состоит из сочетания полезного и красивого; в основе лежит функциональность, красота приходит вслед за ней» [2]. Декор обязан поддержать или подчеркнуть форму изделия.

Татарский орнамент – комплекс узоров из ритмически упорядоченных элементов, характерных для традиционной материальной культуры татарского народа. Существуют два основных вида мусульманского орнамента, имеющих бесконечное разнообразие вариантов – растительный ис-лими, узор из гибких, вьющихся растительных стеблей, побегов, усыпанных листьями и цветами; и геометрический гирих, жесткие прямоугольные и полигональные непрерывные фигуры-сетки, узлы [3].

К геометрическим относятся орнаменты, мотивы которых состоят из различных геометрических фигур, линий и их комбинаций. Элементы геометрического орнамента: линии – прямые, ломаные, кривые; геометрические фигуры – треугольники, квадраты, прямоугольники, круги, эллипсы, а также сложные формы, полученные из комбинаций простых фигур (рис. 3).

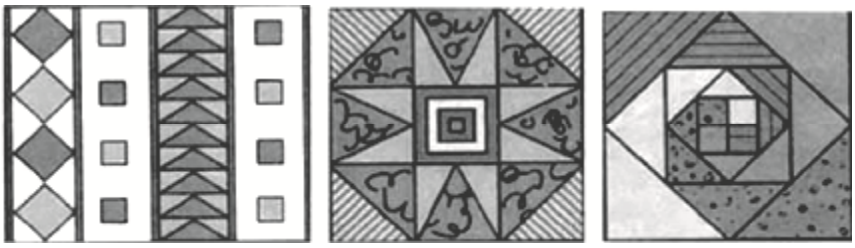


Рис. 3

Цветочно-растительные изображения подразделяются на три большие группы: степного, лугового и садового характера. В основе почти каждого цветочно-растительного мотива лежит сочетание криволинейно-геометрических фигур. Растительный орнамент составляется из стилизованных сюжетов, заимствованных у флоры: листьев, цветов, плодов, веток и т.д. (рис. 4).

Рис. 4

В данном случае при формировании стилистической концепции орнамент является основным образным средством. Для проектирования функционально-декоративного элемента магазина используется прием творческой стилизации. Творческая стилизация в проектном решении носит индивидуальный характер [4, 7]. Такой прием подразумевает авторское видение и художественную переработку элемента культурного наследия. В результате автором дипломного проекта был сформирован образ магазина сувениров и модуль-элемент.

Пространство магазина создано из 6 модулей, каждый из которых разной высоты. Два средних модуля одинаковой высоты, следующие после них модули выше, и, наконец, входные модули самые высокие, составляют 3 метра. Одновременно модули не накладываются друг на друга, а находятся на небольшом расстоянии, как и в зоне стен, так и потолка. Данное расположение модулей и их высота не случайны, эта композиция создает дополнительную перспективность внутри интерьера магазина. С обоих входов можно проследить «эффект удаленности перспективы» и дополнительный скользящий свет от щелей между модулями. Модули трансформируемые, то есть данный магазин можно будет переместить в другое помещение легко и просто.

На каждом модуле магазина, на боковых стенах на уровне витрины, способом фрезеровки нанесен стилизованный рисунок на основе геометрического орнамента. При этом способе гравировки полностью исключены появления нагара, некрасивых разводов, деформации материала и обгорелые кромки по краям. Этот рисунок можно отчетливо разглядеть, находясь в непосредственной близости к магазину или проходя мимо его. Центральные части модулей полупрозрачны, что позволяет им исполнять роль витрины для магазина. Посетители зала ожидания могут видеть ассортимент магазина через эти витрины, но не отчетливо. Это сделано для того, чтобы завлечь потенциальных покупателей посетить магазин, разыграть их интерес. Благодаря этому способу гравировки появилась возможность, при помощи специального клея Weld-On, на полупрозрачные витрины смонтировать элементы рисунка на основе растительного орнамента. Данные элементы сделаны из менее прозрачного зеленого акрила, толщиной 3мм и, как видно, рельефной фактуры, напоминающей декоративную штукатурку на ощупь. Эта фактура была достигнута также способом фрезеровки по акрилу. Элементы растительного орнамента вырезаны методом лазерной резки по акрилу, предварительно на производстве, и привезены уже в готовом виде на место сборки магазина сувениров в зал ожидания Казань-2. Элементы растительного орнамента больше по масштабу геометрического. Вместе оба вида орнаментов выполняют декоративную функцию, а за счет прозрачности материалов они дополняют интерьер магазина – на их фоне стоят сувениры и посетители также могут разглядеть определенные части орнаментов.

Для элемента были выбраны декоративные акриловые панели блочного типа, выполняющие сразу несколько задач. Такой выбор был сделан не случайно. Акрил отличается от стекла более высокой прозрачностью, прочностью и легко подвергается формовке. Панели являются дополнительными конструктивными и художественными элементами, исполняют роль витрин, являются естественным ограждением сувениров от потока людей и обеспечивают оптимальный размер окон на панелях для детального рассмотрения сувениров.

Цвет является одним из самых важных инструментов дизайна, способным передавать стиль и концепцию показа товаров в торговом зале. На стилевую концепцию формирования интерьера магазина влияет интерьер зала ожидания транспортного узла Казань-2. Темно и светло серые цвета зала ожидания перекликаются в интерьере магазина, соблюдая при этом цветовую лаконичность в интерьере. Однако с внешней стороны магазин зеленого оттенка. Известно, что зеленый цвет успокаивает, уравновешивает и меньше других утомляет глаза. При проектировании магазина значительное внимание было уделено и обеспечению просматриваемости помещения.

Функционально-декоративный элемент отвечает всем современным требованиям, несет в себе одновременно художественную и функциональную составляющую, хорошо вписывается в интерьер зала ожидания транспортного узла Казань-2.

Функционально-декоративный элемент в интерьере магазина сувениров представляет собой 2 акриловых стекла разной фактуры, цвета и прозрачности. Однако

стена магазина также дополняет эту композицию, выполняет роль фона для функционально-декоративного элемента (рис. 5).

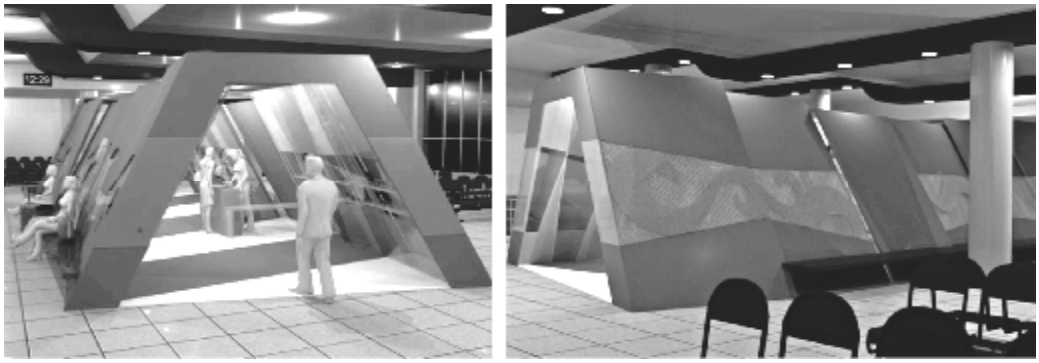


Рис. 5. Пространственное решение магазина (разраб. Сахибгареева Э., 2013-2014 гг.) [9]

Было спроектировано именно 2 вида рисунка на основе орнамента разных масштабов для того, чтобы можно было разглядеть рисунок и находясь вблизи магазина (геометрический орнамент), и с разных мест в зале ожидания транспортного узла (растительный орнамент). Различные системы декора позволяют извлечь наибольший эффект из избранных мотивов. Главный из них *повторение*, которое дает хороший декоративный эффект [6]. На элементах растительного орнамента можно проследить повторяемость некоторых элементов. Например, если рассматривать стены первого модуля магазина, орнаменты начинаются одинаково и далее, на последующих модулях, определенные части орнаментов повторяются мотивами. А если говорить о геометрическом орнаменте на витринах магазина, то там прием повторения не возможно не заметить. Можно проследить на стенах магазина и такой прием, как *инверсия*. В данном проекте прием *чередования* является, пожалуй, самым ярко выраженным принципом построения орнаментальной композиции [6]. В элементах растительного орнамента было использовано чередование мотива в горизонтальном и вертикальном направлениях. В общей же композиции из двух видов орнаментов использовались чередование плоского рисунка и рельефности, глянцевости и матовости, и разные степени прозрачности 2 видов орнаментов (рис.6).

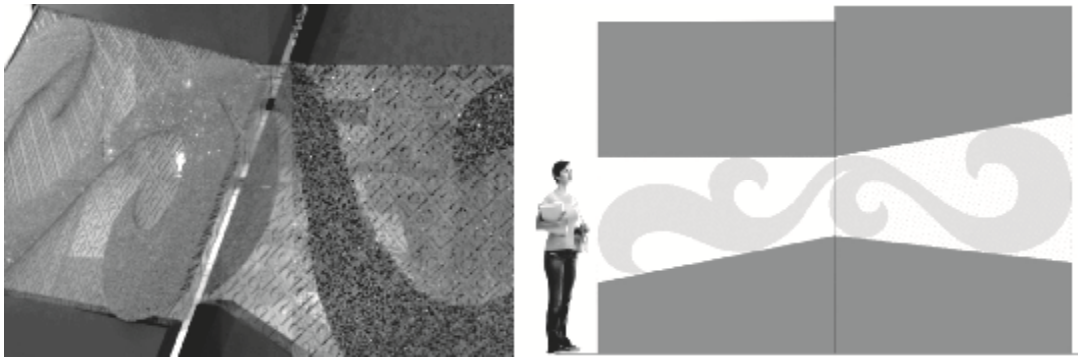


Рис. 6. Декорирование модуля (разраб. Сахибгареева Э., 2013-2014 гг.) [9]

На стенах магазина ярко видна *симметрия и асимметрия*. Элементы растительного орнамента асимметричны, что очень характерно для татарского растительного орнамента. Но с другой стороны, геометрический орнамент на витринах магазина полностью симметричен: он представляет собой сетку, в каждой ячейке которой по центру располагается окружность. Общая композиция орнаментов на стенах магазина также уравновешенна: мотивы очень схожи между собой и выглядят как единое целое, являются продолжением друг друга.

Известно, что в принципах построения орнамента восточных народов есть особенность: при построении орнаментальной композиции, необходимо располагать орнамент на нескольких слоях. В этом случае орнамент приобретает еще большую декоративность и является более правильно построенным. Этот принцип был учтен и при построении композиции на стенах магазина: элементы растительного орнамента расположились на втором слое, а геометрического – на первом слое, и играют роль фона для элементов растительного орнамента (рис. 7).

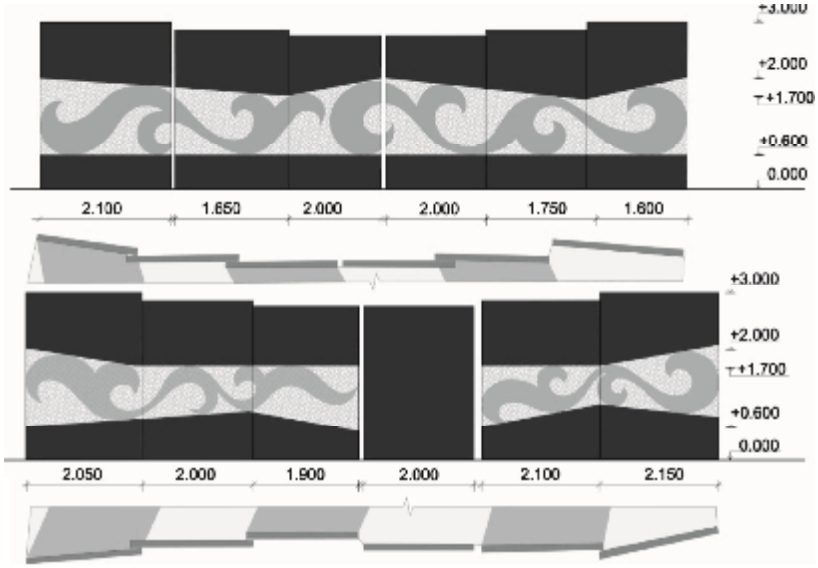


Рис. 7. Рисунок модуля в интерьере магазина сувениров (разраб. Сахибгареева Э., 2013-2014 гг.) [9]

Таким образом, в результате использования элементов культурного наследия в учебном процессе в рамках дипломного проектирования получен законченный выразительный образ объекта магазина сувениров. Стилистическая концепция включает в себя эмоциональный образ, пространственное и цветовое решение интерьера, приемы декорирования и использования отделочных материалов. Рассматриваемые в статье приемы являются основой создания выразительного запоминающегося образа, определяя его эстетические и функциональные качества. На современном этапе использование элементов культурного наследия обладает высоким потенциалом при решении вопросов организации дизайн-объектов нового поколения.

Список библиографических ссылок

1. Федоров А.А. Введение в теорию и историю культуры. – М.: Изд-во «ФЛИНТА», 2012. – 464 с.
2. Валеев Ф.Х. Татарский народный орнамент. – Казань: Татарское книжное изд-во, 2002. – 302 с.
3. Сперанский П.Т. Татарский народный орнамент. – Казань: Таткнигоиздат, 1953. – 246 с.
4. Бурова Т.Ю. Приемы формирования декоративной композиции // Известия КГАСУ. 2015, № 1 (31). – С. 41-45.
5. Канаян К., Канаян Р., Канаян А. Проектирование магазинов и торговых центров. – М.: Изд-во «Юнион-Стандарт Консалтинг», 2005. – 424 с.
6. Лотман Ю.М. Об искусстве. – СПб.: Искусство, 1998. – 288 с.
7. 129 interior architects. Лаконично. // Archi space: ежедн. интернет-изд., 2011, 26 авг. URL: http://www.archispace.com.ua/?p=522 (дата обращения: 24.09.2015).
8. Дизайн интерьера бутика Fame Agenda от Matt Gibson . // Curated.ru: ежедн. интернет-изд. URL: http://curated.ru/interior/fame-agenda-by-matt-gibson/ (дата обращения: 24.09.2015).
9. Материалы дипломного проекта Сахибгареевой Э.Ф. Пояснительная записка, графореферат (выпуск 2013-2014 уч. годы).

Burova T.Y. – candidate of architecture, associate professor
E-mail: tadrik@yandex.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Elements of cultural heritage in educational process degree design

Resume

Elements of cultural heritage – visually existing elements making base material and spiritual culture. At the present stage it is possible to note the increase in number of the architectural and design decisions including elements of cultural heritage. In educational process such elements are subject to stylization. It is defined that optimum means for use of similar elements is creative stylization. Creative stylization – the first stage of formation of the stylistic concept. It is defined that fixed assets of formation of the stylistic concept of degree design with use of elements of cultural heritage are: generalization of a form, symbolical character of the image; definition of a characteristic silhuette and (or) contour; geometrization of an element and surrounding space; beauty.

The review of the fixed graphic and color assets for possibility of implementation of the image taking into account characteristic features of elements of cultural heritage is presented in article. Stages of formation of object of degree design are consistently described. By means of examples it is illustrated that graphic means provide transfer on the plane of sematic and emotional pithiness of object. Ways of realization of the projected functional and decorative element in real practice, with use of modern technologies are also present.

Keywords: element of cultural heritage, degree design, national ornament, stylization, methods of stylization, style concept.

Reference list

1. Fedorov A.A. Introduction to the theory and cultural history. – M.: Publishing house of «FLINTA», 2012. – 464 p.
2. Valeev F.H. Tatar national ornament. – Kazan: Tatar book publishing house, 2002. – 302 p.
3. Speransky P.T. Tatar national ornament. – Kazan: Tatknigoizdat, 1953. – 246 p.
4. Burova T.Y. Methods of formation of decorative composition // Izvestija KGASU, 2015, № 1 (31). – P. 41-45.
5. Kanayan K., Kanayan R., Kanayan A. Design of shops and shopping centers. – M.: Publishing house of «Union-Standart Consulting», 2005. – 424 p.
6. Lotman Yu.M. About art. – SPb.: Iskusstvo, 1998. – 288 p.
7. 129 interior architects. Laconically.//Archi space: week Internet prod. 2011. 26 Aug. URL: http://www.archispace.com.ua/? p=522 (reference date: 24.09.2015).
8. Interior design of boutique Fame Agenda from Matt Gibson // Curated.ru: week Internet prod. URL: http://curated.ru/interior/fame-agenda-by-matt-gibson/ (reference date: 24.09.2015).
9. Materials of the degree project of Sakhibgareeva E.F. Explanatory note, graphic paper (release 2013-2014).

УДК 7.071.5
Рябов Н.Ф. – старший преподаватель
E-mail: ryabov.kazan@gmail.com
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Архитектурный аспект проблемы культурной идентичности

Аннотация

Важность сохранения культурной идентичности, определяемой в случае российского общества сложным территориальным, национально-этническим и историческим разнообразием, обозначается вектором устремлений наших дней – желаемой интеграцией в общемировое сообщество. Обоснование участия архитектора в обсуждении вопросов, касаемых идентичности, определяется как широтой охвата тем архитектурной проблематики, так и самой ее сутью. Изначальное архитектурное мировоззрение, базирующееся на утверждении структурной идентичности всех уровней организации универсума, позволяет современным исследователям архитектурного пространства говорить об эго-идентичности как об одной из составляющих идентичности места, о необходимости выработки на самой ранней стадии предпрофессионального становления – обучения в детской архитектурной школе – определенных творческих навыков и представлений о своей культурной принадлежности; актуализирует вопросы осмысления и учета в разнообразных архитектурных практиках регионального компонента.

Ключевые слова: идентичность, архитектурное пространство, К.С. Мельников, студия «Лес» (Санкт-Петербург), детская архитектурно-дизайнерская школа «ДАШКА» при КГАСУ.

Одной из актуальных тем общекультурного дискурса последних лет является определение степени важности сохранения культурной идентичности. Представители различных областей знания и творчества рассматривают многочисленные явления выражения этого понятия, изначально обозначавшего свойство психики человека в концентрированном виде выражать его представление о принадлежности к той или иной общности. Так литературовед Л.А. Софронова, анализируя культуру отношений автора, читателя и литературного героя «сквозь призму идентичности», говорит о поиске нашим современником социальной, национальной, конфессиональной, психологической, гендерной идентичностей как об одной из форм познания себя и своего окружения (многие варианты самопознания и отнесения себя к ряду уже известного характеризуют человека с разных сторон [1, с. 9]). Этот поиск она определяет как постоянный процесс овладения различными культурными кодами; однако само это свойство постоянным не бывает – входя в новые контексты жизни, человек непременно испытывает кризис идентичности [1, с 10].

Возможно, именно эта переменчивость, «растворенного» во времени свойства, определяет повышенный интерес к теме отечественных и зарубежных участников обсуждения вопроса. Среди многих причин, актуализирующих вопрос кризиса идентичности наших дней, исследователи (Д. Голынко-Вольфсон, А. Левчук) называют перегрев экономик, высокую турбулентность рынка (в результате вновь выросло значение национальных государств и пошатнулся престиж глобальной идентичности, навязываемой риторикой неолиберального капитализма [2, с. 30]), неконтролируемое разрастание информационного пространства (область открытых для всеобщего доступа текстов и изображений, в которой сто лет назад можно было возможно установление иерархических связей, превратилась в пространство, с трудом поддающееся простой классификации [3, с. 66]), нарастающие процессы урбанизации (урбанизация разрушила один из столпов идентичности – связь с естественным ландшафтом; человек воспринимает окружающий городской ландшафт столь же отстраненно, как виды в туристической поездке [3, с. 66]).

Очевидно, ощущение себя в рамках той или иной идентичности – одна из базовых констант, определяющих как сохранение «я» отдельного человека, так и целостность

всякого сообщества (территориального, гражданского, профессионального, группового). Цель данной работы – выявление архитектурного аспекта этой проблемы (мнения, суждения специалистов, обозначение идентификационного набора форм, персон, явлений), а также определение возможностей раннего формирования идентификационных свойств на стадии предпрофессионального становления – обучения в детской архитектурной школе.

Обоснование участия представителей архитектурного сообщества в обсуждении вопросов, касаемых идентичности, определяется как широтой охвата тем архитектурной проблематики, так и самой ее сутью. Архитектура – искусство пространственное, позволяющее человеку в полной мере осознавать себя как существо телесное и духовное одновременно. Историк А. Корбен, анализируя эту двойственность, определяет человека как особую территорию (его тело занимает место в пространстве и само является пространством, где царит «я» [4, с. 6]). Духовная составляющая этой «территории» связана с многими культурными кодами, самые значимые из них – архитектурные.

Изначальное архитектурное мировоззрение, базирующееся на утверждении структурной идентичности всех уровней организации универсума (человек – город – Земля – вселенная), позволяет современным исследователям архитектурного пространства говорить об эго-идентичности как об одной из составляющих идентичности места (города, района). Социальный психолог М. Бергстрем (Финляндия), рассматривая проблему освоения городскими жителями новых районов, акцентирует внимание на важности событийной наполненности места. Повторяемые события – база формирования городских практик, традиций, ритуалов – могут происходить на культурном, политическом, коммерческом уровнях, наделяя идентичность места особым символическим значением. Временная обусловленность специфического свойства архитектурного пространства (равно как и его создателей, потребителей) позволяет утверждать: «Никакое место не может быть готовым, завершенным, оно всегда находится в процессе становления и всегда может принять новые формы, обрести в будущем новую идентичность» [5, с. 92].

Это постоянные преображения человека и места, определяющие легитимность всякого архитектурного явления (архитектура может всерьез состояться, когда она выражает «здесь и теперь» времени и места, в котором она появляется [6, с. 228]), определенно нуждается в неком наборе базовых констант (форм, персон, повторяющихся событий, определяемых свойств). Архитектурный критик Г.И. Ревзин, образно обозначая проблему национальной идентичности в российских архитектуре и дизайне «лесом русской специфики», в качестве источников подобных символических «знаков узнавания» называет образы русского авангарда и русской истории [6, с. 322]. Одной из знаковых персон, сумевшей объединить эти образы в своем творчестве, можно назвать архитектора Константина Степановича Мельникова (1890-1974), раздражавший, по его собственным словам, коллег-современников «одинокой непоколебимостью сберечь себя в себе» [7, с. 75]. В этом самоопределении уже заложен узнаваемый образ особого пространства, где царит «я», нашедший воплощение в его цилиндрическом доме, ставшем своеобразным идентификационным знакомом российской архитектурной самобытности. Исследователь творчества мастера А.В. Иконников говорит: «Мельников был слишком индивидуален, чтобы сплотить вокруг себя единомышленников, как сплачивались они дисциплинированностью мудрых братьев Весниных, острым интеллектом М. Гинзбурга, подавляющей эрудицией И. Жолтовского» [7, с. 8]. Однако по прошествии лет именно его постройки, он сам как личность оказываются наиболее востребованными в «лесу русской специфики».

Летом 2014 года в Центральном доме архитектора (Москва) состоялся круглый стол «Национальная идентичность архитектуры сегодня», посвященный подведению итогов международного конкурса «Русский характер» (с российскими участниками в конкурсе соревновались представители Словении, Финляндии, Швейцарии, что делает очевидной повсеместную злободневность вопроса идентичности). Один из участников обсуждения – директор МАРШ Н. Токарев обозначил Мельникова как символ «русскости» за рубежом. При этом он заметил, что разговор о русской идентичности «сильно отдает XIX столетием», тема круглого стола – проявление кризиса самоидентификации в современной отечественной архитектуре, а особая значимость

Мельникова определяется тем, что мыслил он в общемировых категориях, не задумываясь о русской идентичности [8].

Подобный взгляд – очевидное утверждение глобальной идентичности, определяющей «универсальное» мышление нового человека мира. Можно согласиться, что истоки вопроса уходят в век XIX – время разрушения классического представления о человеческом теле как территории, где царит «я», силой социальных и идеологических контекстов (соблюдение правил, ежедневная работа над внешностью, сложные ритуалы взаимодействия между людьми, границы возможного в игре с общепринятым стилем, взглядами, поведением [4, с. 6]). Что же касается того в каких категориях мыслил Мельников, то на этот вопрос мастер вполне определенно отвечает сам в автобиографической работе «Архитектура моей жизни» (1967): «Весь архитектурный труд автора, который до последнего дня уклонялся от знакомства с профессиональной литературой и тем более с ее журнальным показом современных форм, является персональным пересказом современности с национальным оттенком русской натуры художника» [7, с. 69].

Истоки идентичности Мельников обнаруживает в самом начале обретения своего «я» как особого пространства: «Местом моего рождения была Соломенная сторожка, в честь которой назывались и станция паровичка и остановка трамвайной линии. Ее самой, созданной из глины и соломы, теперь уже нет, но ее ароматное имя чуть ли не до сего дня еще носится в воздухе Петровско-Разумовского. Что-то ей родное стояло на всех путях моих дерзаний, их жгла печать ее архитектуры» [7, с. 58]. Образ родового гнезда (гнездо человека, мир человека незавершимы и воображение помогает нам продолжить созидание [9, с. 100]) – возможный ключ к «прочтению» архитектурных форм мастера, пониманию его «одинокой непоколебимости».

В одной из своих работ автор данного исследования, доказывая важность практического опыта раннего «присвоения» пространства, соотносил воспоминания Мельникова о своих первых детских экспериментах (событиях 1897 года – времени, когда ему было семь лет) с различными материалами, пространственными эффектами («строительство» водяной мельницы, снежной горы для катаний) с последующими новаторскими формами зрелого мастера [10, с. 47]. Сравнение позволило предположить, что раннее самоопределение на стыке природы и народной культуры стало базой установления особого стиля, который сам Мельников, отрицая «архитектурное непостоянство в побрякушках из современных доктрин и формул» [7, с. 68], называл архитектурой первородного стиля [7, с. 67]. В его случае в роли «начальной» архитектурной школы (места процесса обретения идентичности) выступила подмосковная деревня Лихоборы и ее окрестности.

Пространственную обусловленность дома архитектора в Кривоарбатском переулке обнаруживает и исследователь творчества мастера Е. Егорычев [11]. По крупицам восстанавливая историю создания легендарной постройки (строительство шло два года – с 1927 по 1929 год), он по сути выстраивает систему идентификационных пространственных знаков, определяющих сам образ жизни Константина Степановича (если я действительно архитектор, то меня должны видеть тем, кто я есть, – я должен построить дом [7, с. 82]).

Еще будучи студентом Мельников искал в Москве подходящий под нужды его семьи старый дом; так сохранились выполненные в 1916-1917 годах эскизы перестройки одного каменного строения (как стало известно позже, это были жилые палаты XVII века). С 1919 года архитектор приступает к проектному поиску оригинального решения. Егорычев связывает эту перемену устремлений с определенными обстоятельствами – начиная с этого года Мельников с женой и детьми живет в двух комнатах коммунальной квартиры, одна из которых – четверть круга в плане – пятью окнами выходила на угол Петровки и Страстного бульвара (похоже именно в этой необычной комнате, где располагалось и рабочее место молодого архитектора, появилась идея «круглого дома» [11, с. 12]). Не менее интересным представляется эпизод, связанный с возведением стен дома в Кривоарбатском переулке, в частности появлением незапланированного окна в гостиной, предполагаемой как вторая мастерская. При строительстве стены этой гостиной оставили проем, чтобы выкидывать через него строительный мусор со второго этажа. Однажды Мельников увидел как сквозь эту дыру, открывающую вид на старую

церковь в соседнем дворе (церковь Николы в Плотниках конца XVIII века, снесена в 1932 году), прямо в центр комнаты падает сноп света заходящего солнца. Пораженный этим эффектом архитектор решает оставить изначально незапланированное окно-проем, придав ему особую форму [11, с. 30].

Приведенные примеры убедительно доказывают, что понимание особенности этого мастера невозможно вне рассмотрения его принадлежности к некой материально-духовной общности, учета работы в его постройках принципа «здесь и теперь». В его случае можно говорить о культурной значимости, во многом определяемой московской идентичностью, пространственным выражением которой, по словам Г.И. Ревзина, является соответствие архитектурных форм «интригам» переулков, дворам сложной конфигурации, разрывам в застройке – всему, что называется старой Москвой и что принято любить [6, с. 218].

Очевидно, что такая обусловленность творческого сознания окружением, а точнее – полное погружение «я» в «здесь» позволяет вспомнить о важном вопросе осмысления и учета в разнообразных архитектурных практиках регионального компонента, выражающего концепцию архитектуры, вписанной в среду на основе изучения местных традиций. Участие в научно-практических конференциях региональных школ архитектуры и дизайна, затрагивающих этот вопрос, действующих практиков, педагогов-архитекторов, специалистов гуманитарных областей знания России и стран ближнего зарубежья – само по себе проявление профессиональной идентичности, во многом определяющей архитектурный архитектурный процесс в регионах. Так Г.Н. Айдарова (КГАСУ), описывая модель архитектурной культуры региона по аналогии с принципами развития живой природы, говорит о характеризующих архитектурно-строительную деятельность процессах отбора, наследственности и изменчивости (отбор – проверка на соответствие образцов чужой или собственной культуры базовым ценностям, защита от культурного удара; наследственность – фиксированная память прошлого опыта, определяемая наряду с материальными факторами психологическими установками, национальными способами мышления, сознания, мироощущения [12, с. 51]). А.К. Рогожников (УралГАХА), опираясь на исследования по психологическим аспектам восприятия, настаивает на расширении смыслового поля теории композиции (специфика региональной архитектурной композиции выражает сущность местной культуры [13, с. 55]). И.П. Кириенко (СГУТКД), рассуждая о восприимчивости творческой единицы к региональной среде, утверждает важность образно-метафорического насыщения работы (навигатором региональной когнитивной деятельности выступают проявления метафоры: параллелизм, сравнение, уподобление [14, с. 65]). По сути обозначаемые ими принципы (развитие в рамках действия факторов отбора, наслественности, изменчивости; образно-метафорическое своеобразие, определяемое региональной спецификой) применимы к описанию постоянно подвергающихся на прочность идентификационных свойств, определяющих всякую культурную (включая профессиональную) принадлежность.

Важным средством выражения и закрепления этих свойств на практике являются тематические архитектурные конкурсы. Так ставший традиционным Всероссийский конкурс инновационных проектов «Архитектурный образ России», своими номинациями фиксируя общность профессиональных интересов, определяет типологию объектов, выражающую работу живых «механизмов» отбора и наследственности: студентческий кампус, многоквартирный дом для молодой семьи, центр досуга для малого населенного пункта.

Особого упоминания в рамках исследуемой темы заслуживает один из победителей международного конкурса на проект минимального жилого модуля, организованный журналом «Проект Балтия» и хостелом Yarky Hostel & Space (Санкт-Петербург, 2014). Проект «Колыбель», предложеный на конкурс петербургской студией «Лес», и выбранный к реализации устроителями конкурса – образец действенности методов ассоциативного и метафорического освоения элементарного жилого пространства. Минималистичный фанерный короб с каркасом из дерева, с полукруглым дном и светопрозрачной кровлей в предельной простоте остроумной формы (спальня-колыбель) продуцирует многообразные образы «узнавания» (он и колыбель ветра и ловушка снов и дом под звездным небом и гнездо-берлога). Новаторский подход в формировании жилого пространства через его телесное «проживание» (по словам члена жюри В. Фролова, среди

120 работ, представленных на конкурс российскими и зарубежными участниками, по-настоящему экспериментальных предложений, не копирующих стратегий современного искусства и дизайна, а остающихся в сфере архитектуры, было удивительно мало [15, с. 98]) в сочетании с обращением к узнаваемым народным прототипам – выражение особой идентичности, привычно обозначаемой как «русская», но вмещающей больше чем понимание только национальной составляющей. Эта идентичность – выражение сложной многонациональной целостности, достигаемой через диалог, вживание в ситуацию; через действие художественного воображения, стремление преодолевать стереотипы повседневного восприятия.

Очевидно, что понимание важности подобных сочетаний, определяющих характерную самобытность, равно как и накопление определенных навыков, умений, знаний самого разного толка, определяющих профессиональную идентичность, должно начинаться в самом начале профессионального становления. Одной из характерных особенностей российской архитектуры последних десятилетий стало появление целой сети детских архитектурных студий и школ. Процесс утверждения глобальной идентичности требует от них решения расширенных задач и целей, в частности – воспитания гармонично развитой личности, осознающей свою культурную, гражданскую, территориальную идентичность (нельзя выстроить систему знания, не выстроив личность, и наоборот).

Базой работы по решению этих задач и целей может стать весьма простая установка, которую обозреватель профессионального архитектурного издания «Проект Балтия» А. Левчук определяет как «новое чувство идентичности». В рамках глобализационных процессов (нарастающей виртуализации, девальвации значимых артефактов и постоянного изменения ландшафта под напором урбанизации) его основой может стать простое ощущение окружающей среды, а также переживание времени, связанное с длительностью светового дня, сменой сезонов [3, с. 66].

Признание правильности подобной установки (ее легитимность определяется ранним опытом прямого «освоения» пространства Константином Мельниковым) наделяет особой значимостью учебные практики, проводимые вне стен школы: летние пленэры, экскурсии, познавательные игры в жанре «квест», создание средовых объектов, участие в городских акциях. Возможность успешного развития у своих учеников способностей восприятия реального пространства на должном эмоционально-образном уровне, первичных профессиональных навыков его освоения и преобразования, равно как и «конструирования» идентичности в режиме «здесь и теперь» демонстрирует в своей работе казанская детская архитектурно-дизайнерская школа «ДАШКА» при КГАСУ.

Особую эффективность в реальных пространствах (как урбанизированных, так и первозданных) показывают игровые и созидательные практики, направленные как на формирование навыков креативного пространственного освоения, так и навыков совместной работы. В рамках нашей темы (осознания учеником своей принадлежности к коллективу, специфической архитектурной деятельности, родному краю, его истории) заслуживают упоминания: летние лагеря-пленэры в Свияжске (1999), в Булгарах (2005), в окрестностях Семиозерского монастыря (Высокогорский район РТ, 2011, 2014, 2015); познавательные квест-игры с элементами ориентирования на местности «Сокровища булгарского ханства» (Булгары, 2005), «Лабиринтами Велимира» (Казань, 2011); участие в исследовательском проекте «Лен и тлен» Центра современной культуры «Смена», связанном с творческим осмыслением и освоением территории Алафузовских мануфактур (Казань, 2014); строительные акции по возведению средовых объектов – «Поцелуй на морозе» (строительство снежного лабиринта и временного павильона на улице Калинина, связанной с детскими и юношескими годами поэта В. Хлебникова, Казань, 2011), «Башня-беседка», «Скамья уединенная» (возведение арт-объектов для городского праздника «КНИГАФЕСТ», Казань, 2014). Подобная деятельность школы, получившая высокую оценку со стороны профессионального сообщества (дипломы фестиваля «Зодчество») – свидетельство возможности решения расширенных задач по формированию у будущего архитектора особого мировоззрения творца и осознания своей культурной идентичности.

Особого упоминания в рамках рассматриваемой темы заслуживает школьная акция «Архитектура для птиц», связанная со строительством и установкой школьниками

скворечников в одном из казанских парков (2013). Обращение к предельно простой форме форме птичьего «дома» (дома-гнезда), воплощающей связь «человек – природная среда», потребовало от педагогов-координаторов (Д.Р. Галиакберова, А.Н. Москалев, С.В. Новиков) особой организации учебного процесса по принципу формирующего эксперимента. Все этапы акции – постановка проектных задач, знакомство с местом, поиск образного прототипа, композиционно выразительной формы, ее корректировка с учетом сохранения определенных параметров внутреннего пространства, утверждение графической и объемной моделей, знакомство и работа с профессиональными столярными инструментами, установка «гнезд» в парке – были направлены на подчинение индивидуальных поисков-«открытий» коллективным интересам и возможностям, что способствовало осознанию каждым из учеников как действенности принципа «здесь и теперь», так и своей своей принадлежности к группе (возможно, для подростка именно групповая принадлежность может стать надежной базой культурной идентичности), традициям, характерным для определенного места.

Именно подобное представление собственной творческой значимости, определяемое через принадлежность «я» к конкретной общности лиц, объединенных творческим актом, и есть та культурная идентичность, о необходимости сохранения которой говорят представители самых разных областей знания и творчества. Полноценность этого диалога невозможна без участия архитектора, определяющего своей работой саму возможность и характер этого диалога в реальном пространстве. Важность сохранения культурной идентичности, определяемой в случае российского общества сложным территориальным, национально-этническим и историческим разнообразием, обозначается вектором устремлений наших дней – желаемой интеграцией в общемировое сообщество. Лишенное идентификационной базы поле сознания регрессивно (процесс этот неизбежно заканчивается равнодушием к диалогу, к «другим» [13. с. 56]).

Один из лидеров русского конструктивизма А.М. Родченко (еще один символ «русскости» за рубежом) в 1925 году, находясь в Париже, писал в Москву: «За границей наших мастеров не признают, за исключеним своих или тех, всегда там живущих. Все хорошее они сдерут, и они омолодятся. Мы не организуем никакого быта, если наши взаимоотношения будут похожи на взаимоотношения богемы Запада. Вот в чем зло. Первое – это наш быт. Второе – подбирать и держаться твердо вместе и верить друг в друга» [16, с. 86]. Что это как не осознанное признание важности сохранения базовой идентичности? Характерными чертами этого свойства на протяжении многих лет для наших архитекторов были и, очевидно, должны остаться: новаторский подход, обусловленность проектного решения обязательной творческой концепцией (изначальным представлением о русском художнике как существе по преимуществу творческом, а не коммерческом [6, с. 254]), особый уровень образного насыщения форм (автопортретность через метафоричность, прямую и аналоговую связь с окружением), учет существующих традиций (стилевых, поведенческих, профессиональных, региональных) даже в их преодолении, осмысление объектов творчества прежде всего как пространственных, выражающих в своем строении работу принципа «здесь и теперь».

Список библиографических ссылок

1. Софронова Л.А. О проблемах идентичности // Культура сквозь призму идентичности. – М.: Индрик, 2006. – С. 8-24.
2. Голынко-Вольфсон Д. Секрет северной идентичности? // Проект Балтия, 04/2011-01/2012. – С. 30-33.
3. Левчук А. Идентичность через подвиг // Проект Балтия, 04/2011-01/2012. – С. 66-68.
4. История тела: Т. 2: От Великой французской революции до Первой мировой войны / Пер. с фр. – М.: Новое литературное обозрение, 2014. – 384 с.
5. Бергстрем М. Новые районы Хельсинки: обретение формы // Проект Балтия, 2014, № 3. – С. 90-92.
6. Ревзин Г.И. На пути в Боливию. – М.: Проект Классика; ОГИ, 2006. – 576 с.
7. Константин Степанович Мельников: Архитектура моей жизни. Творческая концепция. Творческая практика. – М.: Искусство, 1985. – 311 с.

8. Русская идентичность в архитектуре: что же все таки это такое и есть ли она вообще? // Архсовет Москвы. 2014. 26 июня. URL: http://m.archsovet.msk.ru/article/sobytiya/russkaya-identichnost (дата обращения: 3.10.2015).
9. Башляр Г. Избранное: Поэтика пространства / Пер. с фр. – М.: РОССПЭН, 2004. – 376 с.
10. Рябов Н.Ф. Реальные пространственные впечатления в становлении будущего архитектора // Известия КГАСУ, 2015, № 1 (31). – С. 47-55.
11. Егорычев Е. Дом Мельниковых: Константина и Виктора. – М.: «Москва, которой нет», 2013. – 64 с.
12. Айдарова Г.Н. Архитектурная культура региона как сверхсистема // Развитие региональных архитектурно-художественных школ в контексте историко-культурных традиций. Материалы научной конференции. Том 1. – Казань: КГАСУ, 2005. – С. 49-53.
13. Рогожников А.К. Культурная составляющая архитектурной композиции // Сб. научно-методических трудов, № 2, «Архитектурно-художественная композиция». – Екатеринбург: Архитектон, 2007. – С. 54-57.
14. Кириенко И.П. Региональные особенности преемственного начального художественно-проетного образования // СТУПЕНИ-2010: материалы 1-й Всероссийской научно-практической конференции «Перспективы преемственности и взаимосвязи довузовского, вузовского и послевузовского художественно-проектного образования в условиях информационного общества». – Наб. Челны: НИСПТР, 2011. – С. 64-67.
15. Кролл К. Яркость и минимальность // Проект Балтия, 2014, № 3. – С. 98-104.
16. Родченко А.В. В Париже. Из писем домой. – М.: Ад Маргинем Пресс, 2014. – 136 с.

Ryabov N.F. – senior lecturer
E-mail: ryabov.kazan@gmail.com
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Architectural aspect of cultural identity problem

Resume

Internal human life is connected with many cultural codes. Architectural are the most significant of them. Modern researchers of architectural space speak about an ego identity as one of the components of a place identity.

Identification properties of the person are being changed in time as well as places. It defines the importance of event and figurative fullness of life in city space, legitimacy of any architectural phenomenon. The consciousness deprived of this identification base is regressive, the imagination is fruitless. Many problems of actual architectural process are connected with crisis of self-identification of the architect as inhabitant of a certain place (the city, the country) – the statement of global identity.

Conditionality of creative consciousness an environment staticizes questions of judgment and the account in various architectural practicians of a regional component; it defines sources of identity of the significant cultural character – the architect – the citizen K.S. Melnikov. He defined the architectural work as «personal retelling of the present with a national shade of the Russian nature of the artist». Its practical experience of early «assignment» of space (finding myself in search of the native place) defines possibility of formation of identification properties at a training stage at children's architectural school. It is achievable through dialogue (work in group), through getting used to situation (work in real space), action of art imagination (the work directed on transformation of an environment), aspiration to overcome stereotypes of daily perception (the work directed on transformation). Possibility of «designing» of identity during form art experiment in the mode «here and now» is shown in the work by children's architectural and design school «DAShKA» at KGASU. Special efficiency is shown by game and creative practicians: summer camp open-airs, informative a quest game with elements of explaining the ground, an action of construction of temporary and stationary environmental objects.

Keywords: identity, architectural space, K.S. Melnikov, studio «Les» (St. Petersburg), children's architectural and design school «DAShKA» at KSUAE.

Reference list

1. Sofronova L.A. About identity problems // Culture through an identity prism. – M.: Indrik, 2006. – P. 8-24.
2. Golynko-Volfson D. Secrets of the nordic identity? // Project Baltia, 04/2011-01/2012. – P. 30-33.
3. Levchuk A. Identity through heroism // Project Baltia , 04/2011-01/2012. – P. 66-68.
4. Body history: T. 2: From Great French revolution before World War I. / Lane with fr. – M.: Novoe literaturnoe obozrenie, 2014. – 384 p.
5. Bergstrem M. Helsinki's new districts: taking shape // Project Baltia , 2014, № 3. – P. 90-92.
6. Revzin G.I. On the way to Bolivia. – M.: Project Klassika; OGI, 2006. – 576 p.
7. Konstantin Stepanovich Melnikov: Architecture of my life. Creative concept. Creative practice. – M.: Iskusstvo, 1985. – 311 p.
8. The Russian identity in architecture: what after all this such and whether is it in general? // Arkhsovet Moskva. 2014. June 26. URL: http://m.archsovet.msk.ru/article/sobytiya/russkaya-identichnost (reference date: 3.10.2015).
9. Bashlyar G. Favourites: Poetics of spase / Lane with fr. – M.: ROSSPEN, 2004. – 376 p.
10. Ryabov N.F. Real spatial impressions in formation of future architect // Izvestija KGASU, 2015, № 1. – P. 47-55.
11. Egorychev E. Dom Melnikovykh: Konstantin and Victor. – M.: «Moskva, kotoroi net», 2013. – 64 p.
12. Aydarova G.N. Architectural culture of the region as supersystem // Development of regional architectural and art schools in a context of historical and cultural traditions. Materials of scientific conference. Volume 1. – Kazan: KSUAE, 2005. – P. 49-53.
13. Rogozhnikov A.K. Cultural component of architectural composition // Sb. scientific and methodical works, № 2, «Architectural and art composition». – Ekaterinburg: Arkhitekton, 2007. – P. 54-57.
14. Kirienko I.P. Regional features of successive primary art and design education // STUPENI-2010: materials of the 1st All-Russian scientific and practical conference «Prospects of Continuity and Interrelation of Pre-university, High School and Postgraduate Art and Design Education in the conditions of Information Society». – Nab. Chelny: NISPTR, 2011. – P. 64-67.
15. Kroll K. Striking and minimal // Project Baltia, 2014, № 3. – P. 98-104.
16. Rodchenko A.V. In Paris. From letters home. – M.: Ad Marginem Press, 2014. – 136 p.

УДК 728.1
Гафурова С.В. – аспирант
E-mail: svetlanagaff@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Развитие и формирование жилой архитектуры в советских городах с 1917 начала 1930-х годов

Аннотация

В статье рассматриваются состояние жилого фонда и развитие жилищного строительства на начальном этапе становления Советского Союза. Анализируются поиски новых типов жилья, разнообразие объемно планировочных решений и размещение в структуре города. Исследуются новые экспериментальные и индустриальные методы и технологии в проектирование и строительства жилья. Обозначены ключевые задачи ставящиеся государством перед архитекторами и проектировщиками.

Ключевые слова: массовое жилищное строительство, жилищное строительство, дома-коммуны, типовая жилая секция, жилая ячейка.

Введение

Основную часть урбанизированной территории всех современных городов составляет жилая среда, именно от нее зависит не только облик города и его привлекательность, но и комфорт проживания в нем. Поэтому вопрос развития архитектуры жилья является одним из актуальных на сегодняшний день.

В жилищном строительстве России, на данный момент, происходит переход от массового проектирования к более гибкой и индивидуальной архитектуре. Приемы проектирования, применяемые ранее, перестают удовлетворять современные потребности граждан. С развалом Советского Союза единый общепринятый жизненный уклад сменился различными, постоянно меняющимися и развивающимися, образами жизни. В настоящий момент, современное общество можно разделить на множество социальных групп, каждая из которых обладает определенными возможностями по приобретению жилья и имеет собственные пожелания относительно него. Сегодня от жилой архитектуры требуется гибкость планировочных решений и привлекательность для всех социальных групп. По этой причине, насущной проблемой становится развитие разнообразных типов жилой архитектуры и соответственно основным полем экспериментов и исследований современных архитекторов становится жилая среда. Но для продолжения поисков новых методов проектирования, позволяющих обеспечить разнообразными типами жилья все социальные группы современному архитектору необходимо понимание предпосылок возникновения и развития существующего массового городского жилья, изменения, происходящие на протяжении последнего столетия, в его структуре.

В статье рассматриваются советский опыт развития массового жилищного строительства (с 1917 г. по начало 1930-х гг.) Жилая среда за период существования Советского Союза прошла трудный путь от решений социальных проблем и поисков минимальной жилой единицы до современных методов проектирования. Октябрьская революция 1917 года стала переломным моментом в истории России. Социальные и экономические изменения в стране повлекли за собой изменения не только в структуре общества, но и в организации жилого пространства. По этой причине история советской архитектуры начинается с ряда важнейших решений и преобразований, главным образом касающиеся массового жилого строительства. Автором статьи анализируются поиски новых типов жилья, и изучаются первые архитектурно-планировочные эксперименты, происходящие в этот период.

Развитие городского жилья в российских городах в 1917-1930 гг.

Жилищный вопрос в начале XX века становится ключевым в развитие города. После Октябрьской революции перед архитекторами, градостроителями и

проектировщиками встала не простоя задача – разработать совершенно новое в социальном отношении жилье, способное обеспечить всех граждан молодого государства не только квадратными метрами жилой площади, но и улучшить их санитарно-гигиенические показатели. Эти разработки велись, начиная с первых лет существования советской власти, и отражают особенности формирования и развития, как социалистического быта, так и самого общества. Значительное влияние на процесс проектирования нового жилья оказывала стихийная организация и особенности существования бытовых коммун, сложившиеся в первые года после революции.

В течение первого года существования Советского Союза, происходит одно из ключевых событий в развитии градостроительства и архитектуры, отмена частной собственности на землю и крупное недвижимое имущество. 19 февраля 1918 года опубликован Декрет Президиума ВЦИК «О социализации земли», а спустя еще четыре месяца Декрет «Об отмене права частной собственности в городах», в результате которого все земли и жилье, находящиеся до революции в частных руках, перешло в государственную собственность. В ходе национализации только в Москве к марту 1919 года были муниципализированы практически все крупные жилые дома, около 4043 домовладений из 27 тыс. [1]. Большие и богатые квартиры в бывших доходных домах в рамках программы принудительного «уплотнения» превращались в «коммунальные квартиры», куда переселялись рабочие с окраин и постояльцы ночлежек. За период 1918-1924 годов в Москве переселены были почти 500 тыс., в Ленинграде – 300 тыс. человек [2]. Ликвидация социального расслоения населения и улучшения условий жизни рабочих были ключевыми задачами новой власти, поэтому весь процесс переселения и уплотнения воспринимался как значительное социальное достижение. Благодаря этим действиям теперь в одном доме проживали люди различного социального, финансового и культурного уровня. При этом покомандное заселение квартир семьями начавшееся, тогда как временное мера, впоследствии становится причиной формирования специфического коммунального быта, ставшего на многие десятилетия отличительной чертой Советского Союза.

В годы восстановления народного хозяйства и годы первой пятилетки усилия государства в основном были сосредоточены на развитие промышленности, а вся деятельность в жилищной сфере сводилась к перераспределению существующего жилья, новое практически не возводилось. За период 1918-1928 гг. государством было построено всего 12,7 % жилой площади, в то время как основная часть 88,3 % было построено населением при помощи кредитов [1].Отсутствие домовладельцев с их финансовыми возможностями, не заинтересованность жильцов в поддержании и сохранении потребительских качеств домов, и безучастие государства в обновлении жилой застройки, крайне негативно сказываются на состоянии жилищного фонда и ведут к его стремительному обветшанию. Только в Москве за это время пришло в негодность или были полностью разрушены 7 тыс. зданий [1].

Начиная с 1919 году, государство берет курс на преобразование быта, путем развития сети общественного обслуживания, позволяющего раскрепостить женщину и освободить ее от домашнего хозяйства. На повестку встает вопрос проектирование совершенно нового типа жилья, поскольку существующее ранее признается более не приемлемым. Уже на первых этапах четко сформирована общая идея проектирования, предполагается вынос ряда функций за пределы жилой единицы и обобщение основных бытовых процессов.

Одной из первых градостроительных концепций получившей широкое распространение, стала теория города-сада Э. Говарда, популярная в России еще до революции при строительстве жилых и дачных поселков. Концепция города-сада в Советском Союзе рассматривалась как система расселения, включающая в себя крупные города-сады и пригородные-сады, и поселки-сады и т.д. Советские проектировщики связывали с этой концепцией надежды на разрешение ряда социологических проблем, а так же видели в ней возможность создать здоровое в санитарно-гигиеническом отношении поселение. По этой причине основные планировочные принципы этой концепции применялись при проектировании не только небольших рабочих поселков, но и при разработке генерального плана таких крупных городов как Москва и Ленинград, Ереван и другие [3].

Особое внимание в 1919-1920 годах уделяется строительству в пригородах крупных городов новых жилых посёлков для работников предприятий. При этом строительство некоторых из рабочих поселков ведется с учетом основных положений концепции города-сада, и предусматривало создание озеленённых и благоустроенных комплексных поселений. Одним из обязательных требований к проекту было наличие общественного центра поселка, соответствующего социалистическому быту. Жилищное строительство и проектирование первых послереволюционных лет велось с учетом максимальной экономии. Поэтому застройка поселков осуществляется в основном одно-двухэтажными двухквартирными домами, являющимися наиболее экономически доступными на тот момент. Показательное строительство комплексного малоэтажного жилья было осуществлено архитекторами Н.В. Марковниковым (1923 г.) при проектировании поселка кооперативных домов «Сокол» (рис. 1а) и И.В. Жолтовским – поселок завода АМО (рис. 1б). Однако подобное строительство велось не долго, постепенно возрастающий объем жилищного строительства начинает требовать более крупных городских участков для освоения. В этих условиях малоэтажное строительство становится не выгодно, и с 1924-1925 гг. активное развитие и внедрение в жилищное строительство получают, целесообразные с экономической точки зрения, 4-5 этажных жилых комплексы.

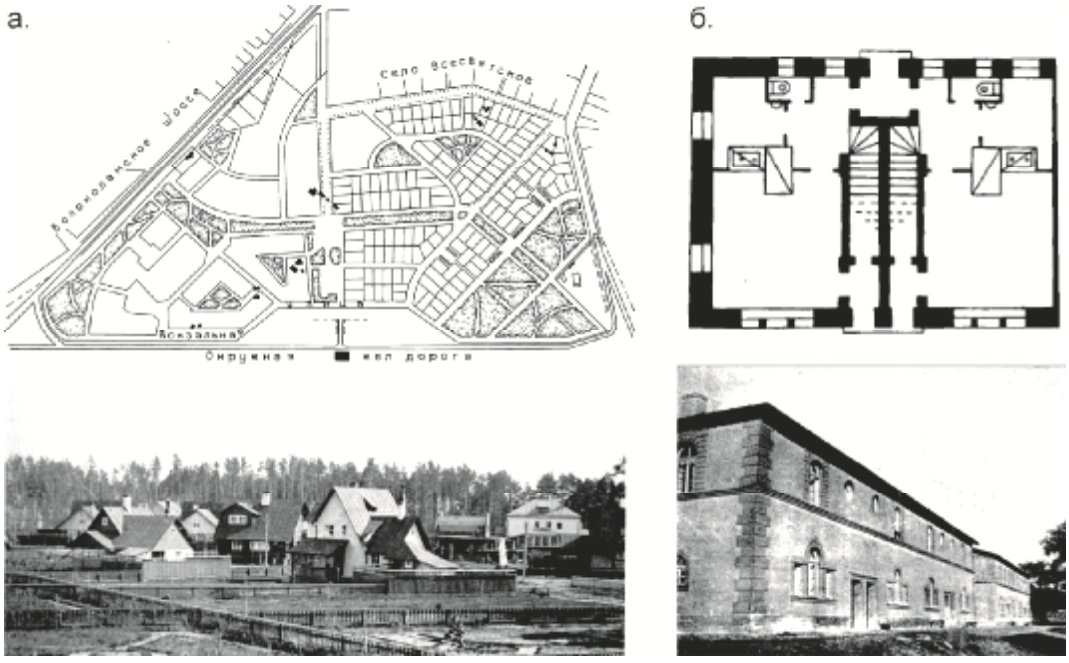


Рис. 1. а) Жилой поселок «Сокол» (арх. Н.В. Марковников, 1923 г.),
проект генерального плана, общий вид на жилые дома;
б) Жилой поселок завода АМО (арх. И.В. Жолтовский), план жилой секции, жилой корпус [4, 5]

В середине 20-х годов с новой силой разгораются дискуссии на тему жилья для рабочего. Большинство специалистов при этом отстаивают необходимость строительства нового типа жилья – дома-коммуны – предполагающего создание единого коллективного быта в его пределах, что поспособствует в последствие переустройству всего общества в целом. Воплощение идеи нового социалистического быта предполагает замену семьи коллективом жильцов, а личное пространство – набором жилых ячеек. Определяющими характеристиками дома-коммуны становиться требование к «строжайшей регламентации и подчинению правилам внутреннего распорядка», а так же вынос за пределы жилой единицы функции питания, воспитания детей и стирки. Начиная с 1922 и до 1927 года, Моссоветом и Московским архитектурным обществом проводятся многочисленные архитектурные конкурсы, целью которых является поиск объемно-планировочных решений нового жилья для рабочих. Именно конкурсное и экспериментальное проектирование сыграли существенную роль в процессе развития и формирования домов-коммун.

В целом идея создания единого социалистического быта и строительство домов-коммун была воспринята с большим воодушевлением, что подтверждает и количество конкурсов проведенных за этот промежуток времени и количество работ принявших в них участие. Однако первые проекты и эскизы во многом еще не совершенны и не всегда учитывают готовность будущих жильцов к новому быту. Самыми активными пропагандистами «нового быта» становятся комсомольцы и студенты. При условии отсутствия семьи и имущества этим группам населениям жить в коммуне было куда проще, нежели семейным людям. Представители же старшего поколения относились к бытовым экспериментам насторожено, считая их крайне не продуманными и опасными. Одним из наиболее известных проектов этого период, с наиболее полным применением социальных идей, становиться дом-коммуна Текстильного Института, выполненный И.С. Николаевым в 1928-1931 гг. Функциональное решение здания полностью основывалось на строгом и обязательном распорядке дня, едином для всех студентов, что полностью соответствует высказыванию Ле Корбюзье «дом – машина для жизни» [6].

В конце 1928 года в соответствии с постановление Стройкома РСФСР начинается экспериментальное опытно-показательное строительство коммунальных домов переходного типа. Стандартные типы ячеек – планировочное решение жилых помещений были разработаны «Секцией типизации» возглавляемой М.Я. Гинзбургом. Основной идей проекта было сохранение основных особенностей семейного уклада, позволяющие сделать переход к коммунальному быту менее болезненным. Поэтому в отличие от предыдущих лет, в каждой жилой ячейки предполагалось сохранение таких помещение как кухня и кабинет. При этом для создания коллективной инфраструктуры проектируются общие пространства как для приготовления пищи (коллективная кухня, общественная столовая) так и для проведения досуга (клуб, библиотека, гимнастический зал). Основным модулем проектирования становиться жилая единица типа «F». Именно по такому принципу были построены наиболее известные дома переходного типа: дом сотрудников Норконфина (М.Я. Гинзбург, И.Ф. Милинис, С.Л. Прохоров) и дом-коммуна на Гоголевском бульваре (М.О. Барщ, В.Н. Владимиров, И.Ф. Милинс и др.) (рис. 2 а, б). В этих домах, как и в ряде других домов переходного типа, нашли отражения не только новые планировочные решения, но и были использованы новые материалы и методы строительства.

Однако концу 1920-х годов становится ясно, что дома-коммуны, как и малоэтажное строительство не могут рассматриваться как основной тип массового жилищного строительства [8]. Бытовой комфорт в таком жилье можно было обеспечить лишь при заселении жильцов в соответствии с семейным положением, при нормальном функционировании общественных учреждений, т.е. при соблюдении предусмотренного проектом режима эксплуатации. Но зачастую из-за острого недостатка жилья в жилые ячейки, предусмотренные на одного человека, заселялась целая семья, что вызывало дискомфорт у жильцов и не позволяло по достоинству оценить новое жилье. Помимо этого строительство домов-коммун с экономической точки зрения так же не оправдывает себя. В результате чего в мае 1930 года эксперимент по созданию нового быта официально признается неудачным. ЦК ВКП принимает постановление «О работе по перестройке быта», при этом жесткой критики подвергаются сторонники идеи, а их попытки «названы крайне не обоснованными, полуфантастическими, а потому чрезвычайно вредными». Тем самым партия полностью отказывается от идеи переустройства быта методами строительства домов-коммун, строительство этой модели жилья прекращается, а архитекторы возвращаются к проектированию более традиционного жилья.

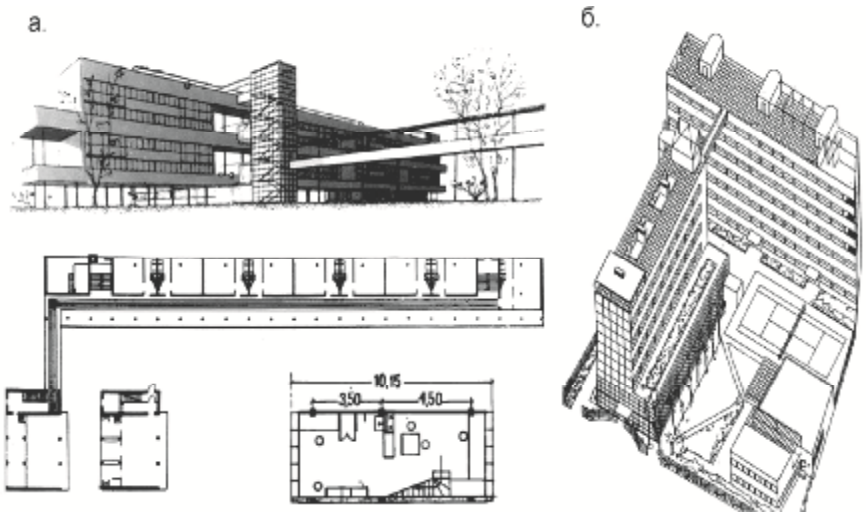


Рис. 2. а.) Дом-коммуна сотрудников Наркомфина на Новинском бульваре (арх. М.Я. Гинзбург и И.Ф. Милинис, С.Л. Прохоров), общий план здания, план жилой единицы; б.) Дом-коммуны на Гоголевском бульваре (арх. М.О. Барщ, В.Н. Владимиров и др.) [4, 7]

Не достаточное количество жилья требовало значительного увеличения количества строительства, и власти видели решение данного вопроса в применение повторяющихся типовых секций [2]. Значительную роль в этом сыграло изучение зарубежного опыта проектирования, в особенности опыт Германии, где с начала 20-х годов на смену поселков-садов пришли секционные дома. Начинается активная работа по поиску и развитие экономичных и рациональных планировок квартир. Секционные дома проектировались и строились, начиная с первых лет после революции, но до середины 20-х годов они не рассматривались как массовый тип городского жилья. Основные изменения в развитии типовых секций нагляднее всего можно увидеть в жилищном строительстве Москвы тех лет. Первые типовые секции для Москвы (рис. 3а), разработанные в 1925-1926 годах, проектировались с учетом строжайшей экономии, в них отсутствовали сквозное проветривание и ванные комнаты, а площади подсобных помещений были минимальны. Секции состояли из четырех двухкомнатных квартир и предусматривали посемейное заселение. Однако появившееся позднее требование об обязательном сквозном проветривании квартир внесло свои коррективы в планировку секций. В результате чего на смену четырехквартирной секции приходит секция с двумя трехкомнатными квартирами, которые в условиях жилищного кризиса заселяются покомнатно (рис. 3б). Отныне коммунальный быт, считающийся вынужденной мерой, при уплотнении национализированного жилья, приобретает массовый характер, а коммунальные квартиры становятся нормой для нового строительства. Но, не смотря на это попытки разработать экономичную типовую секцию с посемейным заселением продолжаются. Большую роль в разработке экономичных жилых секций сыграла «Секция типизации». Позднее они были применены при строительстве экспериментальных домов в Москве, Свердловске и Саратове.

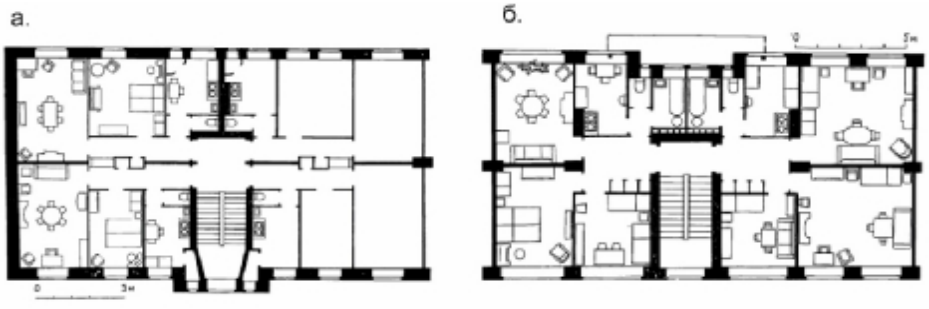


Рис. 3. а) Жилая секция Моссовета, 1925-1926 гг.; б) Жилая секция Моссовета, 1927-1928 гг. [4]

На основе первых жилых секций, утверждённых Моссоветом в Москве и Ленинграде, были построенные крупные жилые массивы. В Москве: жилой квартал Усачевка (А.И. Мешков и др.), застройка 1-ой Дубровской улицы (М.И. Мотылев и др.), жилой квартал Дангауэровка (Г.Б. Бархин и др.) (рис. 4а, б, в). Не смотря на то, что пространственная композиция у всех проектов разная, основные принципы застройки были схожи. Каждый жилой квартал строился с обязательным наличием школы, яслей или детского сада, с прачечными и другими объектами коммунального обслуживания. Застройка в основном осуществлялась частично или полностью неоштукатуренными четырехэтажными домами, формирующихся вокруг благоустроенных дворов. В Ленинграде в это время идет строительство Тракторной улицы (А.И. Никольский, А.И. Гегелло, Г.А. Симонов), осуществляется застройка Палевского жилого массива (А.И. Зазерский и Н.Ф. Рыбин). Архитектурный облик жилых домов в этих комплексах схож с перечисленными выше жилыми массивами. Помимо Москвы и Ленинграда, строительство жилых комплексов осуществлялось в городах Урала и Сибири – Свердловске, Нижнем Тагиле, Магнитогорске, Челябинске, Кемерово и др.

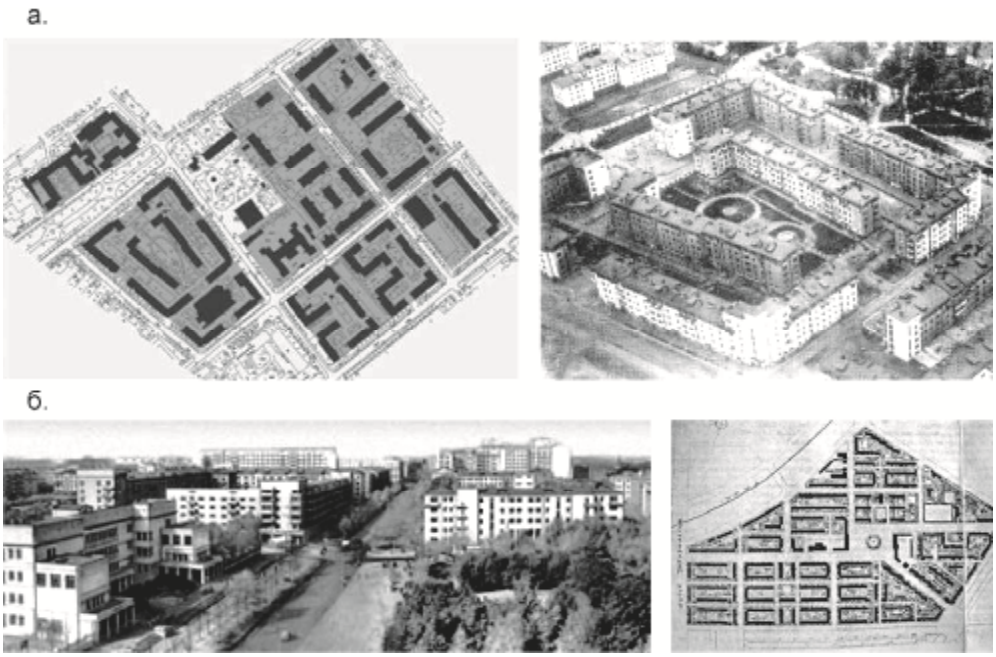


Рис. 4. а) Жилой комплекс Усачевка (арх. А.И. Мешков и др., 1925-1928 гг.)
проект генплана, вид на жилую группу;
б) Жилой комплекс Дангауэровка (арх. Г.Б. Бархин и др., 1928 г.)
общий вид, проект генплана [3, 4, 9]

Заключение

Прогресс в жилищном строительстве, произошедший за рассмотренный период, стал настоящим достижением советской власти. Впервые в России централизованно решалась крупнейшая социальная проблема – обеспечение жильем всех слоев населения. Если жилье в капиталистический период было достаточно изолированным, то жилье, получившее развитие в социалистический период, невозможно рассматривать как отдельное явление и является отражением происходящих изменений в стане.

Жилищное строительство 20-ых годов можно охарактеризовать экспериментальным – появляются индустриальные методы строительства, ведутся поиски новых типов жилья и экономичной жилой единицы. При этом решение жилищного кризиса видится уже не просто в строительстве отдельного здания, а в проектирование целого жилого комплекса оснащённого необходимым набором функций и развитой системой общественного инфраструктуры. На смену дореволюционным казармам, баракам, коечно-каморочным домам и трущобам приходят комфортные благоустроенные жилые массивы. До сих пор жильцы спроектированных и построенных

в этот период жилых кварталов (Усачевка, Дангауэровка и т.д.) дают высокую оценку своему жилью. Советские архитекторы, благодаря созданию уникальных и знаковых объектов массового жилья, внесли огромный вклад в развитие архитектуры жилья. Их опыт проектирования в последующем лег в основу не только российского массового жилья, но и отразился во многих работах европейских архитекторов и проектировщиков.

Список библиографических ссылок

1. Говоренкова Т.М., Жуков А.И., Савин Д.А., Чуев А.В. Как стал бесхозным русский дом. Жилищный вопрос и историческая логика его решения // Socpolitika.ru Информационно-аналитический портал URL: http://www.socpolitika.ru/rus/social_policy_research/document307_print.shtml (дата обращения: 10.07.15).
2. Хан-Магомедов С.О. Хрущёвский утилитаризм: плюсы и минусы // Academia. Архитектура и строительство, 2006, № 4. – С. 65.
3. Хан-Магомедов С.О. Архитектура советского авангарда. Социальные проблемы. – М.: Стройиздат, 2001. – 712 с.
4. Баранов Н.В., Былинкин Н.П., Иконников А.В., Кириллова Л.И., Орлов Г.М., Савицкий Ю.Ю., Рожин И.Е., Яралов Ю.С. Всеобщая история архитектуры. Том 12, Кн.1. Архитектура СССР. – М.: Стройиздат, 1975. – 755 с.
5. Районы-кварталы: Аэропорт-Сокол // Moscowwalks.ru: Электронный портал «Прогулки по Москве», 2012, 29 ноября. URL: http://moscowwalks.ru/2012/11/29/aeroport-sokol (дата обращения: 13.09.15).
6. Овсяникова Е.Б., Милютина Е.Н. Жилой комплекс «Дом Наркомфина». Моисей Гинзбург, Игнатий Милинис, Сергей Прохоров. – Екатеринбург: Tatlin, 2015. – 64 с.
7. Дом-коммуна Наркомфина // Kannelura.info: коллекция архитектурных планов. URL: http://kannelura.info/?p=10827 (дата обращения: 21.09.15).
8. Былинкин Г.В., Калмыкова В.Н., Рябушин А.В., Сергеева Г.В. История советской архитектуры 1917-1954 гг. – М.: Стройиздат, 1985. – 256 с.
9. Жилой комплекс Дангауэровка // Moya-moskva.livejournal.com: живой журнал, 2009, 10 янв. URL: http://moya-moskva.livejournal.com/1419962.html (дата обращения: 21.09.15).

Gafurova S.V. – post-graduate student
E-mail: svetlanagaff@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Development and formation of residential architecture in the Soviet cities of 1917-1930

Resume

The article discusses the condition of the housing stock in the first stage of the Soviet Union and the historical process of development of housing construction from 1917 to the early 1930s. Analyzes the search for new types of housing, the diversity of their space-planning structure, as well as the development of new forms of settlement. Explore new experimental and industrial methods and technologies in design and construction of housing. Identify key challenges which put the state before the architects and designers. We study the economic, social and political, domestic premises and conditions of the living architecture. The Revolution of 1917 was a turning point in the history of Russia, the changes occurred in the country have resulted in changes not only in the structure of society, but also in the organization of living space.

Keywords: massive residential construction, housing, communal housing, a typical residential section, a living cell.

Reference list

1. Govorenkova T.M., Zhukov A.I., Savin D.A., Chuev A.V. How to become a derelict Russian house. Housing and historical logic of its decision // Socpolitika.ru, Informational and analytical portal. URL: http://www.socpolitika.ru/rus/social_policy_research.shtml (reference date: 10.07.15).
2. Khan-Magomedov S.O. The architecture of the Soviet avant-garde. Social problems. – M.: Izd-vo Stroyizdat, 2001. – 712 p.
3. Khan-Magomedov S.O. Khrushchev utilitarianism: the pros and cons // Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo, 2006, № 4 – P. 65.
4. Baranov N.V., Bylinkin N.P., Ikonnikov A.V., Kirillova L.I., Orlov G.M., Savitskiy Yu.Yu., Rozhin I.E., Yaralov Y.S. General history of architecture. Part 12. Book 1. Architecture of the USSR. – M.: Stroyizdat, 1975. – 755 p.
5. Areas-quarters: Airport-Sokol // Moscowwalks.ru: Electronic Portal «Walking in Moscow» 2012. 29 November. URL: http://moscowwalks.ru/2012/11/29/aeroport-sokol (reference date: 13.09.15).
6. Ovsyanikova E.B., Milyutina E.N. Residential complex «Dom Narkomfina» Moisey Ginzburg, Ignatiy Milinis, Sergey Prokhorov. – Ekaterinburg: Tatlin, 2015. – 64 p.
7. House Commune Narkomfin // Kannelura.info: a collection of architectural plans. URL: http://kannelura.info/?p=10827 (reference date: 21.09.15).
8. Bylinkin G.V., Kalmykova V.N., Ryabushin A.V., Sergeeva G.V. The history of Soviet architecture 1917-1954. – M.: Stroyizdat, 1985. – 256 p.
9. Residential Complex Dangauerovka // Moya-moskva.livejournal.com: livejournal, 2009, January 10. URL: http://moya-moskva.livejournal.com/1419962.html (reference date: 21.09.15).

УДК 72.021.1
Закиров Р.С. – кандидат архитектуры, доцент
E-mail: ramil_altan@mail.ru
Воронцова А.В. – студент
E-mail: iovov-mila@yandex.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Формы, виды и факторы развития территорий и пространств со смешанным функциональным использованием

Аннотация

Статья рассматривает принцип смешанного использования городских территорий. Анализируется историческое развитие многофункциональных территорий. Дается определение смешанному использованию территорий. Рассматриваются формы смешанного использования территорий, а также виды современного зонирования данных территорий. Выделяются категории факторов, влияющих на успешность проектов территорий со смешанным развитием. Обсуждается вопрос о применении данного принципа в российской градостроительной практике, а так же при подготовке нового генерального плана г. Казани.

Ключевые слова: смешанное использование территорий, многофункциональные территории, mixed-use, городская среда.

Введение

На протяжении человеческой истории, большинство населенных пунктов представляли собой многофункциональную среду. Люди жили в непосредственной близости к работе. Пешеходное движение было основным способом передвижения. Большинство людей жили в зданиях, которые были одновременно местом работы и домом. Производство товаров и их продажа происходило в жилом доме. Люди жили в непосредственной близости друг к другу, а иногда при очень высоких плотностях, так как пространство, необходимое для повседневной жизни и движения между различными видами деятельности был определен пешеходной доступностью. Увеличение населения привело к росту городов. В связи с этим были сделаны некоторые модификации между личной и профессиональной жизнью.

Долгое время, с появлением идей функционализма, прописанных в Афинской хартии СИАМ, планировочная организация города формировалась из соображений четкого разграничения всех функциональных процессов города в пространстве и времени. Все это отразилось в методике функционального зонирования территорий города. Но практика показала, что процессы, происходящие в городе, намного сложнее и не укладываются в жесткие рамки функционального зонирования. Гутнов А.Э. в книге «Эволюция градостроительства» пишет: «...появляются места приложения труда, связанные с развитием индустрии отдыха и новых видов общественного обслуживания. В этих условиях становится все труднее локализовать систему мест приложения труда в какой-либо определенной зоне города, она охватывает и промышленные территории, и общегородской центр…, и жилые районы города, и даже рекреационные территории» [1]. Изолированность жилья от посещаемых и активно функционирующих мест вызывает упреки со стороны городского населения.

В середине прошлого века, когда города стали задыхаться от автомобилей, а некоторые города стали деиндустриализироваться, пришло понимание, что зонирование территории, в привычном виде, изжило себя. Джейн Джекобс написала об этом в своей книге «Смерть и жизнь великих американских городов» ещё в 1961 [2].

Основой для планировочной структуры города должен быть положен более гибкий принцип, нежели жёсткое функциональное зонирование, так как разграничение элементов планировочной структуры не может реализовываться, базируюсь только на основании того, что один из видов деятельности является преобладающим на данной территории.

Смешанное использование территорий

Смешанное использование территорий в широком смысле – это сочетание комбинаций жилых, торговых, культурных, институциональных или производственных функций, где эти функции физически интегрированы в различных масштабах, в различной интенсивности и в различных комбинациях. Это разнообразие функций позволяет людям жить, работать, отдыхать, делать покупки в одном месте, которое затем становится местом жизнедеятельности для людей из других районов, следовательно, может повысить экономическую жизнеспособность и безопасность места за счет увеличения числа людей на улице и в общественных местах. Как определено в лексиконе Нового урбанизма, смешанное использование территорий и пространств – это наличие нескольких функций в одном районе или, даже в одном здании [3].

В основе концепции многофункциональных территорий и пространств лежит принцип эффективного использования городских территории и инфраструктуры путем обеспечения людей всем необходимым максимально близко к местам проживания. Наличие различных функций в границах кварталов и районов будет способствовать развитию экономики, обслуживания и не будет создавать, например, по вечерам, мертвых офисных зон.

Данный подход позволяет экономить значительные площади и удовлетворить возросший спрос на жильё в центре города и жильё, расположенное вблизи мест приложения труда. Все это влечет за собой снижение транспортной нагрузки благодаря росту пешеходной доступности мест приложения труда и снижению количества поездок на автомобилях личного пользования.

Формы смешанного использования территорий

Проектный центр американских городских ландшафтов (Design Center for American Urban Landscape) выделяет следующие формы смешанного использования территорий и пространств [4]:

1) вертикальное смешанное использование (многофункциональные здания);

2) горизонтальное смешанное использование (многофункциональные блоки зданий);

3) многофункциональные проходимые, проницаемые кварталы (градостроительные комплексы).

Вертикальное смешанное использование территорий (многофункциональные здания): Объединяет различные функции в одном здании. Нижние этажи должны иметь больше общественных функций, на верхних этажах должны преобладать приватные пространства. Например, на первом этаже может быть розничная торговля, места приложения труда, на втором этаже офисные помещения, верхние этажи являются одной из форм жилой функции – квартиры или гостиница. Весь блок или район может состоять из многофункциональных зданий со смешением функций по вертикали.

Горизонтальное смешанное использование территорий (многофункциональные блоки):

объединяет здания с одной функцией на отдельных земельных участках с различными функциями землепользования в единый комплекс. В городских районах этот подход позволяет избежать сложности финансирования, возникающие при вертикальном смешанном использовании.

Многофункциональные проходимые или «проницаемые» кварталы (градостроительные комплексы): кварталы и градостроительные комплексы с бесконечным числом вариантов смешивания. Это место, в котором объединяются вертикальное и горизонтальное смешанное функциональное использование территории, и которую человек может преодолеть в течение от 5 до 10 минут пешком или это эквивалентно 0,4 км.

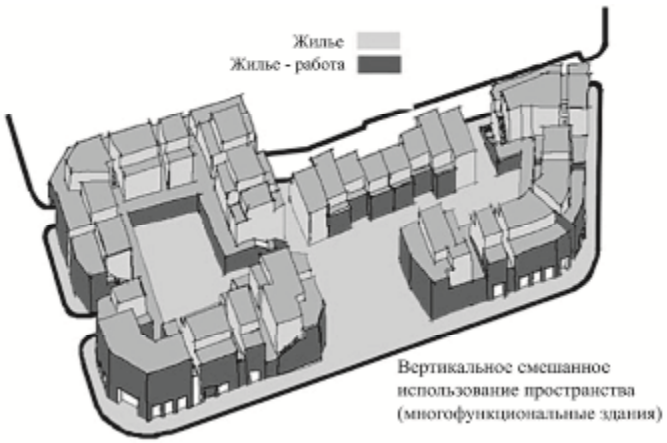


Рис. 1. Типичная схема вертикального смешанного использования пространства [5]

Рис. 2. Типичная схема горизонтальное смешанное использование пространства [5]

Рис. 3. Типичная схема мноргофункционального проходимого или «проницаемого» квартала (градостроительного комплекса) [5]

Виды современного многофункционального зонирования

На основе анализа мирового опыта районов со смешанным использованием территорий, таких как Хафен-Сити в Гамбурге, Greenwich Millennium Village в Лондоне, Остердоксайленд в Амстердаме и Хаммарбю Шёстад в Стокгольме были определены следующие виды современного многофункционального зонирования [5, 6, 7, 8]:

1. Соседства, включающие коммерцию – торговля и услуги включены в жилые единицы. Товары повседневного спроса и услуги востребованные, в первую очередь, внутри жилого образования. Это часто используемые услуги: химчистка, центры охраны детства, парикмахерские, кафе и т.д.

2. Коммерческо-жилые улица – такие образования характерны для центральной части исторических городов. Но могут формироваться и в новых районах. Улица со зданиями от двух до трех этажей, где выше первого этажа располагается жилье, в то время как коммерческие единиц находятся на первом этаже, входы которой расположены со стороны улицы.

3. Городской жилой район с включенными коммерческими функциями – это многоэтажные здания, жилого назначения, с использованием нижних, преимущественно первого этажа под общественные и коммерческие функции. Этот высокоплотный тип городского развития можно использовать для продвижения торговли, ориентированной на пешеходов или коридор с витрин.

4. Офисные здания с небольшой розничной торговлей и различными видами обслуживания, ориентированными на офисных работников.

5. Офисно-жилые здания – это жилые единицы в пределах офисного здания (зданий).

6. Торговый центр с включенными офисами и (или) жильем – это жилые и (или) офисные единицы, включенные в торговый центр (автономно).

7. Жилье, совмещенное с местами приложения труда – жители могут развивать малый бизнес на первых этажах жилых домов, где они проживают.

8. Жилье, совмещенное со студией или легкой промышленностью – жители могут работать в студии или в небольших мастерских в здании, где они живут.

9. Гостиница, совмещенная с жилой функцией и офисами – это смесь гостиничных площадей и жилья высокого класса, с расположенными рядом офисными помещениями.

Факторы успешности развития территорий со смешанным использованием

На основе материалов исследовательского фонда Национальной ассоциации промышленных и офисных помещений Америки были выделены следующие факторы, определяющие успешность развития территорий со смешанным использованием [9]:

- Экономические и рыночные факторы;
- Финансовые факторы;
- Физические факторы;
- Факторы проектирования.

Рассмотрим подробно каждый фактор.

Экономические и рыночные факторы

Экономические факторы являются факторами рынка недвижимости. Каждый вид использования на территории должен привлечь значительный уровень спроса. Это часто звучит как привлечение достаточного или порогового спроса на рынке для каждого вида использования на территории. Виды использования должны быть совместимы и дополнять друг друга. Если это условие будет достигнуто, это увеличивает как инвестиционную ценность, так и рыночную стоимость проекта.

Каждый вид использования способен генерировать доходы от других видов использования. Жильцы района и офисные рабочие могут использовать торговые объекты на территории района. Офисные рабочие и люди, работающие на торговых площадях, живут в этом же районе. В непосредственной близости к офисам необходимо размещать рестораны и отели, чтобы привлечь арендаторов. Отели в свою очередь, будут получать выгоду от посетителей офисных помещений.

Финансовые факторы

Финансовые механизмы и расходы для развития смешанного использования территории по сравнению с проектами с одним видом использования территории равны или имеют эквивалентный размер. Первоначальные затраты на строительство гораздо больше для территорий с многофункциональным использованием. Районы со смешанным использованием территории требуют возможности обслуживать различные рынки собственности, поэтому расходы на землю, как правило, выше. Также, выше затраты на строительство инфраструктуры.

Следующие факторы однозначно влияют на количество затраченных средств, при реализации многофункционального проекта: плотность застройки, эксплуатационные

расходы, затраты на землю под парковки, общие расходы на землю, выполнение условий максимально достижимого размера арендной платы и занятости.

Физические факторы

Физические факторы района касаются земельного участка, на котором расположены жилые, торговые, офисные, производственные помещения и здания.

При этом необходимо:

- соблюдать соответствующий размер и форму зданий в районе, для создания комфортной среды и сдерживать чрезмерное разрастание;
- обеспечить доступ к району и его парковкам;
- обеспечить доступ к общественным видам транспорта;
- создать удобные и привлекательные пешеходные связи;
- обеспечить доступ и взаимосвязь с соседними районами и территориями;
- создать привлекательные улицы и обеспечить навигацию по району (указатели, инфографика);
- создать визуальные ориентиры внутри района и обеспечить привлекательность городских пейзажей;
- создать открытые площади для розничной торговли;
- обеспечить ненавязчивое автомобильное движение;
- обеспечить ливневые стоки.

Факторы проектирования

Проект смешанного использования территории должен базироваться на мастер-плане. Проектирование района со смешанным использованием можно назвать созданием живого района, ориентированного на пешеходов, с сочетанием взаимодополняющих видов землепользования. Смешанное использование должно быть высокого качества во всех его аспектах.

Что касается архитектурных решений, разработчики проектов часто совершают ошибку, делая все здания одинаковыми. Район рассчитывается на несколько десятилетий и проектирование зданий должно выполняться разными архитекторами.

В проекте необходима успешная интеграция открытых пространств со зданиями. Открытое общественное пространство являются важной конструктивной особенностью, которая помогает создать «место». Например, даже если сами парки и скверы не приносят прибыль, они увеличивают объемы продаж в магазинах и кафе рядом с ними.

Заключение

На основе анализа вышеизложенного материала, можно сделать вывод, что в конечном итоге городские территории будут постепенно принимать свойства территорий со смешанным использованием, потому что резиденты будут тяготеть к деятельности, и наоборот, активность будет тяготеть к местам жительства. Смешанное использование территорий способствует удобству городской жизни. Люди могут работать, совершать покупки и отдыхать в небольшом сообществе. Этот принцип использует общественные удобства, такие как парки, зеленые насаждения и общественный транспорт. Хороший дизайн в районах смешанного использования способствует более яркой и пригодной жизни в городской среде. Это оказывает большое влияние на улучшение жизни в городе.

Сейчас в мире существует тенденция популяризации формата многофункциональных комплексов и смешанного использования территорий. Сочетание функций в одном месте городской среды, их адаптация под новые условия среды служит явным преимуществом перед монофункциональными объектами. В российской практике этот принцип пока является редкостью, но все же встречается. В основном это многофункциональные здания, со смешением функций по вертикали. В качестве примера многофункциональных комплексов можно привести проект «Москва-Сити», проект компании «Капитал Групп» – «Город столиц», включающий в себя офисную и торговую составляющие, помещения для отдыха и спорта, жилые апартаменты.

Большинство городов России сталкиваются с серьезными городскими проблемами, такими как скопление автомобилей, загрязнения, недостаток мощностей инфраструктуры, деградация окружающей среды, и т.д. Путем внедрения в городскую ткань

многофункциональных территорий можно улучшить не только эстетическое восприятие районов, но и получить мощное положительное воздействие на ее социально-экономическое состояние и на формирование городской среды, которая становится и привлекательной, и жизнеспособной. Подобное развитие достаточно сильно влияет на развитие городской среды в целом, т.к. например использование первых этажей и подвальных помещений домов в качестве коммерческой недвижимости, мест приложения труда отражается на городской экономической активности, как на показателе качества урбанизации.

Современное понимание градостроительного зонирования зафиксировано Градостроительным кодексом 2004 года, который определяет градостроительное зонирование как «…зонирование территорий муниципальных образований в целях определения территориальных зон и установления градостроительных регламентов» [11].

Документом градостроительного зонирования являются правила землепользования и застройки, которые утверждаются нормативно-правовым актом органов местного самоуправления и которым устанавливаются вышеуказанные территориальные зоны с градостроительными регламентами.

В ПЗЗ установлены границы и градостроительные регламенты для территориальных зон. Градостроительные регламенты определяют: 1) вид разрешенного использования земельных участков и прочих объектов недвижимости; 2) предельные размеры и параметры земельных участков и разрешенного строительства и реконструкции; 3) ограничения по использованию земельных участков и объектов капитального строительства.

В ПЗЗ реализуется градостроительное зонирование муниципального образования, представляющее собой разделение территории на зоны, у каждой из которых устанавливается правовой режим градостроительного использования. Разработка ПЗЗ преследует следующие цели:

- устойчивое развитие города, охрана и сохранения окружающей среды и культурного наследия;
- соблюдение прав и интересов физических и юридических лиц, а также собственников земельных участков и объектов капитального строительства;
- обеспечение планировкой территорий муниципальных образований;
- создание среды для привлечения денежных средств. Возможность создания альтернативных видов разрешенного использования земельных участков и объектов капитального строительства для наибольшей эффективности при их эксплуатации.

В настоящее время идет работа по подготовке нового генерального плана г. Казани, по обоснованию территориального зонирования и градостроительных регламентов, разрабатывается новый классификатор территориальных зон.

В этой связи, считаем, что разработчикам надо внимательно отнестись к вопросу развития территорий со смешанным функциональным использованием.

Список библиографических ссылок

1. Гутнов А.Э. Эволюция градостроительства. – М.: Стройиздат, 1984. – 256 с.
2. Джекобс Д. Смерть и жизнь больших американских городов / Пер. с англ. М.: Новое издательство, 2011. – 460 с.
3. Duany Plater- Zyberk & Co. The Lexicon of new urbanism. – 81 p.
4. Nancy A. Miller, Jeff Miller. Design Center for American Urban Landscape. Design Pointer, № 3, December 2003, Design Center (DCAUL). Defining Mixed-use Development. – 36 p.
5. Howard Blackson Don’t Get Mixed Up on Mixed-Use // PlaceMakers, April 4, 2013. URL: http://www.placemakers.com/2013/04/04/mixed-up-on-mixed-use (дата обращения: 18.10.15).
6. Dr. Marcus Menzl. Baugemeinschaften in der HafenCity? Wege zur Etablierung. Fachtag «Gemeinschaftliches Wohnen – Ideen zur Bau- und Wohnkultur» Frankfurt am Main, 6. Mai 2011. – 45 p.
7. Greenwich Peninsula.Case Study by D.K. Shin, 2006.
8. Oosterdokseiland Amsterdam URL: http://www.oosterdokseiland.nl (дата обращения: 30.10.15).

9. Andrea Gaffney Vinita Huang, Kristin Maravilla Nadine Soubotin. Hammarby Sjostad. Stockholm Sweden: A Case Study. 2007. – 78 p.
10. Joseph S. Rabianski, Ph.D., J. Sherwood Clements, Department of Real Estate, Georgia State University, Atlanta, GA. Mixed-Use Development: A Review of Professional Literature. November, 2007. – 23 p.
11. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 30.12.2015) (с изм. и доп., вступ. в силу с 10.01.2016) URL: https://www. consultant. ru/document/cons_doc_LAW_51040/ (дата обращения: 30.10.15).

Zakirov R.S. – candidate of architecture, associate professor
E-mail: ramil_altan@mail.ru
Vorontsova A.V. – student
E-mail: iovov-mila@yandex.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The forms, types and factors of areas and spaces development with mixed functional use

Resume

The article examines the principle of a mixed-use urban areas. It analyzes the historical development of multifunctional areas. Considered the historical development of multifunctional areas. Article gives the definition of mixed use areas. Considered forms of mixed-use areas, and on the basis of world experience highlighted the types of modern zoning of these areas. Distinguished categories of economic and market, financial, physical and design factors based on the materials of Research Foundation of the National Association of Industrial and office premises of America that influence on the success of the project with a mixed-use development. Currently there is work on the preparation of the new master plan of Kazan, on justification of zoning and town planning regulations, developed a new classifier of territorial zones. In this context, it discusses the development of the territories of Kazan with the principle of mixed use areas and spaces.

Keywords: mixed-use areas, multi-site, mixed-use complexes, urban environment.

Reference list

1. Gutnov A.E. The evolution of urban planning. – M.: Stroyizdat, 1984. – 256 p.
2. D. Jacobs. The Death and Life of Great American Cities / Trans. from English. – M.: A new publishing house, 2011. – 460 p.
3. Duany Plater- Zyberk & Co. The Lexicon of new urbanism. – 81 p.
4. Nancy A. Miller, Jeff Miller. Design Center for American Urban Landscape. Design Pointer, № 3, December 2003, Design Center (DCAUL). Defining Mixed-use Development. – 36 p.
5. Howard Blackson Don't Get Mixed Up on Mixed-Use // PlaceMakers. April 4, 2013. URL:http://www.placemakers.com/2013/04/04/mixed-up-on-mixed-use.
6. Dr. Marcus Menzl. Baugemeinschaften in der HafenCity? Wege zur Etablierung. Fachtag «Gemeinschaftliches Wohnen – Ideen zur Bau- und Wohnkultur» Frankfurt am Main, 6. Mai, 2011. – 45 p.
7. Greenwich Peninsula.Case Study by D.K. Shin, 2006.
8. Oosterdokseiland Amsterdam URL:http://www.oosterdokseiland.nl
9. Andrea Gaffney Vinita Huang, Kristin Maravilla Nadine Soubotin. Hammarby Sjostad. Stockholm Sweden: A Case Study. 2007. – 78 p.
10. Joseph S. Rabianski, Ph.D., J. Sherwood Clements, Department of Real Estate, Georgia State University, Atlanta, GA. Mixed-Use Development: A Review of Professional Literature. November, 2007. – 23 p.
11. Urban Planning Code of the Russian Federation. Dated 29.12.2004 № 190-FZ (as amended on 12.30.2015.) (From amendment and additions, entered into force on 10.01.2016) URL: https: //www.consultant. ru / document / cons_doc_LAW_51040. (reference date: 30.10.2015).

УДК 711.011:7206
Закирова Ю.А. – кандидат архитектуры, старший преподаватель
E-mail: jzakirova@gmail.com
Хуснутдинова С.Р. – кандидат географических наук, доцент
E-mail: hsvr@yandex.ru
Касимова А.Р. – студент
E-mail: k.alina.rin@gmail.com
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Методика партисипативного проектирования городской среды в современном российском градостроительстве*

Аннотация

В статье описана методика партисипативного проектирования городской среды как последовательность исследовательских, проектных и управленческих действий с разделением приемов соучастия по уровням градостроительной документации. Методика актуальна для специалистов в области городского планирования, для городской администрации и бизнеса, поскольку позволяет изначально установить и сделать процесс сотрудничества с различными социальными группами, заинтересованными в конечном результате проектирования управляемым и организованным, использовать скрытый человеческий ресурс, определить потенциал территории, обосновано выстроить программу ее градостроительного развития. В статье описываются основные этапы партисипативного проектирования; раскрываются универсальные приемы, ориентированные на привлечение горожан в процесс партисипативного проектирования городской среды; определяются основные участники процесса.

Ключевые слова: партисипативное проектирование, городское сообщество, государственно-частное партнерство, устойчивое развитие, территориальная социально-эколого-экономическая система.

Современный город – представляет собой комплексное многоуровневое многофункциональное территориальное образование, обладающее признаками системы. Именно системный подход, в рамках которого город рассматривается как целостная территориальная социально-эколого-экономическая система (ТСЭЭС), позволяет в максимальном охвате рассмотреть, изучить, сравнить и управлять этой сложнейшей организацией. При этом важно осознавать, что город как ТСЭЭС отличается от других классов больших систем антропоцентричностью, выражаемой в наличии «хозяина» и «дома» или социума (общества) и совокупностью среды обитания (городской среды) [1].

Город в наиболее концентрированном виде демонстрирует территориальное проявление интересов частного и общественного секторов. Если частные интересы представлены бизнесом и собственниками недвижимости, земли и т.п. в городе, то общественные интересы представлены властью (муниципальной и государственной) и объединениями граждан, гражданским обществом. Учитывая высокую плотность, как объектов, так и процессов в городской жизнедеятельности нетрудно предугадать достаточно сложную картину территориального проявления интересов различных групп, их столкновения и конфликты в обладании и распределении ограниченных городских территориальных ресурсов. Важно понимать, что практически любой участок городской территории выполняет в той или иной форме с отрицательным или положительным знаком социальную, экологическую и экономическую функцию. Более того все решения принимаемые в городской среде имеют долгосрочные последствия и сказываются как на частном, так и на общественном секторе. Найти баланс интересов, позволяющих городу развиваться и сохранять свою социальную, экологическую и экономическую значимость – одна из сложнейших задач в жизнедеятельности современных городов.

*Данное исследование осуществлено при финансовой поддержке РГНФ и Правительства Республики Татарстан в рамках научного проекта № 15-13-16004 а(р).

Для эффективного устойчивого развития городских территорий власть должна создать мотивацию для активного включения граждан в процесс оперативного градостроительства [2]. В городах, в которых власть видит в городском сообществе, прежде всего, партнера и основной ресурс развития города, возникает культура диалога и сотворчества, возникают новые виды бизнеса, и сокращается отток активных граждан. Партисипативное проектирование является эффективным инструментом развития территории и управления социальным пространством города. Партисипативное проектирование городской среды – это проектная архитектурно-градостроительная, инвестиционная, планировочная, управленческая деятельность на основе вовлечения различных социальных групп, заинтересованных в конечном результате проектирования.

Диалог между проектировщиками, горожанами, представителями бизнеса и власти активно начал разворачиваться в мировой практике еще в 60-х годах XX века. Основная цель такого взаимодействия заключается в выработке проектного решения с учетом интересов будущих пользователей для наиболее эффективного использования существующих ресурсов и бережного отношения к реализованному проекту участниками процесса проектирования в будущем. Однако на сегодняшний день даже в наиболее развитых городах России метод соучаствующего проектирования не всегда применяется. Практически единственной площадкой взаимодействия публичной власти с населением на стадии разработки проекта является форма обязательных публичных слушаний. Процесс публичных слушаний регламентирован Градостроительным кодексом РФ и дает гражданам право участвовать в принятии градостроительных решений [3], но количество присутствующих на публичных слушаниях говорит о том, что пока мало-кто заинтересован в совместной работе. В результате, реализуются проекты, которые не могут удовлетворить потребности будущих жителей, создать благоприятные условия для развития бизнеса и установить взаимовыгодные отношения между властью, бизнесом и горожанами.

В настоящее время многие города вынуждены присоединять новые территории для обеспечения жилой площадью будущих горожан. В связи с этим вновь становится актуальной тема создания городской среды, спроектированной для конкретной группы будущих потребителей. Кроме того, в современных российских городах можно наблюдать своеобразный «социальный всплеск»: появление городских активистов, «партизанинг», рост числа местных сообществ по различным интересам. Это говорит о том, что есть мощный человеческий ресурс, который может быть задействован в развитии города. Для того чтобы эффективно использовать этот потенциал и сделать процесс сотрудничества управляемым и организованным необходим подробный, отработанный на практике, методичный алгоритм действий.

Участниками процесса партисипативного проектирования могут выступать инвесторы, заказчики, городские власти, городские активисты, местные сообщества, горожане (как масса), арендаторы и т.д. В процессе проектирования проектировщик выступает, в том числе, в роли модератора общения между всеми участниками. Доля вовлечения определенных социальных групп в процесс партисипативного проектирования и приемы проектирования различны для разных этапов процесса.

Предлагаемая методика партисипативного проектирования городской среды представляет алгоритм универсальных проектно-исследовательских действий, которые могут быть дополнены специальными приемами в зависимости от применения полученных результатов при разработке градостроительной документации разного уровня (схема территориального планирования (СТП), генеральный план (ГП), проект планировки территории (ППТ), схема планировочной организации земельного участка (СПОЗУ)).

На этапе изучения и исследования городских территорий, проведения анализа существующих ресурсов и потенциала территории вовлечение горожан в разработку проекта предлагается начать с социологических исследований (опросы, интервью), натурного (полевого) обследования с участием горожан и краудсорсинга[1] (в том числе, нетнографии[2]).

[1]Краудсорсинг представляет собой процесс накопления данных и знаний с привлечением больших групп «распределенных» добровольцев к генерированию идей и решений [4]. Термин был введен в 2006 году писателем Джеффом Хау и редактором журнала Wired Марком Робинсоном применительно к поиску бизнес-решений [5].

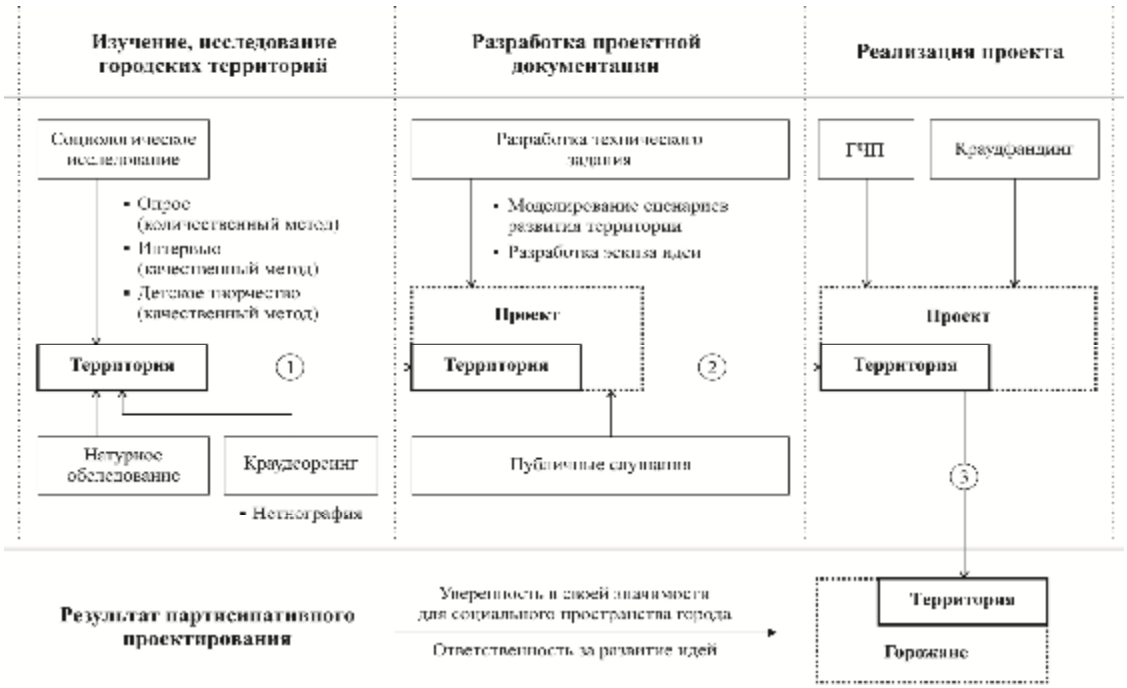


Рис. 1. Модель партисипативного проектирования городской среды (по этапам проектирования)

Наиболее простой формой получения актуальной информации о состоянии среды и трендах повседневного образа жизни является опрос, и поскольку это количественный метод социологических исследований, для оперативности его можно провести в сети Интернет.

Интервью является качественным методом социологических исследований, ориентированным на узкий круг людей, имеющих экспертное мнение на ту или иную проблему, поэтому в качестве интервьюируемых можно рассматривать не только профессиональное сообщество, но и городских активистов и представителей местных городских сообществ. К. Линч «с целью выявления свойственного им (горожанам) образа окружения» в качестве одного из методов изучения также использовал выборочное интервью, но в его исследовании экспертами являлись сами горожане [7].

Натурное обследование территории как один из методов привлечения горожан необходимо проводить с участием горожан, что позволит установить доверительные отношения (у жителей появится возможность убедиться в том, что проектировщик знаком с территорией) и совместными усилиями выявить скрытые ресурсы и недостатки территории (например, через коллективные воспоминания). В.Л. Глазычев по отношению к натурному обследованию говорит об эффективности технологии «замочной скважины», когда местное население из любопытства начинает проявлять интерес к незнакомым людям, которые «обходят участок, фотографируют, измеряют, обсуждают нечто с листами бумаги в руках» [8].

Идея краусорсинга заключается в генерации идей посредством привлечения непрофессионального сообщества, и в данном случае может являться способом изучения потенциала территории. В 2013 году по инициативе Института медиа, архитектуры и дизайна «Стрелка» был проведен краудсорсинговый проект «Чего хочет Москва», благодаря чему удалось собрать 2134 новых идеи по улучшению городской среды с помощью привлечения горожан [9].

Однако в условиях незастроенной или частично застроенной территории сложно найти живой слой информации, который можно использовать в качестве источника идей, адаптированных для конкретной территории. В этих случаях для изучения и исследования городских территорий применим метод нетнографии. К примеру, в 2015

[2]Нетнография – это метод сбора и анализа качественной информации из материалов высказываний пользователей Сети, общающихся друг с другом на тематических интернет-площадках. Методологию нетнографии разработал канадский антрополог Роберт В. Козинец [6].

году Центр городской антропологии КБ «Стрелка» с целью выявления мнения старожилов Новой Москвы (количество которых составляет всего 250 тыс. человек из планируемых 2 млн. человек) по поводу своего нового территориального статуса, существующих проблем и приоритетов в развитии территории провел научное исследование с использованием данного метода [6].

На стадии изучения и исследования городских территорий также может быть проведена работа по изучению видения достоинств и недостатков территории через детские образовательные учреждения. Ученики младших классов могут детально раскрыть существующие проблемы через тематические рисунки относительно территории меньшего масштаба (например, по теме «мой двор»), ученики средних классов – через сочинения могут рассмотреть территорию в масштабе района, а старшие классы – в масштабе города [8]. Условно назовем этот вид соучастия «детское творчество».

Для разработки градостроительной документации уровня СТП и ГП применяются такие способы изучения мнения горожан, как краудсорсинг, опрос и интервью. Для разработки ППТ и СПОЗУ возможно применение всех вышеперечисленных способов исследования территории.

Наиболее привлекательным для соучастия горожан, особенно в рамках приватной территории, является этап проектирования, который включает в себя моделирование сценариев развития территории, разработку эскиза (работа с картографическими материалами) и формирование технического задания. Моделирование сценариев развития территории может проходить в игровой форме, когда все участники процесса могут меняться ролями и посмотреть на сложившуюся ситуацию со стороны, предложить новые варианты и прийти к единому решению. Как отмечает Г. Санофф, «игры – это симуляция настоящей ситуации, позволяющей участникам разыгрывать разные варианты развития событий и накапливать опыт взаимодействия в сообществе» [10].

На этом этапе партисипативное проектирование как источник идей и пожеланий завершается, проект полностью переходит в руки проектировщиков. Соучастие горожан на этапе проектирования продолжается только в форме обязательных публичных слушаний.

На этапе реализации проекта как способ партисипации можно рассматривать краудфандинг[3]. Его идея заключается в добровольном объединении денег и ресурсов людей для получения общей выгоды. Как правило, краудфандинг осуществляется посредством использования сети Интернет в качестве площадки для презентации идеи. Объектом народного финансирования могут быть как объекты инфраструктуры локальной территории (подъезда, двора), так и городского уровня (например, надземные переходы [12]).

Наиболее эффективным способом соучастия на данном этапе партисипативного проектирования является государственно-частное партнерство (ГЧП). Главная цель такого рода сотрудничества – удовлетворение общественного интереса при помощи привлечения дополнительных источников финансирования (частный бизнес). Принцип взаимодействия при государственно-частном партнерстве заключается в следующем:

1) инициатива проявляется со стороны государства, которое решает, в какой инфраструктуре или видах услуг оно нуждается, выдвигает свои требования и стандарты;

2) частные инвесторы выдвигают свои предложения, получают гранты от государства, разрабатывают проект и финансируют строительство, ремонт, реконструкцию, содержание объектов общего пользования;

3) «выручка» от эксплуатации, как правило, передается частному инвестору в качестве выплат государства. По истечению срока, согласно которому заканчиваются выплаты государства, объект инвестиций переходит в государственную или частную собственность («концессия») [13].

Партисипативное проектирование включает в процесс проектирования представителей власти, бизнеса и горожан, за счет чего становится возможным создание продукта, удовлетворяющего потребностям жителей города, создающего условия для

[3]Краудфандинг – (народное финансирование, от англ. Crowd – «толпа», funding – «финансирование») – это коллективное сотрудничество людей (доноров), которые добровольно объединяют свои деньги или другие ресурсы вместе, как правило, через Интернет, чтобы поддержать усилия других людей или организаций (реципиентов) [11].

развития бизнеса и взаимовыгодного управления территорией. Социологические исследования, натурное обследование, красудсорсинг и «детское творчество» позволяют выявить актуальные потребности и интересы горожан. Моделирование сценариев развития территории, разработка эскиза идеи и формирование технического задания дают понятие о среде, которую жители будут любить и беречь, чувствовать себя в безопасности и осознавать, что это их («своя») территория. С помощью публичных слушаний у горожан появляется возможность контролировать процесс проектирования и высказываться по поводу предложений проектировщиков. А такие методы соучастия, как краудфандинг и государственно-частное партнерство дают возможность жителям обрести значимые объекты инфраструктуры, не дожидаясь финансирования со стороны муниципалитета. Все вышеперечисленные способы соучастия в процессе проектирования постепенно зарождают в сознании людей ответственность за развитие идей, которые они предлагают, уверенность в своей значимости для социального пространства города и, в конечном счете, способствуют становлению активных горожан.

Список библиографических ссылок

1. Субботина Т.В., Шарыгин М.Д. Территориальные социально-эколого-экономические системы: монография / Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2011. – 269 с.
2. Программа ООН по населенным пунктам // UN.ORG: ежедн. интернет-изд. URL: http://www.un.org/ru/ga/habitat/ (дата обращения: 08.02.2016).
3. Градостроительный кодекс Российской Федерации, 2004 (№ 190-ФЗ).
4. Егерев С.В., Захарова С.А. Краудсорсинг в науке/Альманах РИЭПП «Наука. Инновации. Образование». – М.: Языки славянской культуры, 2013, вып. 14. – С. 175-186.
5. Краудсорсинг // wikipedia.org: ежедн. интернет-изд. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Краудсорсинг (дата обращения: 08.02.2016).
6. Алексеевский М. Новые москвичи о Новой Москве // Сб. ст. «Как построить Новую Москву». – М.: КБ Стрелка, 2015. – С. 137-143.
7. Линч К. Образ города / Пер. с англ. В.Л. Глазычева; Сост. А.В. Иконников. Под ред. А.В. Иконникова. – М.: Стройиздат, 1982. – 328 с.
8. Глазычев В.Л., Егоров И.И., Ильина Т.В. Городская среда. Технология развития: Настольная книга. – М.: «Издательство Ладья», 1995. – 240 с.
9. Дубова М., Фомина А., Романова Е., Полищук О. Чего хочет Москва: атлас идей. – М.: Strelka Press, 2014. – 476 с.
10. Санноф Г. Соучаствующее проектирование. Практики общественного участия в формировании среды больших и малых городов / Пер. с англ.; [ред.: Н. Снигирева, Д. Смирнов]. – Вологда: Проектная группа 8, 2015. – 170 с.
11. Краудфандинг // wikipedia.org: ежедн. интернет-изд. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Краудфандинг (дата обращения: 08.02.2016).
12. Что нам стоит мост построить: пешеходная зона на деньги горожан // urbanurban.ru: ежедн. интернет-изд., 2013, 1 апр. URL: http://urbanurban.ru/blog/space/198/Chto-nam-stoit-most-postroit-peshekhodnaya-zona-na-dengi-gorozhan (дата обращения: 08.02.2016).
13. Ветров Г.Ю. Планирование экономического развития на уровне города. – М.: Фонд «Институт экономики города», 1998. – 40 с.

Zakirova J.A. – candidate of the architecture, senior lecturer
E-mail: jzakirova@gmail.com
Khusnutdinova S.R. – candidate of geographic sciences, associate professor
E-mail: hsvr@yandex.ru
Kasimova A.R. – student
E-mail: k.alina.rin@gmail.com
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Technique of participative design of the city environment in a modern Russian urban planning

Resume

This article describes a technique of participative design of the city environment as a series of research, project and managerial actions with the division of participation methods according to the levels of urban planning documentation.

The technique is relevant for specialists in the field of urban planning, for the city government and business as it allows initially to install and make the process of cooperation with various social groups, interested in the final result of designing, managed and organized, to use hidden human resources, to determine the potential of the territory, to build a justified program of its urban development.

The technique testing was carried out in the framework of the master's diploma «Participation as a social design technique of the city environment». The article describes the main stages of the participative design; discloses universal methods focused on attracting citizens into the process of participative design; identifies the main participants; highlights the importance of this approach for the formation of society with an active civil position.

Keywords: participative design, city community, public-private partnerships, sustainable development, territorial socio-ecological-economic system.

Reference list

1. Subbotina T.V., Sharygin M.D. Territorial socio-ecological-economic systems: monograph / Perm State University. – Perm, 2011. – 269 p.
2. The United Nations Human Settlements Programme // UN.ORG: the daily internet edition. URL: http://www.un.org/ru/ga/habitat/ (reference date: 02.08.2016).
3. City Planning Code of the Russian Federation, 2004 (№ 190-FL).
4. Egerev S.V., Zakharova S.A. Crowdsourcing in science / Almanac RIEPP «Nauka. Innovatsii. Obrazovaniye». – M.: Yazyki slavyanskoy kul'tury, 2013, rel. 14. – P. 175-186.
5. Crowdsourcing // wikipedia.org: the daily internet edition. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Краудсорсинг (reference date: 02.08.2016).
6. Alekseevski M. New Muscovites about New Moscow // Collection of articles. «How to Build New Moscow». – M.: CB Strelka, 2015. – P. 137-143.
7. Lynch K. The image of the city / Translated from English by Glazychev V.L.; Compiler Ikonnikov A.V. Edited Ikonnikov A.V. – M.: Stroyizdat, 1982. – 328 p.
8. Glazichev V.L., Egorov M.M., Ilyina T.V. Urban environment. Technology of development: Handbook. – M.: «Isdatelstvo Ladja», 1995. – 240 p.
9. Dubova M., Fomina A., Romanova E., Polishchuk O. What does Moscow want: ideas atlas. – M.: Strelka Press, 2014. – 476 p.
10. Sanoff H. Participative design. The practice of public participation in shaping the environment of towns and cities / translated from English; [Ed.: N. Snigireva, D. Smirnov]. – Vologda: Proyektnaya gruppa 8, 2015. – 170 p.
11. Crowdfunding // wikipedia.org: the daily internet edition. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Краудфандинг (reference date: 02.08.2016).
12. It is as easy as pie to build a bridge in the sky: pedestrian zone on the money of citizens // urbanurban.ru: the daily internet edition, 2013, April 1. URL: http://urbanurban.ru/blog/space/198/Chto-nam-stoit-most-postroit-peshekhodnaya-zona-na-dengi-gorozhan (reference date: 08.02.2016).
13. Vetrov G.Yu. Planning of economic development at the city level. – M.: Fund «Institut economiki goroda», 1998. – 40 p.

УДК 711.011
Закирова Ю.А. – кандидат архитектуры, старший преподаватель
E-mail: jzakirova@gmail.com
Хуснутдинова С.Р. – кандидат географических наук, доцент
E-mail: hsvr@yandex.ru
Юринова А.О. – студент
E-mail: annakirmenskay@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Формирование функционально-пространственной модели агломерационного пояса г. Казань*

Аннотация

Статья раскрывает материалы исследования пригородной зоны городского округа Казани. Изучена ситуация формирования агломерационного пояса на основе существующих схем территориального планирования. Исследованы материалы «Стратегии социально-экономического развития Республики Татарстан до 2030 года». Рассмотрены существующие проблемы пространственного развития. Проанализированы факторы развития Казанской агломерации. Выявлены зоны опережающего развития агломерационного пояса городского округа Казань. Предложена принципиальная модель функционально-территориальной структуры Казанской агломерации.

Ключевые слова: урбанизированные территории, агломерация, агломерационный пояс, функционально-территориальная структура.

Формирование городских агломераций – объективный процесс, свойственный современному этапу урбанизации. Территориально-функциональная структура урбанизированных территорий усложняется по мере увеличения численности населения крупных и крупнейших городов, усложнения городской жизни, усиления взаимного влияния крупнейших городов и пригородных территорий [1, 9]. Процесс формирования городских агломераций может иметь различные побудительные мотивы – от развития туризма до размещения транспортных узлов и магистралей, но в целом представляет собой «необратимый процесс территориального разрастания городов, слияния соседствующих городов, поглощение крупным городом других поселений и промежуточных территорий» [2, с. 205]. Как результат агломерационного процесса формируется городская агломерация – «компактное скопление населенных пунктов, главным образом городских, местами срастающихся, объединенных интенсивными производственными, транспортными и культурными связям» [3, с. 294].

В соответствии с Законом Республики Татарстан № 40-ЗРТ «Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Республики Татарстан до 2030 года» (далее «Стратегия-2030») в республике выделяются три агломерации – Казанская, Камская и формирующаяся Альметьевская. Столичная Казанская агломерации является самой крупной в Республике Татарстан по численности населения и включает в себя, согласно указанному Закону, шесть муниципальных образований – городской округ Казань, Верхнеуслонский, Высокогорский, Зеленодольский, Лаишевский и Пестречинский муниципальные районы [4].

Общая численность агломерации в 2015 году составляла более 1,5 миллиона человек, из которых на Казань приходилось 1,2 миллиона человек. Пять муниципальных районов формируют пригородную зону или агломерационный пояс, численность которого составляет более 296 тысяч человек, в т.ч. городское – более 132 тысяч человек.

В настоящее время ГУП НИиПИ Генплана Москвы разрабатывается Генеральный план городского округа (далее ГО) Казань. Именно поэтому сегодня, важным является вопрос о пространственном развитии агломерационного пояса в тесной увязке со

*Данное исследование осуществлено при финансовой поддержке РГНФ и Правительства Республики Татарстан в рамках научного проекта № 15-13-16004 а(р).

структурой генплана и разработка принципиальной модели функционально-пространственной структуры агломерационного пояса МО Казань.

Городом Казань также начинается разработка Стратегического плана. Предыдущий Стратегический план был принят в 2003 году на период до 2015 года и требует обновления и продолжения на основе достигнутых результатов, показателей, а также новых стратегических целей с учетом внутренних и внешних возможностей и вызовов [5].

Одним из современных вызовов для крупнейших городов следует признать усиливающееся взаимное влияние города и пригородной зоны фактически воплощающееся в территориальном функционировании городской агломерации [6]. Как показывают приведенные выше цифры, порядка 80% населения сосредоточено в городе-ядре моноцентрической Казанской агломерации, что накладывает определенные трудности на функционирование как самого города, так и окружающей территории, включая транспортные, инженерные и иные инфраструктурные объекты, размещение жилья и мест приложения труда.

Вариант решения проблем, появляющихся в связи с центростремительным развитием городской агломерации, при котором транспортные потоки, маятниковая миграция направлены в центр города, предоставляющий основные рабочие места, образовательные, культурные и досуговые услуги, является развитие локальных центров в поясе городской агломерации [7]. Подобные локальные центры могут развиваться на основе формирования зон опережающего развития агломерационного пояса – территорий, обладающих экономическими, социальными и экологическими характеристиками, позволяющими размещать места приложения труда, жилья, отдыха и рекреации.

Таким образом вопрос о пространственном развитии агломерационного пояса городского округа Казань в тесной увязке со структурой генплана города и разработка принципиальной модели функционально-территориальной структуры агломерационного пояса МО Казань становится особенно актуальным.

В рамках Концепции Генерального плана городского округа Казани выполненной Научно-проектным центром «Интерра» Казанского государственного архитектурно-строительного университета разработана принципиальная модель функционально-территориальной структуры агломерационного пояса ГО Казань. При разработке модели использовался картографический метод, позволяющий наглядно отобразить территориальное «наложение» ключевых факторов территориального развития, проследить связи и влияние соседствующих объектов, т.е. в целом экономико-географическое положение и перспективные варианты развития.

Разработка модели включала анализ физико-географических и экономико-географических характеристик, а также процессов социально-экономического характера, проявление которых имеет существенное значения для формирования зон опережающего развития.

Основные характеристики физико-географического положения агломерации следующие: прибрежное положение трех муниципальных районов – Верхнеуслонского и Зеленодольского (р. Волга), Лаишевского (р. Волга и р. Кама), объекты природно-экологического каркаса, в т.ч. ООПТ, Волжско-Камский государственный природно-биосферный заповедник на территории Зеленодольского и Лаишевского районов агломерационного пояса.

С точки зрения экономико-географического положения важно указать следующие моменты развития транспортной инфраструктуры. В перспективе по территории агломерации будут проходить крупные транспортные пути – высоко-скоростная железнодорожная магистраль (ВСМ), Европа-Западный Китай (строящаяся автомагистраль, идущая от Северной Европы до Западного Китая). Реконструкция и строительство трассы «Чистый путь», а также запланировано формирование крупного водного пути «Волжско-Камский поток». Намечено строительство второго транспортного кольца федерального значения и моста через р. Волга, который соединит Верхнеуслонский и Лаишевский районы в южном направлении (около поселка Гребени).

Другим немаловажным фактором развития транспортной инфраструктуры следует считать процесс увеличения количества личного автотранспорта, а также более интенсивное использование общественного автотранспорта в пригородных сообщениях

муниципальных районов, имеющих выход к рекам и слабое использование общественного пассажирского речного транспорта.

Социально-экономические характеристики города, влияющие на формирование функционально-территориальной структуры всей агломерации связаны с тем, что согласно «Стратегии-2030», Казанская агломерация в перспективе должна стать крупным постиндустриальным центром. Одной из значимых сфер постиндустрии является туризм. Город Казань на протяжении последних десяти лет активно развивается как крупный туристический центр. Прошедшие международные соревнования мирового уровня – Универсиада-2013, Чемпионат мира по водным видам спорта 2015 г. – позволили стать Казани всемирно известным туристским городом. В 2018 году запланировано проведение мероприятия международного уровня «World skills». Разработана программа развития туризма «5 ветров», ориентированная на вовлечение туристскую сферу прибрежных территорий, в т.ч. Казанской агломерации. Наблюдается рост привлекательности Казани для соседних регионов – Чувашия, Марий Эл, Кировская и Ульяновская область как торгового и развлекательного центра. Развитие рекреации и «дачная эволюция» приводящая к более длительному использованию дач по сезонам года и перевод их в индивидуальное жилищное строительство также усиливают связи агломерационного пояса с городом-ядром.

Существующее размещение мест приложения труда концентрируется в таких населенных пунктах, как Зеленодольск, Высокая Гора, Столбище – Усады. В настоящее время функционируют такие промышленные объекты: в г. Зеленодольск – «Фанерный завод», «Завод имени А.М.Горького», «Позис»; в населенном пункте Высокая Гора – ОАО «Татспиртпром», «Усадский спиртзавод», ОАО «Казанский Завод Пластмассовых Изделий», Кирпичный завод Винергбергер-Wienerberger; в населенных пунктах Столбище – Усады – ООО «Птицекомплекс Лаишевский», Филиал ОАО «Вамин Татарстан», Лаишевский молочный завод, ООО «Лаишевский пищекомбинат», ОАО СХП «Юбилейное», ОАО «Казанский жировой комбинат», завод по производству промышленной электроники. Наличие рабочих мест формирует основание для формирования новых жилых районов и поселений.

На данный момент расположение жилых территорий формируется за счет развития постоянного жилья, второго жилья и дач. Преимущественно дачные поселки концентрируется в таких районах как: Зеленодольский, Лаишевский, Верхнеуслонский. Можно выделить наиболее крупные формирования в таких населенных пунктах как: Васильево, Боровое Матюшино, Тетеево, Троицкий, Орел, Нижний Услон, Ключищи, Ташевка, Гребни, Нариман.

В процессе работы, так же были исследованы инвестиционные проекты и проекты стратегического развития. В настоящее время предпринимаются попытки реализации двух проектов городов-спутников: наукоград Иннополис, разработанный сингапурской компанией RSP – Architects, и логистический деловой город – спутник Смарт – сити, запроектированный малазийской компанией «AJM Planning & Urban Desing Group». Неоспоримым преимуществом наукоградов-спутников от других городов-спутников в том, что наукограды – это города нового типа. «Они – подлинные партнеры крупных центров, совместно с ними действующие на главном направлении их деятельности» [7, с. 131]. Так же реализуется проект «Свияжского международного мультимодального логистического центра».

В результате проведенного анализа развития пригородного пояса, городской периферии и использования центральной городской территории были выделены следующие перспективные зоны развития и точки роста, определена их категорийность (табл.). Всего было выявлено 9 зон опережающего развития (далее ЗОР) (рис.).

1. Зеленодольск – Васильево;
2. Нижние Вязовые – Свияжск;
3. Иннополис – Печищи;
4. Новая Тура;
5. Высокая Гора;
6. Бирюли – Куркачи;
7. Аэрополис – Сокуры;
8. Никольское;
9. Нариман.

Таблица

Зоны опережающего развития агломерационного пояса ГО Казань

№	Функциональное наполнение	Точки роста	Очередность	Категория*
1	ЗОР «Зеленодольск – Васильево»			
	Промышленность	«Позис» Завод им. Горького; Стекольный завод	+++ +++ +++	I
	Жилье (постоянное)	ЖР «Зеленый дол»	++	
	Туризм	Зеленодольский (Романовский) ж/д мост; Заводы (промышленный туризм); Раифский Богородицкий монастырь; Дендрарий; Санатории: «Сосновый Бор», «Васильево»	+++ + +++ +++ +++	
2	ЗОР «Нижние Вязовые – Свияжск»			
	Логистика	Свияжский международный мультимодальный логистический центр	+++	I
	Промышленность	Резерв под промышленную территорию	++	
	Жилье (постоянное)	Резерв под жилую застройку	++	
	Туризм	Остров-град «Свияжск»	+++	
3	ЗОР «Иннополис – Печищи»			
	Образование	Университет «Иннополис»	+++	I
	Жилье (постоянное)	Иннополис; ЖР «Пятидворье»	++	
	Туризм	Горнолыжный спортивно-оздоровительный комплекс «Казань» («Свияга»); Парк «Верхний Услон»; Печищенский геологический разрез (памятник природы)	+++ ++ ++	
4	ЗОР «Новая Тура»			
	Торговля, логистика, туризм	Технополис «Новая Тура»	++	II
	Жилье (постоянное)	ЖР «Салават Купере»	+++	
5	ЗОР «Высокая Гора»			
	Промышленность	Татспиртпром; Кирпичный завод	+++	II
	Жилье (постоянное)	Резерв под жилую застройку	++	
	Логистика	Логистический центр «Высокая гора»; Технопарк «Высокая гора» (резерв под промышленную территорию)	++ ++	
	Промышленность	Интермодальный транспортный узел «Высокая гора»	++	
6	ЗОР «Бирюли – Куркачи»			
	Логистика	Логистический центр-2	+	III
	Жилье (постоянное)	Резерв под жилую застройку	+	
	Промышленность	Резерв под промышленную территорию	+	
	Транспорт	Развитие малой авиации	++	
7	ЗОР «Аэрополис – Сокуры»			
	Транспорт	Аэропорт «Казань»	+++	I
	Туризм	World Skills Лего-Лэнд	++ ++	
	Медицина	Медицинский центр	++	
	Жилье (постоянное)	Резерв под жилую застройку	++	
	АПК		++	
	Транспорт		++	
8	ЗОР «Никольское»			
	Туризм	«Каравон» Детский лагерь «Волжский Артек»	+++ +	III
	Жилье (постоянное)	Резерв под жилую застройку	++	
9	ЗОР «Нариман»			
	Туризм	«5 ветров: Кластер Нариман»	++	III
	Транспорт	Яхт-клуб	++	
	Жилье (постоянное)	Резерв под жилую застройку	++	

*Категория характеризует полифункциональность и перспективу развития объекта.

Категория I (развитая (высшая)) – три (из которых минимум два уже действующие +++) и более видов деятельности;

Категория II (развивающаяся (средняя)) – два действующих вида деятельности (+++) или три вида деятельности, причем, только один уже действующий;

Категория III (перспективная (низкая)) – два или менее видов деятельности .

Виды деятельности: промышленность; логистика; жилье (постоянное, «второе», дачи); туризм; образование; медицина; АПК.

«+++» – действующий этап; «++» – этап 2019-2024 гг.; «+» – этап после 2024г.

Туристическая привлекательность для зоны опережающего развития является дополнительным фактором, определяющим этапность ее освоения и развития.

В направлении выделенных зоны опережающего развития на границе города и агломерационного пояса формируются «стыковые зоны», в которых размещаются перехватывающие инфраструктурные объекты.

Сформированная принципиальная модель функционально-территориальной структуры агломерационного пояса ГО Казань наглядно демонстрируют развитие полицентричности и полифункциональности в агломерационном поясе ГО Казани путем формирования зон опережающего развития с точками роста различной функциональной специализации в западном и юго-западном, южном и восточном направлениях с точками роста и определяется следующими подсистемами:

1. *Сбалансированная система размещения мест приложения труда и проживания на территории г. Казани и агломерационного пояса ГО Казань.*

Предлагается формирование основных зон развития мест приложения труда и жилых территорий в таких направлениях как: Зеленодольск-Васильево, Нижние Вязовые–Свияжск, Иннополис-Печищи, Новая Тура, Высокая Гора, Куркачи-Бирюли, Аэрополис-Сокуры. Зоны развития формируются за счет существующей ситуации размещения мест приложения труда и жилых территорий, а так же, на основе инвестиционных проектов РТ и на основе предложений «Стратегии-2030».

2. *Транспортный каркас агломерационного пояса ГО Казань.*

Транспортный каркас агломерационного пояса ГО Казани решен на базе основных положений «Стратегии-2030» (развитие Международного аэропорта «Казань» и формирование удобных связей с зонами опережающего развития, строительство северной обходной железной дороги для грузовых перевозок, развитие СММЛЦ, строительство ВСМ Москва-Казань с входом в город через ж/д терминал Казань-2) с тесной стыковкой с внутригородскими транспортными решениями, в частности продолжение внутренних маршрутов БРТ на внешние направления для связи с зонами опережающего развития и административными центрами районов. В решение функционально-планировочного и транспортного каркаса агломерационного пояса ГО Казани. Также закладывается модернизация и развитие пригородных рекреационных и грузовых перевозок с помощью речного транспорта, что будет способствовать улучшению транспортной доступности следующих зон опережающего развития: Зеленодольск-Васильево, Нижние Вязовые – Свияжск, Иннополис – Печищи, Нариман.

3. *Экологический каркас агломерационного пояса ГО Казань.*

Экологический каркас агломерационного пояса ГО Казань формируется за счет существующих природных факторов: водоемов, рек, лесов, оврагов и т.д. Выявлены ядра, которые являются опорными точками каркаса. В Лаишевском районе: Волжско-Камский заповедник; в Верхнеуслонском районе: государственный природный заказник (ГПЗ) «Свияжский»; в Зеленодольском районе: Волжско-Камский государственный природный биосферный заповедник (ВКГПБЗ) на Раифском участке ООПТ; в Высокогорском районе: природный парк (ПП) регионального значения «Семиозерский лес»; в Пестречинском районе: ГПЗ регионального значения «Старая мельница», Ленино-Кукушкинский ГПЗ регионального значения. Так же, были обозначены зоны с особым условием использования территории, для обеспечения непрерывности экологического каркаса.

4. *Рекреационный каркас агломерационного пояса ГО Казань.*

Рекреационный каркас агломерационного пояса ГО Казань формируются в тесной увязке с природно-экологическим каркасом (преимущественно в прибрежных и в

лесопарковых зонах), а также с учетом концентрации и специализации объектов туризма[1] и наличием (или формированием) туристических маршрутов. В агломерационном поясе Казани наличие рекреационных зон более активно сформировано в Верхнеуслонском и Лаишевском районах.

Таким образом, предложенный путь развития агломерации отражает формирование агломерации «от города», по терминологии Г.М. Лаппо. Согласно указанному подходу развитие города-ядра требует все большего количества различных ресурсов – от территориальных до инфраструктурных, а расширение городской территории сопряжено с отрицательными последствиями. «С одной стороны, все то, что не помещается в городе, «выплескивается» за его пределы. С другой – многое из того, что стремиться к нему извне, оседает на подступах» [8, с. 90].

Выделенные зоны опережающего развития и точки роста являются основой будущего полицентричного развития Казанской агломерации, а формирующиеся на границе ГО Казань и агломерационного пояса ГО Казань «стыковые зоны» усиливают полицентричное развитие агломерации. На основе выделения зон опережающего развития агломерационного пояса Казанской агломерации можно сделать вывод о приоритетном территориальном социально-экономическом развитии муниципальных районов вдоль р. Волга (Зеленодольский и Лаишевский), что предполагает активное развитие водных видов транспорта, в первую очередь пассажирского (речные пассажирские суда, яхты, личные виды транспорта) и обустройство прибрежных территорий (зеленые стоянки, пристани и т.п.). Сооружение моста в районе пункта «Гребени» позволит усилить связи Верхнеуслонского муниципального района с ГО Казань и Лаишевским районом, что будет способствовать более активному развитию правобережной части агломерации. Еще одним перспективным лучом развития агломерационного пояса является восточное направление (Высокогорский район), за счет восточного железнодорожного направления, в т.ч. ВСМ.

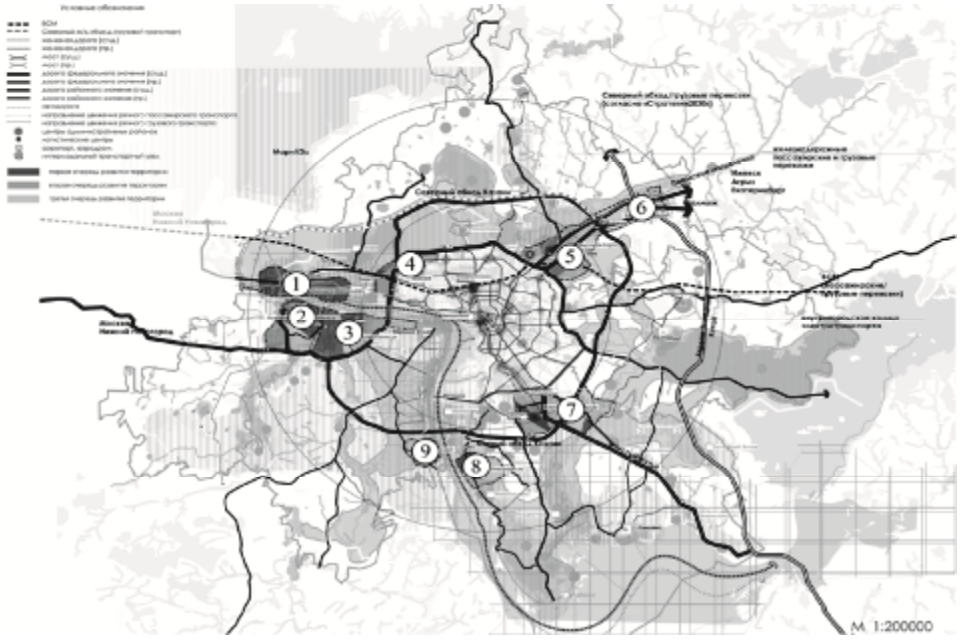


Рис. Схема зон опережающего развития в агломерационном поясе городского округа Казань

[1] При исследовании объектов туризма, им были присвоены статус и специализация. Статус делится на три уровня: международный, всероссийский и региональный. Специализация назначается в зависимости от функции объекта: исторические, культурно-познавательные, спортивные, экологические, образовательные, санаторно-курортные, промышленные, медицинские, религиозные.

Список библиографических ссылок

1. Субботина Т.В., Шарыгин М.Д. Территориальные социально-эколого-экономические системы: монография / Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2011. – 269 с.
2. Стратегия социально-экономического развития Республики Татарстан до 2030 года, вторая редакция, версия 25.03.2015.
3. Обосновывающие и поясняющие материалы к проекту стратегии социально-экономического развития республики Татарстан до 2030 года.
4. Закон Республики Татарстан № 40-ЗРТ «Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Республики Татарстан до 2030 года».
5. Генеральный план ГО Казань.
6. Strategic Planning in the Regions and Cities of Russia, Territorial strategic planning, XIV All-Russia Forum, 2015.
7. Лаппо Г.М. Города России. Взгляд географа. – М.: Новый хронограф, 2012. – 504 с.
8. Лаппо Г.М. География городов: Учеб. пособие для геогр.ф-тов вузов. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1997. – 480 с.
9. Алаев Э.Б. Социально-экономическая география: Понятийно-терминологический словарь. – М.: Мысль, 1983. – 350 с.

Zakirova J.A. – candidate of the architecture, senior lecturer
E-mail: jzakirova@gmail.com
Khusnutdinova S.R. – candidate of geographic sciences, associate professor
E-mail: hsvr@yandex.ru
Yurinova A.O. – student
E-mail: annakirmenskay@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Formation of functional-spatial model of the sintering belt of Kazan

Resume

For an effective sustainable development of urban areas the government should create incentives for citizens' active inclusion in the operative process of urbanism.

Participatory design is an effective tool for development of the territory and the management of social space of the city.

This article describes a technique of participative design of the city environment as a series of research, project and managerial actions with the division of participation methods according to the levels of urban planning documentation.

The technique is relevant for specialists in the field of urban planning, for the city government and business as it allows initially to install and make the process of cooperation with various social groups, interested in the final result of designing, managed and organized, to use hidden human resources, to determine the potential of the territory, to build a justified program of its urban development.

The technique testing was carried out in the framework of the master's diploma «Participation as a social design technique of the city environment». The article describes the main stages of the participative design; discloses universal methods focused on attracting citizens into the process of participative design; identifies the main participants; highlights the importance of this approach for the formation of society with an active civil position.

Keywords: urban areas, agglomeration, sintering times, functional and territorial structure.

Reference list

1. Subbotina T.V., Sharygin M.D. Territorial socio-ecological-economic systems: monograph / Perm State University. – Perm, 2011. – 269 p.
2. Strategy for Socio-Economic Development of the Republic of Tatarstan till 2030, second edition, version 25.03.2015.
3. The justifying and explaining the materials to the draft strategy of Tatarstan social and economic development of the country until 2030.
4. Law of the Republic of Tatarstan № 40 – ZRT «On approval of the Strategy of socio-economic development of the Republic of Tatarstan till 2030».
5. The master plan of the city Kazan.
6. Strategic Planning in the Regions and Cities of Russia, Territorial strategic planning, XIV All-Russia Forum, 2015.
7. Lappo G.M. Cities of Russia. Looking geographer. – M.: The new chronograph, 2012. – 504 p.
8. Lappo G.M. Urban geography: Textbook for geography departments of universities. – M.: Humanities Publishing Center VLADOS, 1997. – 480 p.
9. Alaev EB Socio-economic geography: Conceptually-terminological dictionary. – M.: Thought, 1983. – 350 p.

УДК 624.014 Р36
Низамеев В.Г. – кандидат физико-математических наук, доцент
E-mail: nizameev_kisi@mail.ru
Башаров Ф.Ф. – ведущий инженер
E-mail: fanzikbashar@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Исследование несущей способности профилированного настила при внецентренном сжатии с учетом закритической его работы

Аннотация
С использованием программного пакета Femap&Nastran проведены численные исследования местной устойчивости и НДС в закритической стадии работы профилированного настила. В исследованиях использована конечно-элементная модель, позволяющая учитывать физическую и геометрическую нелинейность. По результатам численных исследований построены предельные кривые в плоскости обобщенных усилий N и M и проведен сравнительный анализ полученных графиков с расчетами по Еврокоду 3.
Ключевые слова: профилированный настил, закритическая работа, местная устойчивость, изгиб, внецентренное сжатие, физическая и геометрическая нелинейность, предельные кривые.

Стальной профилированный настил, в отличие от традиционных стальных конструкций, имеет следующие особенности [1]:

1) в профилях используется оцинкованная сталь высокого качества толщиной 0,6÷1,5 мм;

2) поперечное сечение профилей тонкостенное, т.е. отношение высоты стенки или ширины полки к толщине может достигать до h_{ef}/t = 200…300 (к примеру, в традиционных стальных конструкциях отношение h_{ef}/t не более 80…110);

3) тонкостенность с одной стороны обуславливает высокую жесткость сечения, а с другой – элементы профнастила подвержены местной потери устойчивости.

Основная особенность работы стального профилированного настила заключается в том, что в процессе его нагружения может происходить потеря местной устойчивости отдельных участков полки и стенки сечения, которые выключаются из дальнейшей работы. При этом разрушение профнастила в целом не происходит, и он может воспринимать дальнейшее увеличение нагрузки (с меньшей жесткостью) [2].

Стальной профилированный настил в основном применяется как ограждающая конструкция и работает на поперечный изгиб. На российском рынке имеется множество типов конструктивных форм профилированного настила с разной высотой сечения, которые изначально разработаны как тонкостенные изгибаемые элементы. При этом закритическая работа профиля на поперечный изгиб учитывается редуцированием геометрических характеристик сечения. Согласно п.5.1 СТО-0043-2005 при определении моментов сопротивления расчетная ширина сжатых плоских участков принимается равной 40t (где t – толщина профиля), при определении моментов инерции – 60t.

В практике строительства есть примеры использования профилированного настила в качестве верхнего пояса пространственных панелей [3-8]. В отличие от традиционного назначения в данных конструкциях профилированный настил работает на совместное действие изгибающего момента и продольной сжимающей силы. Анализ исследований [9-11] и нормативной литературы [12] по расчету стальных тонкостенных элементов показал, что в этом случае работа профиля существенно отличается, поэтому геометрические характеристики сечения, приведенные в ГОСТ 24045, не могут быть использованы для расчета профилированного настила в конструкциях типа [3-8]. Таким образом, актуальной задачей является исследование несущей способности профилированного настила на внецентренное сжатие с учетом его закритической стадии работы. Для оценки несущей способности были выполнены численные исследования для

одной гофры профилированного настила марки Н75-750-0.7 и определены предельные значения изгибающего момента и продольной силы.

Решение поставленной задачи состояло из следующих этапов:

1) обзор отечественной и зарубежной научной литературы и нормативной документации по расчету тонкостенных холодногнутых профилей;

2) создание КЭ модель для численных исследований поведения профилированного настила, учитывающую закритическую работу профиля;

3) численные исследования для различных комбинаций нагрузок N, M с учетом физической и геометрической нелинейности;

4) по результатам исследований построение предельных кривых в плоскости обобщенных усилий N, M;

5) используя рекомендации Еврокода 3, определение предельных значения N и M; построение соответствующих графиков;

6) анализ полученных результатов.

Конечно-элементная модель для исследований

Программных комплексов для моделирования тонкостенных конструкций с учетом их закритической стадии работы не так много. Анализ научной литературы показывает, что для численного моделирования подобных конструкций в основном используются две программные комплексы – это Ansys и Nastran, в которых реализуется геометрическая и физическая нелинейность. В данных программах решатели позволяют использовать нелинейную зависимость перемещений от нагрузки и производить вычисления, даже когда узловые перемещения во много раз превышают толщину элемента. Появляется возможность вычислить критические силы, соответствующие формам местной потери устойчивости стенок и полок профиля, и также выполнить анализ перераспределения усилий в закритической стадии работы.

Для исследования работы профилированного настила с учетом местной потери устойчивости сжатых полок и стенок, в ПК Femap&Nastran была создана расчетная модель, приведенная на рис. 1. Модель составлена из универсальных четырехузловых пластинчатых конечных элементов. Так как профнастил по ширине имеет повторяющую топологию, расчетную модель составляли для одного гофра, а воздействие соседних участков на исследуемую часть учитывали наложением граничных условий. Нагрузка прикладывалась по торцам через жесткие штампы. Физическая нелинейность материала задавалась упрощенной билинейной диаграммой Прандтля при $\sigma_т$ = 2400 кГ/см^2. Геометрическая нелинейность системы реализовывалась путем организации итерационного процесса.

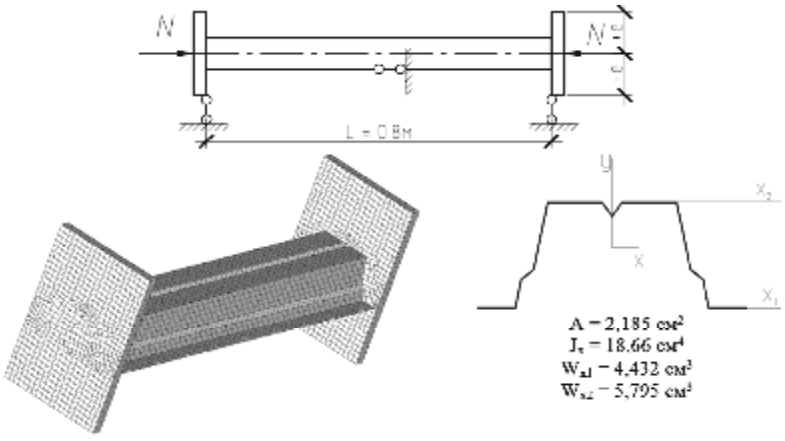
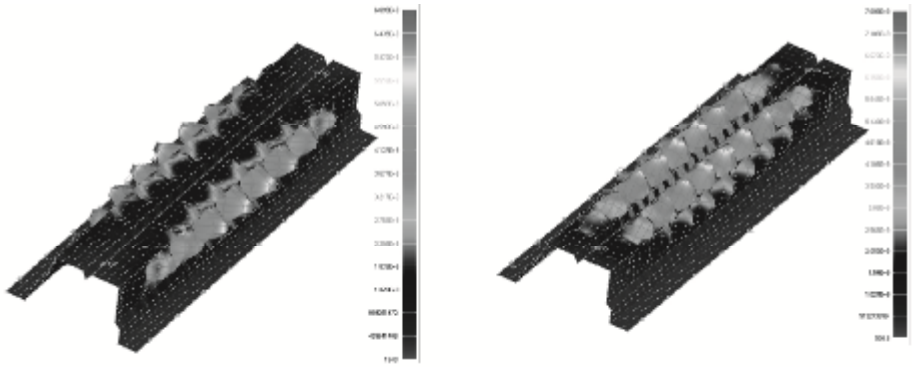


Рис. 1. Расчетная конечно-элементная модель профилированного настила Н75-750-0.7

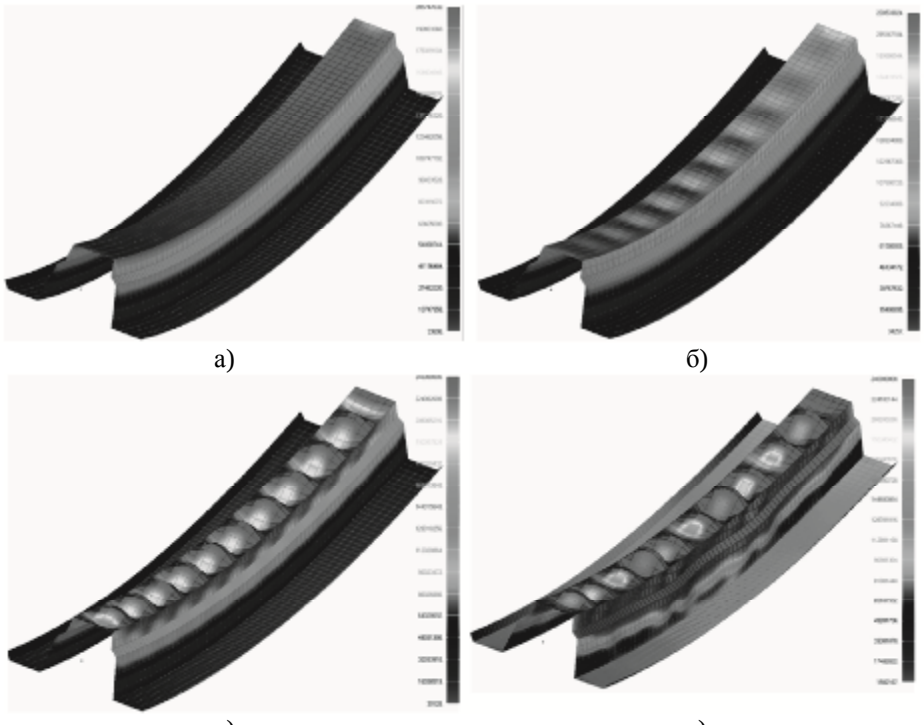
Исследования были проведены в две стадии. В первой стадии расчеты выполнялись в упруго линейной постановке в режиме «Buckling» при различных комбинациях N и M (т.е. центральное сжатии, внецентренное сжатие и чистый изгиб). В результате исследований получены несколько форм потери местной устойчивости профиля (нас интересовала только 1-я), определены коэффициенты запаса устойчивости (β_1) и

вычислены критические усилия. Во второй стадии исследований задача решалась в физически и геометрически нелинейной постановке в режиме «Nonlinear Static». При этом нагрузка прикладывалась поэтапно на деформированную модель, и расчет производился до условного разрушения конструкции. Ниже на рис. 2 и 3 приведены результаты численных расчетов в программном комплексе (распределение нормальных напряжений и деформированная схема).



а) б)

Рис. 2. Результаты расчета в упруго линейной постановке.
а) Первая форма потери местной устойчивости при центральном сжатии (e=0);
β=0,687; $N_{кр}$ = -7809 кГс;
б) Первая форма потери местной устойчивости при внецентренном сжатии (e=0,1);
β=0,225; $N_{кр}$ = -1575 кГс; $M_{кр}$ = 157,5 кГс·м



а) б)

в) г)

Рис. 3. Результаты нелинейного расчета. НДС профиля
при внецентренном сжатии на различных этапах нагружения:
а) Этап наргужения Time 0,18 (N=1260 кГс, M=630 кГс·м);
б) Этап наргужения Time 0,1825 – появление потери местной устойчивости сжатых полок узких полок ($N_{кр}$=1278 кГс, $M_{кр}$=639 кГс·м)
в) Этап наргужения Time 0,2 – закритическая работа профиля (N=1400 кГс, M=700 кГс·м);
г) Этап наргужения Time 0,229 – разрушение профиля ($N_{пр}$=1603 кГс, $M_{пр}$=802 кГс·м)

По результатам расчета построены предельные кривые в плоскости обобщенных усилий изгибающего момента M и продольной сжимающей силы N. Графики приведены ниже на рис. 4, где синим цветом показаны результаты расчетов для упругой модели в линейной постановке, т.е. границы потери местной устойчивости по первой форме, а красным цветом – предельная кривая для упруго пластической модели в нелинейной постановке.

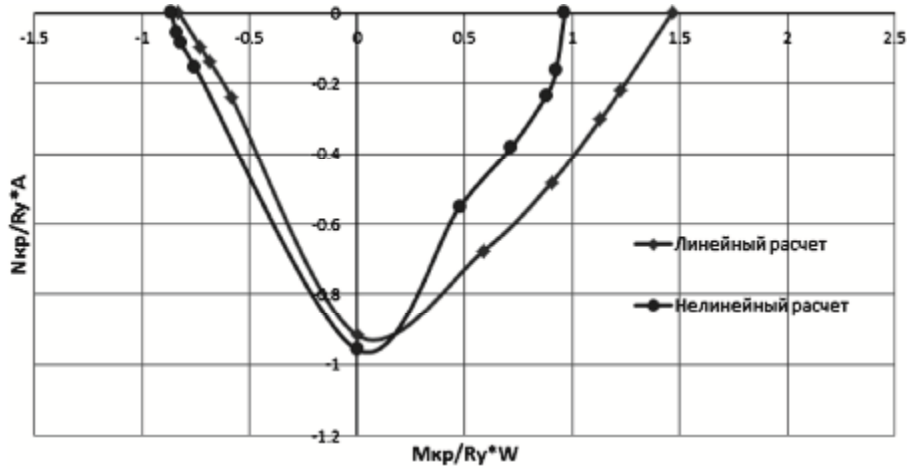


Рис. 4. Предельные кривые в плоскости M и N,
построенные по результатам численных исследований в ПК Femap&Nastran

Как видно из рисунка, при положительном изгибе (верхние широкие полки с элементом жесткости – сжаты, а нижние полки – растянуты) результаты линейного расчета превышают значения нелинейных расчетов. Данный факт обусловлен отсутствием в упругой модели ограничения для критических напряжений, т.е. потеря местной устойчивости происходит при напряжениях, превышающих пределом текучести. Для отрицательного изгиба (нижние полки сжаты, а верхние – растянуты) в линейных расчетах напряженное состояние при потере местной устойчивости находится в области допустимых напряжений (интенсивность напряжений $\sigma_i \leq \sigma_т$) и расчет в упруго пластической и геометрически нелинейной постановке (красная кривая) выявляет некоторый запас несущей способности.

Любопытным является также тот факт, что предельная кривая (красная кривая) имеет вогнутые участки, что противоречит классической теории предельного равновесия, диаграмма которой использована в нелинейной модели данной задачи. Этот факт объясняется спецификой модели, а именно тонкостенностью ее элементов, которые подвержены местной потери устойчивости.

Построение предельных кривых по методике Еврокода

Согласно рекомендациям Еврокода в тонкостенных конструкциях при определении их несущей способности учитываются влияние местной потери устойчивости и устойчивости формы поперечного сечения. В расчетах допускается потеря местной устойчивости сжатых элементов при условии обеспечения общей несущей способности элемента. Потеря местной устойчивости элемента учитывается путем редуцирования геометрических характеристик поперечного сечения: площади, момента инерции, момента сопротивления.

С помощью прикладного пакета «Математика» были проведены расчеты по методике Еврокода в двух вариантах: для линейно-упругой модели и для упругопластической модели с реализацией диаграммы Прандтля. В результате проведенных расчетов, были определены предельные значения изгибающего момента M и продольной силы N по первому предельному состоянию при разных соотношениях M/N и построены соответствующие предельные кривые, которые приведены ниже на рис. 5.

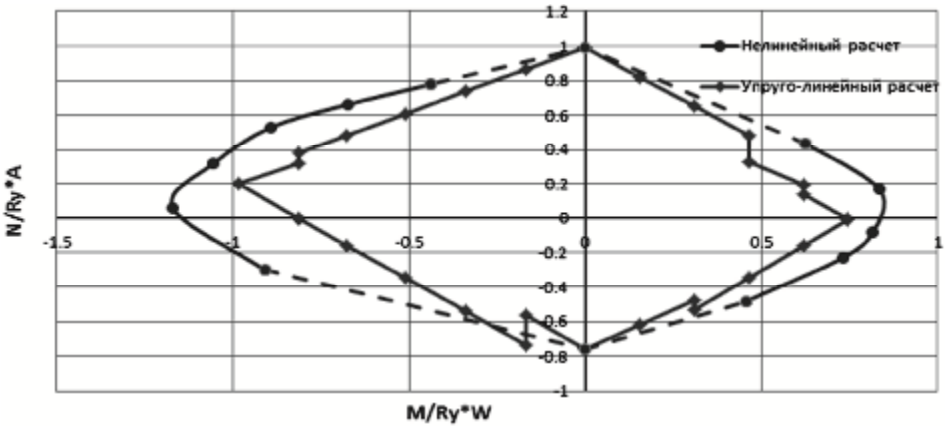


Рис. 5. Предельные кривые *f(N,M)=0*, построенные по методике Еврокода

В линейно-упругой постановке задачи за предел прочности R_y принят предел текучести $\sigma_т$ = 2400 кГ/см^2. Предельная кривая для физически нелинейной модели построена с реализацией диаграммы Прандтля. Как видно, предельная кривая линейно-упругой модели (рис. 5) имеет кусочно-линейную конфигурацию. Вертикальные участки на графике (скачки) обусловлены тем, что при некоторых соотношениях M/N нижняя или верхняя полка профнастила начинает терять устойчивость (т.е. редуцируется), либо наоборот перестает терять устойчивость.

Для упругопластической модели предельная кривая (рис. 5) в целом имеет криволинейное очертание. Прямолинейные участки графика, начерченные штрих-линиями, имеют условный характер. На этих промежутках реализовывается НДС профиля между следующими состояниями: а) одна из полок (верхняя или нижняя) растянута или сжата, а вся остальная часть сечения профиля соответственно сжата или растянута – б) все сечение сжато или растянуто.

По результатам сопоставительного анализа предельных кривых (рис. 6), полученных численными исследованиями в ПК Femap&Nastran и расчетами по Еврокоду сделаны следующие выводы:

1. Работа профилированного настила на внецентренное сжатие существенно отличается от традиционной работы данной конструкции на поперечный изгиб.

2. Упругая модель расчета профилированного настила с использованием ПК Femap&Nastran может давать как заниженные, так и завышенные результаты, и не пригодна для оценки несущей способности профиля.

3. Использование физически и геометрически нелинейной модели в ПК Femap&Nastran для расчета профилированного настила приводит к вполне достоверным результатам.

4. При внецентренном сжатии с положительным эксцентриситетом (когда широкие полки сжаты) предельная кривая численного расчета дает большие значения, чем результаты расчетов по Еврокоду (разница – до 25 %). При чистом сжатии отличие результатов составляет 20 %.

5. При внецентренном сжатии, когда узкие полки сжаты, результаты численных исследований отличаются незначительно – всего на 5 %.

6. В целом несущая способность профиля, определенная численным методом в ПК Femap&Nastran больше чем, несущая способность, вычисленная по Еврокоду. Это связано с тем, что методике расчета по Еврокоду заложен некоторый запас. Данный запас обусловлен тем, что расчетная схема тонкостенных профилей состоит из совокупности отдельных пластин шарнирно опертых по контуру, а на самом деле места сопряжения полок и стенок не являются чистым шарниром, которые учитываются при моделировании в ПК Femap&Nastran.

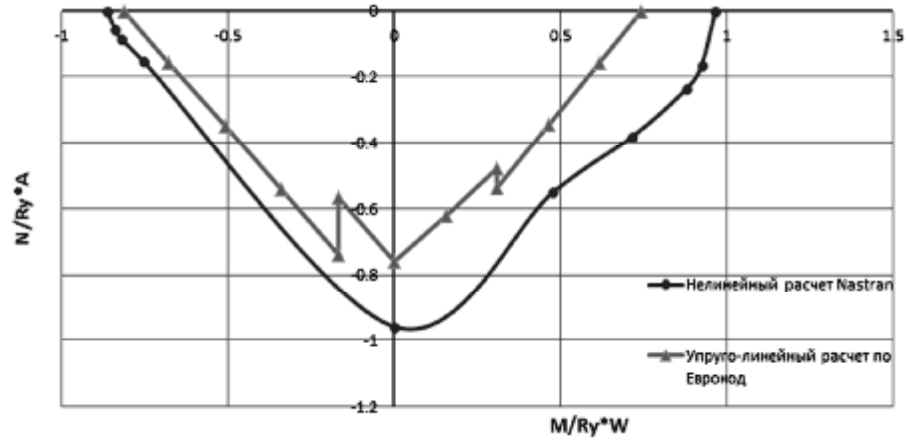


Рис. 6. Графики численных исследований в ПК Femap&Nastran и расчетов по методике Еврокода

Список библиографических ссылок

1. Нехаев Г.А., Теличко Г.Н. Численное моделирование составных стержней из тонкостенных гнутых профилей // Сб. материалов 11-ой международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы строительства и строительной индустрии». – Тула: 2008. – С. 40-41.
2. Видяков И.И., Арменский М.Ю., Соловьев Д.В. Теоретические и экспериментальные исследования новых марок профилированного настила // Научно-технический журнал «Строительная механика и расчет сооружений», 2007, № 2. – С. 72-74.
3. Патент на изобретение «Плита покрытия» RU 2436909 C1 от 15.02.2010. Авторы: Хисамов Р.И., Башаров Ф.Ф.
4. Патент на изобретение «Плита покрытия» RU 2454515 C1 от 26.11.2010. Авторы: Хисамов Р. И., Башаров Ф.Ф.
5. Голубчиков А.В. Работа решетчатой плиты покрытия с применением стального профилированного листа. Автореф. дисс. канд. техн. наук. – Свердловск, 1990.
6. Марышев А.Ю. Двухпоясное преднапряжённое арочное покрытие с поясами из стальных профилированных листов. Дисс. канд. техн. наук. – Красноярск, 2001.
7. Колесникова М.А. Комбинированные пологие блок-своды из профилированных листов, подкрепленные деревянными балками // диссертация кандидата технических наук. – Красноярск, 2004.
8. Драчевский С. В. Пространственные трансформируемые секции зданий — укрытий и фермы покрытий арочного типа из линзообразных блоков // диссертация кандидата технических наук. – Красноярск, 2006.
9. Макеев С.А., Гришаев Н.А. Численное исследование местной потери устойчивости арочных профилей трапециевидного сечения // Омский научный вестник, 2010, № 1 (87). – С. 93-97.
10. Гимранов Л. Р. Пространственная жесткость одноэтажных многопролетных легких зданий с применением профилированного настила с увеличенной высотой гофр. Диссертация кандидата технических наук. – Казань, 2010. – 171 с.
11. Брудка Я. Гранцарек Р., Милачевски К. Стальные складчатые конструкции в строительстве. – Киев: Будивельник, 1989.
12. Eurocodes: Design of Steel structures. EN 1993-1-3: 2004, Part 1-3: General rules. Supplementary rules for cold-formed members and sheeting. CEN. European Committee for standardization, 2004.

Nizameev V.G. – candidate of physical and mathematical sciences, associate professor
E-mail: nizameev_kisi@mail.ru
Basharov F.F. – leading engineer
E-mail: fanzikbashar@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Research on the bearing capacity of the corrugated steel decking under eccentric compression with supercritical operation

Resume

In the present work we study the bearing capacity of corrugated steel decking under eccentric compression based on supercritical operation.

Using the Femap&Nastran software, a numerical research of local stability and stressedly-deformed condition was conducted. To assess the bearing capacity were performed numerical studies for one corrugated profiled sheeting brand № 75-750-0.7 and defined limits of the bending moment and longitudinal force. Finite element system used in the research allowed the physical and geometrical nonlinearity was taken into account. With the application of «Mathematics» package the calculation by Eurocode methods has been carried out in two versions: for linear-elastic model and elastic-plastic model with the implementation of the Prandtl diagram.Using the results of numerical research, limiting curves were plotted in the planes of generalized forces N and M, and a comparative analysis of produced graphs was performed.

Keywords: corrugated steel decking, supercritical operation, local stability, curve, eccentric compression, physical and geometrical nonlinearity, limiting curves.

Reference list

1. Nehaev G.A., Telichko G.N. Numerical modeling of the compound rods from thin profiles. // Coll. materials of the 11th International Scientific Conference «Actual problems of building and construction industry». – Tula. – P. 40-41.
2. Vidyakov I.I., Armensky M.Yu., Soloviev D.V. Theoretical and experimental research of new brands of profiled sheeting // Scientific and Technical Journal «Building mechanics and calculation of structures», 2007, № 2. – P. 72-74.
3. Patent for the invention «Covering plate» RU 2436909 C1 from 15.02.2010. Authors: Hisamov R.I., Basharov F.F.
4. Patent for the invention «Covering plate» RU 2454515 C1 from 26.11.2010. Authors: Hisamov R.I., Basharov F.F.
5. Golubchikov A.V. Work of an ethmoid plate cover with a steel profile plate. Author. diss. cand. tehn. Sciences. – Sverdlovsk, 1990.
6. Maryshev A.Y. Two-zone prestressed arch cover with belts of steel sheeting. Diss. cand. tehn. sciences. – Krasnoyarsk, 2001.
7. Kolesnikova M.A. Combined flat block arches from the profiled sheets supported by wooden beams // Dissertation of the candidate of technical sciences. – Krasnoyarsk, 2004.
8. Drachevskiy S.V. Spatial transformable section of buildings – houses and roof trusses arch type of lens-shaped blocks // Dissertation of the candidate of technical sciences. – Krasnoyarsk, 2006.
9. Makeev S.A., Grishaev N.A. Numerical study of local buckling of arch trapezoidal profiles // Scientific Herald of Omsk, 2010, № 1 (87). – P. 93-97.
10. Gimranov L. R. Three–dimensional rigidity of single-storeyed multispan light buildings with profiled decking with increased height of crimps. Thesis for a Candidate's degree. – Kazan, 2010. – 171 p.
11. Brudka Y. Grantsarek R., Milachevsky K. Steel folded structures in constructions. – Kiev: Budivelnik 1989.
12. Eurocodes: Design of Steel structures. EN 1993-1-3: 2004, Part 1-3: General rules. Supplementary rules for cold-formed members and sheeting. CEN. European Committee for standardization, 2004.

УДК 624.131.522:691.4
Мирсаяпов И.Т. – доктор технических наук, профессор
E-mail: mirsayapov1@mail.ru
Королева И.В. – кандидат технических наук
E-mail: prepod-irina@ya.ru
Сабирзянов Д.Д. – аспирант
E-mail: danil198900@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Расчетная модель осадки основания фундаментов при режимном статико-циклическом нагружении

Аннотация

В статье представлены результаты экспериментальных и теоритических исследований глинистых грунтов оснований при трехосном длительно-статическом, циклическом и режимном статико-циклическом нагружении. Описаны исходные и трансформированные диаграммы деформирования глинистого грунта при длительно-статическом, циклическом и режимном длительном статико-циклическом нагружении. Результаты испытаний обработаны и приведены в виде графиков и использованы для сравнения с данными теоретических исследований. На основании полученных трансформированных аналитических диаграмм деформирования разработан инженерный метод расчета осадок оснований, в основу которого положен метод послойного суммирования с учетом изменения пространственного напряженно – деформированного состояния грунтов в процессе режимного статико-циклического нагружения. Приведены сравнения результатов трехосных испытаний с лотковыми испытаниями при длительно-статическом, циклическом и режимном длительном статико-циклическом деформировании глинистого основания плитного фундамента.

Ключевые слова: глинистые грунты, трехосное сжатие, статическое нагружение, циклическое нагружение, режимное статико-циклическое нагружение, расчетная модель, осадка, трансформированная диаграмма, аналитические зависимости, прочность, напряжения.

В реальных условиях строительства и эксплуатации нагрузка на грунтовое основание прикладывается поэтапно по мере возведения здания и сооружения. При этом этапе активного нагружения на стадии строительства переходят в этапы последовательного чередования длительного статического и циклического нагружения, если в здании или сооружении установлено оборудование, создающее динамическое воздействие на грунтовое основание. Максимальные и минимальные значения циклической нагрузки и длительной статической нагрузки зависят о технологии и режима эксплуатации оборудования. Однако существующие методы расчета не в состоянии учитывать особенности деформирования оснований фундаментов при таких нагружениях.

Исходя из этого, возникает необходимость разработки методики расчета оснований фундаментов при режимном статико-циклическом нагружениях. Эта задача особенно актуальна для оснований, сложенных глинистыми грунтами, так как в этом случае напряженно – деформированное состояние меняется со времени и зависят от истории предшествующего нагружения. Схема напряженного состояния основания и расчетная схема приведены [1].

В связи с вышеизложенным на кафедре «Оснований и фундаментов, динамики сооружений и инженерной геологии» в КГАСУ, были проведены экспериментальные исследования глинистого грунта, в условиях трехосного статического, циклического и режимного нагружения. Испытывались образцы глинистого грунта со следующими характеристиками: W=23 %; W_p=22,8 %; W_L=40,1 %; ρ=1,94 г/см^3; I_p=17,3 %; I_L=33 %. Образцы близнецы подготавливались в соответствии с ГОСТ 30416-96.

По результатам экспериментальных исследований получены графические зависимости между интенсивностью касательных напряжений τ_i и интенсивностью деформаций сдвига γ_i; между осевыми напряжениями σ_z и осевыми деформациями ε_z, между объемными напряжениями σ_m и объемными деформациями ε_v; изменения линейного модуля E_{0Z}, объемного модуля K_v и модуля сдвига G во времени [2-5].

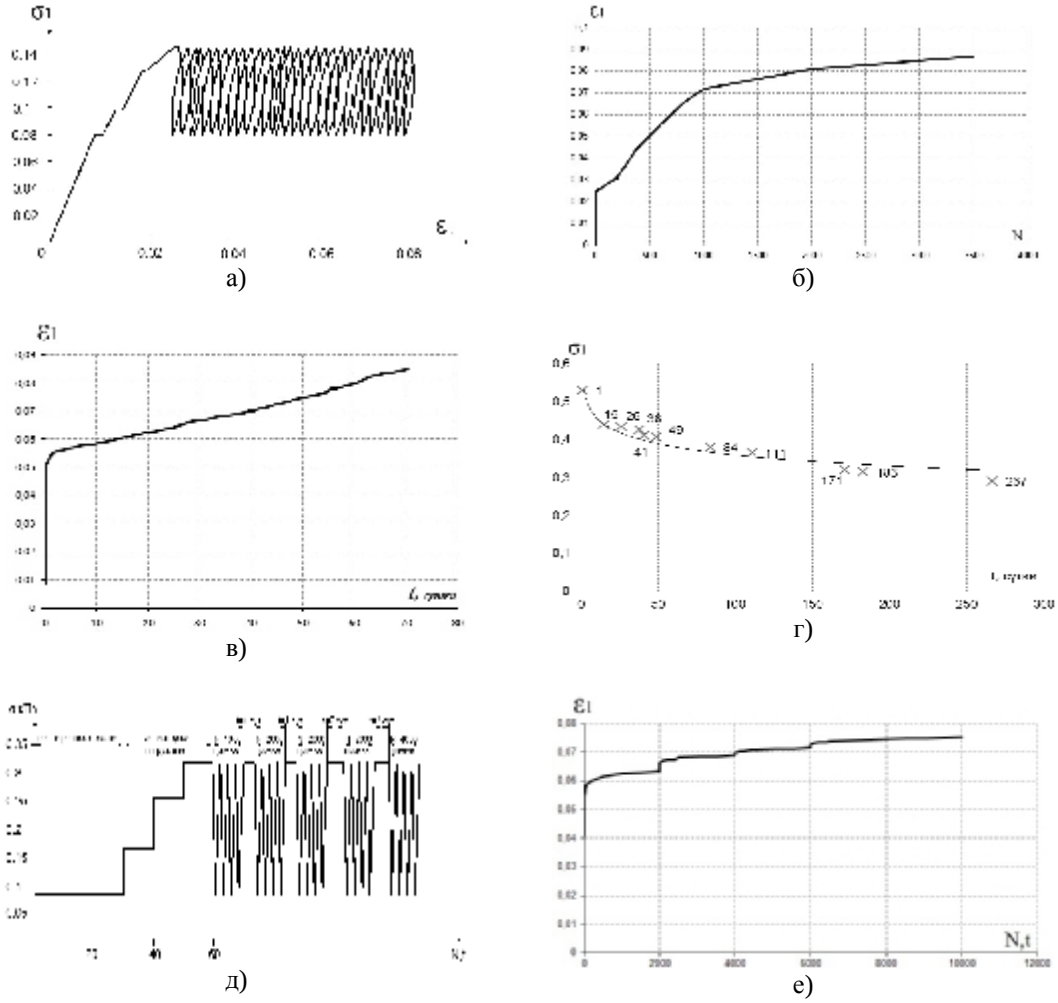


Рис. 1. Графики зависимости: а) зависимость вертикального напряжения от вертикальной деформации при трехосном кратковременном циклического нагружения; б) график развития вертикальной деформации от количества циклов при трехосном циклического нагружения; в) график развития вертикальной деформации при трехосном длительном статическом нагружении; г) зависимость вертикальных напряжений от времени при трехосном длительном статическом нагружении; д) режим нагружения при трехосном режимном длительном статическом и циклическом нагружениях; е) график развития вертикальной деформации при трехосном длительном статическом нагружении

На рис. 2 показаны изменения прочности при различных боковых давлениях 0,08 МПа и 0,16 МПа. На графиках приведены изменения прочности при трехосном кратковременном статическом, длительно статическом, кратковременном циклическом нагружении и точками показаны значения прочности при режимном трехосном длительно статическом и циклическом нагружениях. Из графиков видно, что прочность глинистых образцов при режимном статико-циклическом нагружении существенно отличается от прочности при длительно статическом и циклическом нагружении.

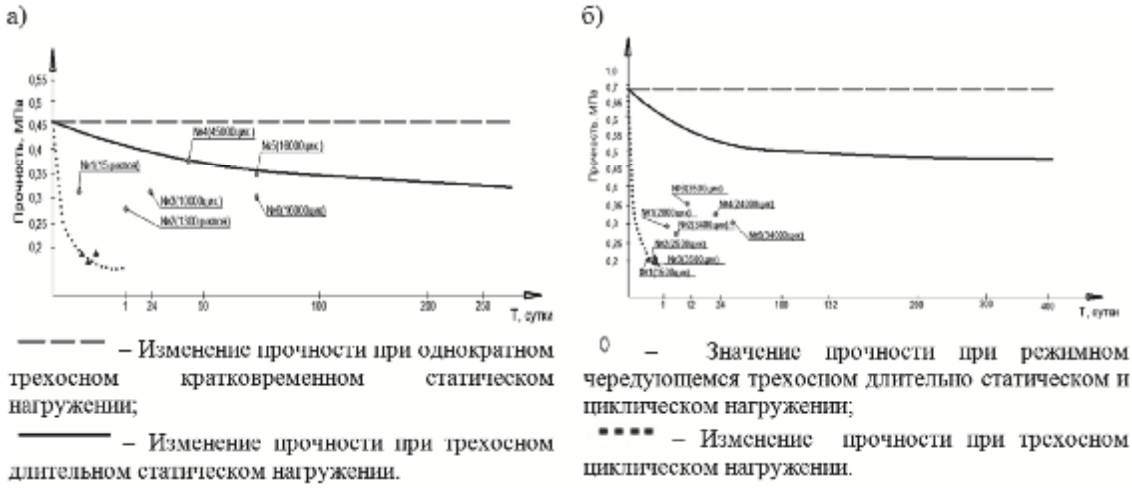


Рис. 2. Изменение прочности режимного нагружения:
а) при боковом давлении 0,08 Мпа; б) при боковом давлении 0,16 Мпа

Как видно из приведенных графиков при рассмотренных режимах происходит изменение всех оснований параметров, характеризующих напряженное и деформированное состояние грунтов во времени, что позволяет заключать о необходимости разработки нового параметра, характеризующего механическое состояние и необходимое для создания расчетных моделей. В качестве такого параметра принимается аналитическая диаграмма деформирования грунта в координатах «σ_1–ε_1» для трехосного сжатия (где σ_1, ε_1 вертикальные напряжения (девиатор) и линейные деформации, при трехосном сжатии).

Исходя из полученных графиков (рис. 1, 2) были построены **исходные диаграммы** (диаграммы состояния) деформирования грунтов при кратковременном трехосном статическом нагружении. В качестве предельной точки по координатам (σ) принимается величина временного сопротивления $\sigma_1=R_{gr,u}$ (девиатора) грунта при трехосном кратковременном статическом сжатии. Предельной точкой по оси ординат (ε) принимается величина линейной деформации $\varepsilon_{u1}=0{,}0869$. Вид диаграммы представлены на рис. 3.

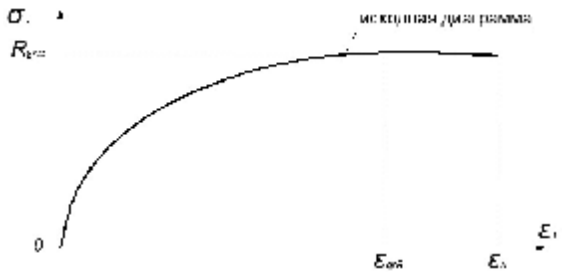


Рис. 3. Исходная диаграммы деформирования грунта
при кратковременном трехосном статическом нагружении

При рассмотрении диаграмм состояния глинистого грунта при трехосном длительно статическом нагружении в качестве исходных использованы диаграммы деформирования «σ_1–ε_1» для случая трехосного кратковременного статического нагружения. Трансформируя исходную диаграмму состояния при трехосном кратковременном статическом нагружении, получаются аналитические зависимости для описания диаграмм деформирования глинистого грунта при трехосном длительно статическом нагружении. По форме **трансформированные диаграммы** принимаются подобными исходной диаграмме состояния исходя из следующих положений (рис. 4 а):

- предельной точкой вертикального давления, в вершине диаграммы принимается напряжение в грунте, которая равняется пределу длительного сопротивления при трехосном действии нагрузки $R_{gr,long}(t,\tau)$ и деформации, отвечающие деформациям в

вершине диаграммы состояния при трехосном кратковременном статическом нагружении $\varepsilon_{gru,red}=\varepsilon_{gru}$;

- для предельной точки, определяющей границы диаграмм состояния по оси ординат, деформации равняются предельным деформациям при трехосном кратковременном статическом нагружении $\varepsilon_{gr,red}=\varepsilon_{gr,R}$, а по основным зависимостям (1) вычисляются напряжения в грунте;

- начала координат диаграмм принимаются смещенными на величину, равную деформациям ползучести в рассматриваемый момент времени: $\varepsilon_{pl}(t)$ – при длительном статическом нагружении.

- полученные углы наклона диаграмм деформирования принимается с учетом изменения модуля деформации глинистого грунта при трехосном длительно статическом нагружении.

а) б)

Рис. 4. Исходные и трансформированные диаграммы деформирования грунта: а) при трехосном длительном статическом нагружении; б) при трехосном циклическом нагружении

Зависимость предельной точки вертикального давления (девиатора) в вершине диаграммы состояния и временем нагружения при трехосном длительно статическом нагружении имеет вид:

$$\sigma(t_1 t_0) = R_{gr,long} = -a\ln(t) + R_{gr,u}, \quad (1)$$

где α – значения полученные опытным путем.

Деформации ползучести грунта в рассматриваемый момент времени при длительном статическом нагружении определяются по формуле:

$$\varepsilon_{pl}(t_1 t_0) = c_{\psi}(t_1 t) \times \sigma(t_1 t_0) \times f(t_1 t_0), \quad (2)$$

где $f(t_1 t_0) = 1 - e^{-\gamma(t-t_0)}$ – функция роста деформации ползучести;

γ – параметр ползучести грунта;

$c_{\psi}(t_1 t) = \dfrac{\varepsilon_{pl}(t_1 t)}{R_{gr,u}(t_1 t)}$ – предельная мера ползучести грунта в момент времени *t*.

При рассмотрении диаграмм состояния глинистого грунта при трехосном циклическом нагружении в качестве исходных использованы диаграммы деформирования «σ_1–ε_1» для случая трехосного кратковременного статического нагружения. Трансформируя исходную диаграмму состояния при трехосном кратковременном статическом нагружении, получают аналитические зависимости для описания диаграмм деформирования глинистого грунта при трехосном кратковременном циклическом нагружении. По форме **трансформированные диаграммы** принимаются подобными исходной диаграмме состояния исходя из следующих положений (рис. 4 б):

- предельной точкой вертикального давления, в вершине диаграммы принимается напряжение в грунте, которая равняется пределу выносливости при трехосном циклическом нагружении $R_{gr,long}(t,\tau)$ и деформации, отвечающие деформациям в вершине диаграммы состояния при трехосном циклическом нагружении $\varepsilon_{gru,red}=\varepsilon_{gru}$;

- для предельной точки, определяющей границы диаграмм состояния по оси ординат, деформации равняются предельным деформациям при трехосном

кратковременном циклическом нагружении $\varepsilon_{gr,red}=\varepsilon_{gr,R}$, а по основным зависимостям (3) вычисляются напряжения в грунте;

- начала координат диаграмм принимаются смещенными на величину, которые равняются деформациям виброползучести в рассматриваемый цикл нагружения: $\varepsilon_{pl}(N)$ – при кратковременном циклическом нагружении;

- полученные углы наклона диаграмм деформирования принимается с учетом изменения модуля деформации глинистого грунта при трехосном кратковременном циклическом нагружении.

Зависимость между предельной точки вертикального давления в вершине диаграммы состояния и количеством циклов нагружения при циклическом нагружении имеет вид:

$$\sigma(t_1) = R_{gr,long}(N) = R_{gr,u} \times e^{-\beta N}, \quad (3)$$

где β – значения полученные опытным путем;

N – количество циклических нагружений.

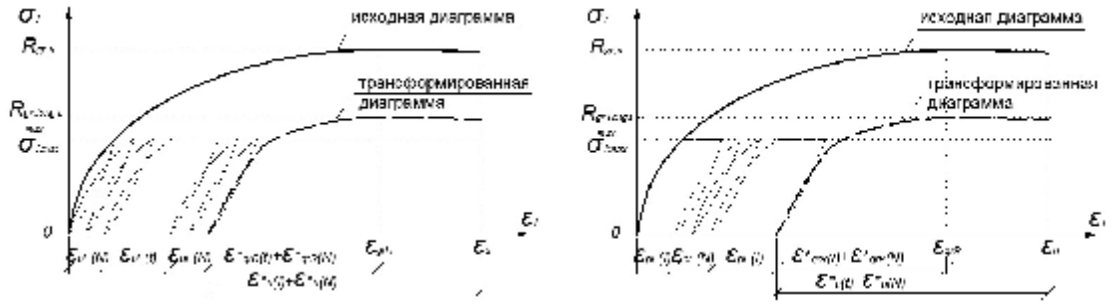
Деформации ползучести грунта в рассматриваемый цикл при циклическом нагружении определяются по формуле:

$$\varepsilon_{pl}(N) = c_{\psi}(t_1) \times \sigma^{max}(t_1) \times f(N), \quad (4)$$

где $f(N) = 1 - e^{-\gamma(N - N_0)}$ – функция роста деформации ползучести;

γ – параметр ползучести грунта при циклическом нагружении;

$c_{\psi}(t_1) = \dfrac{\varepsilon_{pl}(t_1)}{R(t_1)}$ – предельная мера ползучести грунта;



а) б)

Рис. 5. Исходные и трансформированные диаграммы деформирования грунта при режимном чередующемся статическом и циклическом нагружении

Аналитические зависимости для описания диаграмм деформирования грунта при режимном трехосном нагружении получаются путем трансформирования зависимостей (1-4) для трехосного длительного статического и циклического нагружения (рис. 5). При описании режимных деформирования грунта в условиях трехосного нагружения необходимо учитывать влияние вертикального давления (σ_1) предыдущего блока на прочность, модуль деформации и относительные деформации в вершине диаграммы при последующем нагружении после смены режима. В пределах каждого блока, на которые развивается режимное нагружение, изменение диаграмм деформирования описывается по тем же формулам, что и при циклическом или длительно – статическом нагружении, но соответствующими для каждого блока σ_{1i}, N_i, T_i, или и с учетом изменение прочности и деформативности в предыдущих блоках.

При этом необходимо учитывать два характерных случая, когда:

- сначала действует длительное статическое $\sigma_1(t)$ нагружение, а затем циклическое нагружение;

- сначала действует циклическая нагрузка $\sigma_1(N)$, а затем длительное статическое нагружение.

В первом случае общая долговечность увеличивается по сравнению с той, когда ведется циклическое нагружение со значением напряжения $\sigma_1(N)$. Это связано с

увеличением эффективной поверхности энергии разрушения грунта на первой ступени нагружения вследствие восстановления и увеличения коагуляционных связей [6].

Во втором случае снижение прочности при переходе на блок с длительной статической нагрузкой будет чрезвычайно медленным. Это объясняется «эффектом задержки» усталостных трещин в плоскостях предельного равновесия в расчетном объеме грунта [6].

Таким образом, при трансформировании исходной диаграммы для случая режимных нагружений необходимо учитывать влияние чередования длительно статических и циклических нагрузок.

В пределах начального блока, независимо от последовательности блоков нагружения, трансформированные диаграммы получаются аналогично не режимному длительно-статическому и циклическому нагружению. В каждом последующем блоке происходит дальнейшее трансформирование диаграммы деформирования, но исходной диаграммой для каждого из них является трансформированная диаграмма в конце предыдущего блока. Координаты вершины трансформированных диаграмм в начале каждого последующего блока зависят от уровня напряжений в предшествующих блоках и последовательности чередования блоков с разными видами нагружения.

На основании полученных трансформированных аналитических диаграмм деформирования разработан инженерный метод расчета осадок оснований, в основу которого положен метод послойного суммирования с учетом изменения пространственного напряженно-деформированного состояния грунтов в процессе трехосного длительно-статического, циклического и режимного статико-циклического нагружения.

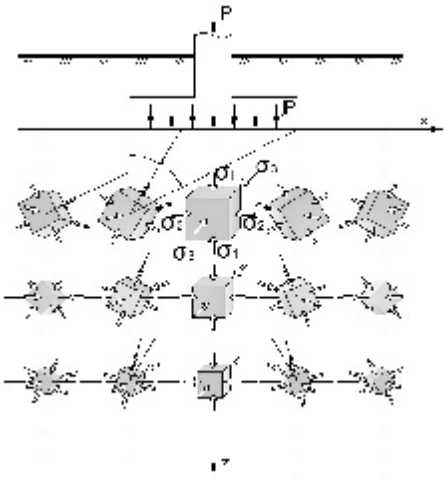


Рис. 6. Схема напряженного состояния основания фундамента при режимном нагружении

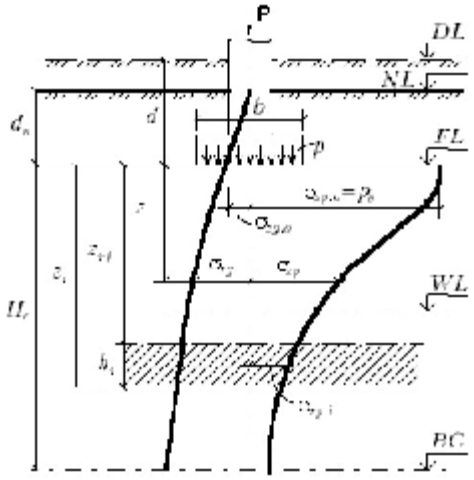


Рис. 7. Расчетная схема к определению осадки основания фундамента при режимном нагружении

Принимается объемное напряженное состояние грунта основания фундамента представленная на рис. 6. Разбивая сжимаемую толщу основание на слои h_i, для каждого слоя исходя из (рис. 6) для девиатора напряжений (σ_1) определяем деформации $\varepsilon_{z,i}$, соответствующие значению вертикального давления, а затем значения деформации в пределах сжимаемой толщи суммируется.

Таким образом, осадка основания вычисляются по формулам:

- при трехосном длительном статическом нагружении:

$$S = \sum_{i=1}^{n} \left[\varepsilon_{z,i}(t, t_0) \right] \times h_i,$$

где n – количество слоев, на которые разбивается сжимаемая толща основания;

h_i – толщина *i*-го слоя;

$\varepsilon_{z,i}(t,\tau)$ – приращение осевой деформации *i*-го слоя при действии статической нагрузки t;

t – время соответствующая моменту наблюдения;

t_0 – время приложения нагрузки.

- при трехосном циклическом нагружении:

$$S = \sum_{i=1}^{n} \left[\varepsilon_{z,i}(N) \right] \times h_i,$$

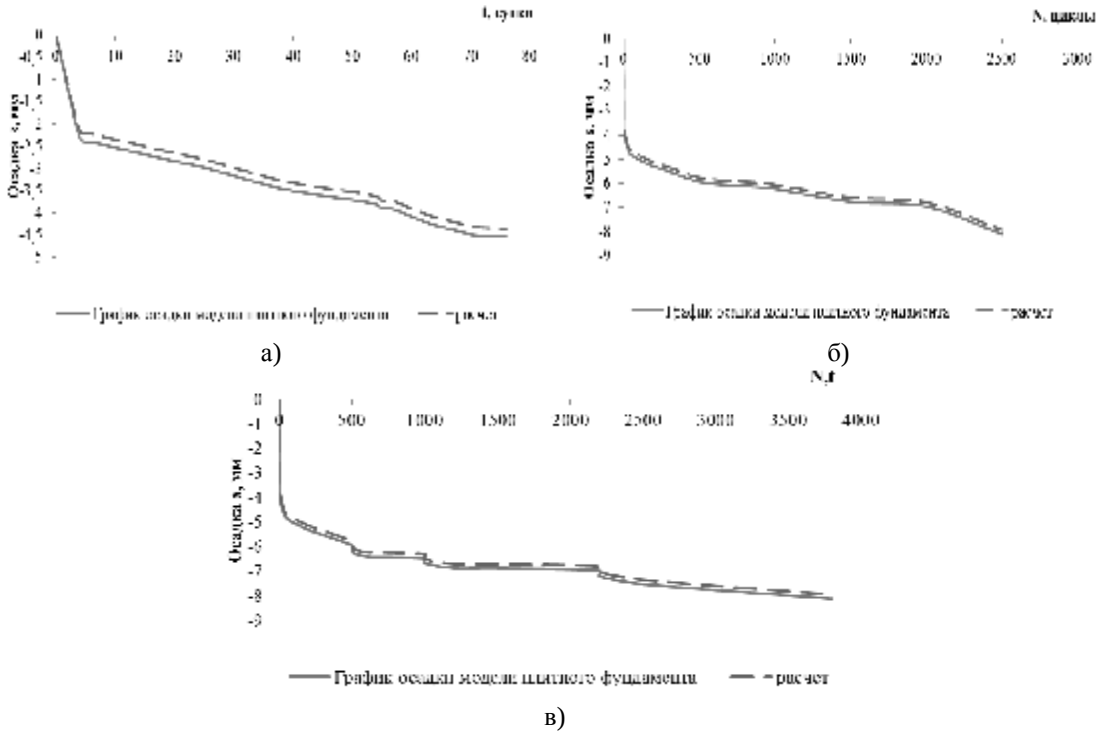
где $\varepsilon_{z,i}(N)$ – приращение осевой деформации *i*-го слоя при действии циклической нагрузки;

- при трехосном режимном длительно статическом и циклическом нагружении:

$$S = \sum_{i=1}^{n} \left[\sum_{j=1}^{m} \varepsilon_{z,j}(N) + \sum_{j=1}^{k} \varepsilon_{z,j}(t,\mathrm{t}) \right] \times h_i,$$

где m – количество блоков циклического нагружения;
k – количество блоков длительного статического нагружения.

График сопоставления результатов расчетных и экспериментальных исследований осадок модели плитного фундамента (с размерами 0,4x0,4 м) на глинистом грунтовом основании в лабораторном лотке (лоток с размерами 1x1x1 м), характеристики грунтов которые указаны выше, для условий трехосного нагружения, показаны на рис. 8. Как видно из рис. 8, наблюдается хорошая сходимость между расчетными и опытными данными осадок.



а) б)

в)

Рис. 8. График сопоставления осадок плитного фундамента:
а) при длительном статическом нагружении; б) при циклическом нагружении;
в) при режимном статико-циклическом нагружении

Список библиографических ссылок

1. Мирсаяпов И.Т., Королева И.В. Несущая способность и осадки оснований фундаментов при длительном нагружении. // Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: Сборник трудов Международ. научн. конф. (Москва, 19-21 октября 2011 г.); в 2 т., Т.2. – М.: МГСУ, 2011. – С. 342-347.
2. Мирсаяпов И.Т., Королева И.В. Исследование прочности и деформативности глинистых грунтов при длительном трехосном сжатии // Известия КазГАСУ, 2009, № 2 (12). – С. 167-172.

3. Мирсаяпов И.Т., Королева И.В. Особенности деформирования глинистых грунтов при циклическом трехосном сжатии // Международный журнал Геотехника, 2010, № 6. – С. 64-67.
4. Мирсаяпов И.Т., Королева И.В., Сабирзянов Д.Д. Прочность и деформации глинистых грунтов при трехосном режимном чередующемся статическом и циклическом нагружении // Геотехника Беларуси: Наука и практика, 2013. – С. 297-304.
5. Мирсаяпов И.Т., Королева И.В., Сабирзянов Д.Д. Деформации глинистых грунтов при режимном комбинированном длительном и циклическом нагружении // Перспективные направления развитии теории и практики в реологии и в механике грунтов. Материалы XIV Международного симпозиума по реологии, 8-11 октября 2014. – С. 130-135.
6. Мирсаяпов И.Т., Королева И.В. Прочность и деформируемость глинистых грунтов при режимном пространственном напряженном состоянии с учетом трещинообразования // Основания, фундаменты и механика грунтов, 2016, № 1. – С. 16-23.
7. Вознесенский Е.А. Поведение грунтов при динамических нагрузках. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 286 с.
8. Зарецкий Ю.К. Лекции по современной механике грунтов. – Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та,1989. – 607 с.

Mirsayapov I.T. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: mirsayapov1@mail.ru
Koroleva I.V. – candidate of technical sciences
E-mail: prepod-irina@ya.ru
Sabirzyanov D.D. – post-graduate student
E-mail: danil198900@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Estimated rainfall pattern at the base of the foundations of the regime static-cyclic loading

Resume

In the real world of construction and operation the load on the foundation soil is applied in stages as the construction of buildings and structures. Wherein the phases of the active loading at the construction stage transformed into phases of sequential alternation of long static and cyclic loading, if there is an equipment that creates a dynamic impact on the foundation soil installed in the building or construction.

However, existing methods of calculation are not able to take into account the particular strain of foundations under such loadings.

The article presents the results of experimental and theoretical studies of the clay foundation soils under triaxial long-static, cyclic and static and modal cyclic loading. Describes the source and transformed the clay soil deformation diagram for long-static, cyclic and static and modal prolonged cyclic loading. The test results are presented and processed in the form of graphs and used for comparison with theoretical studies. Based on the analysis of the transformed strain diagrams developed engineering method for calculating sediment grounds, based on the method of layering summation taking into account spatial changes of stress-strain state of the soil in the process of regime static and cyclic loading. At the end of the article compares the results of triaxial tests with a trough at long-static, cyclic and static and modal prolonged cyclic deformation of the clay base slab foundation.

Keywords: clay soils, triaxial, static loading, cyclic loading, modal-static cyclic loading, calculation model, sediment, transformed diagram analytical dependences, strength, stress.

Reference list

1. Mirsayapov I.T., Koroleva I.V. Bearing capacity of foundations and rainfall with prolonged loading // Integration, partnership and innovation in building science and

education: International Collection of papers. Scien. Conf. (Moscow, 19-21 October 2011), 2 t. V. 2. – M.: MGRS, 2011. – P. 342-347.
2. Mirsayapov I.T., Koroleva I.V. Research strength and deformability of clay soils with prolonged triaxial compression // Izvestiya KGASU, 2009, № 2 (12). – P. 167-172.
3. Mirsayapov I.T., Koroleva I.V. Features deformation of clayey soils under cyclic triaxial compression // International Journal Geotechnics, 2010, № 6. – P. 64-67.
4. Mirsayapov I.T., Koroleva I.V., Sabirzyanov D.D. Strength and deformation of clayey soils under triaxial modal alternating static and cyclic loading // Geotechnics of Belarus: Science and Practice, 2013. – P. 297-304.
5. Mirsayapov I.T., Koroleva I.V., Sabirzyanov D.D. Warp clay soils combined with the regime and the long-term cyclic loading // Perspective directions of development of the theory and practice of rheology and soil mechanics. Proceedings of the XIV International Symposium on rheology, October 8-11, 2014. – P. 130-135.
6. Mirsayapov I.T., Koroleva I.V. The strength and deformability of clay soils under the regime spatial stress state in view of cracking // Grounds, foundations and soil mechanics, 2016, № 1. – P. 16-23.
7. Voznesensky E.A. The behavior of soils under dynamic loads. – M.: Izd. MGU, 1997. – 286 p.
8. Zaretsky J.K. Lectures on modern soil mechanics. – Rostov-na-Donu: Izdatelstvo Rostov University Press, 1989. – 607 p.

УДК 624.154.001.8
Мирсаяпов И.Т. – доктор технических наук, профессор
E-mail: mirsayapov1@mail.ru
Шакиров М.И. – аспирант
E-mail: jklnumb@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Несущая способность и осадки плитно-свайных фундаментов при циклическом нагружении

Аннотация

Разработан метод расчета осадки плитно-свайного фундамента при циклическом нагружении, рассматривающий совместные деформации грунтового основания, свай и плитного ростверка. В зависимости от цикла нагружения, циклическая нагрузка приводит к перераспределению нагрузки между элементами плитно-свайного фундамента, грунтом основания на различных уровнях от плиты ростверка и грунтового массива межсвайного пространства.

Данный метод расчета учитывает специфику изменения напряженно-деформированного состояния элементов плитно-свайного фундамента и показывает хорошую сходимость между расчетными и фактическими значениями исследуемых параметров.

Ключевые слова: плитно-свайный фундамент, слабый грунт, циклическое нагружение, осадки основания, напряжения, усилия, межсвайное пространство, расчетная модель.

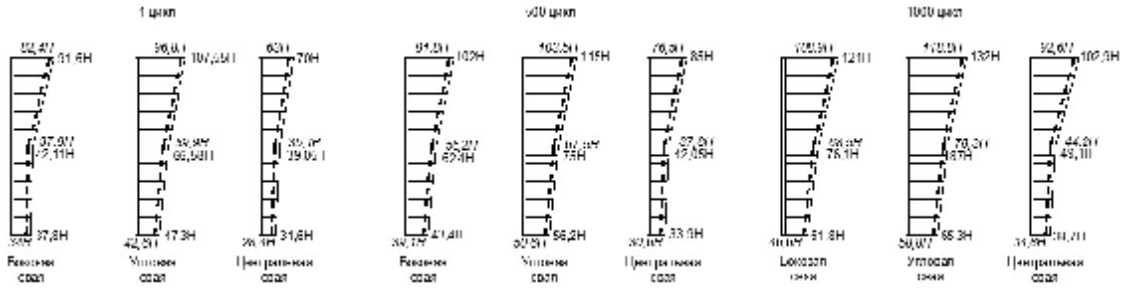
В современных условиях при строительстве зданий и сооружений тенденция увеличения нагрузок на грунтовые основания и использование в качестве оснований слабых грунтов способствовали тому, что одним из распространенных способов увеличения несущей способности и уменьшения осадок, является применение плитно-свайных фундаментов. Такие фундаменты и их основания вместе со статическими, подвергаются воздействию циклических нагрузок, которые в ряде случаев являются основными определяющими при безопасной эксплуатации зданий и сооружений. При этом вопрос влияния циклических нагрузок на поведение комбинированно плитно-свайных фундаментов исследован недостаточно.

В связи с этим проведены экспериментально-теоретические исследования плитно-свайных фундаментов при циклическом нагружении.

Лабораторные исследования проводились в стальном лотке с одинаковой длиной, шириной и высотой равной 1,0 м. В качестве ростверка плитно-свайного фундамента использовалась армированная железобетонная плита с размерами 400х400х40 мм. Сваи моделировались из полых пластиковых трубок (прочность на сжатие $R_{сж}$=92,0 МПа; модуль деформации $E_{сж}$=700 Мпа) диаметром 7 мм, толщиной стенки 1 мм и длинной 400 мм. В качестве грунта основания использовалась супесь пластичная с плотностью ρ=1,4 т/м^3 и влажностью W=11 %. Фиксировались значения осадок фундамента и грунта в различных точках от плиты ростверка, а также деформации в моделях свай и грунта основания в процессе циклического нагружения. В системе «плитно-свайный фундамент – грунтовое основание» при циклическом нагружении совместно деформируются материалы с различными прочностными и деформационными свойствами и условиями нагружения. При этом деформирование всех элементов системы происходит в связных условиях.

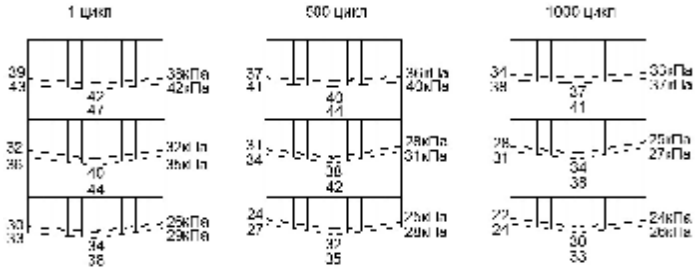
При приложении нагрузки на плиту ростверка, на начальных стадиях нагружения происходит уплотнение грунта по всей глубине сжимаемой толщи. Дальнейшее циклическое нагружение приводит к росту зон пластических деформаций, которые объединяются в области, захватывающие всю верхнюю часть основания.

При циклическом нагружении происходит изменение усилий в моделях сваях. Из эпюр усилий в сваях (рис. 1) видно, что с увеличением количества циклов происходит увеличение усилий по всей длине свай.



——— экспериментальные данные - - - - - расчетные данные

Рис. 1. Эпюры усилий в сваях при различных количествах циклов, Н (P_{max}=1000 кг, ρ_p=0,5)



——— экспериментальные данные - - - - - расчетные данные

Рис. 2. Эпюры напряжений в грунте при различных количествах циклов, кПа (P_{max}=1000 кг, ρ_p=0,5)

На рис. 2 приведены эпюры напряжений в различных зонах грунта межсвайного пространства. С увеличением количества циклов нагружения происходит уменьшение напряжений в грунте на разных уровнях от ростверка, при этом наибольшие напряжения фиксируются непосредственно под плитой.

Свободному деформированию грунтового основания плитного ростверка препятствуют сваи, а свободное деформирование свай ограничивается грунтовым основанием плитного ростверка. В результате такого совместного деформирования происходит перераспределение усилий между элементами плитно-свайного фундамента в процессе циклического нагружения.

Измеренные в процессе ступенчатых циклических нагружений осадки основания, изменяются аналогично деформациям грунта межсвайного пространства после различного количества повторной нагрузки.

После различного количества циклов анализ изменения осадок оснований показывает, что в основном приращение осадок происходит за счет увеличения их необратимой части и составляет до 30 % от первоначальной.

Предельная величина циклической нагрузки воспринимая плитно-свайным фундаментом зависит от условий совместного деформирования грунта, свай и плитного ростверка, и их прочностных и деформационных свойств.

Напряжено-деформированное состояние свайного основания плитно-свайного фундамента весьма сложное. В таком основании совместно деформируются материалы с различными прочностными и деформационными свойствами. Развитие деформаций свайного основания при циклическом нагружении будет происходить в условиях взаимодействия грунта и свай в связных условиях:

а) свободные деформации грунта сдерживается сваями;

б) свободному деформированию свай препятствует окружающий грунт.

В результате такого взаимодействия между элементами в свайном основании возникает дополнительное напряженное состояние и происходит перераспределение усилий между грунтом и сваями при циклическом нагружении. При этом напряжение в сваях увеличивается, а грунте между армирующими элементами уменьшаются по сравнению с первым циклом.

Тогда текущие напряжения в свайном основании представляются в виде:

$$\sigma_p^{max}(N)=\sigma_p^{max}(N_1)+\Delta\sigma_p(N),$$
$$\sigma_{gr}^{max}(N)=\sigma_{gr}^{max}(N_1)-\Delta\sigma_{gr}(N),$$

где $s_p^{\max}(N_1)$, $s_{gr}^{\max}(N_1)$ – максимальные напряжения цикла при первом цикле нагружения в сваях и грунте соответственно.

$s_p^{\max}(N)$, $s_{gr}^{\max}(N)$ – дополнительные напряжения, возникающие в свайном основании в процессе циклического напряжения в сваях и в грунте соответственно.

В свайном основании, свая вследствие его сцепления вдоль по боковой поверхности с окружающим грунтом, становится внутренней связью, препятствующей свободному деформированию грунта межсвайного пространства при циклическом нагружении. Стесненные деформации виброползучести грунта приводят к появлению в свайном основании дополнительных внутренне уравновешенных напряжений. При этом в грунте возникают напряжения растяжения, а в сваях – напряжения сжатия. Под влиянием разности деформаций свободной виброползучести грунта и свай, стесненная деформация виброползучести грунта межсвайного пространства представляется в виде:

$$\Delta\varepsilon_{pl}(N)=\Delta\varepsilon^{gr}{}_{pl}(N)-\Delta\varepsilon_{pl}{}^{p}(N),$$

где $\Delta\varepsilon_{pl}(N)$ – дополнительные (остаточные) деформации виброползучести свайного основания;

$e_{pl}^{gr}(N)$ – свободные деформации виброползучести грунта;

$e_{pl}^{p}(N)$ – свободные деформации виброползучести материала сваи;

Тогда осредненные дополнительные растягивающие напряжения в грунте:

$$\Delta\sigma_{gr}(N)=\Delta\varepsilon_{pl}(N)\cdot E'_0(N),$$

где E_0¢(N) – модуль деформации грунта при циклическом нагружении.

Деформации $\Delta\varepsilon_{pl}(N)$ для свай упругие, и поэтому возникают сжимающие напряжения:

$$\sigma_p(N)=\Delta\varepsilon_{pl}(N)-E_p(N),$$

где $E_p(N)$ – модуль упругости материала сваи.

Уравнения равновесия внутренних усилий от дополнительного напряженного состояния симметричного свайного основания имеет вид:

$$\Delta\sigma_p(N)\cdot A_p=\Delta\sigma_{gr}(N)\cdot A_{gr}, \qquad (1)$$

где A_p – суммарная площадь поперечных сечений свай в пределах рассматриваемого свайного поля фундамента;

A_{gr} – площадь грунтового основания фундамента.

Исходя из (1) после ряда упрощений получаем аналитические выражения для определения дополнительных (остаточных) напряжений:

– в грунте межсвайного пространства:

$$\Delta\sigma_{gr}(N)=\frac{\varepsilon_{pl}^{gr}(N)\cdot E_p(N)\cdot\frac{A_{pl}\cdot n}{A_{gr}}}{1+\frac{E_p(N)}{E_{gr}(N)}\cdot\frac{A_{pl}\cdot n}{A_{gr}}};$$

– в сваях:

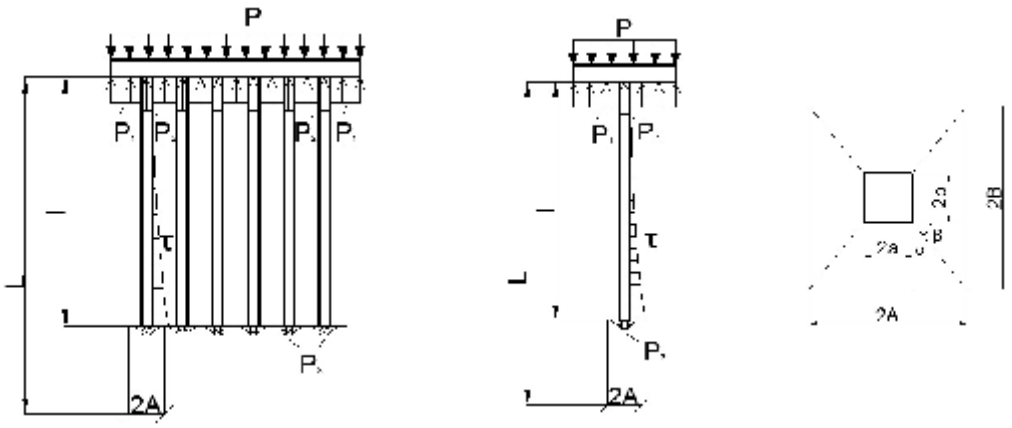
$$\Delta\sigma_p(N)=\frac{\varepsilon_{pl}^{gr}(N)\cdot E_p(N)}{1+\frac{E_p(N)}{E_{gr}(N)}\cdot\frac{A_{pl}\cdot n}{A_{gr}}},$$

где $e_{pl}^{gr}(N)$ – деформации виброползучести грунта;

A_{pl} – площадь поперечного сечения одной сваи;

h – общее количество свай в расчетной площади основания.

Для аналитического описания процесса несвободного деформирования элементов системы принята расчетная схема (рис. 3) разработаны уравнения механического состояния грунта и системы свая – грунт, а также уравнения равновесия усилий. Совместное решение этих уравнений позволяет получить искомые значения осадок и несущей способности плитно-свайного фундамента при циклическом нагружении.



а) б)

Рис. 3. а) Расчетная схема взаимодействия плитно-свайного фундамента с массивом грунта; б) Расчетная схема взаимодействия одиночной сваи с однородным массивом грунта с размером 2A x 2B

Для упрощения расчета принята расчетная схема состоит из сваи, окружающего ее грунта и части плиты ростверка, приходящуюся на одну сваю. Поведение основных компонентов НДС такой ячейки будет соответствовать поведению сваи в составе плитно-свайного фундамента (рис. 3).

Размеры рассматриваемой ячейки – *2A*x*2B*x*L*, размеры сваи – *2a*x*2b*x*l*. На границах ячейки приняты условия свободного вертикального перемещения. На дне рассматриваемой ячейки принято полное отсутствие перемещений.

Для решения задачи необходимо найти 4-ре неизвестных – p_1, p_2, p_3 и τ_0 (рис. 4). Используя уравнения равновесия сил по свае и всей ячейке, равенства перемещений грунта и сваи на уровне оголовка и пяты, получаем систему уравнений:

$$\begin{cases} p \cdot AB = p_2(N) \cdot ab + p_1(N)(AB - ab) \\ p_2(N) \cdot ab = p_3(N) \cdot ab - 4(a+b) \cdot l \cdot \dfrac{\tau_0(N)}{a} \cdot e^{-al} + (a+b) \cdot l \cdot \dfrac{\tau_0(N)}{a} \\ \dfrac{p_1(N) \cdot b_{gr} \cdot L}{E_{gr}(N)} \left(1 - \dfrac{l}{L}\right) + \dfrac{k_1 \cdot \tau_0(N) \cdot (A - a)}{3G_{gr}(N)} + \dfrac{k_2 \cdot \tau_0(N) \cdot (B - b)}{3G_{gr}(N)} = \dfrac{w \cdot a \cdot p_3(N) \cdot (1 - \nu_{gr}) \cdot k(l)}{G_{gr}(N)} \\ \dfrac{p_1(N) \cdot b_{gr} \cdot L}{E_{gr}(N)} + \dfrac{k_1 \cdot \tau_0(N) \cdot e^{-al} \cdot (A - a)}{3G_{gr}(N)} + \dfrac{k_2 \cdot \tau_0(N) \cdot e^{-al} \cdot (B - b)}{3G_{gr}(N)} = \dfrac{\tau_0(N)(a+b)l}{ab \cdot a \cdot E_p} + \dfrac{\tau_0(N)(a+b)e^{-al}}{ab \cdot a^2 \cdot E_p} + \\ \dfrac{p_3(N) \cdot l}{E_p} + \dfrac{w \cdot a \cdot p_3(N) \cdot (1 - \nu_{gr}) \cdot k(l)}{G_{gr}(N)} - \dfrac{\tau_0(N)(a+b)}{ab \cdot a^2 \cdot E_p} \end{cases}$$

Здесь:

$$p_1(N)=\sigma_{gr1}^{max}(N)-\Delta\sigma_{gr}(N),\ p_2(N)=\sigma_p^{max}(N)+\Delta\sigma_p(N),\ p_3(N)=\sigma_{gr3}^{max}(N)-\Delta\sigma_{gr}(N),$$

$$\tau(N)=\tau_0(N)\cdot e^{-az},\ \tau(z)=\tau_0\cdot e^{-az},\ a=\frac{5}{l}.$$

Решение системы уравнений позволяет найти величину осадки, а также напряжения, возникающие в стволе сваи, в грунте под ростверком и под нижним концом свай при циклическом нагружении.

Зоны предельного равновесия, учитывая жесткость материала сваи, определяются точкой пересечения эпюр мобилизованного касательного напряжения *(τ(N))* и предельного касательного напряжения (рис. 5), которое можно вычислить по формуле:

$$\tau^*(z)=\gamma \cdot z \cdot tg\varphi + c(N),$$

где *c(N)* – удельное сцепление грунта при циклическом нагружении, принимается в соответствии [21]:

$$C(N) = C \cdot m(t_1 t_1) \cdot \lambda(t_1 t_1) \cdot \sqrt{\frac{k(t_1)}{k(t)} + \frac{1}{1+k(t_1)} \cdot c(t_1 t)}.$$

В зависимости от длины сваи на уровень пяты может приходиться различная доля нагрузки, т.к. в случае увеличения длины сваи, растет площадь боковой поверхности.

Напряжения возникающие в грунте под ростверком могут быть найдены по формуле:

$$p_1(N)=\frac{p\times AB-p_2(N)\times ab}{(AB-ab)}.$$

Напряжения возникающие на уровне оголовка в свае можно выразить следующим образом:

$$p_2(N)=\frac{P\times G_{cp}(N)\times AB(AB-ab)\times L\times b_{gr}\left(1-\frac{l}{L}\right)+0{,}33\times t_0(N)\times E_{gr}(N)\times(A-a)(AB-ab)\times k_1+0{,}33\times t_0(N)\times E_{gr}(B-b)(AB-ab)\times k_2-}{a\times w\times(1-\nu_{gr})\times k(l)\times(AB-ab)\times E_{gr}(N)+}$$

$$\frac{-4\times\frac{t_0(N)}{a}\times E_{gr}(N)\times l(AB-ab)\times w(1-\nu_{gr})\times k(l)+\frac{t_0(N)}{a}\times E_{gr}(N)\times\frac{a+b}{b}\times l(AB-ab)\times e^{-al}\times w(1-\nu_{gr})\times k(l)}{+ab\times b_{gr}\times L\times\left(1-\frac{l}{L}\right)\times G_{gr}(N)}$$

где $G=\frac{E}{2\times(1+\nu)}$ – модуль сдвига грунта;

k(l) – безразмерный коэффициент учитывающий влияния глубины приложения жесткого штампа на его длину;

ω – коэффициент учитывающий форму штампа;

ν – коэффициент Пуассона;

$\alpha = 5/l$, где l – длина сваи.

Напряжения под пятой сваи можно вычислить по формуле:

$$p_3(N)=\frac{p_2(N)\times 4ab+4(a+b)\times l\times\frac{t_0(N)}{a}-4(a+b)\times l\times\frac{t_0(N)}{a}\times e^{-al}}{4ab}.$$

Касательное напряжение $\tau_0(N)$ можно выразить следующим образом:

$$t_0(N)=\frac{a\times b(p_3(N)-p_2(N))}{(a+b)\times l\times\frac{1}{a}\times(4e^{-al}-1)}.$$

Осадку плитно-свайного фундамента можно вычислить по формуле:

$$S=\frac{p\times b_{gr}(N)\times L}{E_{gr}(N)}\left(1-\frac{l}{L}\right)+\frac{(p_2(N)-p_3(N))\times b_{св}\times l}{E_p}+\frac{w\times a\times p_3(N)\times(1-\nu)\times k(l)}{G_{gr}(N)}.$$

Несущая способность основания в зависимости от соотношения $\tau(N)\le\tau^*(N)$ оценивается из условий:

$$p_2(N)\le\sigma_{1u}(N),$$
$$p_3(N)\le\sigma_{1u}(N).$$

Функция $\sigma_{1u}(N)$ принимается:

$$s_{1u}(N)=4\left[s_v(t,t_1,N)\times A_{sh}\times\cos a_1(t,t_1,N)+t_v(t,t_1,N)\times A_{sh}\times\sin a_1(t,t_1,N)\right].$$

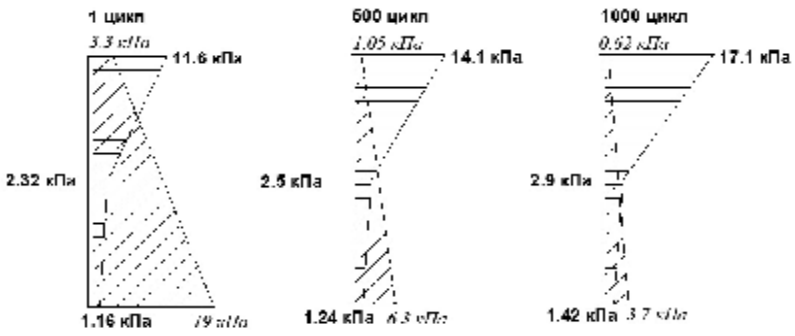


Рис. 4. Эпюры мобилизованного касательного напряжения и предельного касательного напряжения

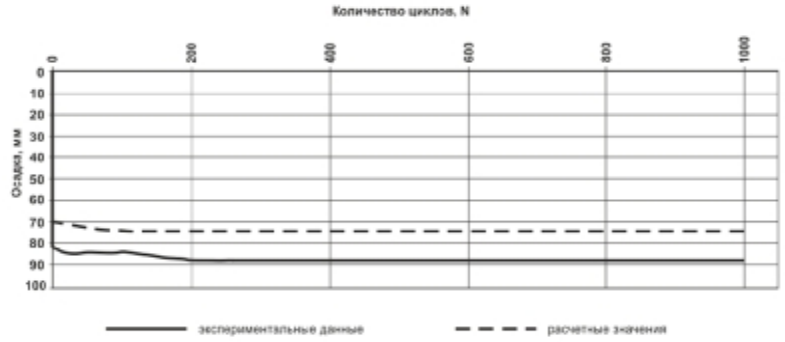


Рис. 5. Сравнение экспериментальных и расчетных значений осадки основания моделей плитно-свайного фундамента при циклическом нагружении (P_{max}=1000 кг, ρ=0,5)

Сопоставления результатов расчета с данными экспериментальных исследований показаны на рис. 1, 2, 4, 5. Как видно из рисунков, наблюдается хорошая сходимость между расчетными и опытными значениями (отклонение не более 15 %).

Список библиографических ссылок

1. Мирсаяпов И.Т., Королева И.В. Особенности деформирования глинистых грунтов при циклическом трехосном сжатии // Международный журнал Геотехника, 2010. № 6. – С. 64-67.
2. Вознесенский Е.А. Поведение грунтов при динамических нагрузках. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 286 с
3. Зарецкий Ю.К. Лекции по современной механике грунтов. – Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та, 1989. – 607 с.
4. Мирсаяпов И.Т., Шакиров М.И. Плитно-свайные фундаменты при циклическом нагружении // Геотехника Беларуси: Наука и практика, 2013. – С. 314-320.
5. Мирсаяпов И.Т., Шакиров М.И. Экспериментальные исследования несущей способности и осадок оснований плитно-свайных фундаментов при циклическом нагружении // Перспективные направления развитии теории и практики в реологии и в механике грунтов. Материалы XIV Международного симпозиума по реологии. 8-11 октября, 2014. – С. 68-74.
6. Мирсаяпов И.Т., Шакиров И.Ф. Выбор типа фундаментов и оснований многофункционального комплекса «Фатих, Амир и Хан» по ул. Фатыха Амирхана г. Казани // Известия КГАСУ, 2015, № 3 (33). – С. 86-92.
7. Мирсаяпов И.Т., Шакиров М.И. Несущая способность и осадки моделей плитно-свайных фундаментов при циклическом нагружении // Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании. – М., 2012. – С. 528-531.
8. Мирсаяпов И.Т., Шакиров М.И. Исследование влияния циклической нагрузки на модели комбинированного плитно-свайного фундамента // Строительство – формирование среды жизнедеятельности. – М., 2014. – С. 423-429.
9. Мирсаяпов И.Т., Королева И.В. Прочность и деформируемость глинистых грунтов при режимном пространственном напряженном состоянии с учетом трещинообразования // Основания, фундаменты и механика грунтов, 2016, № 1. – С. 16-23.

Mirsayapov I.T. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: mirsayapov1@mail.ru
Shakirov M.I. – post-graduate student
E-mail: jklnumb@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Bearing capacity and settlements of plate-pile foundations under cyclic loading

Resume

Under current conditions in the construction of buildings and structures trend of increasing loads on the foundation ground and the use of weak soils as a foundation contributed to the fact that one of the common ways to increase the load-carrying capacity and reduce sediment, is the use of plate-pile foundations. These foundations and basements are exposed to both static and cyclic loads, which in some cases are primarily determined during the safe operation of buildings and structures. The question of influence of cyclic loads on the behavior of combined plate-pile foundations is studied not enough.

In connection with this carried out experimental and theoretical studies of plate-pile foundations under cyclic loading.

Developed calculating method of the plate-pile foundation settlements under cyclic loading, considering joint deformation of ground base, piles and plate grillage. Depending on the loading cycle, cyclic loading leads to a redistribution of load between the elements of plate-pile foundation, the ground base at different levels of the plate grillage and the ground massive at space between piles.

This calculation method takes into account the changes in the stress-strain state of the plate-pile foundation elements and shows good agreement between the calculated and actual values of the researched parameters.

Keywords: plate-pile foundation, weak ground, cyclic loading, base settlement, tension, stress, ground space between piles, calculation model.

Reference list

1. Mirsayapov I.T., Koroleva I.V. Features of the deformation of clayey soils under cyclic triaxial compression // International journal of Geotechnics, 2010, № 6. – P. 64-67.
2. Voznesensky E.A. The behavior of ground under dynamic loads. – M.: MGU, 1997. – 286 p.
3. Zaretsky J.K. Lectures on modern soil mechanics. – Rostov-na-Donu: University Press, 1989. – 607 p.
4. Mirsayapov I.T., Shakirov M.I. Plate-pile foundations under cyclic loading // Geotechnics Belarus: Science and Practice, 2013. – P. 314-320.
5. Mirsayapov I.T., Shakirov M.I. Experimental study of bearing capacity and the settlement of bases raft-pile foundations under cyclic loading // Perspective directions of development of the theory and practice of rheology and soil mechanics. Proceedings of the XIV International rheology Symposium. October 8-11, 2014. – P. 68-74.
6. Mirsayapov I.T., Shakirov I.F. Selecting the type of foundations and basements of multifunctional complex «Fatikh, Amir and Khan» in the Fatikh Amirhan street in Kazan. // Izvestiya KGASU, 2015, № 3 (33). – P. 86-92.
7. Mirsayapov I.T., Shakirov M.I. Bearing capacity and settlement patterns raft-pile foundations under cyclic loading // Integration, partnership and innovation in building science and education: scientific edition. – M., 2012. – P. 528-531.
8. Mirsayapov I.T., Shakirov M.I. Research of the cyclic loading effect on model combined raft-pile foundation construction // Building – forming environment of life. – M., 2014. – P. 423-429.
9. Mirsayapov I.T., Koroleva I.V. The strength and deformability of clay soils under the regime spatial stress state in view of cracking // Grounds, foundations and soil mechanics, 2016, № 1. – P. 16-23.

УДК 691.327.332
Барышева О.Б. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: obbars@mail.ru
Хабибуллин Ю.Х. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: a0an@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Исследование базовых характеристик автоклавного газобетона

Аннотация

Энергоресурсосберегательные технологии наиболее актуальны в наше время. Например, в строительстве всегда главным остается вопрос о повышении теплозащиты ограждающих конструкций зданий. Недавно введенные требования строже относятся к теплотехническим характеристикам материалов, используемых для обеспечения повышенной теплозащиты зданий.

В последнее время широкое использование получил такой теплоизоляционный материал, как ячеистый газобетон. У него есть несколько разновидностей, но в целом, функции те же – это теплозащита.

Этот материал достаточно изучен по своим теплотехническим характеристикам, но довольно мало информации о его влажностных характеристиках имеется. Следствием этого являются часто возникающие вопросы перед применением газобетона в строительстве. В этой статье рассмотрим некоторые основные моменты.

Ключевые слова: газобетон, автоклавная обработка, паропроницаемость, теплозащита, теплоизоляционные материалы.

В настоящее время для уменьшения толщины и веса ограждающих конструкций зданий применяются пористые теплоизоляционные материалы, поскольку они обладают повышенными теплоизоляционными свойствами [1].

На данный момент актуальной является задача прогнозирования влажностных характеристик газобетона, применяемого для теплозащиты ограждающих конструкций зданий на этапе проектирования самого здания [2]. Здесь надо учитывать климатологию региона, в котором производится строительство зданий, с использованием в качестве утеплителя этого материала.

Газобетон делится на две группы: автоклавный газобетон и неавтоклавный газобетон. Рассмотрим каждую из групп.

Технологию производства автоклавного газобетона можно разделить на несколько этапов [3]:

1. подготовка сырья;
2. заливка смеси;
3. зона созревания;
4. кантование массива;
5. накопление массивов;
6. автоклавная обработка.

Кварцевый песок вместе с гипсовым камнем загружается, дозируется и размалывается в мельнице до плотности шлама примерно 1,65 кг/л.

Далее все это попадает в шламбассейн, где на основе отработанной рецептуры содержимое дозируется, взвешивается и снова перемешивается в специальном смесителе. Замеряется температура, которая регулируется добавлением заданного объема воды и плотность шлама.

Потом вводится дозированная часть алюминиевой суспензии и снова все перемешивается в течении 4-5 минут в высокоскоростном смесителе.

Остатки шлама и воды удаляются для повторного их использования.

Бетонная смесь заливается в специальные формы до определенного уровня. Далее в течении определенного времени смесь вспучивается и набирает нужный объем. Потом

полученный массив подвергается выдержке около 2,5 часов для набора структурной прочности. После того, как бетон наберет нужную твердость, он разрезается.

Остатки после чистки массива отправляются в специальный шлам-канал для вторичного его использования.

Следующим этапом идет сборка форм и автоклавная обработка (рис. 1). Выдерживают изделие в течении 12 часов в автоклаве.

Автоклавный газобетон также именуется газосиликатом.

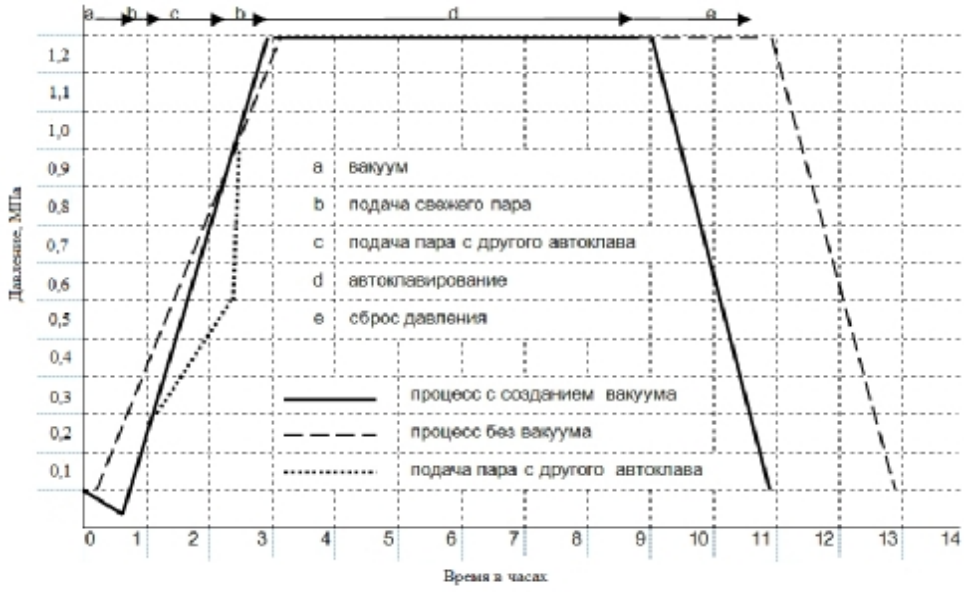


Рис. 1. Автоклавная обработка

Неавтоклавный газобетон изготавливается на основе портландцемента, молотого известняка, шлака, золы, др. отходов и порообразователя. Полученная смесь затвердевает в обычных условиях [4, 5].

В плане производства неавтоклавный ячеистый бетон – это дешевый аналог автоклавного газобетона, но с ухудшенными характеристиками. Поэтому финансирование такого производства во много раз ниже объема затрат на производство автоклавного газобетона. Однако у неавтоклавного газобетона тоже есть свои достоинства, так, автоклавный газобетон в отличие от неавтоклавного газобетона боится воды, уступает по морозостойкости и огнестойкости. При этом автоклавный газобетон невозможно использовать для монолитного строительства.

Основной недостаток неавтоклавного бетона – усадка газобетона в процессе эксплуатации в 10 раз выше, чем у автоклавного бетона при одинаковой плотности. Технология получения неавтоклавного газобетона требует большого расхода цемента.

Однако, свойства автоклавного и неавтоклавного бетона практически схожи между собой. Автоклавный газобетон более гигроскопичен, с более высокой теплопроводностью и прочностью.

В табл. 1 сравниваются коэффициенты паропроницаемости различных стройматериалов. Из этих данных видно, что паропроницаемость сильно зависит от плотности материала (исключение – утеплитель Styrofoam 1BA фирмы «ДАУ ЮРОП ГМБХ»). Наибольшую паропроницаемость имеет штукатурка из поризованного гипсоперлитового раствора, а наименьшую более плотный бетон. Автоклавный газобетон занимает среднее положение среди основных строительных материалов по паропроницаемости. Коэффициент паропроницаемости автоклавного газобетона ниже, чем у штукатурки из поризованного гипсоперлитового раствора, но существенно больше, чем у бетона, кирпича и гипса.

Таблица 1

Коэффициенты паропроницаемости различных материалов

№ п/п	Источник	Плотность материала, кг/м^3	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	Коэффициент паропроницаемости, мг/(м·ч·Па)
1	Утеплитель Styrofoam 1BA фирмы «ДАУ ЮРОП ГМБХ» толщиной 10 см	28	0,031	0,006
2	Газобетон D500	500	0,14	0,20
3	Штукатурка из поризованного гипсоперлитового раствора толщиной 0,8 см	500	0,19	0,43
4	Гипсовая штукатурка толщиной 0,5 см с двухслойной окраской внутренней поверхности масляной краской	1000	0,35	0,11
5	Кирпичная облицовка из сплошного глиняного обыкновенного кирпича толщиной 12 см	1800	0,81	0,11
6	Железобетон толщиной 10 см	2500	2,04	0,03

Коэффициент теплопроводности автоклавного газобетона небольшой: порядка 0,12...0,14 Вт/(м·°С) в зависимости от условий эксплуатации. Это позволяет возводить однородные стены, не утепляя их дополнительно. Разумеется, это способствует удешевлению конструкции [6].

Рассмотрим наименее изученное свойство автоклавного газобетона – паропроницаемость.

Паропроницаемость – это свойство материала задерживать или пропускать пар в результате разности парциального давления водяного пара при одинаковом атмосферном давлении. Она описывается коэффициентом паропроницаемости и измеряется в мг/(м·ч·Па) [7, 8].

Нами был проведен эксперимент по определение коэффициента паропроницаемости газобетона. Для проведения эксперимента мы использовали метод стационарного потока влаги. По данному методу определение коэффициента паропроницаемости газобетона сводится к нахождению опытным путем количества водяного пара, проходящего через плоский образец газобетона в результате диффузии при определенной разности парциального давления водяного пара с обеих сторон испытуемого образца.

В качестве испытуемого образца был взят газобетон марки D500 толщиной в 10 мм и имеющего квадратное сечение со стороной 100 мм. Перед опытом боковушки образца покрывали слоем парафина и канифоли и после чего все это помещали над ванночкой, заполненной водой. Материал ванночки – металл. Глубина ванночки – 50 мм и квадратное сечение того же размера, что и испытуемый образец, т.е. 100 мм.

Все щели и промежутки между испытуемым образцом и ванночкой заливали расплавленной смесью парафина и канифоли, находили вес брутто (вес образца + вес ванночки) и закладывали в отведенный для опыта объем (герметичная установка), в котором соблюдались следующие условия хранения испытуемого образца: относительная влажность воздуха 50 % при постоянной температуре 20 °С. Изменение веса определяли ежедневно, взвешивая по три раза ванночку с образцом. Длительность опыта определялась состоянием образца, а именно, тем пока изменение веса не становилась постоянной величиной и пока через испытуемый образец не устанавливался стационарный поток влаги. Полученные данные представлены на рис. 2.

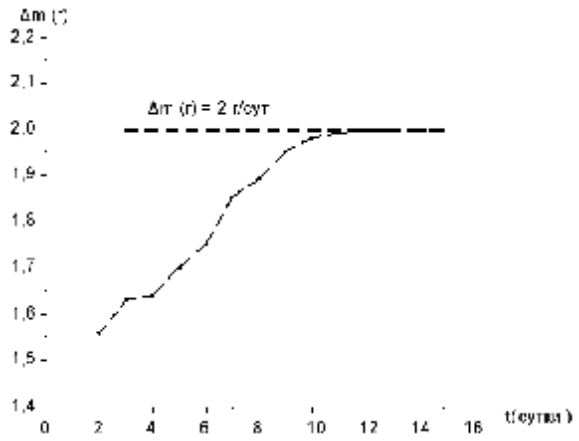


Рис. 2. Изменение веса брутто с течением времени

Из графика (рис. 2) видно, что в течение 11,5 дней весовая потеря брутто быстро росла и вышла на стабильный режим только спустя 12 дней после начала эксперимента. Итак, на первом этапе с 1-11 день влага шла на сорбционное увлажнение материала. Однако при приближении влажности к равновесному состоянию расход влаги на увлажнение испытуемого образца падал, а диффузия росла. Следовательно, влага расходовалась только на диффузию. Об этом свидетельствует стационарный поток водяного пара установившийся через испытуемый образец и этим подтверждается постоянная потеря веса брутто.

Таблица 2

Сравнение коэффициентов паропроницаемости газобетона D500

№ п/п	Источник	Плотность материала, кг/м^3	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	Коэффициент паропроницаемости, мг/(м·ч·Па)
1	Эксперимент	500	0.14	0.21
2	СП 232-101-2004	500	0.12	0.20

После обработки полученных экспериментально данных мы нашли коэффициент паропроницаемости для газобетона марки D500 плотностью 500 кг/м^3. Он составляет 0,21 мг/(м·ч·Па). По реальным данным СП 232-101-2004 его паропроницаемость составляет 0,20 мг/(м·ч·Па). Данные приведены в таблице 2.

Ошибка в проведении эксперимента составила 5 %. Это хороший результат.

Выводы:

В результате эксперимента по определению влажностных характеристик газосиликата получен реальный коэффициент паропроницаемости автоклавного газобетона равный 0,21 мг/(м·ч·Па), который не превышает 5 % погрешности измерений по отношению к данным СП 232-101-2004, где коэффициент паропроницаемости автоклавного газобетона равен 0,20 кг/(м·с·Па) для той же марки газобетона. Погрешность может быть связана с условиями проведения эксперимента.

Полученные в результате проведенного эксперимента данные по влиянию влажности и градиентов температуры на увлажнение газобетона марки D500 дают возможность для формулировки общих требований к условиям эксплуатации этого материала.

Список библиографических ссылок

1. Кочергин С.М. Теплоизоляция: материалы, конструкции, технологии. – М.: НТС «Стройинформ», 2008. – 444 с.
2. Зарубина Л.П. Теплоизоляция зданий и сооружений. – М.: ИДПО «Атомпроф», 2008. – 240 с.

3. Баженов Ю.М., Король Е.А., Ерофеев В.Т., Митина Е.А. Ограждающие конструкции с использованием бетонов низкой теплопроводности. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. – 320 с.
4. Киреева Ю.И. Строительные материалы. – М.: Новое знание, 2010. – 400 с.
5. Домокеев А.Г. Строительные материалы. – М.: Высшая школа, 1989. – 496 с.
6. Чернов М.М. Изделия и материалы для индивидуального строительства. – М.: Стройиздат, 1990. – 448 с.
7. Сватков А.М., Тройненко Н.Ю., Жуков А.Д. Современные строительные материалы. – М.: НТС «Стройинформ», 2007. – 704 с.
8. Яковлев Р.Н. Новые методы строительства. – М.: Аделант, 2009. – 480 с.

Barysheva O.B. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: obbars@mail.ru
Khabibullin Iu.Kh. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: a0an@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

A study of the basic characteristics autoclaved gas concrete

Resume

Autoclaving treatment of aerated concrete is carried out not only to speed up the process of hardening of the mixture but the main point is that, in an autoclave at a temperature of +180 °C and pressures up to 14 bar a new mineral – tobermorite is formed in aerated concrete. This increases the strength of the material and, most importantly, the shrinkage is reduced several times. Due to its characteristics, autoclave concrete has a lot more methods of use. Aerated autoclaved concrete has low fracture toughness and resistance to frost. Autoclave treatment allows less time to obtain products with a sufficiently high strength at a reduced flow rate of the binder.

Aerated concrete of autoclaved manufacturing method is made from a mixture of natural raw materials: sand, cement, quicklime, water and a small amount of aluminum powder. Because of the chemical reaction of lime and aluminum powder the mixture foams, and pores of various sizes, filled with air, formed within.

Due to its characteristics, autoclave concrete has a lot more methods of use. Aerated autoclaved concrete has low fracture toughness and increased resistance to frost. Autoclave treatment allows to obtain products with a sufficiently high strength in less time.

Keywords: concrete, autoclaving, vapor permeability, thermal insulation, thermal insulation materials.

Reference list

1. Kochergin S.M. Thermal insulation: materials, design and technology. – M.: NTS «Stroyinform», 2008. – 444 p.
2. Zarubin L.P. Thermal insulation of buildings. – M.: IDPO «Atomprof», 2008. – 240 p.
3. Bazhenov Y.M., King E.A., Yerofeyev V.T., Mitin E.A. Walling concretes using low thermal conductivity. – M.: Publishing Association building universities, 2008. – 320 p.
4. Kireyeva Yu.I. Construction Materials. – M.: New knowledge, 2010. – 400 p.
5. Domokeev A.G. Construction Materials. – M.: Higher School, 1989. – 496 p.
6. Chernov M. M. Products and materials for individual construction. – M.: Stroyizdat, 1990. – 448 p.
7. Svatkov A.M., Troynenko N.Yu., Zhukov A.D. Modern building materials. – M.: NTS «Stroyinform», 2007. – 704 p.
8. Yakovlev R.N. New methods of construction. – M.: Adelant, 2009. – 480 p.

УДК 622.4
Барышева О.Б. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: obbars@mail.ru
Хабибуллин Ю.Х. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: a0an@mail.ru
Хасанова Г.Р. – студент
E-mail: hasanovag@yandex.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Эффективность применения разработанного твердотопливного котла длительного горения

Аннотация

На данный момент в период кризиса и санкций, прежде всего страдает экономика нашей страны, цены растут, население беднеет, поэтому ищет более низкие по затратам источники для отопления помещений. Нами разработан вариант твердотопливного котла длительного горения. Этот вариант является простым решением проблемы обогрева помещения при малых финансовых затратах. Кроме того, данный котел компактен по своим габаритам. КПД котла около 85 %. Котел экономически выгоден за счет потребления дешевого топлива.

Обычно котлы длительного горения используются там, где нет возможности для обогрева помещения другими способами или попросту не подведен газопровод и в перспективе этого не предвидится.

Ключевые слова: твердое топливо, энергоэффективность, котел, диоксины, дымовые газы.

Разработанный котел длительного горения (в дальнейшем, котел) может работать почти на любом виде твердого топлива, даже на твердых бытовых отходах (ТБО). Принцип работы котла базируется на таком свойстве твердого топлива, как тление. Топливо может тлеть в течении многих часов и при этом обладать высокой теплоотдачей [1]. Особенно хочется отметить, полноту сгорания твердого топлива. Следовательно, отходы минимизированы. Чтобы дрова тлели, а не сгорали слишком активно, разработана специальная конструкция котла. Поскольку топливо почти полностью сгорает, то и в экологическом плане это большой плюс, поскольку не образуются канцерогенные диоксины и суперэкотоксиканты.

В состав разработанного котла входит:

- вместительная топка (камера сгорания) с минимальной по размерам зоной горения топлива (твердое топливо + воздух), где подача или поступление окислителя, в данном случае воздуха регулируется;
- дымовая труба;
- распределитель воздуха;
- труба для подачи воздуха.

Один раз периодичностью в 10-18 часов (работа в практически непрерывном режиме при загрузке 1-2 раза в день), а зависимости от температуры окружающего воздуха происходит загрузка максимально возможного для данной конструкции объема топлива. Замедленное тление в котле при происходит при высоких температурах за счет ограничения подачи воздуха в котел.

В котле создается ограниченное поступление воздуха (окислителя). От объема загруженного твердого топлива, от свойств топлива зависит время горения топлива в котле. Обычно твердое топливо загружают плотно, без промежутков, при этом в качестве твердого топлива можно использовать не только дрова, а все, что способно тлеть: торф, кокс, ТБО [2, 3].

Загрузка топлива несложна – для этого надо проделать несколько операций:

- снять крышку с котла;

- убрать регулятор подачи воздуха;
- загрузить максимально плотно топливом до уровня дымовой трубы котел;
- верхушку топлива обрызгать с помощью пульверизатора или другого подобного устройства жидкостью для розжига;
- установить регулятор и крышку;
- максимально открыть воздушную заслонку;
- внутрь заслонки бросить запальник, например, горящую лучину;
- дождаться начала тления топлива;
- прикрыть заслонку.

Если установилось устойчивое горение, то из дымовой трубы появится дым. О степени прогорания топлива в котле можно судить трубе подачи воздуха. Труба вместе с регулятором будет опускаться, пока топливо полностью не сгорит.

Для системы отопления создана следующая схема: дымовые газы, отводимые трубой, проходят через теплообменный аппарат и нагревают воду. Эта вода и используется в системе отопления.

При монтаже котел необходимо устанавливать на фундамент или ровную горизонтальную поверхность.

Твердотопливный котел, сваривается из трубы диаметром более 300 мм, с толщиной металла более 3 мм. Если сделать котел тонкостенным, то стенки быстро прогорят. Высота трубы около 0,8...1,0 м. От высоты трубы зависит объем загрузки твердого топлива. Для отвода дымовых газов требуется стальная труба диаметром 100 мм. Для организации процесса горения необходима подача воздуха в камеру сгорания. Здесь используется стальная труба диаметром 60 мм. Также потребуется листовая сталь толщиной 4 мм. Для проведения работ требуется сварочный аппарат и углошлифовальная машина.

Разделим котел на четыре зоны:

I зона – зона загрузки топлива;

II зона – зона тления топлива;

III зона – зона полного сгорания;

IV зона – зона отвода продуктов сгорания.

Рассмотрим устройство, которое ограничивает зону горения топлива [4, 5], вследствие которого увеличивается время работы котла. Это устройство называется распределителем воздуха.

Распределитель воздуха – это металлический круг толщиной порядка 5 мм с отверстием в центре круга. Через это отверстие с помощью телескопической трубы подается воздух в зону тления (горения) топлива. Высота распределителя не превышает 50 мм. При большей высоте топливо будет быстро сгорать. Диаметр распределителя должен быть немного меньше диаметра котла для обеспечения его беспрепятственного движения. Крыльчатка с лопастями регулирует высоту зоны горения (зоны тления топлива). При этом в зону тления поступает равномерно распределенный воздух.

Делается крышка с отверстием для трубы распределителя. Потом она приваривается. Крышка должна быть герметично пригнана к камере сгорания. В противном случае будет идти щелевой дым.

Труба для подачи воздуха диаметром 60 мм может быть, как телескопической, так и цельной. Отверстие в распределительном устройстве должно быть менее 20 мм. В противном случае, камера сгорания перенасытится воздухом и топливо быстро сгорит.

Металлическая труба для отвода дымовых газов диаметром 100 мм должная быть горизонтальной и длиной в 500 мм, чтобы не было лишней тяги. Труба сваривается с верхней частью боковой стенки котла. После этого ее пропускают через теплообменник в виде бака.

Внизу делается дверца для твердых конденсированных продуктов сгорания.

Котел универсален. Его можно использовать не только для отопления жилого помещения, но и для сельскохозяйственных нужд, например, для обогрева теплицы, офиса и других помещений. При правильной эксплуатации разработанный котел экономичен, безопасен, может работать практически на любом твердом топливе, включая ТБО. Длительность горения топлива зависит не столько от объема котла, сколько от вида

топлива. Котел не требует постоянного контроля. Периодичность загрузки твердого топлива можно определить опытным путем.

При эксплуатации котла необходимо выполнять следующие условия [6]:

- расстояние доступа до котла должно составлять более одного метра;
- дрова, брикеты и прочее топливо допускается располагать на расстоянии более 400 мм, а легковоспламеняемые предметы 250 мм от котла.
- котел нельзя растапливать керосином, дизельным топливом, бензином, обрезками ламината, глянцевой бумагой, ДСП, т.к. можно отравиться, поскольку все перечисленное относится к суперэкотоксикантам.
- рекомендуемое топливо: сухие дрова, пеллеты, древесные опилки, торф, кокс.
- перед каждой растопкой надо убирать скопившийся пепел.
- чтобы не засорялись дымоходные каналы, рекомендуется еженедельная чистка топки и зольника.

Правила пожаробезопасности при эксплуатации установки [7]:

- необходимо выделить место для установки такого котла (котельной, топочной);
- под котлом требуется основание из негорючего материала;
- лист при топке должен быть выполнен из нержавеющей стали или, как вариант, из оцинковки;
- должно быть выдержано расстояние не менее 50 см от примыкающих стен до котла;
- диаметр трубы (вентиляционной) в котельной должен быть более 110 мм.

Как у любых устройств, так и у разработанного нами котла длительного горения есть ряд преимуществ и недостатков [8].

Преимущество:

- невысокая цена котла;
- низкая стоимость топлива;
- простота в обслуживании;
- возможность использования различных видов топлива вплоть до ТБО;
- высокий КПД (около 85 %);
- безопасность при правильной эксплуатации;
- простота в управлении.

Недостатки:

- интуитивное управление (забыл загрузить топливо, котел погас);
- отсутствие регуляторов температуры.

Проведем анализ экономической эффективности разработанного нами котла. Анализ будем вести по ценам на 01.01.2015 г. Целью анализа является определение затрат при использовании котла на твердом топливе для отопления помещений и затрат, идущих на котлы, работающие на природном газе.

Сначала определимся: в первую очередь мы ищем альтернативу использованию газового топлива. Природный газ дорожает из года в год и особенно сейчас в условиях кризиса. Поэтому начнем с газа. В таблице представлены тарифы на природный газ (магистральный), действующие в Республике Татарстан с 01.01.2015 г.

В таблице по графам расписано: назначение использования природного газа и норматив потребления природного газа.

Из указанных данных произведем расчет для анализа финансовых затрат.

Расчет:

Для примера возьмем пригородный дом общей площадью 300 $м^2$.

Потребление газа на нужды отопления за отапливаемый сезон составляет около 6000 $м^3$/год.

Горячее водоснабжение дома осуществляется посредством использования в доме электрического водонагревателя.

За сезон стоимость газа составит: 6000·4,8 = 28800 руб.

К этой величине прибавим стоимость электричества потребляемого на нагрев воды: 130 кВт в месяц, при цене 3,63 за кВт, получаем следующие цифры: 130·3,63·12 = 5662 руб. 80 коп.

Общие затраты на обогрев дома газом и нагрев воды электричеством составляют: 34462 руб. 80 коп.

Таблица

Тарифы на природный (магистральный) газ в Казани и РТ, действующие с 01.01.2015 г.		
4,8 руб./ м³		
Нормативы потребления природного газа для населения в Казани и республике с Татарстан		
Назначение	Ед. изм.	Норматив
В жилых домах:		
с центральным отоплением с ГВС при наличии газовой плиты	кубометр в месяц на 1 человека	12,0
с центральным отоплением без ГВС при наличии газовой плиты	кубометр в месяц на 1 человека	20,0
с центральным отоплением при наличии газовой колонки и газовой плиты	кубометр в месяц на 1 человека	24,5
В жилых домах с местным отоплением жилых помещений от отопительных газовых приборов (в течение всего года)	кубометр на 1 $м^2$ отапливаемой площади в месяц	8,5
Отопление индивидуальных теплиц	кубометр на 1 $м^3$ отапливаемого объема теплицы в месяц	4,5
Отопление индивидуальных бань газовыми приборами	кубометр на 1 баню в месяц	166,5

Расчет альтернативы – расходы на твердое топливо.

Цена зависит от сорта древесины, и ее свойств. Рассмотрим наиболее часто используемые в народе и доступные по цене березовые дрова – 1000 рублей за 1 $м^3$. Одна машина дров объемом кузова 8 $м^3$ стоит 8000 рублей. Стоимостью котла пренебрегаем, т.к. от изготовлен из подручных материалов.

После установки котла и бойлера емкостью 150 литров расход дров составил: две машины дров – 16 $м^3$.

В доме постоянно пользовались горячим водоснабжением, и температура помещения не опускалась ниже +23 градусов, даже в сильные морозы.

Вычислим стоимость отопления твердотопливным котлом: (16·1000) =16000 руб.

Общие затраты на обогрев дома и нагрев воды дровами составляют – 16000 руб. 00 коп.

Сравним полученные результаты:

- Отопление газом – 34462 руб. 80 коп.
- Отопление дровами – 16000 руб.

Разница очевидна, и составляет более 18 тыс. руб. в год.

В нашем случае преимуществом системы отопления с использованием твердотопливного котла является экономическая выгода, быстрая окупаемость и простота в эксплуатации.

Выводы:

В настоящее время многие стремятся приобретать недвижимость за городом, поближе к природе. Поэтому котел будем решением таких вопросов как обогрев дома и использования горячего водоснабжения для бытовых нужд. Данный котел имеет ряд незаменимых качеств, таких как, доступность по цене, безопасность, надежность при соблюдении правил пожаробезопасности. Так же котел прост в монтаже и эксплуатации.

Список библиографических ссылок

1. Мухачев Г.А., Щукин В.К. Термодинамика и теплопередача. – М.: Химия, 1991. – 480 с.
2. Мягков М.И., Алексеев Г.В. Твердые бытовые отходы города. – М.: Стройиздат, 1978. – 168 с.
3. Девяткин В.В., Бобович Б.Б. Переработка отходов производства и потребления. – М.: Интермет Инжиниринг, 2000. – С. 224-225.
4. Крюков В.Г., Наумов В.И, Демин А.В., Абдуллин А.Л., Тринос Т.В. Горение и течение в агрегатах энергоустановок: моделирование, энергетика, экология. – М.: «Янус-К», 1997. – 306 с.

5. Бакиров Э.Г., Захаров В.М. Образование и выгорание сажи при сжигании углеводородных топлив. – М.: Машиностроение, 1989. – 128 с.
6. Иевлев В.М. Численное моделирование турбулентных течений. – М.: Наука, 1990. – 215 с.
7. Бернадинер М.Н., Шурыгин А.П. Огневая переработка и обезвреживание органических отходов. – М.: Химия, 1990. – 214 с.
8. Алемасов В.Е., Дрегалин А.Ф., Черенков А.С. Основы теории физико-химических процессов в тепловых двигателях и энергетических установках. – М.: Химия, 2000. – 520 с.

Barysheva O.B. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: obbars@mail.ru
Khabibullin Iu.Kh. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: a0an@mail.ru
Khasanova G.R. – student
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya str., 1

The efficiency of application the developed solid fuel boilers of long burning

Resume

In connection with the increase in gas prices for consumers, solid fuel boilers effectively compete now with the most cost-effective gas boilers. For newly builded houses to install such a boiler is a cost efficient and farsighted decision. It does not need to worry about expensive gas installation and necessary approvals.

Boilers for wood when working in heating systems with natural circulation of water do not require electricity at all. They can be successfully use where other energy sources are unavailable or expensive.

The reliability and safety of boilers. More recently, significant shortcomings of solid fuel boilers were the inability to work in a fully autonomous mode and the need for frequent fuel loading.

Unlike long burning boilers from boilers on electricity, gas and diesel, where there is always the risk of snapping the power supply, gas explosion or ignition of diesel fuel is develop by the solid fuel boiler is safe.

Simple design and scheme of operation of the boiler clear to any user with any level of education, which eliminates any difficulties in operation.

Keywords: solid fuel, efficiency, boiler, dioxins, flue gases.

Reference list

1. Mukhachev G.A., Shchukin V.K. Thermodynamics and heat transfer. – M.: Chemistry, 1991. – 480 p.
2. Myagkov M.I., Alekseev G.V. Solid household waste in the city. – M.: Stroyizdat, 1978. – 168 p.
3. Devyatkin V.V., Bobovich B.B. Processing of wastes of production and consumption. – M.: Intermet Engineering, 2000. – P. 224-225.
4. Kriukov V.G., Naumov V.I., Demin A.V., Abdullin A.L., Trynos T.V. Burn and a current in units of power installations: modeling, power, ecology. – M.: «Janus-K», 1997. – 306 p.
5. Bakirov A.G., Zakharov V.M. Education and burnout soot combustion of hydrocarbon fuels. – M: Mashinostroenie, 1989. – 128 p.
6. Ievlev V.M. Numerical modeling of turbulent flows. – M.: Nauka, 1990. – 215 p.
7. Bernadiner M.N., Shurygin A.P. Fire recycling and disposal of organic waste. – M.: Chemistry, 1990. – 214 p.
8. Alemasov V.E, Dregalin A.F., Cherenkov A.S. Physical and chemical processes theory of heat engines and energy units. – M.: Chemisry, 2000. – 520 p.

УДК 697.(107)697.03:5(107)
Валиуллин М.А. – кандидат технических наук, профессор
E-mail: posohin@kgasu.ru
Давыдов А.П. – кандидат технических наук, профессор
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

К расчету кольцевых, равномерно-всасывающих воздухоприемников

Аннотация

На авиационных промышленных предприятиях широко используется технологическое оборудование, имеющее в плане круглую форму. Для улавливания вредных выделений, от указанного оборудования, используются кольцевые воздухоприемники.

Эффективность работы таких устройств зависит от равномерности всасывания по длине воздухоприемника при наименьших энергетических затратах.

Равномерность всасывания с наименьшими энергетическими затратами предлагается осуществить изменением коэффициента расхода по длине всасывающей щели (ряду отверстий) путем установки внутреннего экрана.

Ключевые слова: кольцевой воздухоприемник, равномерное всасывание, внутренний экран, коэффициент расхода.

Во многих отраслях промышленности применяется технологическое оборудование, имеющее в плане круглую форму, такие как: шахтные печи, индукционные печи, различные ванны в гальванических цехах и т.п., с поверхности которых происходит поступление потоков вредных веществ.

Для улавливания вредных выделений от указанного оборудования применяются кольцевые отсосы, представляющие собой замкнутые воздухоприемники, расположенные по периметру технологического оборудования или незамкнутые воздухоприемники с различными углами охвата оборудования.

Эффективное улавливание вредных веществ, поступающих с поверхности ванн и печей в рабочую зону помещений, можно осуществить, имея кольцевое воздухоприемное устройство, обеспечивающее не только заданный объем удаляемого воздуха, но и равномерное по длине всасывающей щели (ряда отверстий) удаление воздуха.

Равномерность всасывания воздуха по длине щели кольцевого воздухоприемника обеспечивалось малыми значениями относительной площади всасывания $\overline{F}$ [1, 2, 3] ($\overline{F}$ – отношение площади всасывающей щели f (суммарная площадь отверстий $\sum_1^i f_i$), к площади поперечного сечения воздухоприемника F), т.е. увеличением коэффициента местного сопротивления (кмс) на вход воздуха во всасывающую щель. Это приводит к увеличению общего сопротивления воздухоприемника. Стремление уменьшить общее сопротивление воздухоприемника диктует увеличение параметра $\overline{F}$. С другой стороны, для предотвращения прорыва вредностей в рабочую зону, при наличии неравномерности всасывания ($\overline{F}$ > 0,25), увеличивают общий объем удаляемого воздуха. Это приводит к излишним энергетическим затратам на работу воздухоприемника.

Расчетная схема равномерно-всасывающего кольцевого воздухоприемника приведена на рис. 1. Обеспечить равномерность всасывания по длине воздухоприемника, при наименьших энергетических затратах на работу устройства, возможно с помощью сплошного экрана над щелью установленного со смещением.

Расчет кольцевых воздухоприемников основывается на известном уравнении (1) [4, 5], изменения статистического давления по пути движения воздуха переменной массы в кольцевых равномерно-всасывающих воздухоприемниках постоянного поперечного сечения:

$$P_q = P_0 + \sqrt{2}\,\rho W_k^2 \left(\frac{q}{q_k}\right)^2 + \rho \frac{l}{d}\frac{W_k^2}{6}\frac{p}{180} r_{cp} \frac{q^3}{q_k^2} + \\ + \frac{\sqrt{2}}{4}\rho \frac{p}{360} W_k^2 \left(\frac{q}{q_k}\right)^2 \pm \rho \int_0^{q_i} V_{вх}^2 \cos\gamma \frac{df}{F}, \quad (1)$$

где P_θ – давление воздуха по длине воздухоприемника, Па; P_0 – давление воздуха в начале воздухоприемника, Па; ρ – плотность воздуха, кг/м^3; β – коэффициент Буссенеска; W_k – конечная скорость воздуха внутри воздухоприемника; λ – коэффициент сопротивления трения, d – диаметр воздухопровода, м; θ – угол охвата источника вредностей, град; $V_{вх}$ – скорость воздуха во всасывающей щели (отверстии) м/с; r – радиус воздухоприемника, м.

Рассмотрим расчет кольцевого равномерно-всасывающего воздухоприемника с щелью постоянной высоты и внутренним экраном.

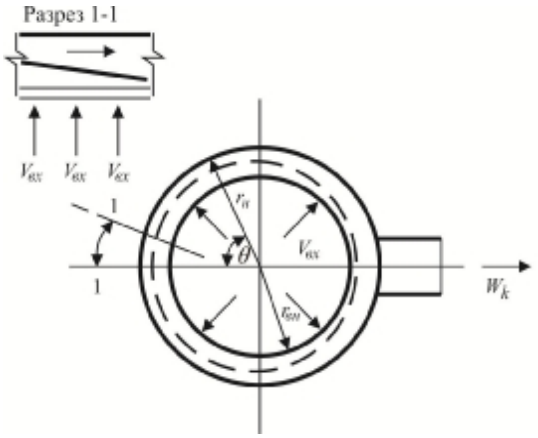


Рис. 1. Расчетная схема

Постоянный расход воздуха по длине всасывающего устройства наиболее эффективно можно осуществить изменением коэффициента расхода всасывающей щели. Изменять коэффициент расхода предлагается установкой внутреннего экрана над всасывающей щелью с эксцентриситетом, где высота установки экрана непрерывно уменьшается по мере приближения к подсоединяющему патрубку (рис. 1).

В этом случае входящий поток воздуха присоединяется к потоку воздуха внутри воздухопровода под углом близким к 90°. Таким образом, допуская, что входящий поток не вносит составляющей количества движения уравнение изменения статического давления по пути движения воздуха в воздухопроводе можно описать выражением (2):

$$P_q = P_0 + \sqrt{2}\,\rho W_k^2 \left(\frac{q}{q_k}\right)^2 + \rho \left(\frac{\lambda}{d}\frac{W_k^2}{6}\frac{\beta}{180} r_{cp}\frac{q^3}{q_k^2} + \frac{\sqrt{2}}{4}\rho\frac{\beta}{360} W_k^2 \left(\frac{q}{q_k}\right)^2\right). \quad (2)$$

При установке внутреннего экрана над всасывающей щелью важно знать, как изменяется коэффициент расхода всасывающей щели от высоты установки экрана.

С этой целью рассмотрим течение жидкости переменной массы при входе воздуха во всасывающую щель, над которой установлен плоский экран (рис. 2).

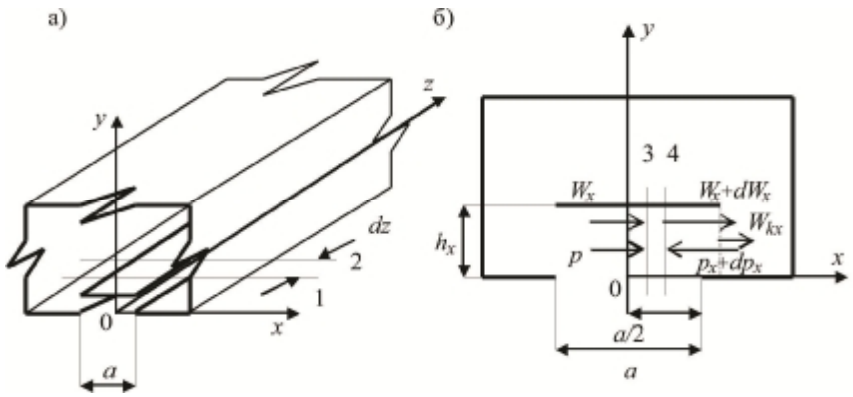


Рис. 2. Расчетная схема определения коэффициента расхода всасывающей щели с плоским экраном: а) участок кольцевого воздухопровода; б) расчетное сечение

Выделим два контрольных сечения 1 и 2 на расстоянии $dz \equiv d\theta$ друг от друга.

Течение в пространстве, заключенном под экраном можно рассматривать как плоское течение во всасывающем воздухоприемнике постоянной высоты h , шириной dz и длиной $a/2$. Так как течение воздуха в под экранном пространстве симметрично относительно оси «*y*», то представляется достаточным рассмотреть течение воздуха в половине пространства заключенного между плоскостью всасывания и плоскостью внутреннего экрана.

Допустим, что воздух поступает в под экранное пространство со скоростью $V_{вх}$. Выделим два контрольных сечения 3 и 4 на расстоянии x и $x+dx$. Примем, что давление в плоскости перпендикулярной оси X постоянно. Для выделенного объема запишем уравнение изменения количества движения и приравняем к импульсу внешних сил:

$$\frac{d(mW_x)}{dt} = X. \tag{3}$$

Рассмотрим составляющие уравнения (3) в отдельности:

1. Изменение количества движения системы между сечениями 3 и 4.

Количество движения для сечения 3:

$$\int_F W_x W_x dF' = \rho W_x^2 F'. \tag{4}$$

Количество движения для сечения 4:

$$\int (W_x + dW_x)(W_x + dW_x)dF' = \rho W_x^2 F' + 2\rho F' W_x dW_x. \tag{5}$$

Количество движения для входящего потока между сечениями 3 и 4составит:

$$\rho V_{вх} V_{вх} \cos\gamma df' = \rho V_{вх}^2 \cos\gamma df', \tag{6}$$

где γ – угол между направлением средней составляющей скорости входящего потока и направлением средней составляющей скорости внутри воздухоприемника длиной $a/2$, шириной dz и высотой h.

2. Импульс внешних сил, действующих на выделенный объем между сечениями 3 и 4.

Импульс сил движения, действующих на выделенный объем за время dt:

$$[-(p_x + dp_x)F' + p_x F']dt = -dp_x F' dt. \tag{7}$$

Импульс сил трения на выделенный объем за время dt:

$$-\frac{\lambda}{d}\rho \frac{W_x^2}{2} F' dx dt. \tag{8}$$

В дифференциальном виде, с учетом всех составляющих, уравнение (3) изменения количества движения для объема заключенного между сечениями 3 и 4 запишется:

$$(2\beta_x \rho F' W_x dW_x - \beta' \rho V_{вх}^2 \cos\gamma df')dt = -F' dp_x dt - \frac{\lambda}{d'}\rho \frac{W_x^2}{2} F' dx dt. \tag{9}$$

После преобразований:

$$dp = -2\beta_x \rho F' W_x dW_x - \beta' \rho V_{вх}^2 \cos\gamma \frac{df'}{F'} - \frac{\lambda}{d'}\rho \frac{W_x^2}{2} dx. \tag{10}$$

Выразим среднюю скорость W_x через конечную среднюю скорость W_{xk} в конце воздухоприемника длиной $a/2$ [3]:

$$W_x = W_к \left(\frac{2x}{a}\right) \tag{11}$$

Тогда можно записать уравнение (10) как:

$$dp_x = -2\beta_x \rho \frac{4W_к^2}{a^2} x dx - \beta' \rho V_{вх}^2 \cos\gamma \frac{df'}{F'} - \frac{\lambda}{d'}\rho \frac{4W_к^2}{2a^2} x^2 dx. \tag{12}$$

Проинтегрируем уравнение (12) в пределах от 0 до $a/2$:

$$\int_{-p_0}^{-p_к} dp_x = -\int_0^{a/2} 2\beta_x \rho \frac{4W_к^2}{a^2} x dx - \int_0^{a/2} \beta' \rho V_{вх}^2 \cos\gamma \frac{df'}{F'} - \int_0^{a/2} \frac{\lambda}{d'}\rho \frac{2W_к^2}{a^2} x^2 dx. \tag{13}$$

Допуская, что входящий поток присоединяется к потоку внутри воздухоприемника высотой h и длиной $a/2$ под углом близким к 90°, как для линейных равномерно-всасывающих воздухоприемников, поправочный коэффициент на количество движения $\beta_x=\beta\approx1{,}0$ и пренебрегая, ввиду малости расстояния, потерями на трение, после интегрирования уравнения (13) и преобразований получим:

$$-p_{хк} + p_0 = -\rho W_{хк}^2, \tag{14}$$

или

$$p_{хк} = p_0 + \rho W_{хк}^2, \quad (15)$$

где P_0 – давление в плоскости «у» воздухоприемника высотой h и длиной $a/2$.

Записывая:

$$p_0 = \frac{V_{вх}^2}{2\mu_0^2}\rho. \quad (16)$$

где μ_0 – коэффициент расхода всасывающей щели в начале воздухоприемника высотой h и длиной $a/2$, будем иметь:

$$p_{хк} = \frac{V_{вх}^2}{2\mu_0^2}\rho + \rho W_{хк}^2. \quad (17)$$

Подставляя полученное уравнение (16) статистического давления в конце воздухоприемника под экранного пространства в известную формулу [3] для определения коэффициента расхода, получим:

$$\mu_q = \frac{V_{вх.к}}{\sqrt{2\left(\frac{V_{вх}^2}{2\mu_{вх}^2} + W_{хк}^2\right)}}. \quad (18)$$

Используя уравнение неразрывности [3] можно записать:

$$\frac{a}{2}V_{вх}dz = h_x W_{хк}dz. \quad (19)$$

Отсюда имеем:

$$W_{хк} = \frac{aV_{вх}}{2h_x}. \quad (20)$$

Подставив (20) в уравнение (18) получим:

$$\mu_q = \frac{V_{вх}}{\sqrt{\frac{V_{вх}^2}{\mu_{вх}^2} + 2\left(\frac{a}{2h_x}\right)^2 V_{вх}^2}}. \quad (21)$$

После преобразований:

$$\mu_q = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{\mu_{вх}^2} + \frac{1}{2}\left(\frac{a}{h_x}\right)^2}}. \quad (22)$$

Решая уравнение (22) относительно h, можно определить высоту установки экрана над плоскостью всасывающей щели:

$$h_x = \frac{a}{\sqrt{2\left(\frac{1}{\mu_q^2} - \frac{1}{\mu_{вх}^2}\right)}}. \quad (23)$$

Учитывая, что изменение коэффициента расхода по пути движения [1] определяется выражением $\mu_q = \mu_0\sqrt{\frac{p_0}{p_q}}$ и принимая во внимание уравнения (2), (23) окончательно получим:

$$h_q = \frac{a}{\frac{W_k}{V_{вх}}\frac{q}{q_к}\sqrt{5,65 + \frac{l}{3d}\frac{p}{90}r_{ср}q + \sqrt{2}\frac{p}{360}}}. \quad (24)$$

Общее гидравлическое сопротивление воздухоприемника с щелью постоянной высоты и внутренним экраном, установленным над плоскостью всасывающей щели [6, 9], с учетом сделанных выше допущений, представляется возможным определить из уравнения:

$$\zeta = \left(\frac{V_0}{W_k}\right)^2\frac{1}{\mu_0^2} + 1,82. \quad (25)$$

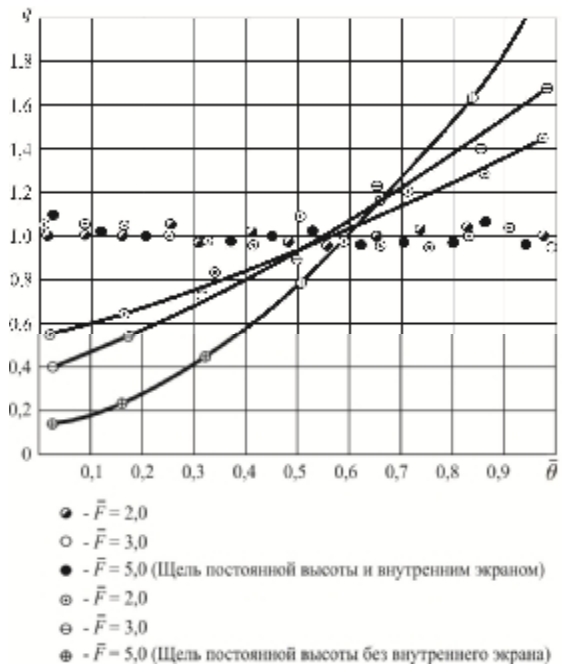


Рис. 3. Распределение удельного расхода по длине кольцевого воздухоприемника

С целью проверки полученных зависимостей для расчета кольцевого воздухоприемника были проведены экспериментальные исследования на аэродинамическом стенде. В ходе экспериментов получены высокая равномерность всасывания по длине кольцевых воздухоприемников, что говорит о правильности сделанных допущений. Максимальное отклонение удельного расхода не превышает 8-10 % (рис. 3).

Выводы:

Для кольцевых воздухоприемников со щелью постоянной высоты и внутренним экраном установленным с эксцентриситетом наиболее оптимальной высотой экрана является высота в 1,4-1,6 раз больше высоты всасывающей щели.

При использовании кольцевых воздухоприемников с рядом близко расположенных отверстий одинаковой площади и внутренними экранами, максимальное расстояние между ними следует принимать равным одному гидравлическому диаметру отверстия.

Наиболее совершенной конструкцией являются кольцевые воздухоприемники с отверстиями одинаковой площади и внутренними экранами установленными под углом к плоскости всасывающего отверстия. Такие конструкции позволяют значительно снизить энергетические затраты на их работу.

Список библиографических ссылок

1. Давыдов А.П. Теоретические и экспериментальные исследования всасывающих воздухопроводов с внутренними экранами. / авт. реф. дис. канд.техн.наук. – Л., 1976. – 181 с.
2. Гримитилин М.И, Тимофеева О.Н., Эльтерман В.М., Эльтерман Е.М., Эльянов Л.С. Вентиляция и отопление цехов машиностроительных заводов. – М.: Машиностроение, 1978. – 272 с.
3. Талиев В.Н., Аэродинамика вентиляции. – М.: Стройиздат, 1979. – 295 с.
4. Валиулин М.А., Давыдов А.П. Уравнение движения воздуха в кольцевом равномерно-всасывающем воздухопроводе переменного сечения. // Известия КГАСУ, 2011, № 2 (16). – С. 142-146.
5. Давыдов А.П., Валиуллин М.А., Габдрафиков Р.Р. К вопросу влияния неравномерности всасывания воздуха на объем удаляемого воздуха. // Известия КГАСУ, 2013, № 4 (26). – С. 170-174.

6. А.с. 1008584 (СССР). Устройство для удаления газообразных вредностей. / А.М. Валиуллин, В.М. Гусев, А.П. Давыдов. Опубл. в Б.И., 1983, № 12.
7. А.с. 991976 (СССР). Устройство для сушки колбасных изделий / А.В. Брайловский, А.П. Давыдов, М.А. Валиуллин. Опубл. в Б.И., 1983, № 4.
8. Золотов С.С. Аэродинамики судовой вентиляции. – Л.: Судостроение, 1967. – 311 с.
9. Идельчик И.Е. Гидравлические сопротивления. – М.- Л.: Госэнергоиздат, 1954. – 316 с.
10. Посохин В.Н, Маклаков Д.В. О влиянии архимедовых сил на развитие турбулентных струй. // Известия Вузов, Авиационная техника, 2007, № 3. – 16 с.
11. Усманов Р.А., Давыдов А.П., Валиуллин М.А. Расчет воздухопроводов равномерной раздачи и всасывания с внутренними экранами, установленными под углом // Вестник КТУ, 2014. – 134 с.

Valiullin M.A. – candidate of technical sciences, professor
E-mail: posohin@kgasu.ru
Davydov A.P. – candidate of technical sciences, professor
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

On the calculations of circular-slotted uniform-suction exhaust hoods

Resume

On the aviation industry are widely used technological-mechanical equipment, in terms of having a circular shape. To trap harmful Mark-tions from the specified equipment, used circular air intakes.

The efficiency of such devices depends on the uniformity along the length of the suction air inlet at the lowest energy costs.

Uniformity of suction at the lowest energy consumption, is offering to carry out the change of coefficient of discharge along the length of the suction slot (number of holes) by setting the internal screen.

Experimental studies on an aerodynamic stand were conducted in the article. The results obtained during the experiments confirmed the correctness of made assumptions. The maximum deviation of the specific consumption does not exceed 8-10 %.

Keywords: air inlet ring, uniform absorption, internal screen, flow coefficient.

References list

1. Davydov A.P. Theoretical and experimental studies of the suction of air from the internal screen. / Auth. Ref. dis. Candidate of Science. – L., 1976. – 181 p.
2. Grimitilin M.I., Timofeev O.N., Elterman V.M., Elterman E.M., Elyanov L.S. Ventilation and heating shop of engineering plants. – M.: Engineering, 1978. – 272 p.
3. Taliev V.N., Aerodynamics ventilation. – M.: Stroyizdat, 1979. – 295 p.
4. Valiulin M.A., Davydov A.P. The equation of motion of air in the ring evenly-intake air duct of variable section // Izvestiia KGASU, 2011, № 2 (16). – P. 142-146.
5. Davydov A.P., Valiullin M.A., Gabdrafikov R.R. On the question of the effect of non-uniformity of the air intake on the amount of exhaust air // Izvestiia KGASU, 2013, № 4 (26). – P. 170-174.
6. AS 1008584 (USSR). A device for removing gaseous hazards / A.M. Valiullin, V.M. Gusev, A.P. Davydov. Publ. in B.I., 1983, № 12.
7. AS 991976 (USSR). Device for drying sausages / A.V. Braylovsky, A.P. Davydov, M.A. Valiullin. Publ. in B.I., 1983, № 4.
8. Zolotov S.S. Aerodynamics of the ship's ventilation. – L.: Shipbuilding, 1967. – 311 p.
9. Idelchik I.E. Hydraulic resistance. – M.-L.: Gosenergoizdat, 1954. – 316 p.
10. Posohin V.N , Maklakov D.V. On influence of buoyancy forces on the development of turbo-equivalent jets. Proceedings of Higher Education, Aviation equipment, 2007, № 3. – P. 16-21.
11. Usmanov R.A., Davydov A.P., Valiullin M.A. Calculation of the air ducts still – dimensional distribution and absorption of internal screens installed at an angle // Bulletin KTU, 2014. – 134 p.

УДК 536
Садыков Р.А. – доктор технических наук, профессор
E-mail: Sadykov_r_a@mail.ru
Манешев И.О. – аспирант
E-mail: ivan-maneshev@yandex.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Исследование коэффициентов теплопроводности тонкослойных теплоизоляторов[1]

Аннотация

Спроектирована, разработана и испытана экспериментальная установка для исследования коэффициентов теплопроводности одно- и многослойных тонкостенных теплоизоляторов. Приведено описание экспериментальной установки. На экспериментальной установке в составе пакета плоскопараллельных пластин исследованы коэффициенты теплопроводности как стандартных (полиуретаны различной плотности, дерево вдоль и поперёк волокон и др.), так и новых тонкослойных теплоизоляторов («TSM-Ceramic», «Temp-coat», «ЖКТМ-броня», «Изоллат», « Теплокор» и др.) для установившегося процесса теплообмена. Методом наименьших квадратов проведена статистическая обработка результатов экспериментальных исследований (рассчитаны среднеквадратические отклонения, абсолютные величины максимальных отклонений, доверительные вероятности и другие статистические характеристики). Выполнена оценка точности измерений и полученных экспериментальных данных. Результаты экспериментальных исследований коэффициентов теплопроводности тонкослойных теплоизоляторов типа « TSM-Ceramic» показали, что они часто на порядок ($\lambda p \approx 0{,}018$ Вт/(м^{0}С)), а иногда и более отличаются (в большую сторону) от рекламируемых в проспектах и некоторой литературе их значений ((l tsm = 0,001 Вт/(м ^{0}С)).

Ключевые слова: установка, эксперимент, теплоизолятор, тепловой поток, коэффициент теплопроводности, измерение, точность, адекватность.

Одним из способов энергосбережения является уменьшение потерь количества теплоты от места их генерации до места потребления. С этой целью активно ведутся поиски новых высокоэффективных тонкослойных теплоизоляционных материалов, отвечающих современным требованиям [1-8]. Правильное и точное измерение коэффициентов теплопроводности (λ) таких материалов приобретает большое прикладное значение, как в промышленной теплоэнергетике, так и в индустриальном строительстве [9-15].

Для оценки работы предлагаемой установки [16-18] исследованы значения λ как известных материалов так и современных тонкослойных теплоизоляторов [19-25].

Для пояснения обозначений, используемых в представленных ниже формулах, опишем экспериментальную установку (рис. 1, 2) с пакетом плоскопараллельных пластин (ППП) [17].

[1] Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках реализации ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2014-2020 годы». (Соглашение № 14.574.21.0013, уникальный идентификатор проекта RFMEF157414X0013).

Рис. 1. Комплект используемого оборудования
(слева направо: стабилизатор напряжения; лабораторный автотрансформатор ЛАТР;
установка по исследованию теплопроводности тонкослойных теплоизоляторов; компьютер)

В состав ППП (рис. 2) входят: алюминиевые пластины 1,2,3 толщиной 1 мм для измерения отводимой к термопарам температур t_1, t_2, t_3.

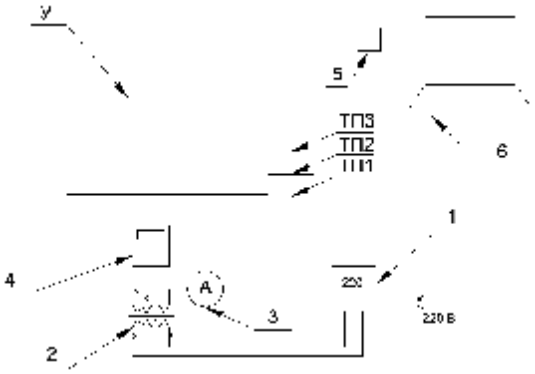


Рис. 2. Схема опытной установки для определения коэффициентов
теплопроводности теплоизолирующих пластин: 1 – стабилизатор; 2 – ЛАТР; 3 – амперметр;
4 – мультиметр; 5 – измеритель-регулятор ТРМ 138; 6 – компьютер;
ТП1, ТП2, ТП3 – термопары для измерения температур t_1, t_2, t_3,
снимаемых с алюминиевых пластинок 1, 2, 3 (рис. 3) в составе устройства У (рис. 2);
У – устройство для измерения температур между плоскопараллельными пластинами
в составе пакета плоскопараллельных пластин (ППП)

Пластина 1 подвергается нагреву электрическим источником тепла (ЭИТ), так что формируемый тепловой поток (q) перемещается по ППП снизу вверх и через верхнее стекло уходит в окружающее пространство (рис. 3), верхнее стекло обеспечивает необходимое усилие сжатия между ППП. Благодаря сжатию достигалось плотное прилегание алюминиевых пластин (1, 2, 3) к прилегающим поверхностям (рис. 3), и тем самым повышалась точность измерения температур на этих поверхностях с помощью подведенных к ним термопар. Боковые грани ППП термоизолировались пенополиуретаном толщиной 30 мм (рис. 4).

Рис. 3. Принципиальная схема пакета плоскопараллельных пластин (ППП) в составе устройства У:
1, 2, 3 – алюминиевые пластины толщиной 1 мм для измерения,
отводимых к термопарам ТП1, ТП2, ТП3 температур t_1, t_2, t_3
между электрическим источником тепла ЭИТ и нижним стеклом (t_1),
между нижним стеклом и исследуемым образцом (t_2),
между исследуемым образцом и верхним стеклом (t_3); P – сжимающие силы

Рис. 4. Принципиальная схема устройства У в составе установки, представленной на рис. 1: ППП, в составе которого установлена пластина с образцом исследуемого теплоизолятора; ЭИТ – электрический источник теплоты (мощностью 1 кВт); 1 – боковая термоизоляция ППП (прямоугольный параллелепипед без оснований с внутренним размером 15х15 см), изготовленный из пенополиуретана толщиной 30 мм и плотностью ρ = 32 кг/м^3

Размер алюминиевых пластин составляет (150х150х1) мм с прорезью по середине: шириной 1 мм и длиной 75 мм (рис. 5). В эту прорезь вставлялась и припаивалась оголенная часть скрученных жил электропровода, а сигнал с места контакта этих жил с алюминиевой пластинкой передавался на соответствующую термопару.

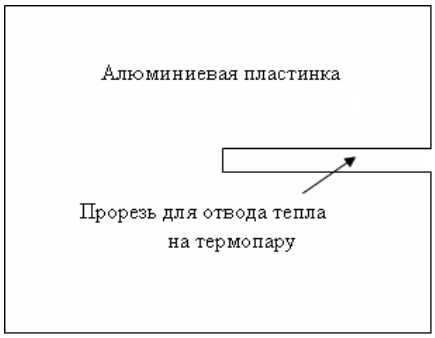


Рис. 5. Расположение прорези для отвода тепла в алюминиевых пластинах 1, 2, 3 в составе ППП (рис. 3)

Определение коэффициента теплопроводности исследуемого образца выполнялось из условия равенства удельных тепловых потоков в стационарном режиме, которые проходят через слои пакета [3, 9, 13, 15].

Из равенства тепловых потоков находится коэффициент теплопроводности образца:

$$\lambda_{об} = \lambda_{ст} \frac{d_{об}}{d_{ст}} \frac{t_1 - t_2}{t_2 - t_3}, \quad (1)$$

где $\lambda_{об}$, $\lambda_{ст}$ – соответственно коэффициенты теплопроводности образца и стекла; $d_{об}$, $d_{ст}$ – соответственно толщина образца и стекла, $(t_1 - t_2)$ и $(t_2 - t_3)$ – соответствующие разности температур (рис. 3).

Для проверки представленных на рис. 1 опытной установки и способа определения λ [16-18] исследуемых теплоизоляторов выбран тестовый набор пластин с известными λ [5]: стекло оконное $\lambda_{ст}$ = (0,698-0,814) Вт/(м^{0}С); дерево сосна поперек волокон $\lambda_{дп}$ = (0,14-0,16) Вт/(м^{0}С); дерево сосна вдоль волокон $\lambda_{дв}$= (0,35-0,4) Вт/(м^{0}С); пенополиуретан (ППУ-32) с плотностью ρ = 32 кг/м^3, $\lambda_{ппу}$ = 0,023 Вт/(м^{0}С).

Результаты вычислений по каждому из вышеперечисленных материалов представлены в табл. 1-5, а для «TSM-ceramic» для наглядности ещё и на рис. 6, где сплошные линии представляют зависимость вычисляемого λ(τ) от длительности нагрева ППП. Пунктирные линии показывают нижнюю и верхнюю границы доверительного интервала результатов измерений λ для каждого материала.

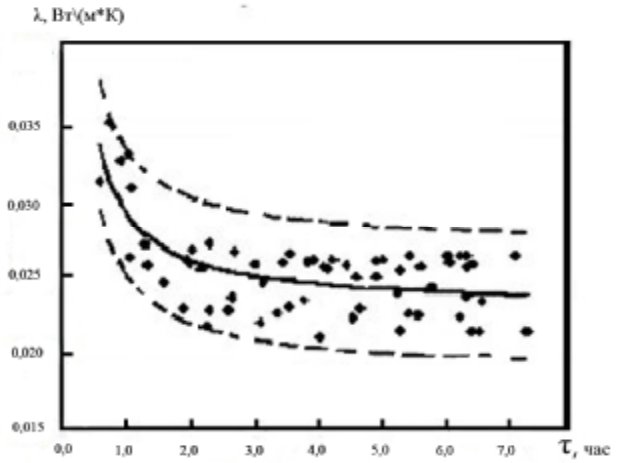


Рис. 6. Результаты измерений $\lambda_i^{Э}$ и табулирования λ_i^{P} интерполяционной формулы (2) для тонкослойного теплоизолятора « TSM-Ceramic», а также нижняя и верхняя границы (пунктирные) максимально возможного отклонения результатов измерения $\lambda_i^{Э}$ от результатов вычисления λ_i^{P}

По экспериментальным данным с помощью способа средних точек метода наименьших квадратов (МНК) получена следующая интерполяционная зависимость $\lambda(\tau)$ вида:

$$\lambda^{P}(t) = a + b / t, \qquad (2)$$

где a, b – параметры, определяемые из МНК, τ – время прогрева исследуемого материала.

Из (2) следует, что при длительности времени прогрева стремящейся к бесконечности, т.е. в реальных условиях переход на (стационарный) эксплуатационный режим, коэффициент теплопроводности исследуемого материала будет стремиться к величине свободного члена a, который и является результатом определения коэффициента теплопроводности ($\lambda_T^P = \lim_{\tau\to\infty}\lambda(\tau) = a$) при установившемся тепловом режиме.

По результатам экспериментальных исследований проведена статистическая обработка экспериментальных данных и рассчитаны [26]:

– сумма квадратов отклонений S (минимизируемая в МНК величина):

$$S = \sum_{i=1}^{N}\left(\lambda_i^{P} - \lambda_i^{Э}\right)^2, \qquad (3)$$

где $\lambda_i^{Э}$ – результат i-го измерения; λ_i^{P} – результат вычисления коэффициента теплопроводности по интерполяционной формуле (2) для i-го измерения; N – количество выполненных измерений (различно для каждого образца);

– среднеквадратичное отклонение $\overline{S}$ результатов N измерений величин $\lambda_i^{Э}$ от результатов λ_i^{P}:

$$\overline{S}(N,S) = \sqrt{S/(N-1)}; \qquad (4)$$

– абсолютная величина максимального отклонения результата измерений $\lambda_i^{Э}$ от результата вычислений λ_i^{P}:

$$\Delta\lambda_{max} = max\left|\lambda_i^{P} - \lambda_i^{Э}\right|, \quad i = \overline{1,N}; \qquad (5)$$

– максимальное относительное отклонение ε_{max} (в долях $\overline{S}$) результатов N измерений величин $\lambda_i^{Э}$ от результатов λ_i^{P}, или максимальный доверительный интервал:

$$\varepsilon_{max} = \Delta\lambda_{max} / \overline{S}; \qquad (6)$$

– доверительная вероятность α того, что результат выполненных N измерений попадет внутрь выбранного доверительного интервала ε_{max} (6), вычисленная по формуле Лапласа:

$$\alpha = \sqrt{\frac{2}{\pi}}\int_0^{\varepsilon_{max}} e^{-x^2/2}dx. \qquad (7)$$

Результаты $\lambda_i^Э$ обработки по формуле (1) экспериментальных данных и вычислений по формуле (2) $\lambda_i^Р(\tau)$ для стекла, дерева (сосна, поперек волокон), «ППУ-32» и «TSM-Ceramic» представлены в табл. 1-4. Сплошные линии на рисунке 6 представляют зависимость $\lambda(\tau)$, рассчитываемой по формуле (2). Пунктирные линии показывают нижнюю и верхнюю границы доверительного интервала для $\lambda_i^Э$ для исследованного материала.

Таблица 1

Результаты измерений ($\lambda_i^Э$) и вычислений ($\lambda_i^Р$) коэффициента теплопроводности стекла

№ п/п	τ, час	$\lambda_i^Э$	$\lambda_i^Р$	№ п/п	τ, час	$\lambda_i^Э$	$\lambda_i^Р$	№ п/п	τ, час	$\lambda_i^Э$	$\lambda_i^Р$
1	0,49	0,83	0,80	10	2,43	0,60	0,68	19	4,80	0,68	0,66
2	0,94	0,67	0,73	11	2,85	0,70	0,67	20	4,92	0,68	0,66
3	0,94	0,67	0,73	12	2,98	0,66	0,67	21	4,96	0,73	0,66
4	0,98	0,71	0,72	13	3,24	0,59	0,67	22	5,14	0,68	0,66
5	1,04	0,78	0,72	14	3,33	0,74	0,67	23	5,36	0,73	0,66
6	1,08	0,73	0,72	15	3,85	0,70	0,66	24	5,55	0,59	0,66
7	1,53	0,70	0,70	16	3,97	0,74	0,66	25	5,80	0,72	0,66
8	1,88	0,68	0,69	17	4,19	0,69	0,66	26	6,04	0,58	0,66
9	2,39	0,66	0,68	18	4,79	0,58	0,66	27	7,24	0,59	0,65

Таблица 2

Результаты измерений и вычислений коэффициента теплопроводности дерева (сосна, поперек волокон)

№ п/п	τ, час	$\lambda_i^Э$	$\lambda_i^Р$	№ п/п	τ, час	$\lambda_i^Э$	$\lambda_i^Р$
1	0,96	0,29	0,27	11	3,58	0,23	0,23
2	1,03	0,25	0,26	12	4,04	0,22	0,22
3	1,06	0,24	0,26	13	4,11	0,23	0,22
4	1,46	0,25	0,25	14	4,34	0,21	0,22
5	2,02	0,26	0,24	15	4,53	0,23	0,22
6	2,45	0,22	0,23	16	4,91	0,23	0,22
7	2,65	0,25	0,23	17	5,00	0,21	0,22
8	2,86	0,24	0,23	18	5,77	0,21	0,22
9	2,98	0,24	0,23	19	6,03	0,21	0,22
10	3,44	0,21	0,23				

Таблица 3

Результаты измерений и вычислений коэффициента теплопроводности пенополиуретана-32

№ п/п	τ, час	$\lambda_i^Э$	$\lambda_i^Р$	№ п/п	τ, час	$\lambda_i^Э$	$\lambda_i^Р$
1	0,49	0,042	0,041	9	3,55	0,023	0,022
2	1,05	0,029	0,029	10	3,89	0,022	0,022
3	1,52	0,024	0,026	11	4,12	0,021	0,022
4	2,03	0,023	0,024	12	4,32	0,021	0,022
5	2,15	0,023	0,024	13	4,44	0,022	0,021
6	2,74	0,022	0,023	14	4,57	0,021	0,021
7	3,00	0,022	0,023	15	4,70	0,023	0,021
8	3,46	0,022	0,022	16	5,44	0,023	0,021

Таблица 4

Результаты измерений и вычислений коэффициента теплопроводности «TSM Ceramic»

№ п/п	τ, час	$\lambda_i^Э$	$\lambda_i^Р$	№ п/п	τ, час	$\lambda_i^Э$	$\lambda_i^Р$	№ п/п	τ, час	$\lambda_i^Э$	$\lambda_i^Р$
1	0,58	0,026	0,029	22	3,07	0,017	0,020	43	5,28	0,017	0,019
2	0,76	0,030	0,026	23	3,11	0,020	0,020	44	5,28	0,021	0,019
3	0,90	0,028	0,025	24	3,36	0,018	0,020	45	5,40	0,018	0,019
4	1,04	0,028	0,024	25	3,46	0,021	0,020	46	5,44	0,022	0,019
5	1,06	0,022	0,024	26	3,53	0,018	0,020	47	5,56	0,018	0,019
6	1,09	0,026	0,024	27	3,57	0,022	0,020	48	5,62	0,021	0,019
7	1,29	0,022	0,023	28	3,79	0,019	0,020	49	5,76	0,019	0,019
8	1,32	0,021	0,23	29	3,84	0,021	0,020	50	6,00	0,022	0,019
9	1,57	0,020	0,022	30	3,93	0,021	0,020	51	6,03	0,021	0,019
10	1,87	0,018	0,021	31	4,03	0,016	0,020	52	6,21	0,018	0,019
11	1,94	0,021	0,021	32	4,10	0,021	0,020	53	6,21	0,022	0,019
12	1,99	0,021	0,021	33	4,17	0,021	0,020	54	6,32	0,021	0,019
13	2,02	0,022	0,021	34	4,25	0,021	0,020	55	6,33	0,022	0,019
14	2,17	0,021	0,021	35	4,42	0,021	0,019	56	6,33	0,019	0,019
15	2,24	0,017	0,021	36	4,52	0,017	0,019	57	6,40	0,016	0,019
16	2,29	0,022	0,021	37	4,59	0,020	0,019	58	6,42	0,021	0,019
17	2,30	0,018	0,021	38	4,65	0,018	0,019	59	6,51	0,017	0,019
18	2,60	0,018	0,020	39	4,91	0,021	0,019	60	6,54	0,018	0,019
19	2,65	0,019	0,020	40	4,91	0,020	0,019	61	7,10	0,022	0,019
20	2,70	0,022	0,020	41	5,02	0,021	0,019	62	7,24	0,017	0,019
21	3,01	0,021	0,020	42	5,24	0,019	0,019				

Величины $\lambda^Р$ º а исследованных материалов, а также статистические характеристики (3)-(7) точности экспериментальных результатов сведены в табл. 5.

Таблица 5

Результаты математической обработки выполненных измерений

	Стекло	Дерево	Пенополиуретан	TSM Ceramic
Интерполяционная функция $\lambda^Р(\tau) = a + b/\tau$ (2)	0,64+0,08/τ	0,21+0,05/τ	0,016+0,016/τ	0,018+0,006/τ
Вычисленный коэффициент теплопроводности l при стационарном режиме теплопереноса	0,64	0,21	0,016	0,018
Сумма квадратов отклонений *S* (3)	0,077	0,0033	0,0659	0,0276
Среднеквадратичное отклонение $\overline{S}$ (4)	0,0545	0,0135	0,005	0,0021
Максимальное абсолютное отклонение $D\lambda_{max}$ (5)	0,082 (12,8 %)	0,02 (10 %)	0,0011 (7 %)	0,004 (22 %)
Соответствующий доверительный интервал e_{max} (6)	1,51	1,56	2,065	2,013
Соответствующая доверительная вероятность a (7)	0,994	0,882	0,961	0,956

Для материала «стекло витринное» выполнено 27 измерений (табл. 1). С доверительной вероятностью a=0,994 экспериментальные результаты $\lambda_i^Э$ отклоняется от величин $\lambda_i^Р$ не более чем на 12,8 %.

Для материала « дерево – сосна, поперек волокон» выполнено 19 измерений (табл. 2). С доверительной вероятностью a = 0,882 экспериментальные результаты $\lambda_i^Э$ отклоняются от величин $\lambda_i^Р$ не более чем на 10 %.

Для материала « ППУ-32» выполнено 32 измерения (табл. 3). С доверительной вероятностью a = 0,961 экспериментальные результаты $\lambda_i^Э$ отклоняются от величин $\lambda_i^Р$ не более чем на 11 %.

Для материала « TSM-Ceramic» выполнено 62 измерения (табл. 4, рис. 6). С доверительной вероятностью a = 0,956 экспериментальные результаты $\lambda_i^Э$ отклоняются от величин $\lambda_i^Р$ не более чем на 7 %. Результаты исследования коэффициента теплопроводности « TSM-Ceramic» ($\lambda^Р \approx 0{,}018$ Вт/(м^{o}С) оказываются значительно выше рекламируемых в различных проспектах значений $l_{TSM} = 0{,}001$ Вт/(м^{o}С) [19]

Для стационарного режима теплопереноса величины коэффициента теплопроводности λ представлены в табл. 5 строчкой ниже. В этой же таблице представлены результаты статистической обработки отклонений результатов измерений от $\lambda_i^Э$ от λ. а именно: сумма квадратов отклонений S (3), среднеквадратичное отклонение $\bar{S}$ (4) и соответствующие доверительный интервал ε_{max} (6) с доверительной вероятностью α (7).

Полученные зависимости λ(τ) (табл. 5) могут быть учтены при оценке потерь количества теплоты с момента начала работы объекта до выхода процесса теплопередачи на стационарный режим.

Подобный порядок коэффициентов теплопроводности получен также по таким тонкослойным теплоизоляторам как «Temp-coat», «ЖКТМ-броня», «Изоллат», «Теплокор», «Корунд», «Teplos-top», «Astratec», «Moutrical» и др. [20-25].

Выводы

1. Величины абсолютных максимальных отклонений $D\lambda_{max}$ результатов измерений $\lambda_i^Э$ коэффициентов теплопроводности тестовых теплоизоляторов от рассчитанных $\lambda_i^Р$ по интерполяционной формуле (2) находятся в пределах 10-13 %.

2. Сравнительно высокая величина доверительных вероятностей (от 0,88 до 0,99) показывает, что велика вероятность того, что из произведенного реального количества измерений 87-96 % результатов не выходят за границы максимальных отклонений $D\lambda_{max}$.

3. Для всех рассмотренных теплоизоляторов сочетание большой величины максимального абсолютного отклонения $D\lambda_{max}$ и сравнительно высокой доверительной вероятности a возможно связано с отклонением капиллярно-пористой структуры исследуемых материалов от структуры материалов, взятых из литературных источников, а также точностью измерительных приборов и возможными случайными погрешностями измерений.

4. Результаты экспериментальных исследований коэффициентов теплопроводности тонкослойных теплоизоляторов типа «TSM-Ceramic» показали. что они часто на порядок ($\lambda_р \approx 0{,}018$ Вт/(м ^{0}С). а иногда и более отличаются (в большую сторону) от рекламируемых в проспектах и некоторой литературе их значений (l_{tsm}=0,001Вт/(м^{0}С)).

Список библиографических ссылок

1. Патент на полезную модель РФ № 117618 от 27.06.12. «Устройство для измерения термопарами температуры между плоскими твердыми телами» / Правник Ю.И., Садыков Р.А., Манешев И.О., Ерёмин С.А.
2. Патент на изобретение РФ № 2478936 от 10.04.2013 «Способ определения коэффициента теплопроводности сверхтонких жидких теплоизоляционных покрытий» / Правник Ю.И., Садыков Р.А., Иванова Р.Ф., Манешев И.О., Крайнов Д.В., Адаев Э.В.
3. Патент на изобретение РФ № 2490619 от 20.08.2013 «Способ определения коэффициента эффективности сверхтонких теплоизоляционных покрытий» / Правник Ю.И., Садыков Р.А., Иванова Р.Ф., Манешев И.О., Адаев Э.В.
4. Кудинов В.А., Калашников В.В., Карташов Э.М. и др. Тепломассоперенос и термоупругость. – М.: Энергоиздат, 1977. – 425 с.
5. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. – СПб.: АВОК северо-запад, 2006. – 400 с.

6. Патент на изделие РФ 2144595. Бюл. № 2. 20.01.2000. «Вакуумное теплоизоляционное изделие» / Кокоев М.Н., Федоров В.Т.
7. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий: АВОК, 2006. – 287 с.
8. Зайдель А.М.. Ошибки измерений физических величин: Лань, 2009. – 112 с.
9. Труды XII Международного симпозиума « Энергоресурсоэффективность и энергеосбережение», часть II. – Казань ,2011. – С. 65-67.
10. Брюханов О.Н., Шевченко С.Н. Тепломассообмен. – Л.: АСВ, 2005. – 460 с.
11. Карташов Э.М. Аналитические методы в теории теплопроводности твёрдых тел. – М.: Высшая школа. 2001 – 550 с.
12. Горлов Ю.П. Технология теплоизоляционных и акустических материалов и изделий/ Ю.П. Горлов. – М.: Высшая школа. 1989 – 384 с.
13. Шведов В.Ф. Теплопроводность низкотемпературной теплоизоляции // Холодильная техника, 2006, № 1. – С. 2-4.
14. Caps R.. Friscke J. Vakuumdammungen in der Anvendung, 5 Passivhaus Tagung, Reutlingen, Februar, 2001. – P. 247-254.
15. Armin Binz Hightech-Materialen von dem Durchbruch. 9 Passivhaus Tagung Ludvigshafen. 2005. – P. 219-224.
16. Ferie A. Einsatz von Vacuumdammung in Hochbau. 8 Europaische Passivhaustagung. Krems. Austria, 2004. – P. 171-177.
17. Diefernbach N. Modernisierung von Zweifamilienhausem auf unterschiedliche energetische Standards unter einzatz von Grobelementn mit Vacuumdammung. 9 Intemationale Passivhaustagung, 2006. – Hannover. – P. 63-68
18. URL: http://www.ppu21.ru/article/366.html?mc=192 (дата обращения: 01.06.2015).
19. URL: http://www.tsmceramic (дата обращения: 01.06.2015).
20. URL: http://www.teplo-energo.com (дата обращения: 05.06.2015).
21. URL: http://www.bronyad3b.ru (дата обращения: 05.06.2015).
22. URL: http://www.isollat.ru (дата обращения: 05.06.2015).
23. URL: http://www.riforn.ru (дата обращения: 07.06.2015).
24. URL: http://www.tempcoat.com/uploads/|%20Application%20Procedures.pdf дата обращения: 07.06.2015).
25. Злобин А.А. Примеры энергетического обследования промышленных предприятий // Практика энергоаудита и энергосбережения, 2008, № 4(8). – С. 20-21.

Sadykov R.A. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: Sadykov_r_a@mail.ru
Maneshev I.O. – post-graduate student
E-mail: ivan-maneshev@yandex.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organizations address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Research of heat conductivity coefficients of thin layer heat insulators

Resume

One of the ways of power saving is the reduction of the amount of heat loss from their place of generation to the place of consumption. For this purpose an active search for new high-performance thin-layer thermal insulation materials that meet modern requirements is carried out. Proper and accurate measurement of the thermal conductivity of these materials is of great practical importance, both in the industrial power system, as well as in industrial construction.

Experimental setup for the study of thermal conductivity coefficients of one and many layered thin-walled heat-insulators has been designed, implemented and tested. The article describes this installation. For the stationary heat transfer process the thermal heat coefficients have been studied for a package of parallel-sided plates including standard (polyourethanes of various densities, wood along and across the fibber. etc.) as well as the new thin-layers heat-insulators («TSM-Ceramic», «Temp-coat», «JKTM-bronya», «Izollat», «Teplokor» etc). The method of the least squares has been used for the statistical analysis of the research results such as calculation of the standard deviation. absolute value of the maximum deviation. acceptable

probability and other statistical characteristics. Evaluation of the measurement's precision and the resulting experimental data has been conducted. The research results of the study of thermal conductivity coefficients of the thin-layered heat-insulators of the «TSM-Ceramic» ($\lambda p \approx 0{,}018$ Wt/(m ^{0}C)) type has shown that their values differ by an order of magnitude and more from the advertised values in catalogues and some literature (tsm=0,001 Wt/(m ^{0}C)).

Keywords: installation, experiment, heat-insulator, heat stream, thermal conductivity coefficient, measurement, precision, adequacy.

Reference list

1. Patent for useful model RF № 117618 от 27.06.12. «The device for measurement by temperature thermocouples between flat solid bodies» / Pravnik Yu.I., Sadykov R.A., Maneshev I.O., Eryomin S.A.
2. Patent for useful model RF № 2478936 от 10.04.2013 «Way of determination of coefficient of heat conductivity of super thin liquid heat-insulating coverings» / Pravnik Yu.I., Sadykov R.A., Ivanova R.F., Maneshev I.O., Kraynov D.V., Adayev E.V.
3. Patent for useful model RF № 2490619 от 20.08.2013 «Way of determination of effectiveness ratio of superthin heat-insulating coverings» / Pravnik Yu.I., Sadykov R.A., Ivanova R.F., Maneshev I.O., Adayev E.V.
4. Kudinov V.A., Kalashnikov V.V., Kartashov E.M., etc. heat and mass transfer and thermoelasticity. – M.: Energoizdat, 1977. – 425 p.
5. Bogoslovsky V.N. Building Thermophysics. – SPb. Ed.-in «AVOK North-West», 2006. – 400 p.
6. Patent for the product Russian Federation 2144595. Bulletin № 2, 20.01.2000. «A vacuum heat-insulating product» / Kokoyev M.N., Fedorov V.T.
7. Fokin K.F. Building heat engineering enclosing parts of the buildings: AVOK, 2006. – 287 p.
8. Seidel A.M. measurement Errors of physical quantities: LAN, 2009. – 112 p.
9. Works of the XII International symposium «Energy efficiency and energy saving» part II – Kazan, 2011. – P. 65-67.
10. Bryukhanov O.N., Shevchenko S.N. Heat and mass transfer. – L.: DIA, 2005. – 460 p.
11. Kartashov E.M. Analytical methods in the theory of thermal conductivity of solids. – M.: Higher school, 2001. – 550 p.
12. Gorlov Yu.P. Tekhnologiya of heat-insulating and acoustic materials and products. – M.: Higher school, 1989. – 384 p.
13. Swedes V.F. Teploprovodnost of low-temperature thermal insulation // Refrigerating equipment, 2006, № 1. – P. 2-4.
14. Caps R., Friscke J. Vakuumdammungen in der Anvendung. 5 Passivhaus Tagung. Reutlingen, Februar, 2001. – P. 247-254.
15. Armin Binz Hightech-Materialen von dem Durchbruch. 9 Passivhaus Tagung Ludvigshafen, 2005. – P. 219-224.
16. Ferie A. Einsatz von Vacuumdammung in Hochbau. 8 Europaische Passivhaustagung. Krems. Austria. 2004. – P. 171-177.
17. Diefernbach N. Modernisierung von Zweifamilienhausem auf unterschiedliche energetische Standards unter einzatz von Grobelementn mit Vacuumdammung. 9 Intemationale Passivhaustagung, 2006. – Hannover. – P. 63-68
18. URL: http://www.ppu21.ru/article/366.html?mc=192 (reference date: 01.06.2015).
19. URL: http://www.tsmceramic (reference date: 01.06.2015).
20. URL: http://www.teplo-energo.com (reference date: 05.06.2015).
21. URL: http://www.bronyad3b.ru (reference date: 05.06.2015).
22. URL: http://www.isollat.ru (reference date: 05.06.2015).
23. URL: http://www.riforn.ru (reference date: 07.06.2015).
24. URL: http://www.tempcoat.com/uploads/%20Application%20Procedures.pdf (reference date: 07.06.2015).
25. Zlobin A.A. and others. Examples of power inspection of the industrial enterprises // Praktika energoaudita i energosberezheniya, 2008, № 4 (8). – P. 20-21.

УДК 662.92
Таймаров М.А. – доктор технических наук, профессор.
E-mail: Taimarovma@yandex.ru
Казанский Государственный Энергетический университет
Адрес организации: 420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51
Лавирко Ю.В. – кандидат технических наук, доцент.
E-mail: lav.yu55@gmail.com
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Лучистый поток от факела в котлах ТГМ-96 и ТГМЕ-464

Аннотация

В статье приведены результаты экспериментов по измерениям падающих лучистых потоков по высоте, ширине и глубине топок при различных нагрузках котлов. Измерения проводились с помощью радиометра полного изучения через лючки, расположенные на стенках котлов. Для экспериментов были взяты паровой энергетический котел ТГМ-96 (станционный № 16), работающий под разрежением, и паровой энергетический котел ТГМЕ-464 (станционный № 1), работающий под наддувом, Нижнекамской ТЭЦ-1 при сжигании природного газа Уренгойского месторождения.

Температура светящегося пламени измерялась при помощи пирометра ОППИР-017. Температура несветящегося пламени измерялась радиационным пирометром ТЕРА-50 Пристеночные значения температуры факела в топке были получены при помощи сдвоенной термопары. Значения по составу дымовых газов, паровой нагрузке и параметрам работы котлов получены с помощью штатных станционных приборов.

Ключевые слова: факел, лучистый поток, топка, интенсивность обогрева, паровая нагрузка, крутка воздуха.

Величины падающих от факела на тепловоспринимающие поверхности нагрева котлов тепловых потоков оказывают существенное влияние на эффективность сжигания топлива в котлах [1, 2]. В настоящей работе эксперименты по измерению режимных параметров работы котлов и падающих лучистых потоков проводились по методикам, отраженнм в работах [3-9]. Погрешность измерения падающих лучистых потоков составляла ±4,2 %.

Для экспериментов были взяты паровой энергетический котел ТГМ-96 (станционный № 16), работающий под разрежением, и паровой энергетический котел паровой энергетический котел ТГМЕ-464 (станционный № 1) Нижнекамской ТЭЦ-1 при работе на природном газе Уренгойского месторождения. Котел ТГМ-96 с естественной циркуляцией и уравновешенной тягой укомплектован четырьмя газомазутными горелками [10-11].

Измерения падающих лучистых потоков проводились с помощью радиометра полного изучения через лючки, расположенные на стенках котлов. Температура светящегося пламени измерялась при помощи пирометра ОППИР-017. Температура несветящегося пламени измерялась радиационным пирометром ТЕРА-50 [17]. Пристеночные значения температуры факела в топке были получены при помощи сдвоенной термопары. Значения по составу дымовых газов, паровой нагрузке и параметрам работы котлов получены с помощью штатных станционных приборов.

На рис. 1 приведены значения падающих лучистых потоков по лючкам на развертке фронтальной, левой и правой боковых стенок котла ТГМ-96 в зависимости от высоты лючков по топке. При экспериментах поддерживалась температура уходящих газов после дымососа $t_{ух.г}$=130 ºС, содержание кислорода в продуктах сгорания в конвективном пароперегревателе $O_2^{к.п.п}$ =1,8 %. Расход природного газа В=37,2 тыс.м^3/час.

Как видно из рис. 1, падающий тепловой поток от факела у заднего экрана очень велик и составляет 330,1 кВт/м^2 на отметке 14,2 м и 451 кВт/м^2 на отметке 11,2 м. Значения по левой и правой стенкам, примыкающим к заднему экрану в среднем 1,5…2 раза выше, чем значения полученные по измерениям через лючки примыкающие к передней стенке. Имеет место сильный наброс факела на заднюю экранную стенку, что в

конечном итоге снижает стойкость внутренней обмуровки топки [14-21]. По сравнению с шести горелочным котлом ТГМ-84Б [3], работающим под разрежением, значения падающих от факела лучистых потоков в четырех горелочном котле ТГМ-96 в 2 раза выше. Это связано с тем что единичная тепловая мощность горелки котла ТГМ-96Б равна 89 МВт, а для котла ТГМ-84Б равна 50,2 МВт при фактически одних и тех же габаритных размерах топочной камеры.

Графики распределения падающего теплового потока $q_{пад}$ по глубине топки в зависимости от паропроизводительности $Д_к$ по измерениям через лючки №1,2,5,6 1-го и 2-го яруса левого бокового экрана для котла ТГМ-96Б №16 НкТЭЦ показаны на рис. 1-2. Как видно из рис. 1, распределения падающего теплового потока $q_{пад}$ по глубине топки характеризуются очень сильной неравномерностью Значения падающего теплового потока $q_{пад}$, полученные по измерениям через лючок №1 на первом ярусе (отметка 11,2 м) в среднем в 2 раза выше по сравнению со значениями $q_{пад}$, полученными при измерениях через лючок № 2 (ближний к фронту котла). Таким образом, имеет место очень сильная тепловая разверка в обогреве поверхностей боковых экранных труб.

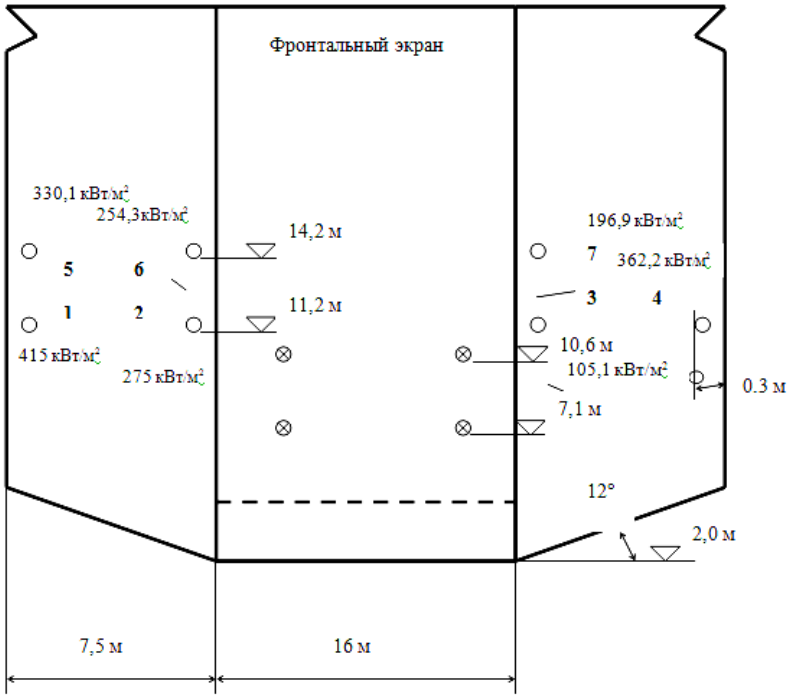


Рис. 1. Значения падающих на экранные поверхности лучистых потоков от факела $q_{пад}$ (кВт/м^2) по измерениям через лючки при экспериментах на НкТЭЦ-1 на котле ТГМ-96 № 16 при паропроизводительности $Д_к$=450 т/час:
⊗ – горелки;
○ – лючки, жирный шрифт-номера лючков

Принятые конструктивные решения при проектировании топки котла ТГМ-96Б, заключающиеся в повороте оси факела горелок на 10° вверх к выходу топки не устранили проблемы неравномерного обогрева боковых экранов по глубине топки.

Для котла ТГМ-84Б имеется такая же неравномерность обогрева экранных труб. При общей глубине топки котла ТГМ-84Б равной 6,0 м и ширине топки 14,0 м, боковые экранные трубы, примыкающие к заднему экрану обогреваются сильнее в среднем 60 %. Расстояние по глубине топки между люками, через которые проводились измерения равно 5,6 м. Принятое изначально конструктивное решение при проектировании топки котла ТГМ-84Б, заключающееся в повороте оси горелок 1-го нижнего яруса на 12° по направлению к оси топки котла не дали положительного результата в части устранения неравномерного обогрева экранных боковых труб.

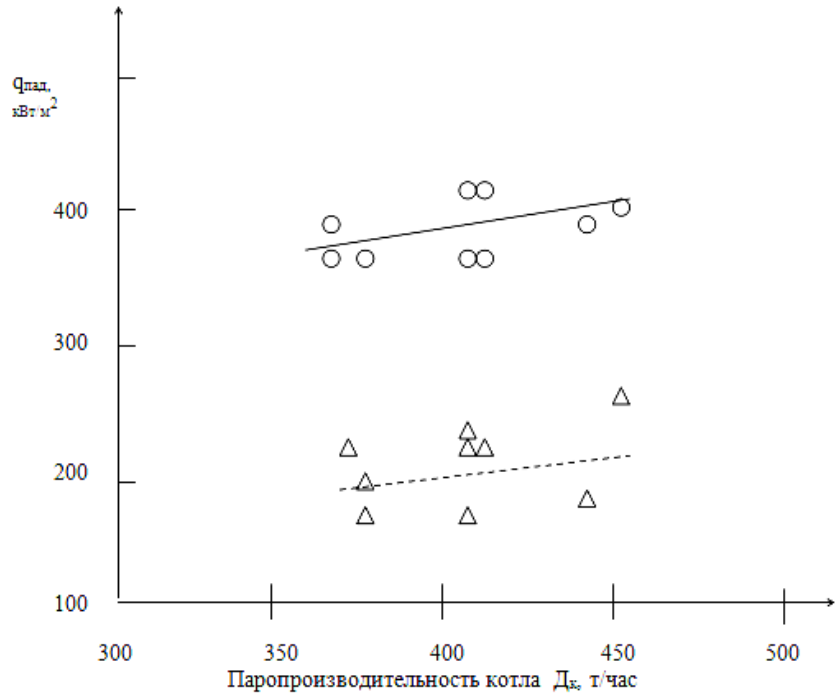


Рис. 2. Распределение падающего теплового потока $q_{пад}$ по глубине топки в зависимости от паропроизводительности $Д_к$ по измерениям через лючки № 1,2 1-го яруса левого бокового экрана для котла ТГМ-96 №16 НкТЭЦ:

○ – лючек 1 первого яруса;

△ – лючек 2 первого яруса

Поэтому при модернизации котлов ТГМ-84Б [12-13] и ТГМ-96 путем замены физически изношенных и морально устаревших горелок конструкции ТКЗ на новые зарубежные горелки необходимо добиться выравнивания интенсивности обогрева боковых экранов путем формирования длины факела горелки не более 5,5 м при максимальном диаметре факела не более 4 м. При применении новых горелок нужно учесть, что для оптимальной работы топочного объема необходимо, чтобы при увеличении паровой нагрузки на 1 т/час падающие на экраны тепловые потоки от факела на уровне горелок увеличивались не менее чем на 0,5 кВт/м^2.

Из рис. 3 видно, что значения падающих тепловых потоков от факела, измеренные через лючки 5 и 6 второго яруса, также различаются. Потоки, измеренные через лючок 5, находящийся ближе к заднему экрану в среднем в 1,5 раза выше чем, поток измеренный через лючок 6, находящийся ближе к переднему экрану. По абсолютной величине наибольшие значения падающих тепловых потоков от факела наблюдаются при измерениях через лючок 1 первого яруса.

Значения падающих тепловых потоков, полученные при измерениях через лючок 6 второго яруса, в среднем на 15 % выше по сравнению со значениями, полученными при измерениях через лючок 2 первого яруса (рис. 2). Значения падающих тепловых потоков, полученные при измерениях через лючок 5 второго яруса, в среднем на 14 % ниже по сравнению со значениями, полученными при измерениях через лючок 1 первого яруса (рис. 2). Зависимость падающих тепловых потоков от нагрузки для люков второго яруса сохраняется такой же, как и для первого яруса, а именно: при увеличении паровой нагрузки на 1 т/час падающие на экраны тепловые потоки от факела на уровне горелок увеличиваются в среднем не менее чем на 0,5 кВт/м^2.

На рис. 4 приведены результаты измерений падающих на экранные поверхности лучистых потоков от факела $q_{пад}$ (кВт/м^2) при экспериментах на НкТЭЦ-1 на котле ТГМЕ-464 №1 в топке котла под наддувом.

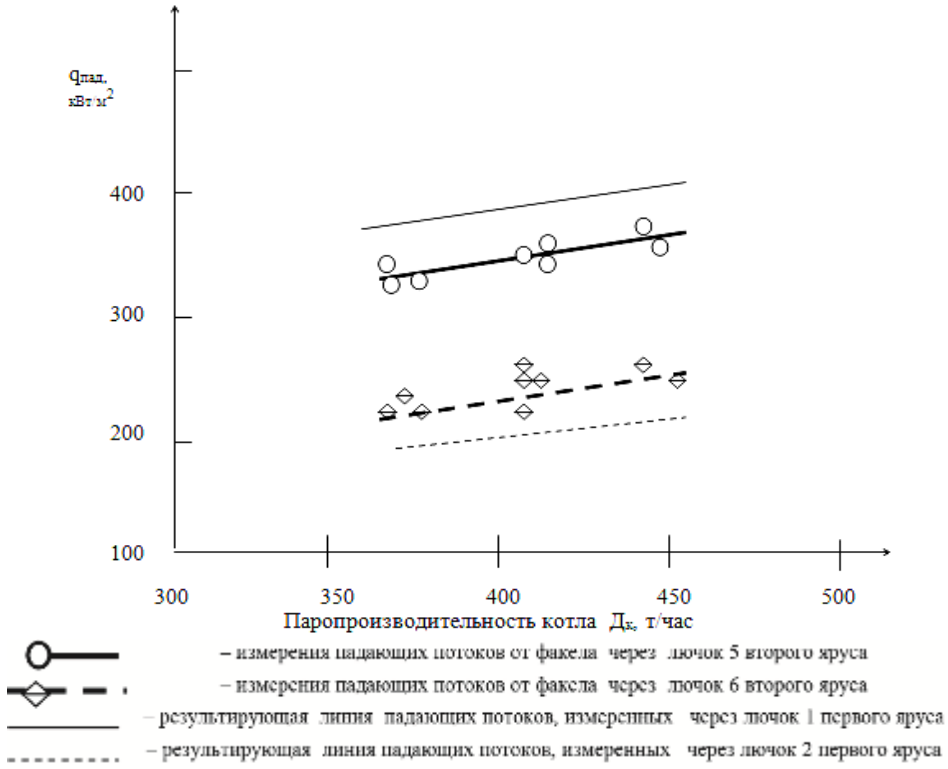


Рис. 3. Распределение падающего теплового потока $q_{пад}$ по глубине топки в зависимости от паропроизводительности $Д_к$ по измерениям через лючки 5,6 2-го яруса левого бокового экрана для котла ТГМ-96 № 16 НкТЭЦ

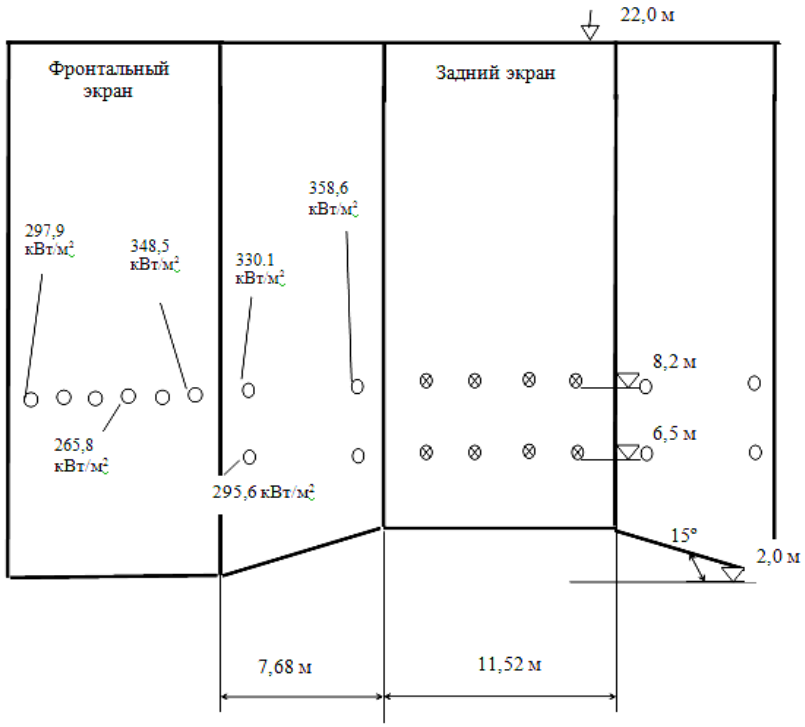


Рис. 4. Значения падающих на экранные поверхности лучистых потоков от факела $q_{пад}$ (кВт/м^2) по измерениям через лючки при экспериментах на НкТЭЦ-1 на котле ТГМЕ-464 № 1 при паропроизводительности $Д_к$=411 т/час:
⊗ – горелки; ○ – лючки

Сложность проведения экспериментов по измерению падающих от факела лучистых потоков является наличие защитного стекла в лючках, обеспечивающего герметичность топки. Градуировка радиометра в этой связи осуществлялась с применением такого стекла. Однако не на всех лючках измерение падающих плотоков удалось провести. Это связано с тем, что стекла были покрыты пылевыми отложениями с внутренней стороны.

При экспериментах температура уходящих газов составляла $t_{ух.г}$=115 ºС, содержание кислорода в продуктах сгорания в конвективном пароперегревателе $O_2^{к.п.п}$=0,75 %, Расход природного газа составлял В=32,85 тыс.м^3/час.

Сравнение данных рис. 4 с данными рис. 1 и с результатами, полученными для котла ТГМ-84Б [3], показывает, что падающие потоки рис. 4 распределены по экранным поверхностям более равномерно. Этому способствует число горелок 8 шт. с меньшей длиной факела, так как единичная тепловая мощность горелки котла ТГМЕ-464 равна 44,3 МВт, что в 2 раза меньше, чем у горелки на котле ТГМ-96. Кроме того горелки котла ТГМЕ-464, по сравнению с котлами ТГМ-84Б и ТГМ-96, имеют две крутки воздуха в двух взаимно противоположных направлениях: центральная крутка и периферийная крутка. Крутки расположены попарно чередующимися по высоте и ширине топки.

Положительный эффект от применения двух видов крутки воздуха в двух взаимно противоположных направлениях (центральная крутка и периферийная крутка) выравнивает падающие лучистые потоки от факела по объему топки.

Заключение

1. Для повышения эффективности работы топок ТГМ-84Б и ТГМ-96Б необходимо добиться выравнивания интенсивности обогрева боковых экранов на длине факела горелки не более 5,5 м при максимальном диаметре факела не более 4 м.

2. При наборе нагрузки плавность регулирования топочного процесса должна быть такой, чтобы при увеличении паровой нагрузки на 1 т/час падающие на экраны тепловые потоки от факела на уровне горелок увеличивались не менее чем на 0,5 кВт/м^2.

3. При модернизации топок необходимо предусмотреть в новых конструкциях горелок наличие крутки воздуха двух взаимно противоположных направлениях в виде центральной и периферийной крутки.

Список библиографических ссылок

1. Таймаров М.А. Практические занятия на ТЭЦ. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2003. – 64 с.
2. Мурин Г.А. Теплотехнические измерения. – М.: Энергоиздат, 1990. – 544 с.
3. Гордов А.Н. Основы температурных измерений. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 304 с.
4. Таймаров М.А., Таймаров В.М. Горелочные устройства. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2007. – 147 с.
5. Таймаров М.А. Котлы ТЭС и котельных. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2010. – 230 с.
6. Таймаров М.А., Симаков А.В. Результаты модернизации и испытаний по повышению тепловой мощности котла ТГМ-84Б. Вестник Казанского государственного технологического университета, 2011, Т. 14, № 2. – С. 336-338.
7. Таймаров М.А. Совершенствование сжигания топлив в энерготехнологических агрегатах. – Казань: КГЭУ, 2010. – 136 с.
8. Ахмедов Р.Б., Ахмедов Д.М., Асадуллаев А.Х. Влияние аэродинамического взаимодействия закрученных факелов на рабочие процессы в топках котлов. // Теплоэнергетика, 1981, № 4. – 226 с.

Taymarov M.A. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: Taimarovma@yandex.ru
Kazan State Energy University
The organization address: 420066, Russia, Kazan, Krasnoselskaya st., 51
Lavirko Y.V. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: lav.YU55@gmail.com
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Radiant flux from the torch-fired boilers TGM-96 and 464-TGME

Resume

It is got, that in heating of caldron of TGM-96 a falling thermal stream from a torch at a back screen is great enough and 330,1 makes kW/m^2 on a mark a 14,2 m and 451 kW/m^2 on a mark a 11,2 m. Values on left and right to the walls, joining to the back screen on the average 1,5. 2 time higher, than values are got on measuring through access covers joining to the front wall. Strong throw on of torch takes place on the back CRT wall, that reduces firmness of internal walling-up of heating in the end. For the caldron of TGME- 464 falling streams up-diffused on the CRT surfaces more evenly. It is assisted by the number of gas-rings 8 pcs. with less length of torch, because single thermal power of gas-ring of caldron of TGME-464 is equal to 44,3 MWt, that in 2 times less than, than at a gas-ring on the caldron of TGM-96. In addition gas-rings of caldron of TGME-464 as compared to the caldron of TGM-96, have two twist of air in two mutual opposite directions: central twist and peripheral twist. Twists are located by in pairs alternating on a height and width of heating. Values of streams at a front screen 330,1 kW/m^2, at back 358,6 kW/m^2.

Keywords: the torch, radiant flux, firebox, the intensity of heating, steam load, the air twist.

Reference list

1. Taymarov M.A. Practical exercises on the CHP. – Kazan, KSEU Press, 2003. – 64 p.
2. Murin G.A. Thermal measurements. – M.: Energoizdat, 1990. – 544 p.
3. Gordov A.N. Fundamentals of temperature measurements. – M.: Energoatomizdat, 1992. – 304 p.
4. Taymarov M.A., Taymarov V.M. Burners. – Kazan: KSEU Press, 2007. – 147 p.
5. Taymarov M.A. TPP boilers and boiler. – Kazan: KSEU Press, 2010. – 230 p.
6. Taymarov M.A., Simakov A.V. The results of tests on the modernization and improvement of the thermal capacity of the boiler TGM-84B. Journal of Kazan State Technological University, 2011, T. 14, № 2. – P. 336-338.
7. Taymarov M.A. Improving the combustion of fuels in power technology units. – Kazan, KGEU, 2010. – 136 p.
8. Akhmedov R.B., Ahmedov D.M., Asadullayev A.H. Influence of aerodynamic interaction swirling flames on working processes in boiler furnaces // Teploenergetika, 1981, № 4. – 226 p.

УДК 691.327
Галеев А.Ф. – студент
E-mail: ayzat-galeev@rambler.ru
Морозов Н.М. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: nikola_535@mail.ru
Боровских И.В. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: borigor83@gmail.com
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Снижение расхода цемента в самоуплотняющихся мелкозернистых бетонах

Аннотация

Использование самоуплотняющихся бетонов взамен рядовых в настоящее время весьма ограничено. Несмотря на высокую технологичность, комплексную экономическую эффективность, данный материал не применяется ввиду его повышенной себестоимости по материалам относительно рядовых бетонов в 1,4-1,5 раза. Удорожание происходит из-за повышенных расходов цемента СУБ. В исследовании поставлена задача снижения расходов цемента в самоуплотняющемся бетоне при сохранении основных прочностных и эксплуатационных характеристик рядовых бетонов. Был разработан состав самоуплотняющегося бетона класса В30 с расходом цемента 300 кг/м^3, который не уступает по прочностным характеристикам составу с расходом в 550 кг/м^3. Для получения такого бетона использовалось сочетание сокращения расхода цемента с одновременной заменой части его на известково-кремнеземистый наполнитель, применение в качестве заполнителя только фракционированного кварцевого песка.

Ключевые слова: самоуплотняющийся бетон, снижение расхода цемента, наполнитель, прочность.

Во второй половине XX века в строительной сфере появилось такое понятие как самоуплотняющийся бетон (СУБ) – бетон, способный уплотняться под действием собственного веса без воздействия дополнительной энергии уплотнения и полностью заполнять пространство опалубки, в том числе между арматурными стержнями. Одним из основоположников этого направления был профессор Окамура [1], который отмечал ряд особенностей, отличающих СУБ от обычного бетона: повышенный расход цемента, повышенный расход пластификаторов, отличные реологические свойства. В связи с этими особенностями значительно повышается себестоимость получаемого бетона [2, 3].

В настоящее время накоплен положительный опыт применения мелкозернистого бетона в монолитном домостроении для жилищного и гражданского строительства с классом по прочности не выше В25...В30. При этом, производство мелкозернистого бетона требует повышенного расхода цемента, что вызывает удорожание бетона и железобетонных конструкций, а твердение сопровождается развитием усадочных деформаций вследствие отсутствия крупного заполнителя, что отрицательно сказывается на его трещиностойкости и долговечности. Все это является сдерживающим фактором более широкого применения мелкозернистого бетона в строительной практике [4]. Решение задачи повышения эффективности мелкозернистых бетонов и более широкого применения их в строительстве может быть достигнуто путем замены части цемента на более дешевые наполнители.

Несмотря на достаточно высокую себестоимость СУБ (примерно в 1,5 раза выше, чем стоимость равнопрочного обычного бетона), все чаще и зарубежные, и российские производители отмечают наличие комплексного экономического эффекта при применении данной технологии [5, 6]. Одним из решений является использование в качестве заполнителей только песка. Но и в этом случае вопрос снижения расхода цемента остается открытым. Поэтому необходим правильный подбор наполнителей и суперпластификаторов, позволяющих снизить расход воды и цемента при сохранении технологических свойств бетонной смеси [7].

В качестве исходных материалов было использовано: портландцемент ЦЕМ I 42,5Б, Мордовского цементного завода, соответствующий ГОСТ 31108-2003.

В качестве заполнителей и наполнителей использовались:

- речной кварцевый песок камского месторождения;
- обогащенный кварцевый песок (60 % фр. 1,25-5, 20 % фр. 0,315-1,25 и 20 % фр. менее 0,315 мм);
- известняковая мука Бондюжского месторождения карбонатных пород с удельной поверхностью 3000 $см^2/г$;
- микрокремнезем Челябинского электрометаллургического комбината марки МК-85, с удельной поверхностью более 40000 $см^2/г$.

Используемые суперпластификаторы:

- Melflux 2651F – химическая основа – модифицированный эфир поликарбоксилата, порошок желтого цвета;
- Sika Visko Crete 5-600 SK – химическая основа – эфир поликарбоксилата, не прозрачная жидкость белого цвета.

Кинетика набора прочности измерялась на 3, 7 и 28 сутки, испытания проводились по ГОСТ 10180-2012.

Оценка водоредуцирующего эффекта была произведена по методике [8].

Основная задача исследования – получение самоуплотняющихся бетонов с низким расходом цемента. При этом необходимо сохранить механические характеристики бетона контрольного состава. Было произведено сравнение прочностных характеристик и водопоглощения самоуплотняющегося бетона на разных наполнителях и суперпластификаторах.

Перед проектированием составов был исследован водоредуцирующий эффект пластификаторов с наполнителями. Зависимости водоредуцирующего эффекта от вида и дозировки наполнителей и суперпластификаторов приведены на графиках (рис. 1-2).

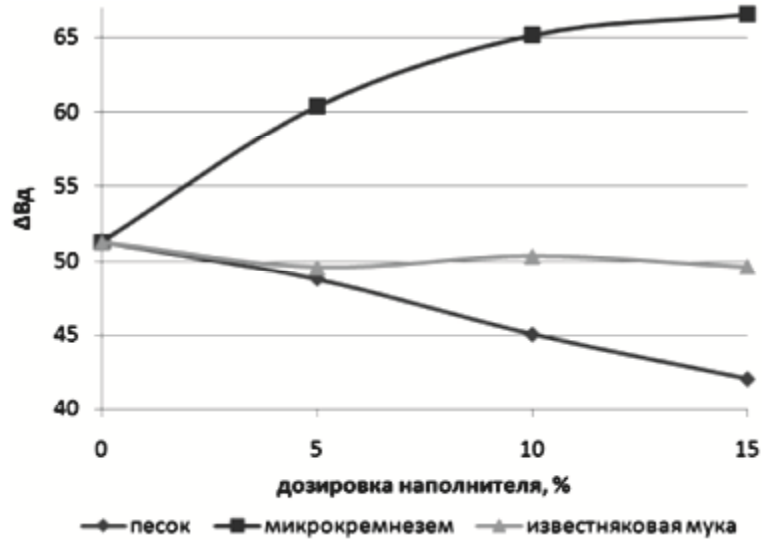


Рис. 1. Влияние наполнителей на величину водоредуцирующего эффекта добавки Melflux 2651F (0,9 %)

На рис. 1 ярко выражено влияние микрокремнезема на эффективность суперпластификатора Melflux. При повышении его доли в цементной системе увеличивается величина водоредуцирующего эффекта и максимальное значение достигает 67 %. В то же время, водоредуцирующий эффект данного суперпластификатора снижается при применениии других наполнителей.

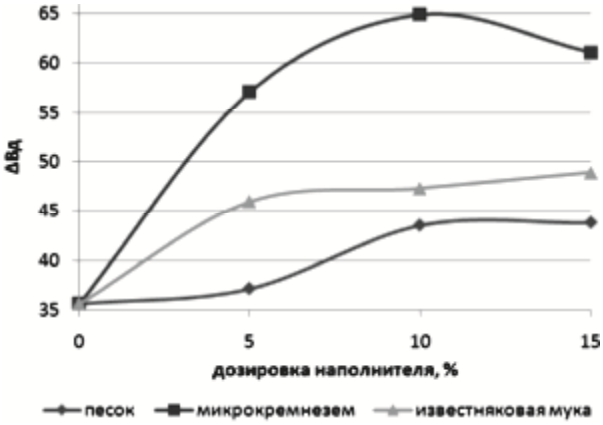


Рис. 2. Влияние наполнителей на величину водоредуцирующего эффекта добавки Siko Visko Crete 5-600

При использовании добавки Sika, как видно из рис. 2, величина водоредуцирующего эффекта так же максимальна для микрокремнезема с долей его в цементной системе 10 % и составляет 65 %.

Из полученных данных можно сделать следующие выводы: эффективность добавки Melflux увеличивается только при использовании в качестве наполнителя микрокремнезема, при использовании добавки Sika, введение наполнителей во всех случаеях приводит к увеличеннию водоредуцирующего эффекта.

Исходя из результатов были предложены следующие составы самоуплотняющихся бетонов (табл. 1).

Таблица 1

Составы самоуплотняющихся бетонов

№	Цемент, кг	Песок, кг	Микро-кремнезем, кг	Изв. мука, кг	Вид добавки и кол-во, %	В/Ц	Воздухововл., %	T_{500}, с
1	550	1600	-	-	Sika 1,0	0,45	6,2	3
2	550	1600	50	-	Sika 1,0	0,5	7,8	5
3	500	1600	50	-	Melf 0,9	0,457	5,4	8
4	450	1600	50	50	Melf 0,9	0,489	6,7	4
5	450	1600	50	50	Sika 1,5	0,5	8	5
6	400	1600	50	100	Melf 0,9	0,61	7,6	7
7	400	1600	50	100	Sika 1,5	0,692	9,8	4
8	350	1600	50	150	Sika 1,5	0,78	5,6	2
9	300	1600	50	200	Melf 0,9	0,72	5,1	8
10	300	1600	50	200	Sika 2,0	0,72	7,4	10

Данные по прочности самоуплотняющегося мелкозернистого бетона приведены на диаграмме (рис. 3).

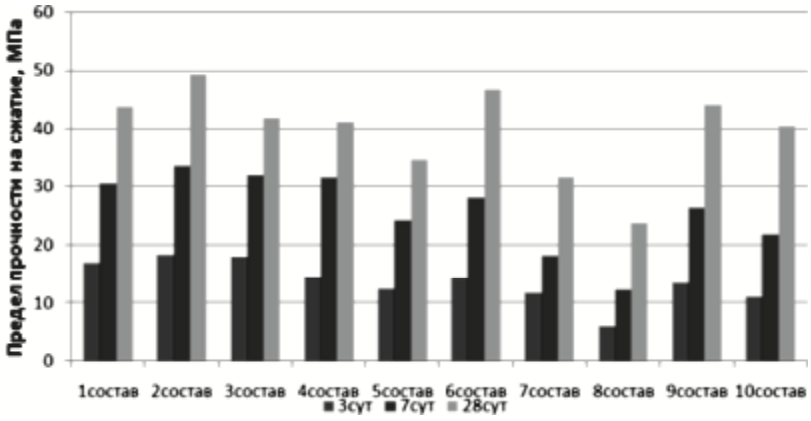


Рис. 3. Прочность на сжатие СУБ различных составов

Из рис. 3 видно, что максимальная прочность в марочном возрасте наблюдается у 2 состава (49 МПа), объясняется такая прочность низким расходом воды, большим расходом цемента и применением микрокремнезема в качестве наполнителя, который улучшает микроструктуру цементного камня. Минимальная прочность у 8 состава и составляет 28МПа, это связано с высоким В/Ц. Так же высокая прочность наблюдается у 9 состава. Это объясняется низким воздухововлечением смеси и высоким расходом наполнителей. Состав 6 показывает высокую прочность благодаря относительно низкому В/Ц и, возможно, близким к оптимальному, количеством наполнителя в составе.

Расчетные параметры, характеризующие строение порового пространства образцов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Водопоглощение и показатели пористости СУБ

№ состава	Водопоглощение образцов, %, через				$\frac{W_{t=0,25}}{W_{max}}$	$\frac{W_{t=1}}{W_{max}}$	Показатели пористости	
	0,25 ч ($W_{t=0,25}$)	1 ч ($W_{t=1}$)	24 ч	7сут (W_{max})			λ	α
3	2,02	3,23	5,9	6,32	0,32	0,51	0,68	0,4
4	2,65	4,19	6,7	6,98	0,38	0,60	0,90	0,35
5	2,38	3,49	6,57	7,27	0,33	0,48	0,65	0,35
6	1,64	2,74	5,34	5,89	0,28	0,47	0,60	0,52
7	1,73	2,73	6,62	7,77	0,22	0,35	0,45	0,45
8	3,10	6,5	11,46	11,92	0,26	0,55	0,8	0,72
9	1,83	3,53	4,97	5,37	0,34	0,66	1,15	0,72
10	1,78	3,41	5,05	7,38	0,24	0,46	0,58	0,55

Максимальное водопоглощение у состава № 8 вызвано тем, что данный состав имеет больший расход воды при приготовлении, а самое низкое водопоглощение у состава № 9, связано с низким воздухововлечением и низкой водопотребностью бетонной смеси.

В табл. 2 приведены экспериментальные данные о показателях пористости образцов составов из табл. 1. Из данных приведенных в табл. 2, следует:

а) наибольшую интегральную (кажущуюся) пористость имеют образцы 8 состава (W_{max} = 11,92 %), а наименьшую образцы 9-го состава (W_{max} = 5,37 %);

б) наибольший средний радиус капилляров – у образцов самоуплотняющегося бетона 9 состава (λ=1,15), а наименьший – у 7 состава;

в) наиболее однородным по размерам пор являются образцы бетона 8 и 9 состава (α = 0,72), соответственно наименее однородными были образцы состава № 4 и 5 (α=0,35).

Снижение пористости самоуплотняющегося бетона позволит использовать его в ответственных конструкциях, к которым предъявляются требования по водонепроницаемости и морозостойкости.

Заключение

Повышенной прочностью (49 МПа) обладает состав с максимальным расходом цемента в 550 кг/м^3 и добавлением микрокремнезема и составы с низкими В/Ц (41 МПа). Состав со сниженным расходом цемента (400 кг/м^3) и использованием известняковой муки обладает высокой прочностью в 46 МПа. Так же, близкими к контрольному составу по прочности являются СУБ с минимальным содержанием цемента (300 кг/м^3), что вызвано увеличением модуля крупности песка.

Таким образом, удалось разработать состав класса В30 с расходом 300 кг/м^3, который не уступает по прочностным характеристикам составу с расходом в 550 кг/м^3. Но для получения такого бетона требуется использовать фракционированный песок и сочетание известняковой муки и микрокремнезема.

Снижение расхода цемента и добавление известняковой муки позволило снизить и себестоимость самоуплотняющегося бетона, что неизменно увеличивает интерес предприятий строительной индустрии к полученному материалу.

Список библиографических ссылок

1. Okamura Hajime, Ouchi Masahiro Self – Compacting Concrete // Journal of Advanced Concrete Technology, vol. 1, 2003, № 1. – P. 5-15.
2. Feys D., Verhoeven R., Schutter G. Fresh self compacting concrete, a shear thickening material // Cement and Concrete Research, 2008, (38), № 7. – P. 920-929.
3. Аленкар Р., Маркон Ж., Хелене П. Экономичное жилье из СУБ // CPI – Международное бетонное производство, 2010, № 6. – С. 142-147.
4. Дятлов А.К. Мелкозернистый самоуплотняющийся бетон с комплексной наносодержащей добавкой: автореф. дис. на сосик. учен. степ. канд. технол. наук (05.23.05) / Алексей Константинович Дятлов: МГСУ. – М., 2013. – 19 с.
5. Орентлихер Л.П. XXI век – век легких бетонов // Актуальные проблемы современного строительства: Материалы Всероссийской 31-й научно- технической конференции, 25-27 апреля, 2001, ч. 4. Строительные материалы и изделия. – Пенза: Изд-во ПГАСА, 2001. – С. 76-77.
6. Батудаева А.В., Кардумян Г.С., Каприелов С.С. Высокопрочные модифицированные бетоны из самовыравнивающихся смесей // Бетон и железобетон: науч.-техн. и произв. журн., 2005, № 4. – С. 23.
7. Морозов Н.М., Боровских И.В., Хозин В.Г., Авксентьев В.И., Мугинов Х.Г. Влияние компонентов песчаного бетона на воздухововлечение при его приготовлении // Известия КГАСУ, 2011, № 3 (17). – С. 31-34.
8. Баженов Ю.М., Демьянов В.С., Калашников В.И. Модифицированные высококачественные бетоны. // Научное издание. – М.: Изд. Ассоциации строительных вузов, 2006. – 368 с.

Galeev A.F. – student
E-mail: ayzat-galeev@rambler.ru
Morozov N.M. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: nikola_535@mail.ru
Borovskikh I.V. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: borigor83@gmail.com
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Reduction of consumption of cement in self-compacting fine-grained concrete

Resume

The use of self-compacting concrete instead of the ordinary at present is very limited. Despite the high technological level, comprehensive economic efficiency, this material is not used due to its high cost of materials relative to ordinary concrete in 1,4-1,5 times. The price rises due to increased cost of cement. In the study the task of reducing the cost of cement in self-compacting concrete while maintaining the basic strength and performance of ordinary concrete. Thus, managed to develop a composition class B30 with the consumption of 300 kg, which is not inferior in strength properties to the composition with the consumption of 550 kg/m^3. But to get such concrete requires the use of graded sand and the combination of limestone powder and silica fume.

The reduction of cement consumption and addition of limestone powder helped to reduce the cost of self-compacting concrete, which invariably increases the interest of enterprises in the construction industry to the material.

Keywords: self-compacting concrete, reduces the consumption of cement, filler, strength.

Reference list

1. Hajime Okamura, Masahiro Ouchi, Self-Compacting Concrete // Journal of Advanced Concrete Technology, vol. 1, 2003, № 1. – P. 5-15.
2. Feys D., Verhoeven R., Schutter G. Fresh self compacting concrete, a shear thickening material // Cement and Concrete Research, 2008, (38), № 7. – P. 920-929.
3. Alencar R., Marcon J., Helene P. Economical housing SUB // CPI – concrete plant International, 2010, № 6. – P. 142-147.
4. Dyatlov A.K. a fine-Grained self-compacting concrete with integrated nanomaterial Supplement: author. dis. for the sausage. exercises. step. candidate. Indus. Sciences (05.23.05) / Alexey Konstantinovich woodpeckers: MGSU. – M., 2013. – 19 p.
5. Orentlikher L.P. XXI century is the century of lightweight concrete. Actual problems of modern construction: proceedings of the 31st scientific and technical conference, April 25-27, 2001. Stroitelnye materialy i izdeliya. – Penza: publishing house of PGASA, 2001. – P. 76-77.
6. Batudaev A.V., Karaduman G.S., Kaprielov S.S. High-Strength modified concrete of self-compacting mixtures.. Beton i zhelezobeton: scientific.-tech. and prod. phys., 2005, № 4. – P. 23.
7. Morozov N.M., Borovskikh I.V., Khozin V.G., Avksentyev I.V., Muginov H.G. The Influence of components on the sandy concrete of vostokovedenie for cooking // Izvestiya KGASU, 2011, № 3 (17). – P. 31-34.
8. Bazhenov Yu.M., Demyanov V.S., Kalashnikov V.I. Modified high-quality concrete. Scientific edition. – M.: Publishing house Associaciya stroitelnuh vuzov, 2006. – 368 p.

УДК 666.972:620.193.4
Гильмутдинов Т.З. – аспирант
Федоров П.А. – кандидат технических наук, доцент
Латыпов В.М. – доктор технических наук, профессор
E-mail: stexpert@mail.ru
Уфимский государственный нефтяной технический университет
Адрес организации: 450062, Россия, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1

Результаты исследований по ускоренной карбонизации бетона и цементного камня во влажных условиях эксплуатации[1]

Аннотация

Целью исследования является изучение процессов карбонизации цементного камня и бетона, влияющих на долговечность железобетонных конструкций. Приведены результаты выбора рабочей поверхности на образце для исследования глубины карбонизации. Проведён анализ результатов экспериментальных исследований кинетики карбонизации цементного камня и бетона во влажных условиях эксплуатации.

Основным методом исследования принят способ испытания контрольных образцов путём протравливания их атмосферой с повышенной концентрацией углекислого газа, с последующим определением глубины нейтрализации бетона и цементного камня. Испытания проведены в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52804-2007 и EN 13295:2004.

Ключевые слова: долговечность строительных конструкций, углекислый газ, карбонизация, бетон, цементный камень, железобетон, математическая модель коррозии.

Сборный и монолитный железобетон был и в ближайшие десятилетия останется основным строительным материалом. По статистическим данным Ассоциации производителей цемента в Канаде установлено [1], что ежегодный объем применения в мировом масштабе бетона и железобетона в строительных конструкциях составляет около 5 млрд. $м^3$ в год.

Основная часть возведённых надземных строительных конструкций подвергается в период эксплуатации действию газообразных агрессивных сред, которые способны вызвать повреждения конструкций, приводящие к ограничено-работоспособному или к аварийному состоянию. Особенно, это воздействие велико в промышленной зоне, где внешняя газообразная среда (чистый воздух) загрязняется продуктами и отходами местных производств, в том числе кислыми газами. Наибольшее распространение имеет газообразная агрессивная среда с повышенным содержанием кислого углекислого газа, которая напрямую воздействует на все железобетонные конструкции зданий и сооружений, находящиеся в контакте с атмосферой воздуха, вызывая процесс карбонизации бетона. Этот процесс является наиболее распространённым фактором резкого снижения эксплуатационного ресурса железобетонных конструкций, которые эксплуатируются 20…30 лет. В отдельных случаях, при высокой концентрации углекислого газа в атмосфере и изменяющимся температурно-влажностным режимом среды, коррозионные повреждения железобетонных конструкций наблюдаются уже через 3-5 лет эксплуатации. Эти повреждения вызваны дипассивацией стальной арматуры и её коррозии из-за нейтрализации защитного слоя бетона (карбонизация) и последующего его разрушения увеличивающимися в объёме продуктами коррозии стали (ржавчиной).

Ещё в 1969 г. В. М. Москвин [2] обозначил в качестве одной из основных задач обеспечения долговечности строительных конструкций разработку метода расчёта и конструирования железобетонных изделий, работающих в агрессивных средах, различных по свойствам и степени агрессивности. Необходимо отметить, что на этот период приходятся основные исследования процесса карбонизации бетона, совокупным результатом которых послужила работа С.Н. Алексеева и Н.К. Розенталя [3].

В международных нормативно-технических документах по проектированию долговечности бетонных и железобетонных конструкций (например, EN 206-1, ГОСТ 31384-2008) отсутствует методика, позволяющая с достаточной точностью,

[1] Работа выполнена при финансовой поддержке со стороны Минобрнауки России в рамках базовой части государственного задания № 2014/241, № НИР 2093.

прогнозировать их долговечность. Это связано с неоднородностью бетона, сложностью физико-химических процессов карбонизации бетона, ненадёжностью прогнозирования изменчивости параметров эксплуатационной среды и наличие технологических факторов, появляющихся при изготовлении железобетонных конструкций.

На данный момент времени разработано множество расчётных моделей (например, модель Алексеева [3], модель Пападакиса [4], модель Ishida [5], модель Лианга [6], модель Анварова [7]), описывающих процесс коррозии бетона, в том числе и карбонизации бетона, представляющих собой зависимость глубины нейтрализации бетона от времени эксплуатации L=f(x).

В целом, большинство моделей сводятся к классическому решению, получившему общепринятое название «закон корня квадратного от времени», который имеет вид (1). Существуют и другие варианты расчётных моделей, например, при расчёте численным методом Анварова А.Р. в работе [7] была получена модель вида (2) без учёта агрессивности среды, и Лиангом М.Т. в работе [6] получена расчётная модель вида (3). В том и в другом случае в расчёте одновременно учитывались диффузия и химическая реакция:

$$L = A_2\sqrt{t}\,, \quad (1)$$

$$L = A_3\sqrt[3]{t}\,, \quad (2)$$

$$L = at^b\,, \quad (3)$$

где A_2, A_3, a, b – коэффициенты, зависящие от структуры бетона и свойств окружающей среды.

При сопоставлении различных случаев выявляется ошибка в расчётах, которая может достигать при длительном сроке эксплуатации десятков процентов. Из-за противоречивости получаемых моделей, изучение процесса карбонизации бетона остаётся актуальным вопросом, требующим проведения экспериментальных исследований.

Объекты исследования

Объектами исследования служили образцы из мелкозернистого бетона и цементного камня, виды и характеристика которых приведена в табл. 1.

Таблица 1

№ серии	Состав	Примечание
1	Мелкозернистый бетон (цемент: песок=1:3 с В/Ц=0,70)	пористый бетон
2	Мелкозернистый бетон (цемент: песок=1:3 с В/Ц=0,65)	пористый бетон
3	Мелкозернистый бетон (цемент: песок=1:3 с В/Ц=0,60)	бетон нормальной проницаемости
4	Мелкозернистый бетон (цемент: песок=1:3 с В/Ц=0,55)	бетон нормальной проницаемости
5	Мелкозернистый бетон (цемент: песок=1:3 с В/Ц=0,50)	бетон нормальной проницаемости
6	Мелкозернистый бетон (цемент: песок=1:3 с В/Ц=0,45)	плотный бетон
7	Цементный камень (цемент: вода=1:0,50)	
8	Цементный камень (цемент: вода=1:0,45)	
9	Цементный камень (цемент: вода=1:0,35)	

В качестве вяжущего вещества для приготовления тестируемых образцов принят среднеалюминатный портландцемент марки CEM II/A-Ш 32,5Б с минеральными добавками до 20 %, быстротвердеющий, класса 32,5 (ЗАО «Катавский цемент»). В качестве мелкозернистого заполнителя для изготовления тестируемых образцов выбран кварцевый речной песок Уршакского месторождения Республики Башкортостан.

Образцы были изготовлены в виде призм размером 40х40х160 мм. Технология изготовления призм из бетона включала в себя следующие стандартные процедуры: дозирование в требуемой пропорции вяжущего вещества, мелкого заполнителя и воды; перемешивание; формование; уплотнение на вибростоле и выдержка в камере естественного твердения в течение 28 сут.

После выдержки в камере естественного твердения (относительная влажность 100 %) образцы помещались в камеру установки для проведения протравливания углекислым газом (относительная влажность 75 %) и выдерживались до установления равновесной влажности.

Методика исследования

Основным фактором при исследовании долговечности железобетонных конструкций является то, что в естественных условиях процессы карбонизации протекают медленно. Многие исследователи, по данным обследования железобетонных конструкций или при испытании модельных образцов, получают зависимость L=f(x) по одной, реже по двум-трём точкам. Набирая статистические данные для расчёта, исследователи коррелируют эти данные, как правило, по зависимости (1), однако есть и исключения. Так в работах Рябчича [8] и Вандаловской [9], при обследовании натурных бетонных образцов разной плотности в условиях открытой промышленной атмосферы, были получены зависимости вида (3).

Из-за большого разброса статистических данных по составу материала конструкции, условий их эксплуатации и степени агрессивности среды предлагаемые расчётные зависимости, полученные при сопоставлении этих результатов, будут иметь значительные погрешности в определении срока эксплуатации конструкции. Поэтому необходимость применения ускоренного испытания путём повышения концентрации углекислого газа стало одной из важных задач в данном направлении исследования.

При проведении ускоренных испытаний необходимо условие, обеспечивающее минимальную погрешность результатов эксперимента относительно естественного фона при рабочей концентрации углекислого газа в среде. Выбор оптимальной концентрации углекислого газа определен в работе [10], раскрывающей гипотезу, что при 10 %-ной концентрации углекислого газа процесс карбонизации, вероятно, протекает с избытком газа, который возможно контролировать только диффузией углекислого газа. В естественных условиях концентрация углекислого газа гораздо ниже – 0,04 %, поэтому процесс контролируется уже двумя параметрами: диффузией углекислого газа и химической реакцией. Учитывая данный факт, было принято решение в качестве рабочей концентрации принять 5 % концентрацию углекислого газа, при которой не наблюдается значительного избытка углекислого газа, что приближает эксперимент к естественным условиям, согласно результатам, приведённым в работе [11].

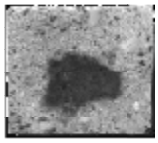
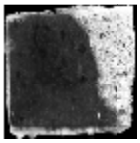
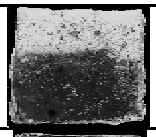
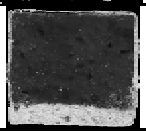
Для определения скорости карбонизации бетона была выбрана стандартная методика испытания, рекомендуемая по ГОСТ Р 52804-2007 и в EN13295:2004. Прототипом для создания экспериментальной установки послужили разработки Н.К. Розенталя и В.К. Язева [12], усовершенствованные установки и методики испытания, которые подробно описаны в работах [11, 13].

Перед началом протравливания углекислым газом все грани контрольных образцов обрабатывались воздухонепроницаемым материалом, чтобы исключить влияние краевых эффектов, влияющих на точность замера глубины карбонизации бетона. На основании серии проведённых пробных опытов над разными материалами, было принято решение использовать трёхслойное покрытие, состоящее из двух слоёв водно-дисперстной полиакриловой краски и одного слоя парафина.

Немаловажное значение имеет выбор стороны рабочей грани образца. По результатам проведённого предварительного опыта на образцах из мелкозернистого бетона с В/Ц=0,60 (табл. 2) установлено, что наиболее равномерное распределение фронта глубины карбонизации бетона возникает в верхней и нижней гранях образца. Из табл. 2 видно, что наиболее рациональной для исследования является нижняя грань, так как она имеет меньшее отклонение и соответствует фактически заявленной марке бетона по водонепроницаемости.

Через определённый промежуток времени каждый образец, вынутый из установки, подвергался сколу, на котором определялась глубина карбонизации. Глубину карбонизации бетона определяли по изменению водородного показателя pH, на свежий скол наносился индикатор – 0,1 %-ный раствор фенолфталеина, согласно рекомендациям, приведённым в работе [3]. Фенолфталеин менял свою окраску от бесцветного – в карбонизированной зоне до малинового или пурпурного цвета – в некарбонизированной зоне.

Таблица 2

№ п/п	Способ обработки образца	Макроснимок образца	Средняя глубина карбонизации бетона, мм	Среднеквадратическое отклонение, %	Отрицательные факторы
1	без обработки		17,05	23,3	- наличие «краевого» эффекта, вследствие чего происходит значительное искажение результатов; - хаотичное «смещение» центра зоны здорового бетона, следовательно, невозможно измерить глубину нейтрализации бетона на конкретном уровне; - во многом зависит от технологических факторов (неравномерность уплотнения образца по всему сечению)
2	обработка нижней, верхней, а также одной боковой грани		16,38	13,2	- зависит от технологических факторов (уплотнение смеси); - неравномерная скорость нейтрализации бетона по сечению;
3	обработка нижней и боковых граней		15,47	4,8	- из-за повышенной пористости верхнего слоя скорость нейтрализации бетона высокая
4	обработка верхней и боковых граней		8,77	3,6	- скорость нейтрализации бетона медленная – из-за высокой плотности бетона

Для наблюдения за кинетикой карбонизации бетона сколы проводились последовательно на одном и том же образце с минимальным интервалом в 15 мм от предыдущего скола. Примерно через минуту обработанный индикатором скол подвергался фотографированию (макросъёмке). При этом объектив фотоаппарата устанавливается строго перпендикулярно к оси образца, чтобы исключить фактор искажения изображения. Для обеспечения этого условия использовался штатив с уровнем.

Далее образец обрабатывался повторно воздухонепроницаемым материалом (парафином) и вновь помещался в камеру для дальнейшей карбонизации.

Полученный макроснимок сечения экспортировался в программу AutoCAD и, согласно фактическим размерам сечения, подвергался масштабированию. Далее на фотоснимке выделялся участок размером 10х20 мм в центре образца. Глубина карбонизации образца в каждом сечении рассчитывалась по результатам 10 измерений с одного выделенного участка. Точность измерения по сечениям принята 0,5 мм.

Согласно рекомендациям по определению глубины карбонизации образцов, приведённым в EN13295:2004, при определении общего фронта карбонизации выделялись следующие типы отклонений фронта от нормального распределения: большой угловой эффект; волновой фронт; локальная глубокая карбонизация; отклонение фронта из-за присутствия больших фрагментов плотного заполнителя; отклонение фронта из-за присутствия фрагментов пористого заполнителя.

Обработка полученных данных выполнялась современными статистическими методами в программе Statistica 6.0. Результатом данной обработки является получение среднестатистических значений с верхним пределом, с учётом коэффициента Стьюдента, 0,95.

Результаты исследования

Полученные фрагменты сколов части образцов приведены в табл. 3-4. Графики, с полученными в результате экспериментов данными глубины карбонизации образцов бетона и цементного камня, в зависимости от времени каждого скола, приведены на рис. 1-2.

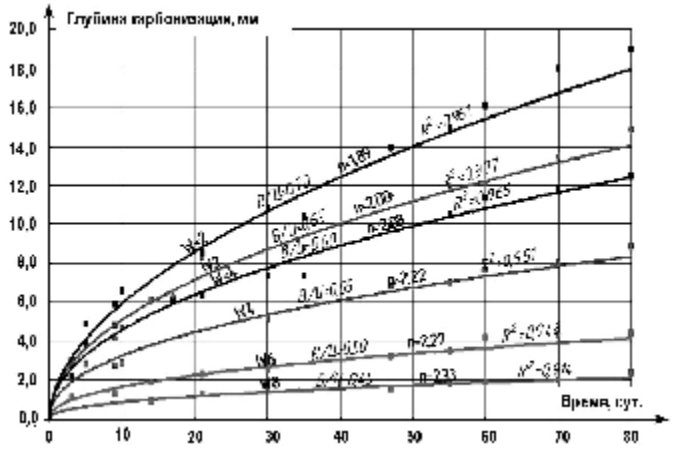


Рис. 1. Скорость карбонизации образцов из мелкозернистого бетона состава 1:3 с разным водоцементным отношением
R^2 – коэффициент сходимости (коэффициент детерминации)

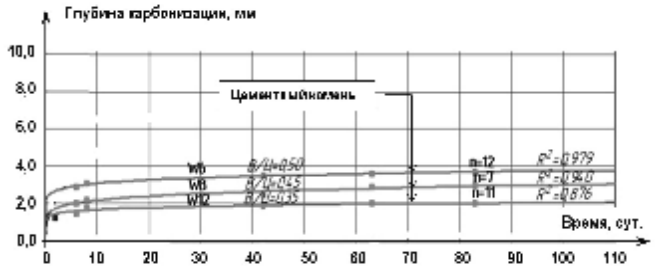


Рис. 2. Скорость карбонизации образцов цементного камня
R^2 – коэффициент сходимости (коэффициент детерминации)

Таблица 3

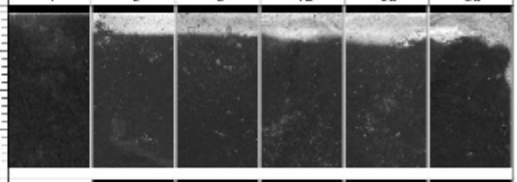
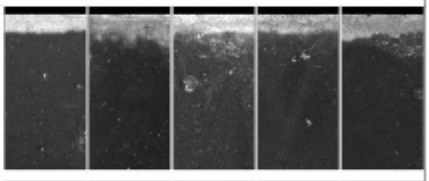
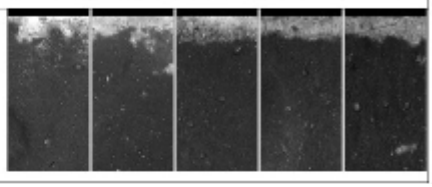
Материал образца	*Марка по водонепроницаемости*	*мм*	*Фрагменты сколов образцов, сделанные через промежуток времени, сут.*					
			1	*6*	*8*	*42*	*63*	*83*
Цементный камень В/Ц=0,50	*W6*	0 10 20						
Цементный камень В/Ц=0,40	*W8*	0 10 20						
Цементный камень В/Ц=0,35	*W12*	0 10 20						

Таблица 4

Результаты определения глубины карбонизации образцов из мелкозернистого бетона

Материал образца	Карбонизация, мм	Марка по водонепроницаемости	Фрагменты сколов образцов, сделанные через промежуток времени, сут.
Мелкозернистый бетон Ц:П=1:3; В/Ц=0,7	8,1%	<W2	
Мелкозернистый бетон Ц:П=1:3; В/Ц=0,65	6,8%	W2	
Мелкозернистый бетон Ц:П=1:3; В/Ц=0,6	6,1%	<W4	
Мелкозернистый бетон Ц:П=1:3; В/Ц=0,55	5,8%	W4	
Мелкозернистый бетон Ц:П=1:3; В/Ц=0,50	4,9%	W6	
Мелкозернистый бетон Ц:П=1:3; В/Ц=0,45	4,2%	W8	

Экспериментально полученные точки подверглись регрессионному анализу, где в качестве наилучшей функции сходимости принята степенная функция вида (4), соответствующая виду (3):

$$L = A_n t^{1/n}. \quad (4)$$

Из данных рис. 3-4 получена расчётная зависимость показателя степени n от водоцементного отношения (В/Ц) (рис. 3) в виде показательной функции (5):

$$\frac{1}{n} = c \times d^{B/Ц}, \quad (5)$$

где c = 0,29 и d = 2,35 – эмпирические коэффициенты.

Результаты определения коэффициентов n и A_n приведены в табл. 5.

Таблица 5

Водоцементное отношение, В/Ц	Марка по водонепроницаемости, W	Коэффициент A_y, см/год$^{-n}$	Коэффициент A_n, см/год$^{-n}$	Показатель степени n в формуле (2)
0,70	< 2	4,03	0,29	1,89
0,65	2	3,03	0,25	2,00
0,60	< 4	2,58	0,20	2,08
0,55	4	1,66	0,16	2,22
0,50	6	0,81	0,11	2,27
0,45	8	0,41	0,07	2,33

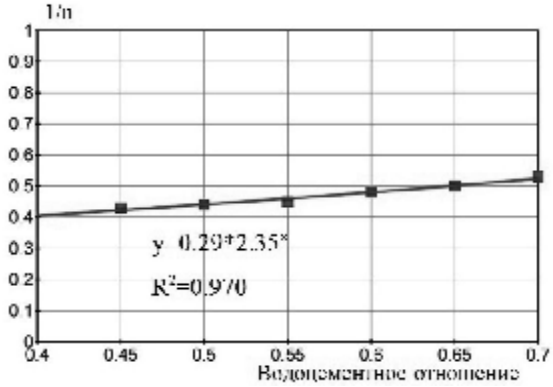


Рис. 3. Зависимость показателя n от водоцементного отношения В/Ц

Переход от данных, полученных в ускоренных испытаниях к естественным условиям эксплуатации бетона (при концентрации углекислого газа среды равной 0,04%), предложено осуществлять по формуле (6):

$$A_n \approx A_y \times \sqrt[n]{C_{0,04\%} / C_y}, \quad (6)$$

где A_n – коэффициент для естественных условий эксплуатации (табл. 5);
A_y – эмпирический коэффициент, полученный при ускоренных испытаниях (табл. 5);
$C_{0,04\,\%}$ – концентрация CO_2 в естественных условиях эксплуатации, %;
C_y – концентрация CO_2 при ускоренных испытаниях на карбонизацию (5 %).

Анализ полученных данных мелкозернистого бетона (рис. 1) свидетельствует о том, что глубина карбонизации бетона определяется плотностью образцов, причём образцы из мелкозернистого бетона дают выраженную зависимость степени карбонизации от их плотности (n = 1,89…2,33), следовательно, скорость карбонизации описывается зависимостью вида (3).

Данные для образцов из цементного камня (рис. 2) также соответствуют зависимости (3), а некоторое расхождение результатов расчёта значений n с функцией (4) может быть объяснено погрешностями в определении глубины карбонизации в начальной фазе эксперимента (0-10 сут.) из-за наличия поверхностных пор. В более поздние сроки общая закономерность соблюдается.

Выводы

1. Получены результаты испытаний кинетики карбонизации образцов из мелкозернистого бетона и цементного камня в условиях 5 % концентрации углекислого газа и относительной влажности среды 75 %.

2. Установлено, что скорость карбонизации бетона с наибольшей достоверностью описывается степенной функцией вида $L=A_n \times t^{1/n}$, где L – глубина карбонизации, A_n – коэффициент, при этом показатель степени n является величиной не постоянной и меняется в зависимости от плотности образца: в пористом бетоне с маркой по водонепроницаемости W2…W4 значение n изменяется от 1,90 до 2,16.

3. Установлена кинетика карбонизации цементного камня: из-за большого количества гидратных фаз степень карбонизации стремится на начальной стадии к глубокому проникновению через поверхностные поры в тело бетона, а на более поздних стадиях – к последующему быстрому затуханию.

Список библиографических ссылок

1. History of Cement Static Content. URL: http://www.cement.ca/en/content/ History_of_Cement_Static_Content.html (дата обращения 28.05.2014).
2. Москвин В.М. К вопросу о долговечности строительных конструкций // Сб. трудов НИИЖБ «Защита от коррозии строительных конструкций и повышение их долговечности». – М.: Стройиздат, 1969. – С. 3-9.
3. Алексеев С.Н., Розенталь Н.К. Коррозионная стойкость железобетонных конструкций в агрессивной промышленной среде. – М.: Стройиздат, 1976. – 205 с.
4. Ishida T., Maekawa K., Soltani M. Theoretically Identified Strong Coupling of Carbonation Rate and Thermodynamic Moisture States in Micropores of Concrete // Journal of Advanced Concrete Technology, Vol. 2, № 2. – P. 213-222.
5. Liang M., Wu J., Liang C. «Multiple Layer Fuzzy Evaluation for Existing Reinforced Concrete Bridges» J. Infrastruct. Syst., 7(4), 2001. – P. 144-159.
6. PapadakisV.G., Vayenas C.G., Fardis M.N. A reactionengineering approach to the problem of concrete carbonation, Journal of the AmericanInstitute of Chemical Engineers, 1 (11), 1989. – P. 110-122.
7. Анваров А.Р., Латыпова Т.В., Латыпов В.М. Учёт химического взаимодействия при построении математических моделей коррозии бетона // материалы международной конференции «Проблемы безопасности зданий и сооружений в современном строительстве». – СПб., 2007. – С. 43-50.
8. Рябчич В.Ф. О толщине защитного слоя бетона // Бетон и Железобетон, 1971, № 4. – С. 23-24.
9. Вандаловская Л.А. Исследование процессов коррозии железобетонных конструкций прядильных цехов вискозных производств и разработка способов повышения долговечности: автореф. дисс. … канд. техн. наук. – Киев, НИИСК, 1972. – 20 с.
10. Латыпов В.М., Федоров П.А. О возможности проведения ускоренных испытаний при исследовании карбонизации бетона // Проблемы строительного комплекса России: материалы XIII Межд. научно-техн. конф.: тез. докл. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2009. – С. 50-51.
11. Федоров П.А., Анваров Б.Р. и др. О математической зависимости, описывающей процесс нейтрализации бетона // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура, 2010, вып. 15 (191). – С. 13-15.
12. Установка для определения кинетики карбонизации бетона: а.с. 388227 G01n 33/38. СССР. Н.К. Розенталь, П.В. Язев (НИИ Бетона и Железобетона), № 1752120/29-33, заявл. 25.11.1972; опубл. 1973, № 28. – 297 с.
13. Установка для определения кинетики карбонизации бетона: пат. № 2502711 Российская федерация, МПК C04B40/00C01N33/38.; Латыпов В.М., Федоров П.А., Анваров Б.Р.; № 2012128440/15; заявл. 05.07.2012; опубл. 27.12.2013. Бюл. № 36. – 6 с.

Gilmutdinov T.Z. – post-graduate student
Fedorov P.A. – candidate of technical sciences, associate professor
Latypov V.M. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: stexpert@mail.ru
Ufa State Petroleum Technological University
The organization address: 450062, Russia, Ufa, Kosmonavtov st., 1

Results of researches of the accelerated carbonization of concrete and cement stone in normal temperature and moist conditions of the environment

Resume

This work is directed on studying of processes of carbonization of samples from a cement stone and fine-grained concrete. The special attention to a choice of a working surface is paid at a impact by carbon dioxide recommendations about a choice of an air-tight covering for control samples are made.

Existing methods of an assessment of kinetics of carbonization of concrete are inexact or bulky, with a large number of unknown indicators. The guaranteed term of operation of designs manages to be determined by existing methods not always because of a wide spacing of parameters. Therefore carrying out laboratory researches by modeling of the real environment of operation is an actual task.

Researches were conducted on the basis of requirements of GOST P 52804-2007 and EN 13295:2004, special advanced installation, in the conditions of 5 % concentration of carbon dioxide of the environment and relative humidity of 75 % of air. Processing of results took place by means of statistical methods of processing of results.

Because of researches data on kinetics of carbonization of samples with a different density from fine-grained concrete and a cement stone in the conditions of 5 % concentration of carbon dioxide were received at a normal temperature and moist mode of the environment, settlement dependences of depth of carbonization on time are received for each series of samples. On the basis of the conducted researches recommendations about a choice of a working surface of samples for an impact are made by carbon dioxide.

Keywords: durability of construction designs, carbon dioxide, carbonization, concrete, cement stone, reinforced concrete, mathematical model of corrosion.

Reference list

1. History of Cement Static Content. URL: http://www.cement.ca/en/content/History_of_Cement_Static_Content.html (reference date: 28.05.2014).
2. Moskvin V.M. To a question of durability of construction designs // Sb. works NIIZhB «Protection against corrosion of construction designs and increase of their durability». – M.: Stroyizdat, 1969. – P. 3-9.
3. Alekseev S.N., Rosental N.K. Corrosion resistance of ferroconcrete designs in hostile industrial environment. – M.: Stroyizdat, 1976. – 205 p.
4. Ishida T., Maekawa K., Soltani M. Theoretically Identified Strong Coupling of Carbonation Rate and Thermodynamic Moisture States in Micropores of Concrete // Journal of Advanced Concrete Technology Vol. 2, № 2. – P. 213-222.
5. Liang M., Wu J., Liang C. «Multiple Layer Fuzzy Evaluation for Existing Reinforced Concrete Bridges» J. Infrastruct. Syst., 7 (4), 2001. – P. 144-159.
6. Papadakis V.G., VayenasC.G., FardisM.N. A reactionengineering approach to the problem of concrete carbonation, Journal of the AmericanInstitute of Chemical Engineers, 1 (11), 1989. – P. 110-122.
7. Anvarov A.R., Latypova T.V., Latypov V.M. The accounting of chemical interaction at creation of mathematical models of corrosion of concrete // materials of the international conference «Problems of Safety of Buildings and Constructions in Modern Construction». – SPb., 2007. – P. 43-50.

8. Ryabchich V.F. About thickness of a protective layer of concrete // Beton i Zhelezobeton, 1971, № 4. – P. 23-24
9. Vandalovskaya L.A. Research of processes of corrosion of ferroconcrete designs of spinning shops of viscose productions and development of ways of increase of durability: autoref. cand. tech. sci. – Kiev, NIISK, 1972. – 20 p.
10. Latypov V.M., Fedorov P.A. About possibility of carrying out the accelerated tests at research of carbonization of concrete // Problems of a construction complex of Russia: materials XIII International scientific technical conference, abstracts. – Ufa: UGNTU publishing house, 2009. – P. 50-51.
11. Fedorov P.A., Anvarov B.R., etc. About the mathematical dependence describing process of neutralization of concrete // Vestnik Yuzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta Seriya Stroitelstvo i arhitektura, 2010, № 15 (191). – P. 13-15.
12. Installation for definition of kinetics of carbonization of concrete: a.s. 388227 G01n 33/38. USSR. N.K. Rosenthal, P.V. Yazev (Concrete and Reinforced concrete scientific research institute), № 1752120/29-33; statement 25.11.1972; published 1973, № 28. – 297 p.
13. Installation for definition of kinetics of carbonization of concrete: stalemate. Patent № 2502711 Russian Federation, MPK C04B40/00 C01N33/38.; Latypov V.M., Fedorov P.A., Anvarov B.R.; № 2012128440/15; statement 05.07.2012; published 27.12.2013. Bulletin № 36. – 6 p.

УДК 691.545
Ермилова Е.Ю. – аспирант
E-mail: lizabeta_91@list.ru
Камалова З.А. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: zlesik@mail.ru
Рахимов Р.З. – доктор технических наук, профессор
E-mail: rahimov@kgasu.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Исследование влияния композиционных цементов с комплексной минеральной добавкой на физико-механические и другие эксплуатационные свойства строительных растворов

Аннотация

Разработаны составы строительных растворов на основе композиционного портландцемента с комплексной минеральной добавкой. Исследованы физико-механические, физические и гидрофизические свойства полученных строительных растворов на композиционных портландцементах с комплексной минеральной добавкой. Результаты экспериментов позволили установить возможность замены до 50 % портландцемента комплексной минеральной добавкой в составе строительных растворов без потери прочности. А введение добавки в количестве 10-30 % от массы цемента позволяет улучшить физико-механические показатели раствора на 30-10 % при сохранении гидрофизических свойств.

Ключевые слова: композиционный портландцемент, комплексные минеральные добавки, строительный раствор.

Введение

С развитием многоэтажного строительства, освоением подземного пространства, созданием особо ответственных и специальных сооружений требуются растворы со специальными свойствами, такими как повышенная прочность, водостойкость, морозостойкость, атмосферостойкость.

К примеру, для каменной кладки наружных стен и наружной штукатурки требуются строительные растворы, имеющие марку по морозостойкости F10, F15, F25, F10, F35, F50. А для кладки во влажных грунтах и ниже уровня грунтовых вод требуется марка по морозостойкости F300. Виброкирпичные панели изготавливают на растворах марки М75, М100, М150, а для кладки перемычек, карнизов, столбов используются растворы М100. Применение, приготовление, методы контроля и оценки качества строительных растворов регламентированы ГОСТом 28013-98 и СП 82-101-98 «Приготовление и применение растворов строительных».

Свойства строительных растворов в первую очередь зависят от вида используемого вяжущего. На сегодняшний день все большую популярность на мировом рынке получают композиционные портландцементы с гибридными минеральными и органоминеральными добавками. Они призваны решать не только проблему экологии, т.е. сокращение выбросов CO_2, но также ресурсо- и энергосбережения, а также, позволяют получать более дешевый продукт, за счет использования минерально-сырьевой базы регионов, в которых отсутствует производство портландцемента. Кроме того, использование гибридных добавок позволяет получать изделия, строительные материалы со специальным набором свойств, что также немаловажно в различных областях строительства.

Исследованиями зарубежных и отечественных ученых [1-10] выявлена эффективность одновременного введения 2-х и более разновидностей активных минеральных добавок.

Опубликованные нами ранее результаты исследований [11-12] показали, что введение комплексной минеральной добавки (КМД) на основе метакаолина, золы-уноса и трепела в портландцемент, позволяет заменить до 30 % портландцемента без существенной потери прочности цементного камня.

Целью наших исследований явилось изучение влияния комплексной минеральной добавки на основе метакаолина, золы-уноса и трепела, в составе композиционного цемента на свойства строительных растворов.

Экспериментальная часть. Исследования проводились на портландцементе (ПЦ) ОАО «Вольскцемент» марки М500 Д0 (табл. 1), химический состав которого представлен в табл. 2.

Таблица 1

Характеристики Вольского портландцемента ПЦ 500-Д0-Н

Прочность на сжатие МПа		**Свойства**	
3 суток	33,5	Уд. поверхность (по Блейну)	3450 $см^2/г$
28 суток	51,0	Насыпная плотность	1000 г/л
После пропаривания	42,0	Нормальная густота	26 %
		Начало схватывания	2:50 ч:мин
		Конец схватывания	4:10 ч:мин
Минералогический состав			
Алит C_3S	Белит C_2S	Алюминаты C_3A	Алюмоферриты C_4AF
67,0	11,0	4,0	15,0

В качестве добавки, подобранной нами ранее, использовался оптимальный состав комплексной минеральной добавки на основе метакаолина, золы-уноса и трепела, при соотношении компонентов, мас.% 20:70:10 [11-12]. Химический состав компонентов комплексной минеральной добавки представлен в табл. 2.

Таблица 2

Химический состав экспериментальных материалов

Химический состав (%)	**ПЦ 500-Д0-Н**	**Магнитогорский метакаолин ВМК-47**	**Зола – уноса Троицкой ГРЭС**	**Трепел месторождения «Мурачевская гора», Калужская область**
CaO	63,0	-	1,4	1,43
SiO_2	20,5	54,1	56,5	86
Al_2O_3	4,5	44,8	33,5	7,14
Fe_2O_3	4,5	0,1	4,52	3,3
MgO	-	-	1,12	0,834
SO_3	3,0	-	0,2	0,0102
Na_2O	-	-	-	0,8892
K_2O	-	-		-
TiO	-	-	-	0,387
ZrO	-	-	-	0,0096
MnO	-	-	0,135	-
P_2O_5	-	-	-	-

Для приготовления растворов и бетонов использовался кварцевый песок, с модулем крупности Мкр=1,6, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 8736-93 и ГОСТ 8735-88. Свойства песка приведены в табл. 3. Гранулометрический состав песка представлен в табл. 4.

Таблица 3

Физико-механические показатели песка

№ п/п	**Показатель**	**Ед. изм.**	**Значение**
1	Модуль крупности		1,61
2	Содержание пылевидных и глинистых частиц	% по массе	0,35
3	Содержание глины в комках	% по массе	0
4	Насыпная плотность	$кг/м^3$	1500-1600

Таблица 4

Гранулометрический состав песка

Частные остатки на ситах, %						Мкр
2,5	**1,25**	**0,63**	**0,315**	**0,16**	**<0,16**	
0,06	135	9,61	50,04	43,02	1,22	1,61

Подвижность, влажность и средняя плотность растворных смесей определялась по ГОСТ 5802-86 «Растворы строительные. Методы испытаний».

Предел прочности при сжатии и изгибе цементно-песчаного раствора определялся по ГОСТ 310.4-81 на образцах балочках с размерами 0,04х0,04х0,16 м, часть из которых после 24 часов твердения в нормальных влажностных условиях погружалась в воду, а часть подвергалась тепловлажностной обработке по стандартному режиму (2+4+6+2). Образцы испытывались в возрасте 7 и 28 суток, а также после ТВО с выдержкой 4 часа.

Средняя плотность цементно-песчаного раствора определялась на балочках размерами 0,04х0,04х0,16 м, высушенных до постоянной массы при температуре 105 ºС.

Показатели пористости строительного раствора определялись согласно методике ГОСТ 12730.4-78 «Бетоны. Методы определения показателей пористости».

Морозостойкость раствора с оптимальным содержанием добавок определялась согласно ГОСТ 10060-2012 «Бетоны. Методы определения морозостойкости». Исследования проводились на образцах кубах размером 0,07х0,07х0,07 м, выдержанных в камере нормального хранения 28 суток, по ускоренному второму методу.

Комплексная минеральная добавка вводилась в количестве от 10 % до 50 % от массы вяжущего. Составы растворов представлены в табл. 5.

Таблица 5

Составы строительных растворов с комплексной минеральной добавкой

№ п.п.	Ц:П	КМД	В/Ц	Подвижность смеси
0	1:3	-	0,52	П2
1	1:3	10 %	0,52	П2
2	1:3	30 %	0,58	П2
3	1:3	40 %	0,60	П2
4	1:3	50 %	0,62	П2

Результаты испытаний представлены в табл. 6 и на рис. 1-2.

Таблица 6

Физико-механические свойства строительного раствора

№ состава	Плотность, г/см^2	Прочность при изгибе $R_{изг}$, МПа			Прочности при сжатии $R_{сж}$, МПа			Влажность раствора, %	Водопоглощение по массе, %	Марка по морозостойкости
		После ТВО	7 сут.	28 сут.	После ТВО	7 сут.	28 сут.			
0	1992	4,3	4,8	6,4	9,4	8,9	12,9	5,35	12,7	F300
1	2098	5,5	6,2	8,3	16,5	14,7	20,4	5,23	10	F300
2	2096	5,0	5,3	7,5	12,3	12,4	17,3	5,52	11,2	F300
3	1968	4,8	5,1	7,1	11,7	11,3	15,9	6,24	12,8	F300
4	1978	3,7	3,8	5,2	9,9	9,5	13,4	7,3	13,3	F300

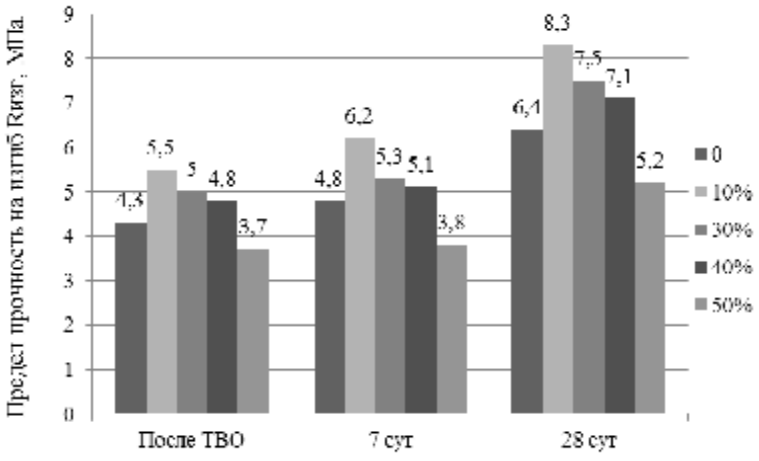


Рис. 1. График зависимости предела прочности на изгиб строительного раствора от содержания комплексной минеральной добавки в % от массы вяжущего

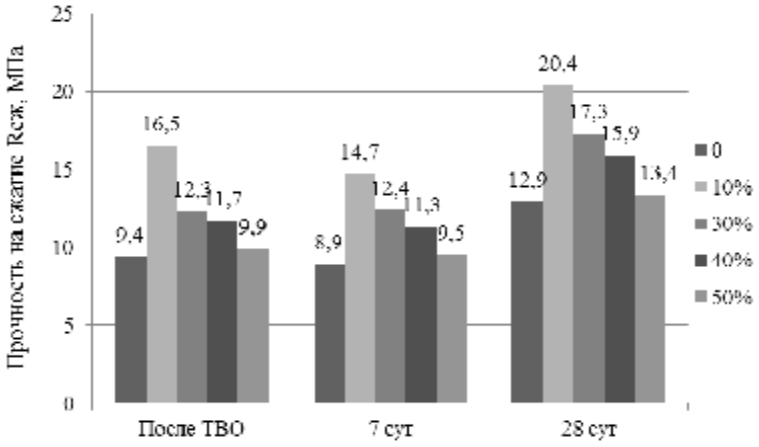


Рис. 2. График зависимости предела прочности на сжатие строительного раствора от содержания комплексной минеральной добавки в % от массы вяжущего

На рис. 1 представлены зависимости прочности на изгиб строительного раствора от содержания добавки в % от массы портландцемента в различных сроках твердения, а также после ТВО. Как показывают результаты, при содержании добавки от 10 % до 30 % от массы портландцемента, прочность на изгиб по сравнению с бездобавочным образцом увеличивается на 30 и на 10-17 % соответственно, а при содержании добавки 40 % прочность увеличивается незначительно всего на 6-12 %. Дальнейшее увеличение содержания добавки до 50 % от массы портландцемента приводит к снижению прочности на изгиб на 15-20 % по сравнению с прочностью контрольного образца.

Как видно из графика, представленного на рис. 2, прочность на сжатие строительного раствора зависит от содержания комплексной минеральной добавки по такому же принципу, а именно: при содержании добавки 10 % и 30 % прочность возрастает на 75-60 % и 30-40 % соответственно. При увеличении содержания добавки до 40 % и 50 % прочность увеличивается на 25 % и 5 % соответственно.

Согласно данным из табл. 5, зависимость плотности строительного раствора коррелирует с зависимостями по прочности на сжатие и изгиб. Аналогичные выводы можно сделать и для результатов по водопоглощению и влажности строительного раствора. Иными словами, уменьшение пористости строительного раствора приводит к более плотной упаковки частиц, а также заполнению свободного пространства между мелким заполнителем и частицами цемента мелкодисперсными добавками, которые играют роль не только пуццолановых добавок, но и создают эффект микронаполнителей. Вместе с тем, это приводит к повышению прочности на сжатие и изгиб. Кроме того, уменьшение

количества открытых пор снижает водопоглощение раствора, и как следствие, приводит к повышению морозостойкости. Однако, при содержании добавки в количестве 40-50 % морозостойкость падает, что также можно объяснить повышенным В/Ц отношением, и как следствием этого, повышенной влажностью строительного раствора.

Использование комплексной минеральной добавки, позволяет сократить расход вяжущего на 40-50 % и получать растворы такой же марки, что и без использования добавки. К примеру, для получения растворов для каменной кладки и монтажа крупнопанельных конструкции марки М 200 расход вяжущего с маркой М 500 снижается с 355 кг до 177 кг на 1 $м^3$. При содержании добавки 10-30 % можно не только сэкономить количество вяжущего, но получить растворы с повышенными физико-механическими показателями.

Таким образом, можно сделать вывод о возможности использования комплексной минеральной добавки на основе метакаолина, золы-уноса и трепела, не только для замены части портландцемента, но и для получения растворов с повышенными физико-механическими показателями.

Выводы:

1. Выявлено положительное влияние комплексной минеральной добавки на основе метакаолина, золы-уноса и трепела на физико-механические показатели строительного раствора.
2. Установлено, что при содержании добавки от 10 % до 30 % от массы портландцемента, прочность на изгиб строительного раствора увеличивается на 30 и на 10-17 % соответственно по сравнению с бездобавочным образцом.
3. Прочность на сжатие строительного раствора при содержании добавки 10 % и 30 % возрастает на 75-60 % и 30-40 % соответственно.
4. Введение комплексной минеральной добавки на основе метакаолина, золы-уноса и трепела до 30 % приводит к повышению плотности, снижению пористости и повышению морозостойкости до F 300 строительных растворов, изготовленных на основе данного композиционного цемента.
5. Полученные строительные растворы с комплексной минеральной добавкой можно рекомендовать в качестве кладочных растворов для каменной кладки наружных стен и для наружной штукатурки, а также для кладки во влажных грунтах и ниже уровня грунтовых вод. Также могут использоваться для кладки перемычек, карнизов, столбов, для изготовления виброкирпичных панелей.
6. Использование комплексной минеральной добавки получать растворы такой же марки, что и без использования добавки, при сокращении расхода вяжущего на 40-50 %.

Список библиографических ссылок

1. Radlinski M., Olek J. Investigation into the synergistic effects in ternary cementitious systems containing portland cement, fly ash and silica fume // Cement & Concrete Composites, 2012, № 34. – P. 451-459.
2. Wongkeo W., Thongsanitgarn P., Chaipanich A. Compressive strength and drying shrinkage of fly ash-bottom ash-silica fume multi-blended cement mortars // Materials and Design, 2012, № 36. – P. 655-662.
3. Vance K., Aguayo M., Oey T., Sant G., Neithalath N. Hydration and strength development in ternary portland cement blends containing limestone and fly ash or metakaolin // Cement & Concrete Composites, 2013, № 39. – P. 93-103.
4. Tironi A., Scian A.N., Irassar E.F. Hydration of ternary cements elaborated with limestone filler and calcined kaolinitic clay // The 14th International Congress on the Chemistry of Cement (ICCC 2015) during 13-16 October, 2015. – Beijing, China. – 703 p.
5. Schulze S.E., Pierkes R., Rickert J. Optimization of cements with calcined clays as supplementary cementitious materials // The 14th International Congress on the Chemistry of Cement (ICCC 2015) during 13-16 October, 2015. – Beijing, China. – 693 p.

6. Chindaprasirt P., Rukzon S. Strength, porosity and corrosion resistance of ternary blend Portland cement, rice husk ash and fly ash mortar // Construction and Building Materials, 2008, № 22. – P. 1601-1606.
7. Antoni M., Rossen J., Martirena F., Scrivener K. Cement substitution by a combination of metakaolin and limestone // Cement and Concrete Research, 2012, Vol. 42. – P. 1579-1589.
8. De Weerdt K., Kjellsen K.O., Sellevold E., Justnes H. Synergy between fly ash and limestone powder in ternary cements // Cement & Concrete Composites, 2011, № 33. – P. 30-38.
9. Кирсанова А.А., Крамар Л.Я. Органоминеральные модификаторы на основе метакаолина для цементных бетонов // Строительные материалы, 2013, №10. – С. 54-56.
10. Камалова З.А., Рахимов Р.З. Химия, техника и технология вяжущих веществ: учеб. пособ. – Казань: КГАСУ, 2015. – 320 с.
11. Ermilova E.U., Kamalova Z.A., Rakhimov R.Z. Composite Portland cement with complex mineral additive and hyperplasticizer // The 14th International Congress on the Chemistry of Cement (ICCC 2015) during 13-16 October, 2015. – Beijing, China. – 253 p.
12. Ermilova E.U., Kamalova Z.A., Rakhimov R.Z. Composite Portland cements with hibrid mineral additives and hyperplasticizer // Ibausil 2015, 16-19 September, 2015, Weimar, Deutschland, Band 2. – P. 589-595.

Ermilova E.U. – post-graduate student
E-mail: lizabeta_91@list.ru
Kamalova Z.A. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: zlesik@mail.ru
Rakhimov R.Z. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: rakhimov@kgasu.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Blended cements with complex mineral additive for mortars with improved physical and mechanical properties for a modern building

Resume

Modern building industry makes to building materials special properties of strength, density, water resistance, weather resistance, corrosion resistance. Mortars also are not exception. Blended Portland cements with complex mineral and organic additives solve not only environmental issue, resource and energy saving, but allow to get a cheaper product, through the use of regions mineral resources. Furthermore, using of hybrid complex mineral additives allows to obtain products, construction materials with a special properties.

According to our earlier studies the blended cement with complex mineral additives based on metakaolin, fly ash and Tripoli, allows to save up to 30 % of the Portland cement (PC) without decreasing compromising strength. The paper shows the investigation of physical and mechanical properties of the mortars based on the composite Portland cement with the complex mineral additive. The experimental results have allowed the possibility of replacement of Portland cement up to 50 % in the composition by the complex mineral additive for mortars without strength loss. The content of additives in an amount of 10-30% can improve the physical and mechanical properties at 30 % and 10 %, respectively. The physical chemical properties, such as compressive and tensile strength, freeze-throw resistance, water improving of mortars based on the blended cements with complex mineral additives were investigated.

Keywords: blended Portland cement, complex mineral additives, mortar.

Reference list

1. Radlinski M., Olek J. Investigation into the synergistic effects in ternary cementitious systems containing portland cement, fly ash and silica fume // Cement & Concrete Composites, 2012, № 34. – P. 451-459

2. Wongkeo W., Thongsanitgarn P., Chaipanich A. Compressive strength and drying shrinkage of fly ash-bottom ash-silica fume multi-blended cement mortars // Materials and Design, 2012, № 36. – P. 655-662.
3. Vance K., Aguayo M., Oey T., Sant G., Neithalath N. Hydration and strength development in ternary portland cement blends containing limestone and fly ash or metakaolin // Cement & Concrete Composites, 2013, № 39. – P. 93-103.
4. Tironi A., Scian A.N., Irassar E.F. Hydration of ternary cements elaborated with limestone filler and calcined kaolinitic clay // The 14th International Congress on the Chemistry of Cement (ICCC 2015) during 13-16 October, 2015. – Beijing, China. – 703 p.
5. Schulze S.E., Pierkes R., Rickert J. Optimization of cements with calcined clays as supplementary cementitious materials // The 14th International Congress on the Chemistry of Cement (ICCC 2015) during 13-16 October, 2015. – Beijing, China. – 693 p.
6. Chindaprasirt P., Rukzon S. Strength, porosity and corrosion resistance of ternary blend Portland cement, rice husk ash and fly ash mortar // Construction and Building Materials, 2008, № 22. – P. 1601-1606.
7. Antoni M., Rossen J., Martirena F., Scrivener K. Cement substitution by a combination of metakaolin and limestone // Cement and Concrete Research, 2012, Vol. 42. – P. 1579-1589.
8. De Weerdt K., Kjellsen K.O., Sellevold E., Justnes H. Synergy between fly ash and limestone powder in ternary cements // Cement & Concrete Composites, 2011, № 33. – P. 30-38.
9. Kirsanov A.A., Kramar L.Y. Organic-mineral modifiers based on metakaolin for cement concrete // Stroitelnye materialy, 2013, № 10. – P. 54-56.
10. Kamalova Z.A., Rakhimov R.Z. Chemicals, equipment and technology of binders: tutorial. – Kazan: KGASU, 2015. – 320 p.
11. Ermilova E.U., Kamalova Z.A., Rakhimov R.Z. Composite Portland cement with complex mineral additive and hyperplasticizer // The 14th International Congress on the Chemistry of Cement (ICCC 2015) during 13-16 October, 2015. – Beijing, China. – 253 p.
12. Ermilova E.U., Kamalova Z.A., Rakhimov R.Z. Composite Portland cements with hibrid mineral additives and hyperplasticizer // Ibausil 2015, 16-19 September, 2015, Weimar, Deutschland, Band 2. – P. 589-595.

УДК 691.33
Красиникова Н.М. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: knm0104@mail.ru
Морозов Н.М. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: nikola_535@mail.ru
Кашапов Р.Р. – инженер
E-mail: ramires120490@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Влияние кремнезоля на фазовый состав гидратированного цемента с полифункциональной добавкой*

Аннотация

Повышение эффективности применения бетона в производстве строительных изделий и конструкций связано с использованием модификаторов различного типа. На современном этапе развития все большее распространение получают нанодисперсные добавки, позволяющие существенно повысить физико-механические харакетристики цементных композиций. В работе был использованы кремнезоли различных типов в сочетании с пластификаторами и полифункциональными добавками. В результате проведенных исследований установлено эффективность применения кремнезоля как компонента полифункциональной добавки ускоряющее-пластифицирующего действия

Ключевые слова: кремнезоль, бетонная смесь, структурообразование, полифункциональная добавка, прочность, тяжелый бетон.

Для модификации строительных материалов все чаще, и достаточно эффективно, используются нанодобавки различных видов [1, 2, 3, 4] Специфика нанотехнологий состоит в трудности статистически равномерного распределения в базовом материале этих гомеопатических доз «первичных» наночастиц, склонных к тому же к агрегированию [5]. Сложность и ресурсозатратность получения самих первичных наноматериалов, особенно, углеродных нанотрубок, астраленов, фуллеренов и др. обуславливают их высокую себестоимость и большую цену на рынке. Поэтому столь важен предложенный проф.Е.В.Королевым коэффициент технико-экономической эффективности применения нанотехнологий, который характеризует, в сущности, стоимость эффекта: $k_{ef} = \frac{\delta F}{\delta C}$, где δF – относительное изменение интегрального показателя качества материала, δC – относительное изменение его стоимости [6].

Поэтому ключевым становится вопрос об оптимальном содержании наномодификатора, определяемый из концентрационной зависимости или основного показателя модифицируемого материала, например, механической прочности, или определенного сочетания других свойств, включая и технологические.

В основе механизмов влияния наночастиц могут быть следующие поверхностные эффекты [5]:

- хемосорбция – химические реакции окружающей дисперсионной среды с поверхностью наночастиц, например, наночастиц SiO_2 с $Ca(OH)_2$ в цементном камне;
- топологический эффект – локализация наночастиц в дефектах и ультрамикропустотах формирующейся, в частности, кристаллизующейся, дисперсионной среды (матрицы), что приводит к ее локальному уплотнению. Каждый из этих эффектов может проявиться отдельно, но, чаще всего, совместно, приводя к синергизму.

Особый интерес для модификации цементных бетонов представляют нанопорошки (графитовые трубки, аэросил и др.) и золи (кремнезоль, алюмозоль), которые целесообразно применять в качестве компонента для производства полифункциональных добавок. В связи с этим целью работы стало исследование эффективности нанодобавок в комплексе с другими модификаторами бетона.

* Работа выполнена по заданию № 7.1955.2014 / К в рамках проектной части государственного задания в сфере научной деятельности Министерства образования и науки Российской Федерации.

Первоначально было изучено влияние нанопродуктов на свойства цементного камня. Для модифицирования портландцемента (бездобавочного класса CEM 1 42,5) выбраны кремнезоли трех типов, выпускаемых фирмой «КОМПАС» в г. Казани в промышленном масштабе. Свойства их представлены в табл.1, они отличаются друг от друга концентрацией оксида кремния (SiO_2) и силикатным модулем, а также удельной поверхностью кремнезема.

Внешний вид (или оптическая плотность) кремнезолей зависит от их концентрации и размера частиц SiO_2: золи с частицами SiO_2 менее 10 нм – прозрачные, с частицами более крупных размеров – мутноватые или «молочные».

Полимерное состояние кремнезема в водном растворе зависит от щелочности (значения pH) последнего. При связывании гидроксид-ионов, т.е. подкислении раствора щелочного силиката, в нем возрастает доля полимерных структур. Особенность полимеризации кремнезема заключается в том, что уже при небольшой степени полимерности ионы образуют циклические формы, которые сшиваются в параллельных плоскостях в плотные трехмерные структуры с минимальным количеством силанольных (Si-OH) групп; уже при pH < (9÷10), таким образом формируются субнанометровые частицы – центры (зародыши) для дальнейшего осаждения кремнезема.

Таблица 1

Характеристика кремнезолей

№	Показатели	КЗ-ТМ-15	КЗ-ТМ-20	КЗ-ТМ-30
1	Концентрация SiO_2, масс.%	15,1	20,3	29,85
2	Концентрация Na_2O, масс.%	0,48	0,267	0,346
3	Удельная поверхность, $м^2/г$	437,8	314,2	420
4	Силикатный модуль	35,7	75,9	75,9
5	Кинематическая вязкость, ССТ	2,8	3,2	4,58

Общая закономерность влияния всех трех кремнезолей КЗ-ТМ, вводимых с суперпластификатором, на суточную прочность R_1^c (МПа) цементного камня (рис. 1) проявляется в виде «острой» экстремальной зависимости с «пиком» – максимумом прочности при 0,001 мас. % от цемента. Максимальный прирост прочности наблюдается с золем КЗ-ТМ-30 равный 48 %. Поэтому для дальнейших исследований выбран данный золь.

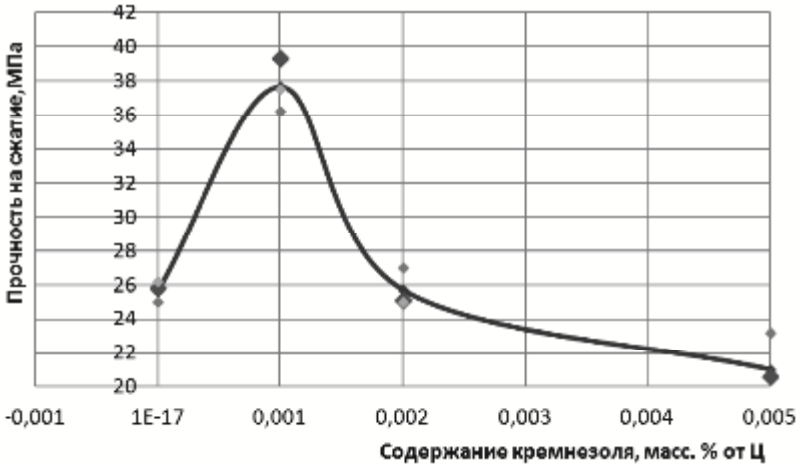


Рис. 1. Зависимость прочности цементного камня от концентрации кремнезоля

На основании полученных положительных результатов на цементном камне были проведены исследовании в цементных бетонных системах (табл. 2). Так как цель работы была оценить совместное влияние нанодобавок и других модификаторов бетона, в качестве основы была использована комплексная добавка ускоряющее-пластифицирующего действия ПФД, эффективность который нами ранее уже была установлена [7, 8].

Таблица 2

Влияние наномодифицирования разработанной добавки ПФД на свойства бетона

№	Состав бетона на 1 м^3			Вид и дозировка добавки, %	В/Ц	Прочность на сжатие, МПа		
	Цемент, кг	Песок, кг	Щебень, кг			1 сутки	7 сутки	28 сутки
1	350	850	1050	-	0,54	5,92	24,0	36,7
2				КЗ-ТМ-30, 0,001	0,5	7,25	26,8	40,2
3				ПФД, 1,3	0,34	22,1	56,9	68,5
4				ПФД+КЗ-ТМ-30, 1,301	0,33	23,5	58,4	70,3

Из табл. 2 видно, что в первые сутки твердения прочность бетона при использовании разработанной добавки в присутствии золя и без повысилась на 297 % и на 273 %, соответственно. В марочном возрасте также наибольшую прочность на сжатие имеет бетон с наномодифицированной ПФД – 70,3 МПа, что на 92 % больше чем у бездобавочного состава.

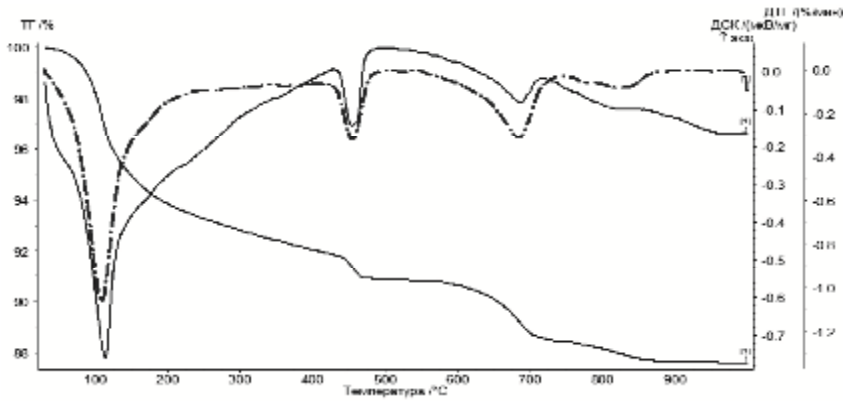
Фазовые превращения в цементном камне в присутствии сырьевых материалов разработанной нанодобавки показаны на рис. 2-3.

На дериватограммах (рис. 2-3) гидратированного портландцемента зафиксированы четыре эндотермических эффекта, сопровождающихся уменьшением массы. Большой и широкий эндо-эффект в интервале температур 75-200 ^{0}C связан с удалением адсорбированной вода из гелеобразных продуктов гидратации, таких как: гидросиликаты кальция (ГСК), гидроалюминаты кальция (ГАК), гидросульфоалюминаты кальция (ГСАК). Узкий эндотермический эффект при 430-480 ^{0}C характеризует процесс дегидратации гидроксида кальция.

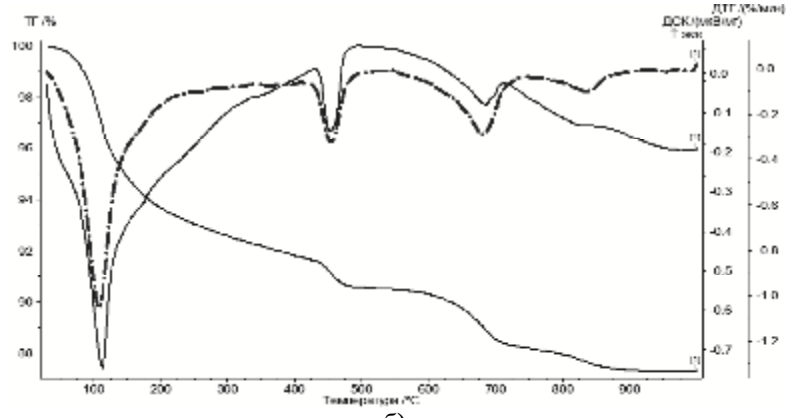
Также наблюдаются эндо-эффекты при 610-670 ^{0}C, обусловленный дегидратацией высокосоновных гидросиликатов кальция и при 730-830 ^{0}C, обусловленный дегидратацией двухосновных гидросиликатов кальция [9, 10].

На дериватограммах гидратированного цемента с суперпластификатором после 1 суток нормального твердения присутствуют все выше перечисленные эндотермические эффекты. Однако по величине и температурным интервалам термограммы составов с кремнезолем отличаются от исходного состава. Так, например, при введении кремнезоля первый эндоэффект значительно уже и смещается в область более низких температур, что говорит об уменьшении количества эттрингита дегидратация которого происходит при температуре 140-160 ^{0}C. Величина эффекта, отвечающего за гидроксид кальция почти не меняется. происходит увеличение эндоэффектов при 610-670 ^{0}C и 730-830 ^{0}C, что говорит о увеличение доли гидросиликатов кальция. В результате это сказывается на увеличение прочности цементного камня при введении кремнезоля в первые сутки.

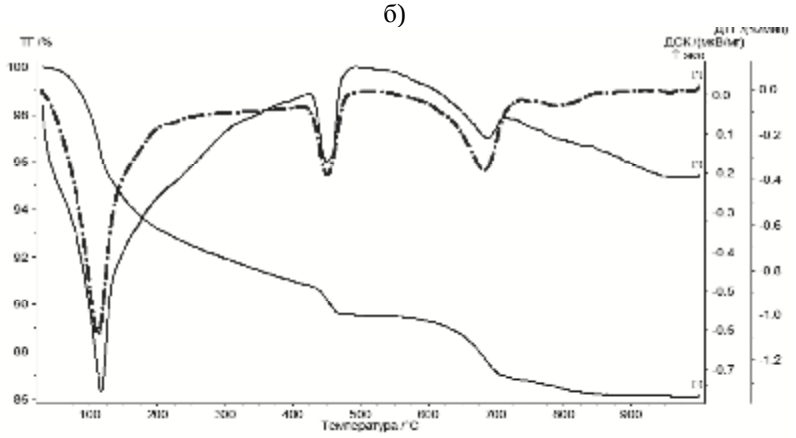
При совместном использовании солей ускорителей и кремнезоля с суперпластификатором происходит увеличение эндоэффекта при 430-480 ^{0}C, что говорит о росте объема гидроксида кальция, а также значительный рост эндоэффекта при 610-670 ^{0}C, означающим повышение доли гидросиликатов кальция в цементном камне. Т.е. совместное использование кремнезоля и солей ускорителей увеличивает степень гидратации цемента в первые сутки твердения.



а)

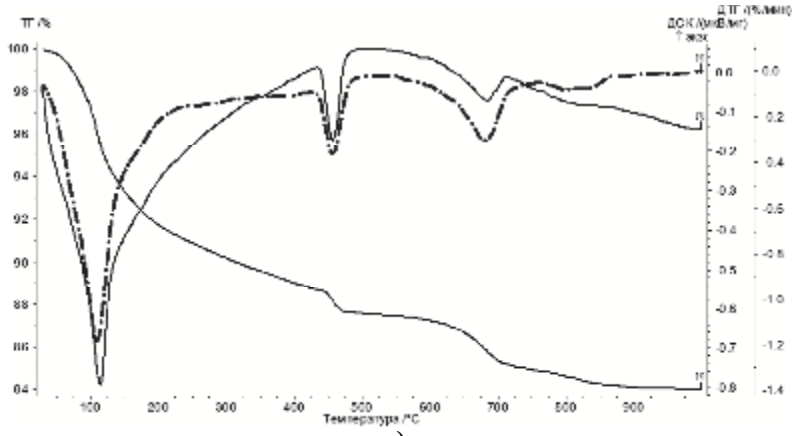


б)

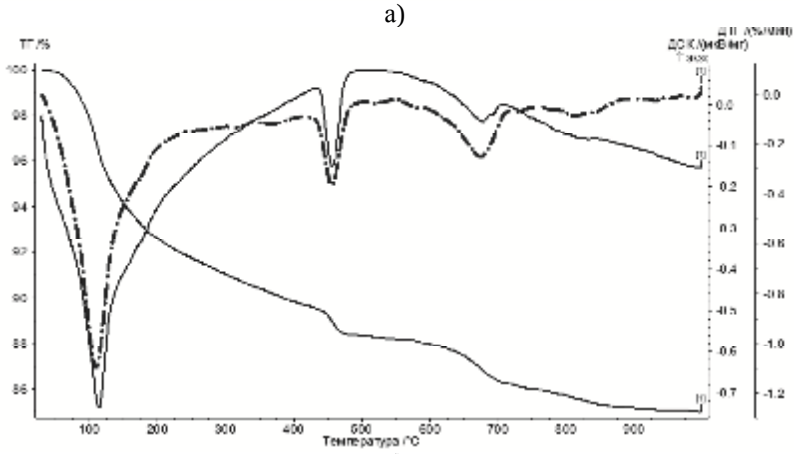


в)

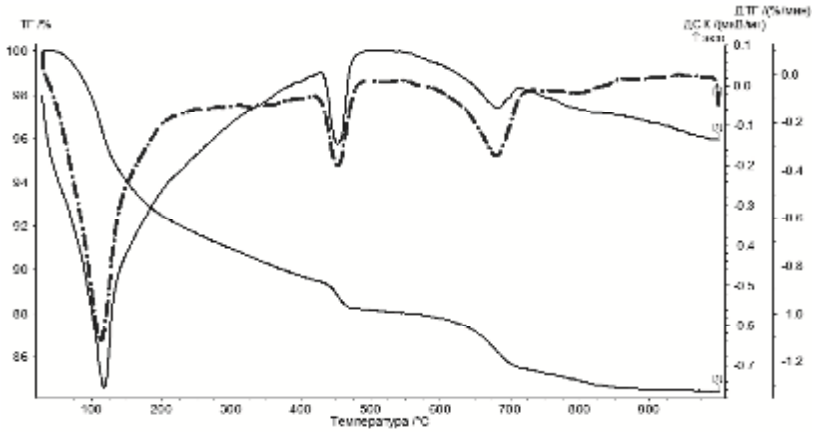
Рис. 2. Термограмма продуктов гидратации цемента в возрасте 1 суток:
а) портландцементного камня с Melflux: б) портландцементного камня с Melflux + кремнезоль;
в) портландцементного камня с Melflux + ССС+$NaNO_3$+кремнезоль



а)



б)



в)

Рис. 3. Термограмма продуктов гидратации цемента в возрасте 28 суток:
а) портландцементного камня с Melflux; б) портландцементного камня с Melflux + кремнезоль;
в) портландцементного камня с Melflux + ССС+$NaNO_3$+кремнезоль

На дериватограммах гидратированного цемента после 28 суток нормального твердения также наблюдаются четыре эндотермических эффекта. Как видно из рис. 3а, эндоэффект при 430-480 ^{0}С при введении кремнезоля стал меньше по сравнению с бездобовачным составом, что произошло из-за уменьшения гидроксида кальция. Доля гидросиликатов кальция увеличилась, об этом мы можем судить по повышению эндоэффекта при 610-670 ^{0}С.

При совместном использовании солей ускорителей и кремнезоля с суперпластификатором происходит уменьшение эндоэффекта при 430-480 ^{0}С, что говорит о снижении объема гидроксида кальция, а также наблюдается рост эндоэффекта при 610-670 ^{0}С, означающим повышение доли гидросиликатов кальция в цементном камне. Уменьшение гидроксида кальция и увеличение гидросиликатов приводит к повышению прочности цементного камня в марочном возрасте, это было также установлено ранее по результатам испытаний прочности на сжатие. Изменения в структуре цементного камня модифицированного кремнезолем, хорошо заметны при всех сроках твердения и хорошо согласуются с данными по его прочности, приведенными выше.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено эффективность применения кремнезоля как компонента полифункциональной добавки ускоряющее-пластифицирующего действия.

Список библиографических ссылок

1. Королев Е.В. Основные принципы практической нанотехнологии в строительном материаловедении // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал, 2009, № 1. – С. 66-79.
2. Бадертдинов И.Р., Хузин А.Ф., Габидуллин М.Г., Рахимов Р.З. Исследование влияния добавки КДУ-1, модифицированной углеродными нанотрубками, на физико-механические характеристики высокопрочного фибробетона // Известия КГАСУ, 2013, № 1 (27). – С. 182-191.
3. Пухаренко Ю.В., Староверов В.Д., Рыжов Д.И. Фуллероидные углеродные наночастицы для модификации бетонов // Технологии бетонов, 2015, № 3-4 (104-105). – С. 40-43.
4. Jadvyga Keriene, Modestas Kligys, Antanas Laukaitis, Grigory Yakovlev, Algimantas pokauskas, Marius Aleknevicius. The influence of multi-walled carbon nanotubes additive on properties of non-autoclaved and autoclaved aerated concretes // Construction and Building Materials, 2013, V. 49. – P. 527-535.
5. Хозин В.Г., Абдрахманова Л.А., Низамов Р.К. Общая концентрационная закономерность эффектов наномодифицирования строительных материалов // Строительные материалы, 2015, № 2. – С. 25-33.

6. Королев Е.В. Оценка концентрации первичных наноматериалов для модифицирования строительных композитов // Нанотехнологии в строительстве, 2014, № 6. – С. 31-34.
7. Кашапов Р.Р., Красиникова Н.М., Хозин В.Г., Шамсин Д.Р., Галеев А.Ф. Комплексная добавка на основе содосульфатной смеси // Известия КГАСУ, 2015, № 2 (32). – С. 239-243.
8. Кашапов Р.Р., Красиникова Н.М., Морозов Н.М., Хозин В.Г. Влияние комплексной добавки на твердение цементного камня // Строительные материалы, 2015, № 5. – С. 27-30.
9. Тимашев В.В. Избранные труды. Синтез и гидратация вяжущих материалов. – М.: Наука, 1986. – 424 с.
10. Ларионова З.М. Методы исследования цементного камня и бетона. – М.: Стройиздат, 1970. – 160 с.

Krasinikova N.M. – candidate of technical science, associate professor
E-mail: knm0104@mail.ru
Morozov N.M. – candidate of technical science, associate professor
E-mail: nikola_535@mail.ru
Kashapov R.R. – engineer
E-mail: ramires120490@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Influence of siliceous on phase composition of the hydrated cement with a polyfunctional additive

Resume

Improvement the efficiency of the use of concrete in the manufacturing of building products and structures concerned with the use of various types of modifiers. For modifying the construction materials the nano-additive of various kinds are used increasingly and efficiently enough. Specificity of nanotechnology is the difficulty in the base material statistically uniform distribution of the control dose «primary» nanoparticles which are also prone to aggregation.

Particular interest for the modification of cement concrete are nanopowders (graphite tube, aerosol etc.) And sols (siliceous, alumina) which are expedient to use as a component for the production of polyfunctional additives. In this regard, the aim of the work was to study the siliceous nano-additive together with concrete modifier effectiveness.

The article shows the influence of siliceous sol with superplasticizer on cement paste strength. The results of the study of the polyfunctional additives using siliceous on the structure cement system, and on physical and mechanical properties of heavy concrete are shown and thermographs of cement hydration products with their using are performed. The result of the tests is shown opportunity of using siliceous sol as a component of the complex concrete additives for performance enhancing.

Keywords: siliceous, concrete mix, structurization, polyfunctional additive, strength, heavy concrete.

Reference list

1. Korolev E.V. The Basic principles of practical nanotechnology in construction materials // Nanotechnologies v stroitelstve: nauchnyi internet journal, 2009, № 1. – P. 66-79.
2. Badretdinov I.R., Huzin A.F., Gabidoullin M.G., Rakhimov R.Z. Study of the effect additives KDU-1 modified carbon nanotube on physical-mechanical properties of high strength fiber-reinforced concrete // Izvestija KGASU, 2013, № 1 (27). – P. 182-191.
3. Puharenko Y.V., Staroverov D.V., Ryzhov D.I. Fulleroid carbon nanoparticles for modifying concrete // Technologija betonov, 2015, № 3-4 (104-105). – P. 40-43.

4. Jadvyga Keriene, Basic Kligys, Antanas Laukaitis, Grigory Yakovlev, Algimantas pokauskas, Marius Aleknevicius. The influence of multi-walled carbon nanotubes additive on properties of non-autoclaved and autoclaved aerated concretes//Construction and Building Materials, 2013, V. 49. – P. 527-535.
5. Khozin V.G., Abdrakhmanova L.A., Nizamov R.K. The Overall concentration pattern of effects nanomodification building materials.// Stroitelnye materialy, 2015, № 2. – P. 25-33.
6. Korolev E.V. Estimation of the concentration of the primary nanomaterials for modification of construction composites // Nanotechnology v stroitelstve, 2014, № 6. – P. 31-34.
7. Kashapov R.R., Krasilnikova N.M., Khozin V.G., Shamin D.R., Galeev A.F. Complex additive on the basis of sodalitates mixture // Izvestija KGASU, 2015, № 2 (32). – P. 239-243.
8. Kashapov R.R., Krasilnikova N.M., Morozov N.M., Khozin V.G. Influence of complex additive on the hardening of cement stone // Stroitelnye materialy, 2015, № 5. – P. 27-30.
9. Timashev V.V. Selected works. Synthesis and hydration of binders. – M.: Nauka, 1986. – 424 p.
10. Larionova Z.M. Research methods of cement and concrete. – M.: Stroiizdat, 1970. – 160 p.

УДК 691.32
Соков В.Н. – доктор технических наук, профессор
E-mail: Sersok_07@mail.ru
Бегляров А.Э. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: Beglandrey007@yandex.ru
Московский государственный строительный университет
Адрес организации: 129337, Россия, г. Москва, Ярославское ш., д. 26

Комплексное воздействие электрогидротеплосилового поля на формирование структуры цементного камня

Аннотация

Разработана энергосберегающая и ускоренная технология многослойных стеновых строительных изделий, получаемых под действием электрогидротеплосилового поля. За счет использования эффекта от увеличения в объёме при нагреве зёрен предварительно подвспененного полистирола стало возможным сократить технологический процесс, уменьшить энергозатраты и получить теплоизоляционный материал с улучшенными эксплуатационными свойствами. Благодаря воздействию электрогидротеплосилового поля создаются условия для получения более плотной матрицы наружных слоёв блока и равномерно распределенной мелкопористой структуры.

Ключевые слова: электропрогрев, электрогидротеплосиловое поле, многослойные изделия, избыточное давление, гидродинамический поток, объемное прессование, пенополистиролбетон.

В настоящее время перед мировым сообществом как никогда остро стоит вопрос экономии энергетических ресурсов во всех отраслях экономики. Известно, что промышленность производства строительных материалов является одной из наиболее энергоёмких. В этой связи, разработка новых эффективных строительных изделий, получаемых в короткие сроки и при минимальных материальных затратах видится особенно актуальной.

Самая значительная доля энергии при производстве строительных материалов расходуется в процессе тепловой обработки. Кроме того, этот передел занимает наибольшее время в технологическом цикле производства. Поэтому повышение эффективности тепловой обработки вкупе с сокращением её длительности является одним из наиболее перспективных способов снижения стоимости строительства и повышения производительности предприятий.

Исследования, проведенные Б.Г. Скрамтаевым, А.Е. Десовым, В.И. Сорокером, Л.А. Малининой, С.А. Мироновым, С.В. Шестоперовым, А.В. Уиттингтоном, Дж. Г. Уилсоном, Е. Шилдом, Дж. В. Маллином и другими учеными показали, что, при прочих равных условиях, на интенсивность твердения бетона в значительной мере влияет состав бетона, водоцементное отношение и подвижность бетонной смеси. У бетонов с низким В/Ц отмечается более высокий темп твердения в начальный период времени. Однако такие смеси отличаются трудоёмкостью при укладке их в формы. Поэтому, в заводских условиях очень большое значение приобретают показатели подвижности бетонной смеси, под действием которых изменяется используемое оборудование и применяемая техника производства бетонных работ. В этой связи, особенно перспективным видится возможность направленного регулирования подвижности бетонной смеси на разных стадиях производства.

В то же самое время, Л.А. Малинина, проанализировав роль избыточного давления в процессе тепловлажностной обработки [1] указывает, что обжатие бетона, которое создается механическим путем и равняется 0,005-0,01 МПа позволяет значительно сократить цикл пропаривания с одновременным увеличением прочности бетона в 1,2-1,5 раза. В экспериментах, проведенных Л.А. Малининой, С.А. Мироновым и С.Е. Королевой прочность бетона подвергаемого прогреву в формах под давлением 0,25 МПа была в 1,5 раза выше, чем в обычных закрытых формах.

В ФТИ им. А.Ф. Йоффе проводились исследования по воздействию давления на пористость и прочностные свойства цементного камня. Объектом данных исследований было определение влияния давления на цементную пасту [2]. Вывод по упрочнению всего образца связывался с увеличением доли кристаллической структуры и, как следствие этого, уменьшением общей пористости образца. Кроме указанных, проведён целый ряд других исследований (Юнг, Хамский, Гудермо и др.), из результатов которых можно сделать вывод, что особенно эффективным видится создание такой технологии, при которой тепловая обработка бетона осуществлялась бы под действием избыточного давления. В этом случае создаются улучшенные условия структурообразования бетона.

С учётом указанных технологических особенностей авторами разработана энергосберегающая технология ускоренного получения новых стеновых строительных изделий (рис. 1) с улучшенными физико-техническими показателями [11], суть которой заключается в следующем. В перфорированную форму укладывается пенополистиролбетон, содержащий предварительно подвспененные зёрна полистирола. Форма закрывается крышкой, устанавливается в наклонное положение и включается в цепь переменного тока. В дальнейшем происходит электропрогрев продолжительностью около 25 мин. через металлические электроды, расположенные на противоположных сторонах формы. При температуре выше 80°C полистирол увеличивается в объёме, создавая внутреннее избыточное давление [12, 15]. В ходе этого свободная влага отжимается до значений, близких к теоретически необходимым для гидратации вяжущего, образуется более прочная структура бетона и ускоряется его тепловая обработка. В свою очередь происходит уплотнение материала на величину объёма удалённой влаги, снижение капиллярной пористости и повышение прочности межпоровых перегородок. После окончания электропрогрева осуществляется выдержка изделий в форме в пределах 50 мин чтобы релаксировались внутренние напряжения и произошёл набор структурной прочности. Далее с изделий снимают боковую часть формы и они отправляются на окончательную термообработку, находясь на поддоне [14, 16]. Это обстоятельство позволяет повысить теплоотдачу от теплоносителя к изделию, что заметно снижает продолжительность термообработки и расход тепловых ресурсов на её осуществление [13].

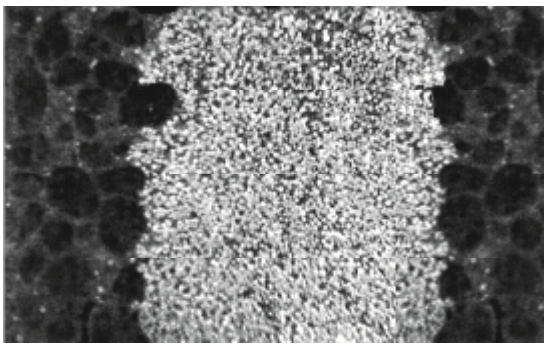


Рис. 1. Изображение разработанных изделий

Авторами подробно исследован процесс структурообразования бетона в условиях действия избыточного давления и повышенной температуры. В ходе исследования установлен ряд особенностей, происходящих при формировании структуры изделий.

К концу этапа активного электропрогрева формируется цементная матрица с минимальным значением капиллярной пористости, сформировавшимися адгезионными контактами частиц твердой фазы и сильно пересыщенной жидкой фазой в порах минерального контакта. После отключения смеси от цепи переменного тока и прекращения интенсивных процессов массопереноса при постепенном остывании материала активно формируется структура минерального каркаса.

При активном теплосиловом воздействии увеличивается скорость химических реакций, протекающих как в жидкой фазе, так и на поверхности гидратирующихся зерен. повышается скорость возникновения зародышей новых фаз, а также увеличивается концентрация продуктов химических реакций в жидкой фазе. Под действием внутреннего

гидростатического давления и определяющегося им напряженного состояния цементной матрицы, а также активного массопереноса происходит диспергирование зерен цемента, создание их более плотной упаковки, ускоряются процессы диффузии продуктов химических реакций в раствор и создаются препятствия процессам формирования коагуляционной структуры.

При кристаллизации из сильно пересыщенной водной фазы образование и рост кристаллов происходят как на поверхности, так и внутри пористых гидратирующихся зерен, а также вокруг диспергированных в жидкой фазе различных твердых частичек - центров кристаллизации. Образующаяся при этом в условиях дефицита свободной воды и продолжающегося теплосилового воздействия гелевая структура характеризуется высокой дисперсностью минерального компонента, и как результат – высокой его реакционной способностью, а также пониженным содержанием воды. Реакционная способность таких систем связана с увеличением числа точек контакта диспергированных частиц и повышения взаимосвязи между ними вследствие сил Ван-Дер-Ваальса и электростатических сил физического порядка [3, 17].

Одновременно с реакциями кристаллизации дисперсных образований из пересыщенного раствора протекает процесс упрочнения адгезионных контактов между частицами уплотненной твердой фазы. Продвижение фронта гидратации вглубь цементных зерен сопровождается отсосом с поверхности гидратов пленочной воды. Формирование структуры конгломерата практически завершается к окончанию периода постепенного остывания материала и дальнейшее ее упрочнение и уплотнение осуществляется за счет роста кристаллических новообразований, а также заполнения объема микропор.

Результатом является сближение частиц твердого вещества. Однако их сближение и связанные с ним изменения объёма водонасыщенной межпоровой системы возможны только в результате отжатия воды, поэтому изменение объема равно объему удаляемых из перфорированных форм воды и воздуха. Этот процесс продолжается до тех пор, пока силы связи влаги с материалом не превысят усилия уплотнения.

Для обеспечения нормального протекания рассмотренных процессов в технологическом плане, требуется поддержание давления определенное время с целью обеспечения постоянной скорости роста кристаллов в условиях сближения частиц цементного зерна, что позволит получать в более короткие сроки цементный камень повышенных значений прочности. Поэтому требуется поддержание температуры прогрева такое время, которое нужно для достижения прочности цементного камня, превышающего температурные деформации твердеющего бетона в ходе снижения температуры прогрева. Приблизительно время, нужное для получения прочной структуры, можно определить из формулы Чепелевецкого М.Л. [4], по которой определяется масса суммы кристалликов образовавшихся в течение индукционного периода:

$$m = \int_0^{\tau_1} K' \lambda^3 \tau^3 \rho I d\tau = \frac{\rho K'}{4} I \lambda^3 \tau^4 ,$$

где K' – значение константы скорости кристаллизации;

τ – значение длительности индукционного периода;

I – величина скорости образования зародышей;

λ – значение линейной скорости роста кристаллов;

ρ – величина плотности кристаллов.

Отсюда минимальное время прогрева равно:

$$\tau = \left(\frac{4m}{K' \rho I \lambda^3}\right)^{1/4}.$$

Однако выведенные значения соответствуют процессу кристаллизации одной соли, а в нашем случае это полиморфное соединение, и ближе к истинному показателю будет полученное в результате экспериментов значение, от 15 минут при термосном выдерживании в утепленных формах, до 1 часа в неутепленных формах, при температуре окружающей среды в пределах 18-20 ^{o}C.

Исследованиями Юнга было установлено, что под действием механических колебаний в растворе возникают центры кристаллизации [5].

При достижении критического напряжения в формирующейся кристаллической решетке происходит перекристаллизация. В основе процесса перекристаллизации лежит сочетание процессов кристаллизации и растворения. В насыщенных растворах она

происходит из-за создания динамического равновесия между твердой и жидкой фазами. Это ведёт к образованию укрупнённых кристаллов за счет растворения мелких частиц и отложения растворившейся части твердой фазы на более крупных кристаллах. Под действием этого осадки, находящиеся в контакте с насыщенным раствором, становятся более однородными, изменяя свой гранулометрический состав [6, 18]. Помимо динамического равновесия между жидкой фазой и кристаллами в насыщенном растворе, перекристаллизация объясняется также зависимостью растворимости частиц от размеров [7]. Образование наклонных участков на графиках (рис. 2, рис. 3) [8], указывает нам на изменение твердеющего бетона проводить ток, т.е. на перекристаллизацию.

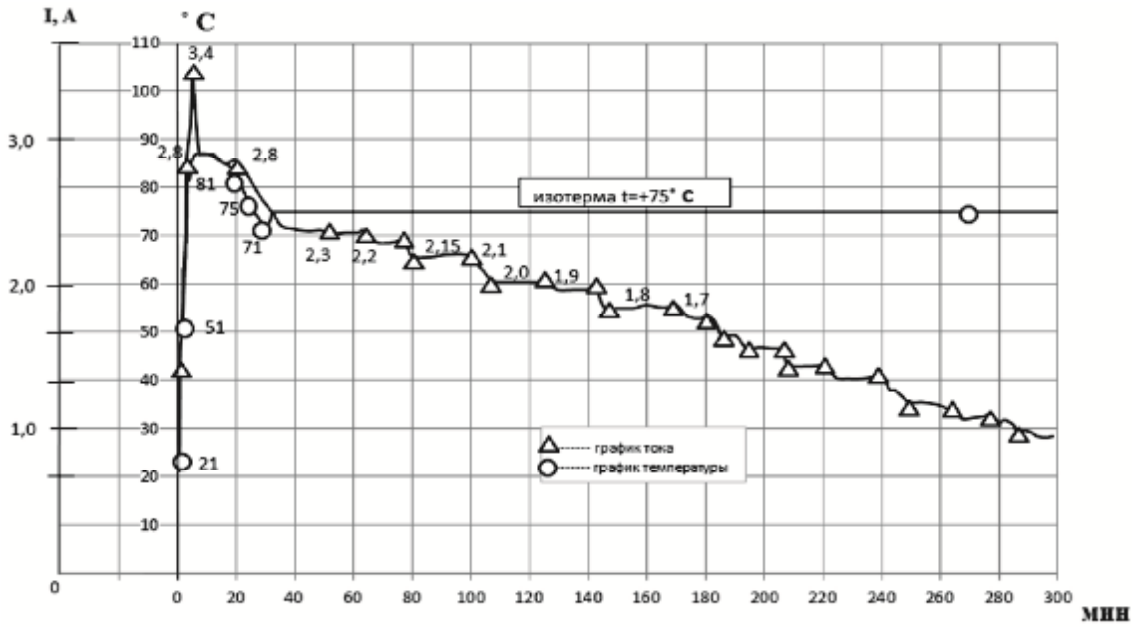


Рис. 2. График зависимости тока от температуры во времени,
при электропрогреве полистиролбетона

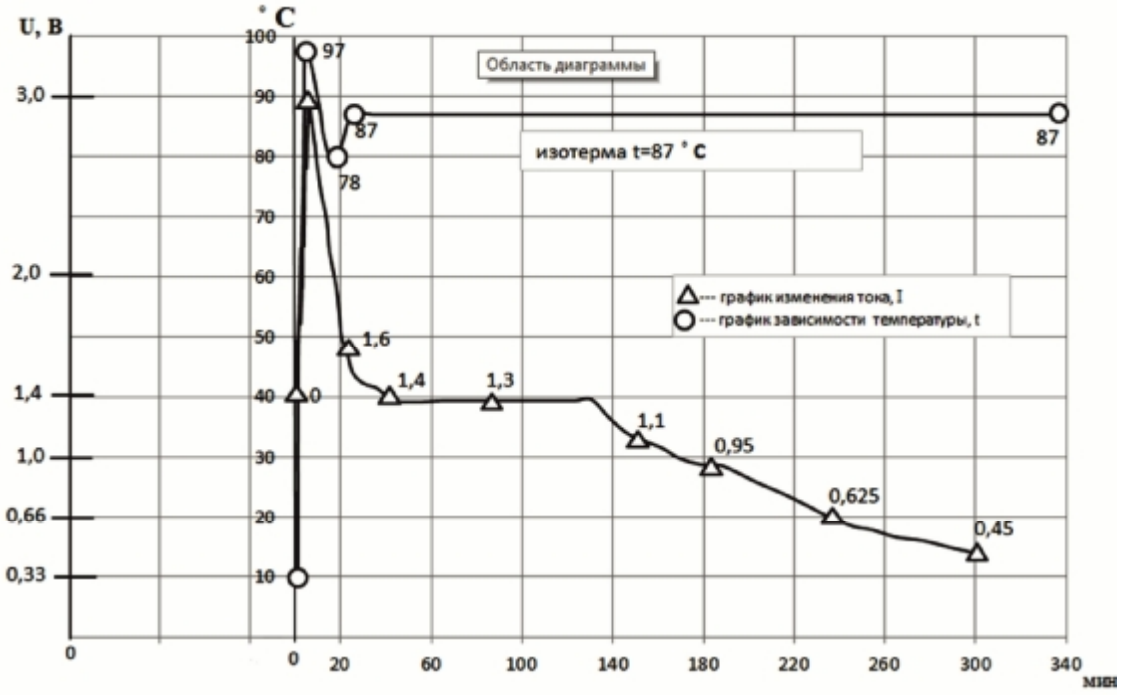


Рис. 3. График изменения тока во времени при изотерме t=87 ^{o}C

Это совпадает с термодинамической теорией роста кристаллов Гиббса-Фольмера, основанной на представлении о прерывистом, послойном росте кристаллов. Такая перекристаллизация приводит к изменению соотношения кристаллической и квазикристаллической частей, т.е. степень «кристалличности» образцов при возникновении давления растет, что совпадает с выводами Гудермо А. [9] и Черного Ю.Ф. [10].

Комплекс вышеперечисленных процессов дает в итоге повышенную, на 30 % по сравнению с бетоном нормального твердения, плотность и прочность цементного камня. И как итог повышенную прочность монолитно-слоистых изделий, полученных при гидротеплосиловой обработке. Также происходит снижение на примерно на 40 % времени тепловой обработки и расхода энергоресурсов на её осуществление. Разработаны составы монолитно-слоистых изделий средней плотностью всего блока 370-615 кг/м^3, термическим сопротивлением 3,15-5,6 м^2 ^{o}С/Вт и прочностью на сжатие несущего слоя 8,5-15 МПа. Кроме того, имеется возможность повышения декоративных качеств изделий при помощи окрашивания различными пигментами [19].

Список библиографических ссылок

1. Малинина Л.А. Тепловлажностная обработка тяжелого бетона. – М.: Стройиздат, 1977. – 158 с.
2. Бахтибаев А.Н., Бетехтин В.Н. Воздействие давления на пористость и прочностные свойства цементного камня // Физические основы прочности и пластичности. – Н. Новгород, 1990.
3. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества. – М.: Стройиздат, 1986.
4. Хамский Е.В. Пересыщенные растворы: Изд. «Наука». – Л., 1975. – 99 с.
5. Вегман Е.Ф., Руфанов Ю.Г., Федорченко И.Н. Кристаллография, минералогия, петрография и рентгенография. – М.: «Металлургия», 1990. – 263 с.
6. Хамский Е.В. Кристаллизация из растворов: Изд. «Наука». – Л., 1967. – 149 с.
7. Mallin J.W. Crystallization London, 1961. – 342 p.
8. Кириченко В.А. Термообработка полистиролбетона в трехслойных панелях. Дисс. ... канд. тех. Наук: Научно-исследовательский центр «Строительство». – М., 2009.
9. Гудермо М. Прочность цементного камня в зависимости от его структуры. Шестой международный конгресс по химии цемента. Т.Н. Гидратация и твердение цемента. – М.: Стройиздат, 1976. – С. 302-306.
10. Черный Ю.Ф., Баглюк Г.А. Динамическое горячее прессование вязкого пористого тела в сб. научных трудов «Физика и техника высоких давлений: Изд-во «Наукова думка», № 14, 1990. – С. 27-76.
11. Бегляров А.Э. Эффективные стеновые монолитно-слоистые изделия объемного прессования. Дисс…канд. тех. Наук: МГСУ. – М., 2011.
12. Соков В.Н., Бегляров А.Э. Эффективные трехслойные монолитные изделия с наноструктурированным переходным слоем // Строительные материалы, 2013, № 11. – С. 41-43.
13. Sokov V., Beglyarov A. The new wall blocks of volumetric pressing and effective technology of the production of it, International conference «Ibausil»,Veimar-Germany, 2012. – P. 1304-1308.
14. Соков В.Н., Бегляров А.Э. Способ изготовления трёхслойных строительных изделий. Патент № 2444435РФ // Опубл. 10.03.2012. Бюл. № 7.
15. Жуков А.Д., Орлова А.М., Наумова Т.А., Никушкина Т.П., Майорова А.А. Экологические аспекты формирования изоляционной оболочки зданий // Научное обозрение, 2015, № 7. – С. 209-212.
16. Жуков А.Д., Орлова А.М., Наумова Т.А., Талалина И.Ю., Майорова А.А. // Системы изоляции строительных конструкций. Научное обозрение, 2015, № 7. – С. 213-217.
17. Румянцев Б.М., Жуков А.Д. Принципы создания новых строительных материалов // Интернет-Вестник ВолгГАСУ. Сер. Политематическая, 2012, Вып. 3 (23). Код доступа: vestnik.vgasu.ru (дата обращения: 2015.05.08).

18. Жуков А.Д., Чкунин А.С., Химич А.О., Аристов Д.И., Новикова М.С. Напряженное состояние в технологии материалов ячеистой структуры // Научное обозрение, 2015, № 7. – С. 218-221.
19. Орлова А.М., Славин А.М. Исследование свойств смешанного железоокисного пигмента на основе гальваношламов // Промышленное и гражданское строительство, 2009, № 12. – С. 55-56.

Sokov V.N. – doctor of technical science, professor
E-mail: Sersok_07@mail.ru
Beglyarov A.E. – candidate of technical science, associate professor
E-mail: Beglandrey007@yandex.ru
Moscow State University of Civil Engineering
The organization address: 129337, Russia, Moscow, Jaroslavskoe sh., 26

The complex effect of electric-hydro-thermal-power field on structure formation of cement stone

Resume

At present, the international community more than ever has an urgent need to save energy in all economic sectors. It is known that the industry production of building materials is one of the most energy-intensive. In this context, the development of new efficient building products, obtained in a short time and with minimal material costs seems particularly relevant.

The largest share of energy in the production of building materials consumed in the process of heat treatment. In addition, the redistribution takes the most time in the technological cycle of production. Therefore, improving the efficiency of heat treatment along with the reduction of its duration is one of the most promising ways to reduce construction costs and improve the productivity of enterprises.

Developed energy-saving and express technology of multilayer wall building products produced under the action of electric-hydro-thermal-power field. By using the effect of the increase in volume in the time of heating grains pre-foamed polystyrene became possible to reduce the manufacturing process, reduce energy costs and gain multi-layer goods with improved performance characteristics. Due to the effects of electric-hydro-thermal-power field are created conditions for receiving a more dense matrix of outer layers of the block and evenly distributed fine-pored structure.

Keywords: electric-heating, electric-hydro-thermal-power field, multi-layer product, the excess pressure, hydrodynamic flow, volume compression, foam-polystyrene-concrete.

Reference list

1. Malinina L.A. Thermal-moisture processing of hard concrete. – M.: Strojizdat, 1977. – 158 p.
2. Bahtibaev A.N., Betekhtin V.N. Effects of pressure on the porosity and strength properties of the cement paste // Fizicheskie osnovy prochnosti i plastichnosti. – N. Novgorod, 1990.
3. Volzhenskij A.V. Mineral binders. – M.: Strojizdat, 1986.
4. Hamskij E.V. Supersaturated solutions: Izd. «Nauka». – L., 1975. – 99 p.
5. Vegman E.F., Rufanov Yu.G., Fedorchenko I.N. Crystallography, mineralogy, petrography, and radiography. – M.: «Metallurgiya», 1990. – 263 p.
6. Hamskij E.V. Crystallization from solutions: Izd. «Nauka». – L., 1967. – 149 p.
7. Mallin J.W. Crystallization London, 1961. – 342 p.
8. Kirichenko V.A. Heat treatment in polystyrene sandwich panels. Diss. ... kand. tech. nauk: Nauchno-issledovatel'skij centr «Stroitel'stvo». – M., 2009.
9. Gudermo M. Strength of cement stone, depending on its structure. – M.: Strojizdat, 1976. – P. 302-306.

10. Chernyj Yu.F., Baglyuk G.A. Dynamic hot pressing viscous porous body // Fizika i tekhnika vysokih davlenij: Izd-vo «Naukova dumka», № 14, 1990. – P. 27-76.
11. Beglyarov A.E. Effective wall monolithic-layer goods of volumetric pressing. Diss…kand. tekh. Nauk: MGSU. – M., 2011.
12. Sokov V.N., Beglyarov A.E. Effective three-layer monolithic product with nanostructured transition layer // Stroitel'nye materialy, № 11, 2013. – P. 41-43.
13. Sokov V., Beglyarov A. The new wall blocks of volumetric pressing and effective technology of the production of it, International conference «Ibausil»,Veimar-Germany, 2012. – P. 1304-1308.
14. Sokov V.N., Beglyarov A.E. A method for producing three-layer construction products. Patent № 2444435RF // Opubl. 10.03.2012. Byul. № 7.
15. Zhukov A.D., Orlova A.M., Naumova T.A., Nikushkina T.P., Majorova A.A. Environmental aspects form an insulating shell of buildings // Nauchnoe obozrenie, 2015, № 7. – P. 209-212.
16. Zhukov A.D., Orlova A.M., Naumova T.A., Talalina I.YU., Majorova A.A. Insulation systems of building structure // Nauchnoe obozrenie, 2015, № 7. – P. 213-217.
17. Rumyancev B.M., Zhukov A.D. Principles of creation of new building materials / Internet-Vestnik VolgGASU. Ser. Politematicheskaya, 2012, V. 3 (23). Kod dostupa: vestnik.vgasu.ru (reference date: 2015.05.08).
18. Zhukov A.D., Chkunin A.S., Himich A.O., Aristov D.I., Novikova M.S. The state of stress in technology of cellular structure materials // Nauchnoe obozrenie, 2015, № 7. – P. 218-221.
19. Orlova A.M., Slavin A.M. The investigation of the properties of mixed iron color based on halvano-slime // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo, 2009, № 12. – P. 55-56.

УДК 691.261.2: 667.6
Строганов В.Ф. – доктор химических наук, профессор
E-mail: svf08@mail.ru
Амельченко М.О. – аспирант
E-mail: colbasa-disabled@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Модификация стирол-акрилового пленкообразователя кислотно-активированным каолином для повышения защитных свойств лакокрасочных покрытий

Аннотация

В статье приведены результаты исследований свойств лакокрасочных покрытий наполненных каолином, активированным 3 % раствором уксусной кислоты (УК-каолин). Установлено, что введение УК-каолина в защитные покрытия способствует незначительному улучшению значений показателей укрывистости и смываемости – в 1,2 раза, по сравнению с защитными покрытиями наполненных обычным каолином. Кроме того, наполнение УК-каолином способствует увеличению адгезионной и когезионной прочностей.

Ключевые слова: наполнитель каолин, кислотная активация, водно-дисперсионные лакокрасочные материалы, адгезионная прочность.

Ранее [1] нами уже приводились результаты исследований защитных лакокрасочных покрытий (ЛПк), наполненных кислотно-активированным каолином (УК-каолином). Однако объем данных приведенных в данной работе не является достаточным, чтобы представить полную «картину» процессов, происходящих при введении в состав ЛПк УК-каолина. В данной публикации нами предложено расширить, как спектр испытаний лакокрасочных покрытий, так и ассортимент стирол-акриловых дисперсий.

Методы и объекты исследования

В качестве объекта исследования использовали каолин (ТУ 5729-016-48174985-2003).

Получение кислотно-активированного каолина (УК-каолина) заключалось в экспозиции образца исходного наполнителя в 3 % растворе уксусной кислоты в течение 12 часов. Далее наполнитель отфильтровывался и промывался водой, а затем подвергался сушке.

В качестве пленкообразователей выбраны стирол-акриловые дисперсии марки «Лакротэн®»: Э-21, Э-25 и Э-244 (ООО ПКФ «Оргхимпром»).

Для подтверждения влияния активированного наполнителя (АН) на свойства лакокрасочных покрытий проводили частичную замену исходного каолина в рецептуре ЛКМ на 25, 50, 75 и 100 %.

Основные характеристики защитных покрытий определяли согласно методикам ГОСТ: укрывистость (ГОСТ 8784-75), смываемость (ГОСТ 52020-2003), водо- и влагопоглощение (ГОСТ 21513-76), когезионная прочность (ГОСТ 27890-88). Измерение адгезии защитных покрытий проводили на адгезиметре ПСО-5МГ4С (грибок 50х50 мм) и к различным субстратам: цементно-песчаный раствор (ЦПР) и сталь марки 3 (Ст3).

Результаты и их обсуждение

Исследование влияния кислотно-активированного каолина на свойства ЛПк по аналогии с ранее выполненными работами [1, 2]. Анализ полученных результатов по определению укрывистости (D) свидетельствует о том, что наиболее низкие значения D находятся в интервале наполнения 25-30 % для Э-25 и 40-50 % – Э-21 и Э-244 (табл.). Следует отметить, что наименьший эффект от введения УК-каолина наблюдается для ЛПк на дисперсии Э-244. Повышение значений укрывистости при увеличении содержания активированного наполнителя может свидетельствовать о сближении частиц наполнителя с пигментом [3, 4].

Таблица

Укрывистость защитных композиций на УК-каолине

Дисперсия	Укрывистость, г/м^2				
	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
Э-21	136,03	124,3	118,6	125,32	127,4
Э-25	107,69	95,63	124,03	127,4	130
Э-244	111,34	108,6	106,42	125	136

Результаты испытаний защитных покрытий на смываемость (рис. 1) показали что, минимальные значения достигаются при наполнении 25-30 % для Э-25, и 40-50 % – Э-21, а для ЛПк на Э-244 наблюдается увеличение показателя смываемости, что очевидно можно объяснить возникновением дефектов в защитном покрытии при увеличении содержания активированного наполнителя.

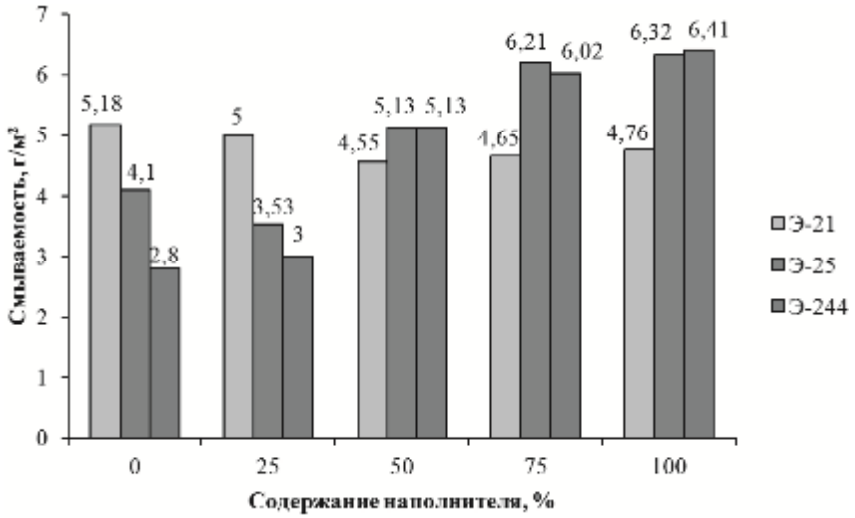


Рис. 1. Смываемость защитных покрытий на УК-каолине

Дополнительным подтверждением предположения о наличии дефектов в лакокрасочных покрытиях на Э-244 при увеличенных содержаниях УК-каолина могут служить испытания на водо- и влагопоглощение ($W_п$ и $W_{пл}$) (рис. 2-3).

Анализ результатов водопоглощения (рис. 2) показал, что для ЛПк на Э-21 процесс проникновения водной среды в покрытия замедляется после 50 % замены в них исходного каолина на активированный. Понижение $W_п$ наблюдается также и для защитных покрытий на Э-25 с содержанием активированного наполнителя ~25-30 %. Для покрытий на Э-244 рост водопоглощения происходит «равномерно» по мере увеличения содержания УК-каолина, что подтверждает предположение о возникновении дефектов в покрытии.

Аналогичное поведение кривых наблюдается и при испытании образцов ЛПк на влагопоглощение (рис. 3): для образцов на водной дисперсии Э-21 процесс $W_{пл}$ замедляется при 50 % частичной замене; для ЗПк на Э-25 наблюдается понижение влагопоглощения при наполнении ~ 25-30 %. Выравнивание значений $W_{пл}$ происходит при степенях наполнения > 50 %. Для защитных покрытий на Э-244 влагопоглощение, как и в случае водопоглощения, увеличивается «равномерно» с увеличением содержания в покрытиях кислотно-активированного каолина.

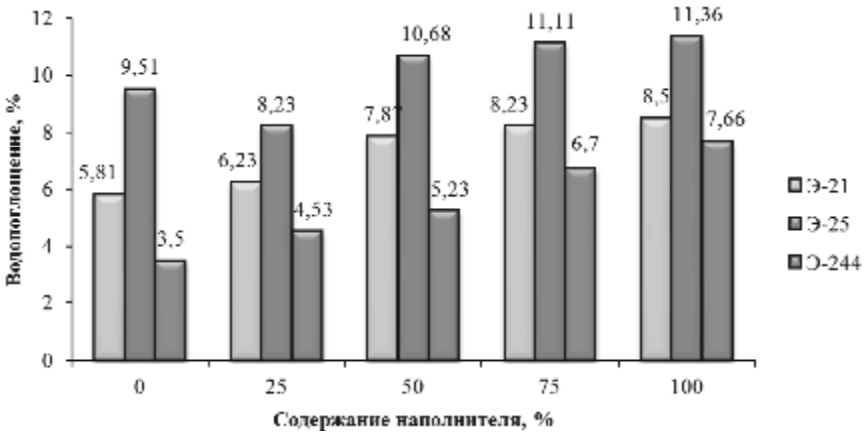


Рис. 2. Водопоглощение защитных покрытий на различных дисперсиях с содержанием УК-каолина

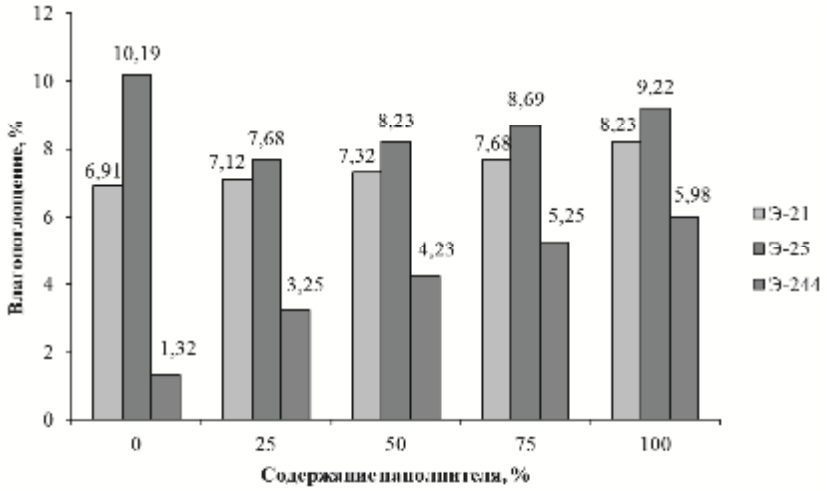


Рис. 3. Влагопоглощение защитных покрытий на различных дисперсиях с содержанием УК-каолина

Таким образом, при анализе полученных данных наблюдается замедление процессов водо- и влагопоглощения, а также смываемости, при увеличении содержания в ЛПк УК-каолина. Данные результаты можно объяснить тем, что происходит сближение частиц наполнителя друг с другом, при этом в полимерной матрице усиливается взаимодействие с АН. Как следствие, это приводит к образованию более плотной структуры ЛПк.

Как подтверждение выдвинутым предположениям служат результаты по определению когезионной и адгезионной прочностей (рис. 4-6).

При анализе результатов адгезионной прочности ЗПк к образцам цементно-песчаного раствора установлено (рис. 4), что при наполнении различными активированными наполнителями: максимальные значения адгезии для защитных покрытий на Э-21 достигаются при наполнении 100 %; для ЗПк на Э-25 – 40-50 %; для покрытий на Э-244 – не наблюдается существенных изменений адгезионной прочности при введении АН.

Кривые зависимости адгезионной прочности к Ст-3 от содержания в защитных покрытиях УК-каолина (рис. 5) в полимерной матрице имеют слабовыраженный экстремальный характер при наполнении 25-30 %. Далее значения адгезии монотонно уменьшаются в 1,0-1,4 раза по сравнению с исходными значениями.

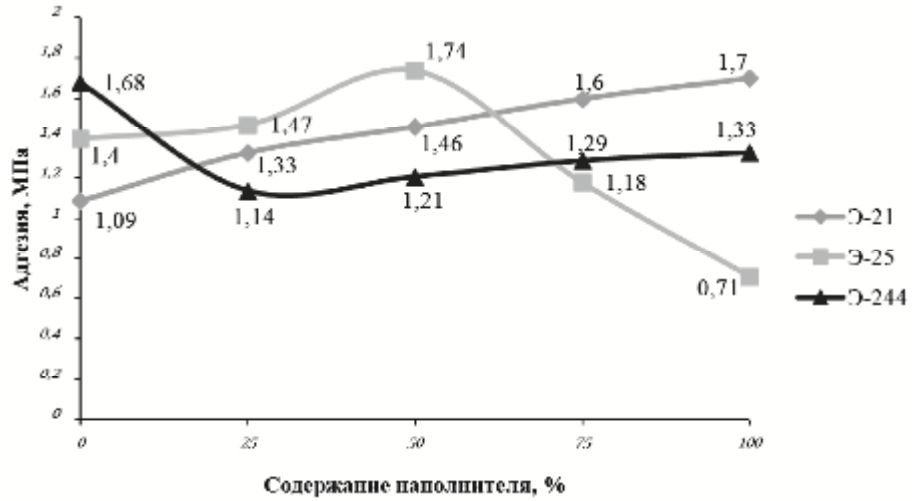


Рис. 4. Зависимость адгезии защитных покрытий к ЦПР от содержания в ЛПк наполнителя, активированного 3 % раствором уксусной кислоты

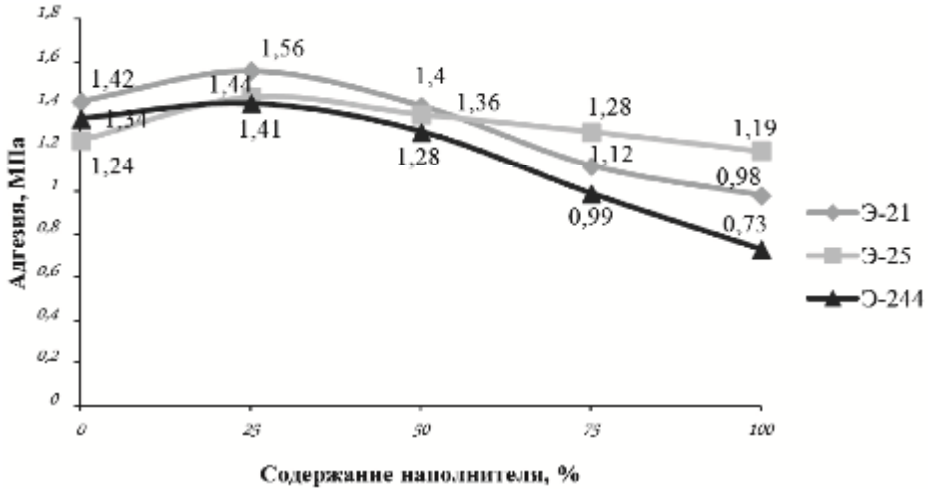


Рис. 5. Зависимость адгезии защитных покрытий к металлу (Ст-3) от содержания в защитном покрытии УК-каолина

Известно [5, 6], что межмолекулярное взаимодействие между защитным покрытием и полимерной матрицей происходит по атомам металла и функциональным группам полимерной матрицы, а введение активированного наполнителя приводит к «переориентации» функциональных групп полимера к активным центрам наполнителя (т.е. увеличение когезионной прочности материала), и как следствие, приводит к понижению адгезионного контакта «ЛПк-субстрат».

Для подтверждения предположения о «переориентации» функциональных групп полимера к активным центра УК-каолина, при увеличении его содержания, нами проведены испытания по определению когезионной прочности (рис. 6) защитных покрытий. Установлено, что увеличение когезионной прочности (σ_{po}) взаимосвязано с понижением адгезионной, а затем понижением уровня значений σ_{po}, что можно объяснить процессом агрегации частиц наполнителя в полимерной матрице. Стоит отметить, что значения σ_{po} превышают значения адгезионной прочности, что косвенно свидетельствует о вкладе активированных наполнителей в процесс формирования защитных покрытий.

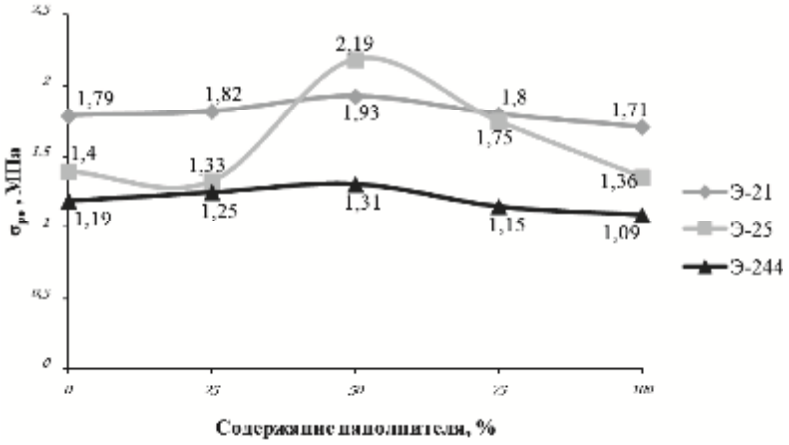


Рис. 6. Зависимость когезионной прочности защитных композиций от содержания УК-каолина

Выводы

Таким образом, введение УК-каолина в защитные покрытия на водной дисперсии Э-21 (40-50 %) и Э-25 (25-30 %) способствует некоторому улучшению показателей укрывистости и смываемости – в 1,2 раза, по сравнению с ЛПк наполненных обычным каолином. Стоит отметить, что увеличение содержание УК-каолина в покрытии «тормозит» процесс водо- и влагопоглощения при наполнении свыше 40-50 %. Это обусловлено тем что, повышенное содержание активированного наполнителя способствует образованию в покрытии более плотной структуры из минеральных веществ, которая препятствует проникновению водной фазы.

Кроме того, наполнение УК-каолином позволяет добиться увеличения адгезионной и когезионной прочностей, при этом увеличение σ_{po} обуславливает понижение адгезионной прочности.

Список библиографических источников

1. Строганов В.Ф., Амельченко М.О. Исследование влияния кислотной активации каолина на свойства водно-дисперсионных защитных покрытий // Известия КГАСУ, 2014, № 4 (30). – С. 284-290.
2. Строганов В.Ф., Амельченко М.О. Влияние термической активации каолина на защитные свойства водно-дисперсионных стирол-акриловых покрытий // Известия КГАСУ, 2015, № 4 (34). – С. 293-298.
3. Мюллер Б., Пот У. Лакокрасочные материалы и покрытия. Принципы составления рецептур. – М.: ООО «Пэйнт-медиа», 2007. – 237 с.
4. Казакова Е.Е., Скороходова О.Н. Водно-дисперсионные акриловые лакокрасочные материалы строительного назначения. – М.: Изд-во ООО «Пэйнт-Медиа», 2003. – 136 с.
5. Степин С.Н., Николаева Т.В., Катнов В.Е. Водная стирол-акриловая дисперсия для антикоррозионных покрытий // Лакокрасочные материалы и их применение, 2014, № 7. – С. 29-31.
6. Николаева Т.В., Родионов Д.А., Степин С.Н. Новая дисперсия ООО «ПКФ «Оргхимпром» для производства высококачественных антикоррозионных грунтовок // Лакокрасочная промышленность, 2008, № 6. – С. 7-10.

Stroganov V.F. – doctor of chemical sciences, professor
E-mail: svf08@mail.ru
Amelchenko M.O. – post-graduate student
E-mail: colbasa-disabled@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Modification of styrene-acrylic film former by acid-activated kaolin to improve the protective properties of coatings

Resume

Results of researches on filling styrene-acrylic dispersions by the acid activated kaolin (AA-kaolin) are given in article. It is established that introduction of the AA-kaolin to coatings on water dispersion of E-21 (40-50 %) and E-25 (25-30 %) promotes some improvement of indicators of covering ability and rinsability – by 1,2 times, in comparison with paint and varnish coatings filled with an initial kaolin. Increase in maintenance of the AA-kaolin in a covering promotes to «braking» of process water- and moisture absorptions when filling over 40-50 %. These results are caused by the fact that, the increased maintenance of the activated filler promotes education in a covering of more dense structure from mineral substances which interferes with penetration of hostile environment. Besides, filling by the AA-kaolin allows to achieve increase in adhesive and cohesive durabilities, at the same time increase in the last causes decrease of the first.

Keywords: acid activation, styrene-acrylic copolymers, kaolin, adhesion, paint coatings.

Reference list

1. Stroganov V.F., Amelchenko M.O. Study the effect of acid activated kaolin on the properties of waterborne coatings // Izvestiya KGASU, 2014, № 4 (30). – P. 284-290.
2. Stroganov V.F., Amelchenko M.O. Effect of kaolin thermal activation on the protective properties of styrene-acrylic water-borne coatings // Izvestiya KGASU, 2015, № 4 (34). – P. 293-298.
3. Muller B., Poth U. Paints materials and coatings. Principles of drawing up compoundings. – M.: LLC «Paint-media», 2007. – 237 p.
4. Kasakova E.E., Skorohodova O.N. Waterborne acrylic paints for building and construction. – M.: LLC «Paint-media», 2003. – 136 p.
5. Stepin S.N., Nikolaeva T.V., Katnov V.E. Styrene-acrylic dispersion for waterborne anticorrosion coatings // Lakokrasochnaya promyshlennost', 2014, № 7. – P. 29-31.
6. Nikolaeva T.V., Rodionov D.A., Stepin S.N. New dispersion of LLC «Orgchimprom» to production of high-quality anticorrosive primers // Lakokrasochnaya promyshlennost', 2008, № 6. – P. 7-10.

УДК 691.261.2:667.6
Строганов В.Ф. – доктор химических наук, профессор
E-mail: svf08@mail.ru
Амельченко М.О. – аспирант
E-mail: colbasa-disabled@mail.ru
Потапова Л.И. – кандидат химических наук, доцент
E-mail: ludmilapo@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Влияние кислотной и термической активации каолина на его дисперсность, химический состав и сорбционные свойства

Аннотация

В статье изучено влияние кислотной и высокотемпературной активации наполнителя – каолина, используемого в лакокрасочной промышленности, на его основные физические параметры. Установлено, что воздействие высоких температур позволяет увеличить дисперсность наполнителя с 30 мкм до 19 мкм, а также в 2 раза увеличить его удельную поверхность. Кроме того высокотемпературная активация приводит к увеличению сорбционных свойств каолина. Установлено, что известный прием активации каолина 3 % раствором уксусной кислоты не способствует проявлению сорбционных свойств и увеличению дисперсности наполнителя

Ключевые слова: наполнитель каолин, термическая и кислотная активации, водно-дисперсионные лакокрасочные материалы.

Использование активированных наполнителей является одним из актуальных направлений в лакокрасочной промышленности. Ранее нами [1, 2] установлено положительное влияние от их введения в композицию на защитные характеристики, однако в этих работах не приводится сравнительный анализ данных по исследованию полученных активированных наполнителей.

В связи с вышеизложенным, актуальными являются исследования условий активации и свойств наполнителей, до и после обработки, а также поведение их в процессе хранения и использования и т.д.

Методы и объекты исследования

В качестве объекта исследования использовали каолин (ТУ 5729-016-48174985-2003).

Получение кислотно-активированного каолина (УК-каолина) заключалось в экспозиции образца исходного наполнителя в 3 % растворе уксусной кислоты в течение 12 часов. Далее наполнитель отфильтровывался и тщательно промывался водой, а затем подвергался сушке.

Образец термически обработанного каолина заключался в выдержке его при высокой температуре – 650-700 ^{o}C.

В полученных образцах активированного каолина определяли:

- дисперсный состав – на приборе HORIBA LA-950;
- поведение при дифференциально-термическом анализе (ДТА) на дериватографе Q-1500D (чувствительность 200 мг, скорость нагрева 10 ^{o}C);
- изменение химических связей – на спектрофотометре Perkin Elmer FT-IR Spectrometer model Spectrum 65;
- удельную поверхность наполнителя – на приборе ПСХ-8А;
- гидравлическую активность (CaO) по методу [3, 4], заключающемуся в способности каолина поглощать известь из насыщенного раствора;
- среднюю плотность и изменение pH по ГОСТ 21119.6-92 и ГОСТ ГОСТ 21119.3-91 соответственно.

Результаты и их обсуждение

Известно, что активация может способствовать изменению химического состава и физических свойств наполнителя [5, 6]. В связи, с чем нами исследовались основные физические характеристики каолинов (табл.): удельная поверхность, показатель pH, плотность.

Таблица

Основные физические характеристики исходного и активированных каолинов

Наименование показателя	Способ активации		
	Исходный	УК-каолин	Т-каолин
Удельная поверхность, $см^2/г$	8326	8220	12368
Плотность, $г/см^3$	2,6	2,8	3,1
Гидравлическая активность, мг/г	116	1013	1230
Значение pH	8,3	5,96	4,34

Из табл. видно, что увеличение удельной поверхности каолина происходит только при термической активации. При этом в обоих случаях наблюдается снижение показателя pH (наиболее значительно у Т-каолина) и увеличение гидравлической активности в 8-10 раз, что косвенно свидетельствует об увеличении количества активных центров.

На следующем этапе проводилось исследование изменения дисперсного состава полученных каолинов (рис. 1-3).

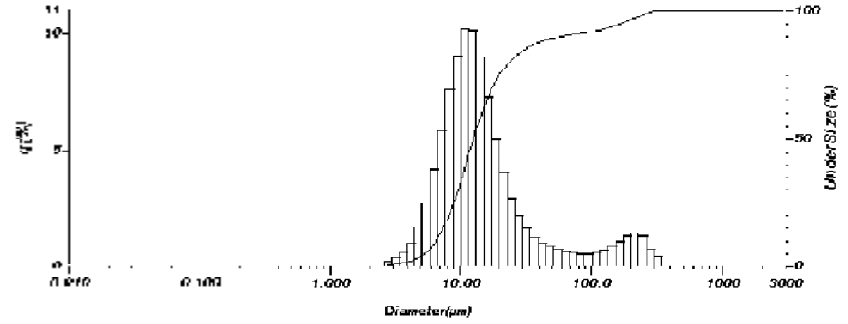


Рис. 1. Дисперсное распределение исходного каолина

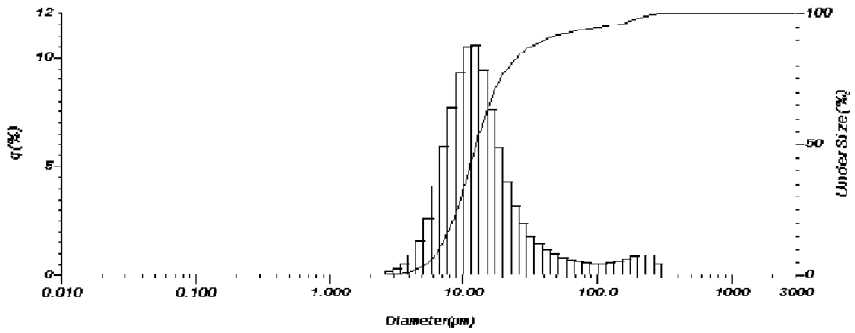


Рис. 2. Дисперсное распределение УК-каолина

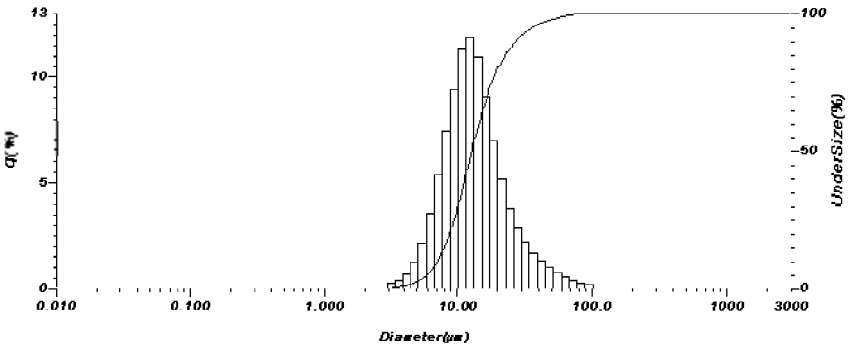


Рис. 3. Дисперсное распределение Т-каолин

Средний размер частиц ($d_{ср}$) исходного каолина 30 мкм (рис. 1), а при воздействии 3 % раствора уксусной кислоты $d_{ср}$ изменяется незначительно – 25 мкм (рис. 2), в отличие от Т-каолина, у которого средний размер частиц равен 19 мкм (рис. 3).

Далее было интересно сравнить изменения химического состава активированных наполнителей, что проводилось методом ИК-спектроскопии (рис. 4-6). Из литературных данных известно [7, 8], что при воздействии высоких температур происходит дегидратация каолина, проходящая по следующей реакции:

$$Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O \rightarrow Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 + 2H_2O.$$

Сравнение данных ИК-спектроскопических исследований образцов исходного (рис. 4) и термообработанного (рис. 6) каолинов, также подтвердили протекание данного процесса – отсутствие в Т-каолине характерных полос ответственных за колебание –ОН групп в интервале 3690-3620 $см^{-1}$ и 910-750 $см^{-1}$. Активация каолина 3 % раствором уксусной кислоты не приводит к изменению его химического состава (рис. 5).

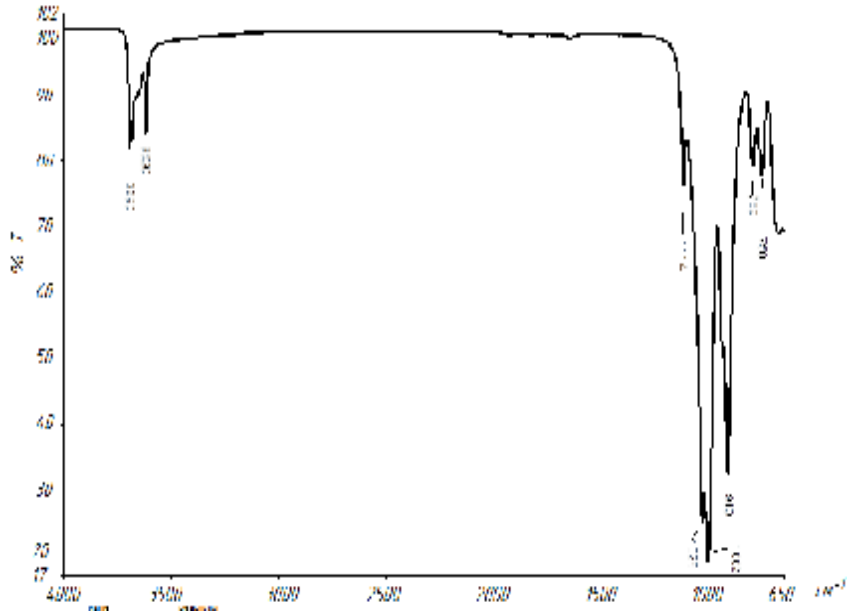


Рис. 4. Результаты ИК-спектроскопии исходного каолина

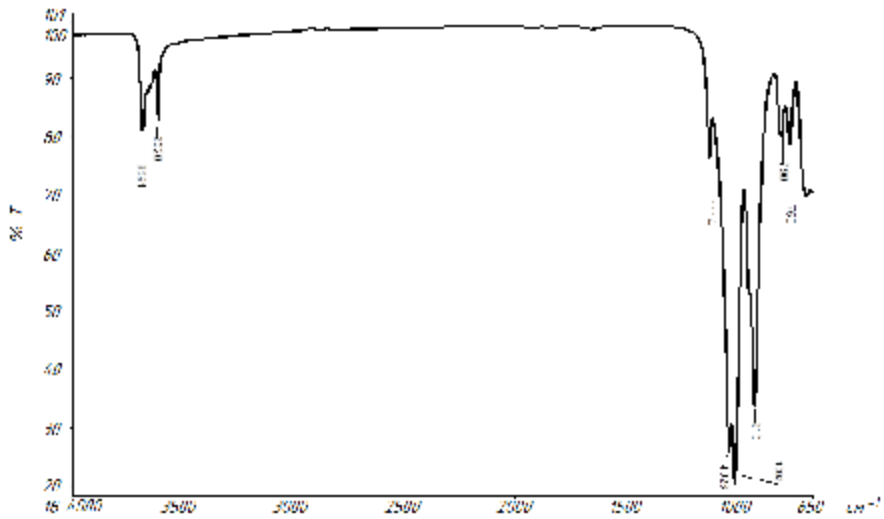


Рис. 5. Результаты ИК-спектроскопии УК-каолина

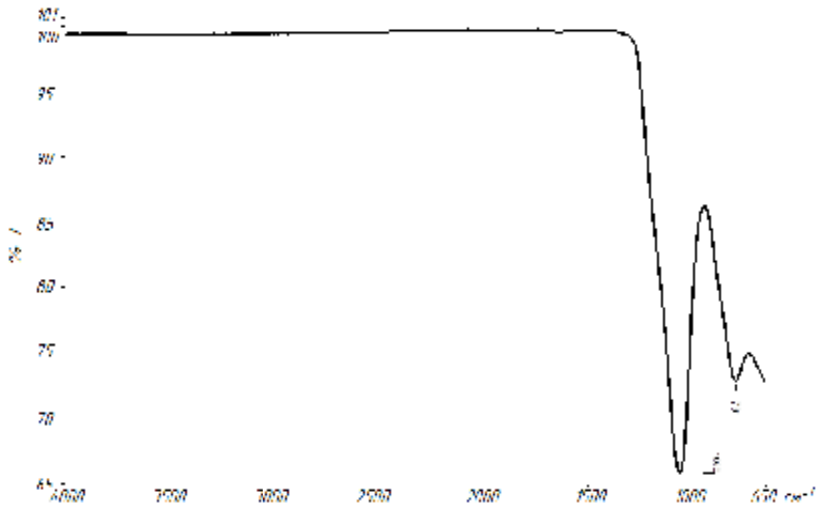
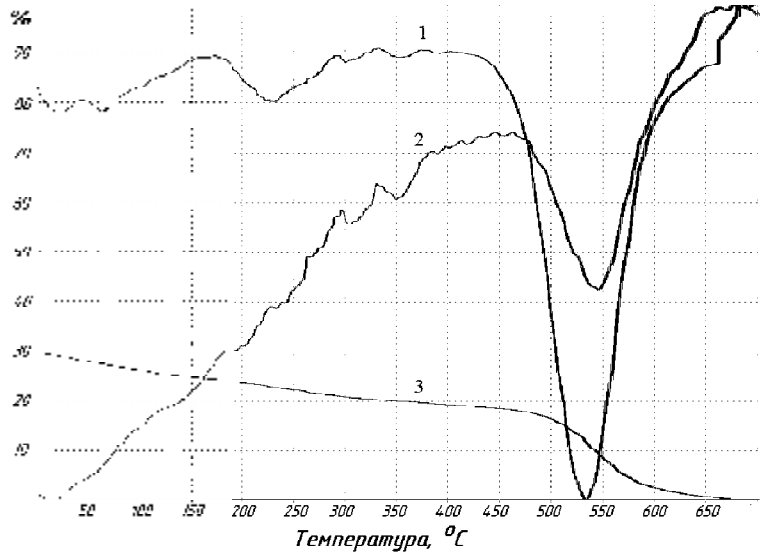


Рис. 6. Результаты ИК-спектроскопии Т-каолина

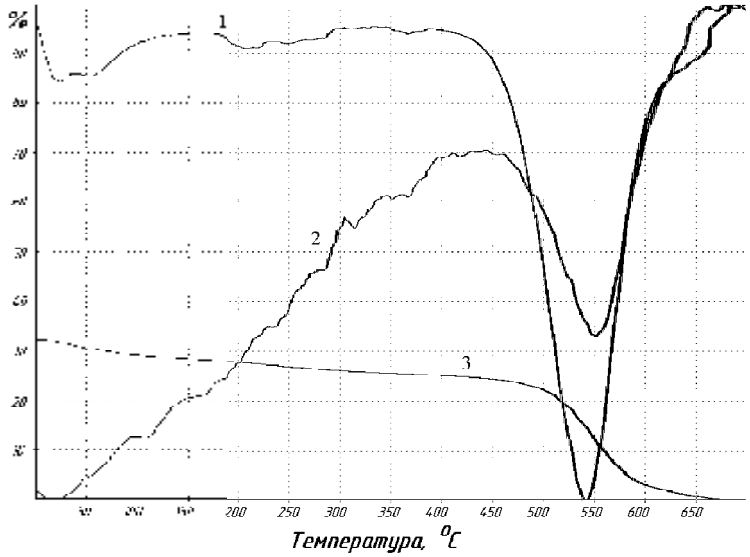
Известно [7, 9], что каолин используется в качестве сорбента, в ряде отраслей промышленности, в связи с чем, изучалось поведение образцов активированных наполнителец при дифференциально-термическом анализе (рис. 3).

При сравнении полученных данных УК-каолина (рис. 7б) с исходным образцом (рис. 7а) можно предположить о наличии в обычном каолине значительного числа примесей, что прослеживается на кривой Tg, где в интервале температур от 0 до 350 ^{o}C, происходит заметная потеря массы – 10 %. Наблюдая за характером поведения кривой Tg кислотно-активированного наполнителя, видно, что 10 % потеря массы осуществляется в диапазоне от 0 до 500 ^{o}C.

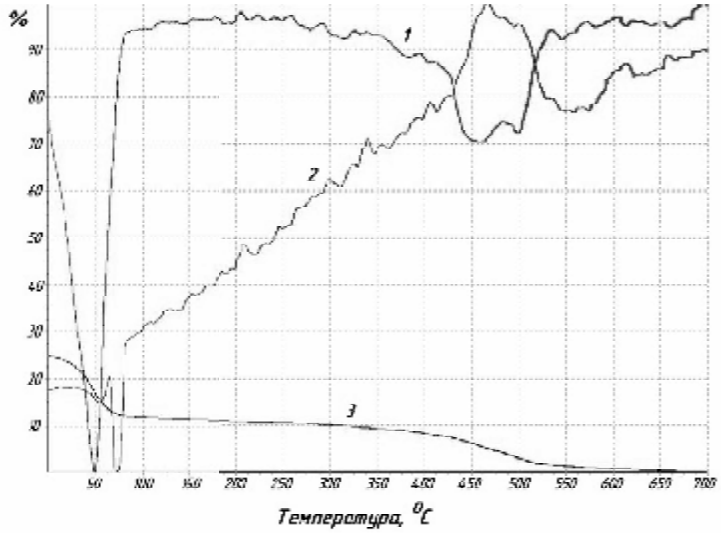
Исследование образца термически обработанного каолина (рис. 7в), показало, что термически активированный каолин сорбирует влагу воздуха. Аналогичный результат был получен при активации каолина ультразвуком [10], однако в отличие от него, процент сорбции меньше и равняется ~ 10-15 %.



а)



б)



в)

Рис. 7. Результаты ДТА исходного (а), УК-каолина (б) и Т-каолина (в):
1 – дифференциал падения массы (DTG); 2 – кривая энергии (DTA);
3 – кривая падения массы (Tg)

Выводы

Таким образом, в результате проведенного анализа активированных наполнителей можно сделать следующие выводы:

- химическая активация 3 % раствором уксусной кислоты позволяет связать посторонние примеси в образце, что подтверждается дериватографическим методом исследования, однако при данном виде воздействия изменение дисперсности и удельной поверхности каолина – незначительно. Кроме того установлено, что кислотная активация не приводит к изменению химического состава УК-каолина;

- термоактивация каолина в течение часа при высокой температуре обуславливает его дегидратацию, и как следствие, частичный переход к аморфной структуре, а также у Т-каолина наблюдается повышение дисперсности и удельной поверхности в 1,2-1,5 раза;

- кроме того, кислотная и термическая активация обуславливает изменение pH наполнителей и увеличение их гидравлической активности в 8-10 раз.

Список библиографических ссылок

1. Строганов В.Ф., Амельченко М.О. Исследование влияние кислотной активации каолина на свойства водно-дисперсионных защитных покрытий // Известия КГАСУ, 2014, № 4 (30). – С. 284-290.
2. Строганов В.Ф., Амельченко М.О. Влияние термической активации каолина на защитные свойства водно-дисперсионных стирол-акриловых покрытий // Известия КГАСУ, 2015, № 4(34). – С. 293-298.
3. Trautvain A.I., Yadykina V.V., Gridchin A.M. Preparation of the Silica-Reactive filler material // Middle-East Journal of Scientific Research, 2013, № 18 (10). – P. 1499-1504.
4. ГОСТ 22688-77. Известь строительная, Методы испытаний.
5. Slaty F., Khoury H., Wastiels J., Rahier H. Characterization of alkali activated kaolinitic clay // Applied Clay Science, 2013, Vol. 75-75. – P. 120-125
6. Warshaw C.M., Rosenberg P.E., Roy R. Changes effected in layer silicates by heating below 550°C // Clay minerals bulletin, 1960, Vol. 4, № 23. – P. 113-126
7. Айлер Р. Химия кремнезема. Том 2. – М.: Мир, 1982. – 857 с.
8. Kakali G., Perrakib T., Tsivilis S., Badogiannisa E. Thermal treatment of kaolin: the effect of mineralogy on the pozzolanic activity // Applied Clay Science., 2001, Vol. 20, № 1-2. – P. 73-80
9. Комаров В.С. Адсорбенты и их свойства. – Минск: Наука и техника, 1997. – 248 с.
10. Строганов В.Ф., Амельченко М.О., Усманов Р.А. Влияние ультразвуковой обработки каолина на его дисперсность и сорбционные свойства // Известия КГАСУ, 2015, № 3 (33). – С. 147-152.

Stroganov V.F. – doctor of chemical sciences, professor
E-mail: svf08@mail.ru
Amelchenko M.O. – post-graduate student
E-mail: colbasa-disabled@mail.ru
Potapova L.I. – candidate of chemistry science, associate professor
E-mail: ludmilapo@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Influence of acid and thermal activation of kaolin on its dispersion, chemical composition and sorptive properties

Resume

In this article were studied the effect of acid and high-temperature activation of the filler - kaolin, its main physical parameters. It is found that high temperature activation can increase the dispersibility of the filler from 30 microns to 19 microns, and a 2-fold increase in its specific surface area. Furthermore high temperature activation increases the sorption properties of kaolin, and kaolinite partial formation of amorphous structure. It was found that the known method of activation of kaolin 3 % solution of acetic acid (A-kaolin) is not conducive to the manifestation of the sorption properties and increase the dispersion of the filler but in differential thermal analysis of the original filler observed a 10 % weight loss in the range of 0-350 °C, for which the A-kaolin in the range of 0-500 °C, which may indicate the content of impurities in the sample, which bind to acetic acid. In both cases a decrease in activation of the pH value to 5-4.

Keywords: thermal and acid activation, acetic acid, kaolin, dispersion, thermogravimetry

Reference list

1. Stroganov V.F., Amelchenko M.O. Study the effect of acid activated kaolin on the properties of waterborne coatings // Izvestiya KGASU, 2014, № 4 (30). – P. 284-290.

2. Stroganov V.F., Amelchenko M.O. Effect of kaolin thermal activation on the protective properties of styrene-acrylic water-borne coatings // Izvestiya KGASU, 2015, № 4 (34). – P. 293-298.
3. Trautvain A.I., Yadykina V.V., Gridchin A.M. Preparation of the Silica-Reactive filler material // Middle-East Journal of Scientific Research, 2013, № 18(10). – P. 1499-1504.
4. GOST 22688-77. Lime for building purposes. Test methods.
5. Slaty F., Khoury H., Wastiels J., Rahier H. Characterization of alkali activated kaolinitic clay // Applied Clay Science, 2013, Vol. 75-75. – P. 120-125.
6. Warshaw C.M., Rosenberg P.E., Roy R. Changes effected in layer silicates by heating below 550 ^{o}C // Clay minerals bulletin, 1960, Vol. 4, № 23. – P. 113-126.
7. Iler R. The chemistry of silica. Part 2. – M.: Mir, 1982. – 857 p.
8. Kakali G., Perrakib T., Tsivilis S., Badogiannisa E. Thermal treatment of kaolin: the effect of mineralogy on the pozzolanic activity // Applied Clay Science., 2001, Vol. 20, № 1-2. – P. 73-80.
9. Komarov V.S. Adsorbents and their properties. – Minsk: Nauka I tehnika, 1997. – 248 p.
10. Stroganov V.F., Amelchenko M.O., Usmanov R.A. Influence of ultrasonic processing of a kaolin on its dispersion and sorption properties // Izvestiya KGASU, 2015, № 3 (33). – P. 147-152.

УДК 535.33
Фурер В.Л. – доктор химических наук, профессор
E-mail: furer@kgasu.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Сравнительное изучение структуры фосфорсодержащих дендронов с винильной и азидной функциональными группами

Аннотация

Оптимизация структуры и анализ нормальных колебаний выполнены для первого поколения фосфорсодержащих дендронов, построенных из тиофосфорильного ядра, с концевыми P–Cl группами, винильной (G_1) и азидной (G_2) функциональными группами на уровне ядра. Структурная оптимизация выполнена для G_1 и G_2 квантово-химическим методом функционала плотности (ФП). Рассчитанные геометрические параметры и гармонические частоты колебаний предсказаны в хорошем согласии с экспериментальными данными. Обнаружено, что повторяющиеся звенья G_1 и G_2 содержат плоские фрагменты **–O–C$_6$H$_4$–CH=N–N(CH$_3$)–P<**. Глобальные и локальные реактивные дескрипторы использованы для характеристики функции ядра и концевых групп. Изученные образцы могут быть использованы для создания электрохемихромных покрытий оконных стекол.

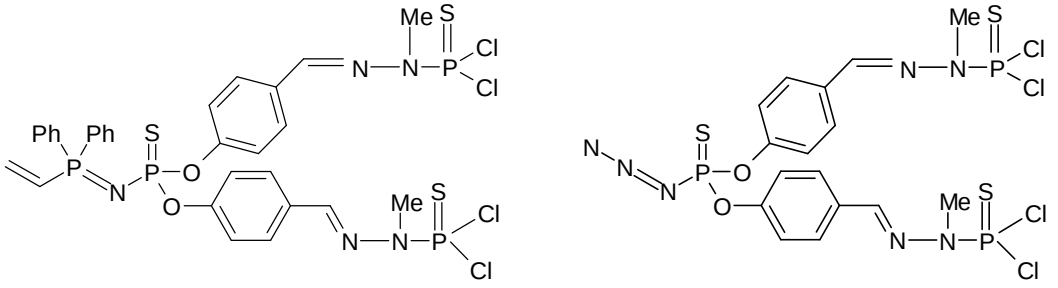
Ключевые слова: фосфорсодержащий дендрон, функционал плотности, азиды.

Макромолекулы дендримеров представляют собой сильно разветвленные соединения, имеющие строго определенные трехмерные размеры, топологию и функциональность [1-3]. Три структурные компоненты дендримеров, а, именно, внутреннее ядро, повторяющиеся звенья, присоединенные к ядру, и функциональные концевые группы, присоединенные к внешним ветвям, могут варьироваться по желанию. Дендроны обладают функциональными группами на поверхности и еще одной реакционно-способной функциональной группой на уровне ядра [4]. Прививка дендронов к дендримерам позволяет увеличивать число концевых групп дендримера за один шаг [1]. Анализ химического разнообразия функциональных групп, расположенных в ядре, их реакционной способности и совместимости с функциональными группами, расположенными на поверхности, остается интересной проблемой [5]. Использование дивергентных стратегий является плодотворным приближением для синтеза фосфорсодержащих дендронов [6].

Органические азиды используются в химии, биологии, медицине и материаловедении [7]. Азидная группа, присоединенная к фосфору, отличается по реакционной способности от органических азидов. Несколько фосфорных азидов использовались для синтеза различных типов дендримеров, дендронов и разветвленных полимеров [8].

В данной работе квантово-химические расчеты используются для характеристики фосфорсодержащего дендронов первого поколения G_1 и G_2, состоящих из тиофосфорильного ядра, имеющих винильную и азидную группы на уровне ядра и 4 атома хлора на поверхности. Наша цель состояла в том, чтобы скомбинировать экспериментальные результаты с квантово-химическими расчетами методом функционала плотности (ФП) для определения структуры молекул G_1 и G_2. Мы получили структурные параметры молекул G_1 и G_2 и сопоставили их с экспериментальными значениями.

Синтез и основные характеристики изученных дендронов описаны ранее. Молекула G_2 содержит тиофосфорильное ядро **S=P–(–O–)$_3$**, бифункциональные повторяющиеся звенья **–O–C$_6$H$_4$–CH=N–N(CH$_3$)–P(S)<**, атомы **Cl** в качестве концевых групп, и **N=N–N–** звено, присоединенное к атому фосфора (рис. 1). Соответственно дендрон G_1 вместо азидной группы имеет винильную группу **H$_2$C=C–P(Ph$_2$)=N–**, присоединенную к атому фосфора. Дендроны G_1 и G_2 были получены в виде белого порошка.

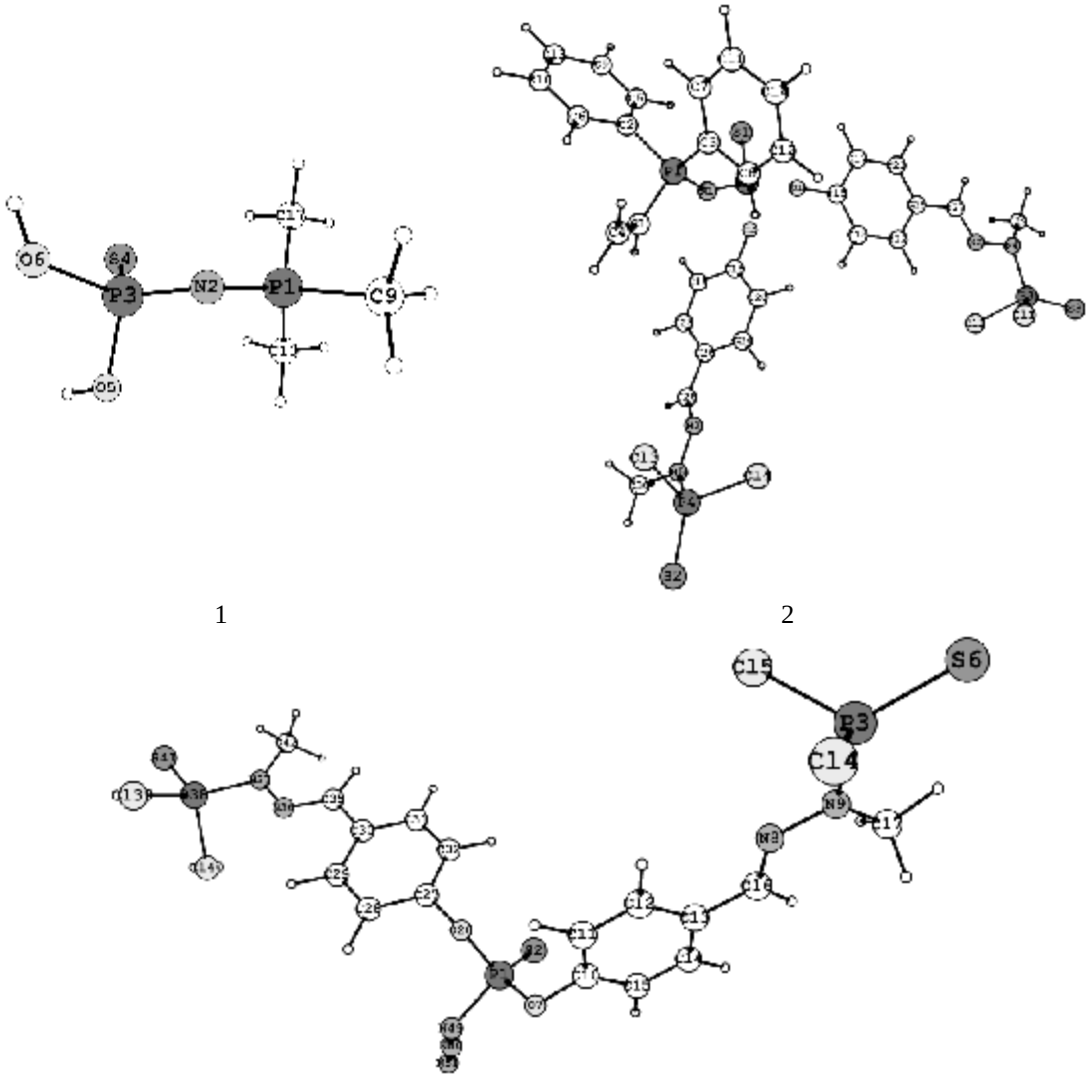


1 2

Рис. 1. Структура дендронов G_1 (1) и G_2 (2)

Расчет геометрии молекул G_1 и G_2 выполнен с помощью градиентно-коррелированной теории с обменно-коррелированным функционалом плотности PBE. Использован трехэкспоненциальный базис с двумя поляризационными функциями (TZ2P). Программа Природа применялась для выполнения расчетов методом ФП. Все стационарные точки характеризовались как минимумы путем анализа матриц Гессиана.

Молекулы изученных дендронов G_1 и G_2 имеют множество конформационных минимумов, в которых гетероатомы расположены как можно дальше друг от друга (рис. 2).



1 2

3

Рис. 2. Оптимальная геометрия и нумерация атомов для модели *A* (1) дендронов G_1 (2) и G_2 (3)

Повторяющиеся звенья **–O–C_6H_4–CH=N–N(CH_3)–P(S)<** принимают плоскую конформацию в каждой структуре. Эта тенденция уже наблюдалась нами для других дендримеров, обладающих этой связкой. Плоская структура повторяющихся звеньев поддерживается потому, что выигрыш в ослаблении стерического напряжения, когда этот фрагмент поворачивается вокруг одинарных связей, недостаточен для преодоления потерь в энергии сопряжения, возникающих в результате уменьшения π-перекрывания.

Структура молекул G_1 и G_2 определяется двугранными углами SPOC, POCC и SPNP, SPNN, которые определяют ориентацию повторяющихся звеньев и функциональных групп ядра. Несмотря на то, что сравнение структур в газовой фазе и конденсированной фазе не является строгим, мы можем наблюдать разумное качественное согласие между теоретическими расчетами и экспериментальными данными по дифракции рентгеновских лучей для кристаллической фазы G_1 и G_2. Итак, экспериментальные и теоретические данные показывают, что расстояние между концевыми *P=S* группами молекулы G_1 (17 Å) очень велико и стерические трудности не препятствуют построению дендримеров даже для высоких поколений, а концевые группы и функциональная группа ядра легко доступны для дальнейших реакций.

Связка **S=P–N=N–N** молекулы G_2 особенно интересна для дальнейших реакций дендримеров [3]. Связь между атомами фосфора и азота описывается в терминах σ связывания и дополнительного π связывания возникающего из-за перекрывания *3d* орбиталей фосфора с *p* орбиталями азота. Экспериментальные длины связей P(1)–N(2) и P(6)–N(2) 1,590 и 1,580 Å в G_1 короче одинарной *P–N* связи 1,77 Å. Величина экспериментального двугранного угла S(13)–P(6)–N(2)–P(1) 1,0° показывает, что атомы S(1) и P(2) находятся в син-положении, тогда как связка **S=P–N=N–N** почти плоская.

Для того, чтобы проверить наши расчеты на более высоком теоретическом уровне (B3LYP/6-311G(d,p)) мы выбрали небольшое соединение (*A*) со связкой **S=P–N=P** **$(HO)_2$P(=S)–N=P(CH_3)$_3$** и провели оптимизацию его структуры. Рассчитанные длины связей P(1)–N(2), P(3)–N(2) и P(3)–S(4) 1,587, 1,608 и 1,980 Å в *A* сравнимы с стеретическими величинами 1,619 ((P(2)–N(6)), 1,623 ((P(3)–N(6)) и 1,953 ((P(3)–S(1)) в G_1. Величина двугранного угла S(4)–P(3)–N(2)–P(1) 35,6° показывает, что атомы S(4) и P(1) находятся в син-положении, тогда как связка **S=P–N=P** почти плоская.

Длина связи P(3)–N(9) 1,654 Å в повторяющемся звене молекулы G_2 также короче, чем одинарная связь *P–N*. В связке **S=P–N=N–N** молекулы G_2 длина связи P(1)–N(49) 1,690 Å немного короче, чем P(3)–N(9). Длины связей в азидной группе меняются от 1,242 Å N(49)–N(50) (типичная N=N связь) до 1,119 Å N(50)–N(51) (типичная N≡N связь). Валентный угол N(49)–N(50)–N(51) 173,7° показывает, что реализуется почти линейная конфигурация и sp-гибридизация атомных орбиталей N(50). Величины двугранных углов: S(2)–P(1)–N(49)–N(50) = 8,7° и P(1)–N(49)–N(50)–N(51) = 176,9° показывают, что атомы S(2) и N(50) находятся в син-положении, тогда как атомы P(1) и N(51) занимают анти-положение.

Форма молекул дендронов может быть охарактеризована отношениями I_1/I_3 и I_2/I_3 главных значений тензора момента инерции. Отличие этих величин от 1 характеризует отклонение формы молекулы от сферы. Для изученных дендронов рассчитанные величины отношений I_1/I_3 и I_2/I_3 главных значений тензора момента инерции равны 0,31 и 0,74 (G_1), 0,16 и 0,88 (G_2). Итак, молекулы G_1 и G_2, изученных дендронов первого поколения имеют асимметричную форму. Форма молекул дендримеров определяет их способность к самообъединению или самоупорядочению.

Для того, чтобы оценить взаимодействия между дендримерами и различными активными веществами такими, как лекарства, пестициды, парфюмерные вещества мы рассчитали пространственное распределение электронной плотности для ядра и концевых групп.

Из наших расчетов следует, что изученная молекула G_1 включает полярные связи P=S в ядре и повторяющихся звеньях с естественными зарядами на атомах (в атомных единицах) на атомах P1 (1,923), N2 (-1,485), C3 (-0,602), C4 (-0,438), P6 (2,028), C7 (-0,372), S13 (-0,625), O14 (-0.818), N56 (-0,271), N60 (-0,606), P62 (1,305), S67 (-0,441), Cl68 (-0,244). Итак, электрические свойства связи P(6)–S(13) в дендроне G_1 с зарядами на атомах P6 (2,028) и S13 (-0,625) отличаются от свойств связи P(3)–S(6) в дендроне G_2 с зарядами на атомах P3 (1,281) и S6 (-0,440).

Таблица

Экспериментальные и рассчитанные длины связей (Å) и валентные углы (º) молекул G_1 и G_2

G_1			G_2		
	Эксп.	Расч.		Эксп.	Расч.
Длины связей					
P(1)–N(2)	1,590	1,603			
P(1)–C(3)	1,786	1,819			
P(1)–C(4)	1,802	1,833			
C(3)–C(7)	1,283	1,336			
P(6)–S(13)	1,933	1,948	P(1)–S(2)	1,933	1,921
P(6)–O(14)	1,601	1,670	P(1)–O(7)	1,601	1,638
P(6)–O(15)	1,614	1,673	P(1)–O(26)	1,614	1,646
P(6)–N(2)	1,580	1,627	P(1)–N(49)	1,690	1,728
C(28)–C(35)	1,359	1,401	C(10)–C(11)	1,359	1,398
C(48)–C(54)	1,478	1,462	C(13)–C(16)	1,461	1,463
N(56)–C(54)	1,282	1,290	N(8)–C(16)	1,282	1,290
N(56)–N(60)	1,390	1,362	N(8)–N(9)	1,390	1,356
N(60)–C(64)	1,449	1,463	N(9)–C(17)	1,455	1,463
P(62)–N(60)	1,654	1,711	P(3)–N(9)	1,654	1,716
P(62)–S(67)	1,936	1,924	P(3)–S(6)	1,898	1,922
P(62)–Cl(68)	1,994	2,078	P(3)–Cl(4)	2,006	2,076
P(62)–Cl(69)	2,050	2,079	P(3)–Cl(5)	2,016	2,077
			N(49)–N(50)	1,242	1,234
			N(50)–N(51)	1,119	1,138
Валентные углы					
P(1)–C(3)–C(7)	127,1	125,0			
N(2)–P(1)–C(3)	113,2	105,3			
N(2)–P(1)–C(4)	106,6	114,5			
N(2)–P(1)–C(5)	114,0	117,1			
P(6)–N(2)–P(1)	127,4	130,4			
P(6)–O(14)–C(28)	122,5	122,1	P(1)–O(7)–C(10)	122,5	120,7
S(13)–P(6)–O(14)	113,9	115,3	S(2)–P(1)–O(7)	113,9	120,1
S(13)–P(6)–O(15)	112,7	113,4	S(2)–P(1)–O(26)	112,7	118,8
S(13)–P(6)–N(2)	120,6	122,8	S(2)–P(1)–N(49)	116,3	117,9
O(14)–P(6)–N(2)	102,8	101,5	O(7)–P(1)–N(49)	102,8	99,2
O(14)–P(6)–O(15)	97,9	95,7	O(7)–P(1)–O(26)	97,9	98,1
O(14)–C(28)–C(35)	117,9	118,9	O(7)–C(10)–C(11)	117,9	119,4
N(56)–C(54)–C(48)	119,7	121,0	N(8)–C(16)–C(13)	122,5	120,7
N(56)–N(60)–P(62)	115,8	114,4	N(8)–N(9)–P(3)	114,7	114,5
N(60)–N(56)–C(54)	116,8	119,8	N(8)–N(9)–C(16)	116,7	120,0
S(67)–P(62)–N(60)	109,3	115,8	S(6)–P(3)–N(9)	115,6	115,7
S(67)–P(62)–Cl(68)	117,6	115,8	S(6)–P(3)–Cl(4)	114,8	115,9
S(67)–P(62)–Cl(69)	115,9	115,7	S(6)–P(3)–Cl(5)	114,3	115,9
			P(1)–N(49)–N(50)	117,2	119,0
			N(49)–N(50)–N(51)	173,7	174,7
Двугранные углы					
N(2)–P(1)–C(3)–C(7)	130,6	131,1			
P(6)–N(2)–P(1)–C(3)	56,3	24,1			
P(6)–N(2)–P(1)–C(4)	174,7	89,0			
P(6)–N(2)–P(1)–C(5)	64,8	37,9			
P(6)–O(14)–C(28)–C(35)	65,2	99,9	P(1)–O(7)–C(10)–C(11)	82,3	90,4
P(6)–O(15)–C(29)–C(37)	82,4	62,6	P(1)–O(26)–C(27)–C(28)	118,4	97,2
S(13)–P(6)–N(2)–P(1)	1,0	32,5	S(2)–P(1)–N(49)–N(50)	8,7	7,9
S(13)–P(6)–O(14)–C(28)	38,9	48,3	S(2)–P(1)–O(7)–C(10)	48,8	51,8
S(13)–P(6)–O(15)–C(29)	48,9	51,0	S(2)–P(1)–O(26)–C(27)	38,8	47,0
N(56)–C(54)–C(48)–C(40)	161,6	179,6	N(8)–C(1)–O(26)–C(27)	38,8	47,0

Заряд на атоме азота N2 (-1,485) связки **S=P–N=P** в молекуле молекуле G_1 намного больше, чем заряд на атоме N49 (-0,662) в молекуле G_2. Другие атомы азота азидной функциональной группы имеют заряды N50 (0,264), и N51 (0,006) соответственно. Заряды на атомах в молекулах используются для описания процессов переноса зарядов в химических реакциях. Из наших данных мы видим, что распределение зарядов в связке **S=P–N=P** молекулы G_1 отличается от распределения зарядов в группе **S=P–N=N–N** молеклы G_2. Происходит значительный перенос заряда с атома P на атомы S и N.

Таким образом, изучена микроструктура фосфорсодержащих дендронов первого поколения с PCl концевыми группами, винильной и азидной функциональной группами.

Список библиографических ссылок

1. Caminade A.M., Laurent R., Ouali A., Majoral J.P. Poly (phosphorhydrazone) metallodendrimers. A review // Inorg. Chim. Acta, 2014, V. 409, № 1. – P. 68-88.
2. Caminade A.M., Turrin C.O., Majoral J.P. Biological properties of water-soluble phosphorhydrazone dendrimers // Brazilian J. Pharm. Sci. 2013, V. 49, № 1. – P. 33-44.
3. Caminade A.M., Laurent R., Zablocka M., Majoral J.P., Organophosphorus chemistry for the synthesis of dendrimers // Molecules, 2012, № 17. – P. 13605-13621.
4. Caminade A.M., Laurent R., Delavaux-Nicot B., Majoral J.P. «Janus» dendrimers: synthesis and properties // New J. Chem., 2012, V. 36, № 2. – P. 217-226.
5. Caminade A.M., Hameau A., Turrin C.O., Ianchuk M., Delavaux-Nicot B., Majoral J.P. Fluorescent phosphorus dendrimers and their role in supramolecular interactions // Phosphorus, Sulfur, and Silicon, 2011, V. 186. – P. 860-868.
6. Caminade A.M., Turrin C.O., Majoral J.P. Biological properties of phosphorus dendrimers // New J. Chem., 2010, V. 34, № 8. – P. 1512-1524.
7. Caminade A.M., Laurent R., Turrin C.O., Rebout C., Delavaux-Nicot B., Ouali A., Zablocka M., Majoral J.P. Phosphorus dendrimers as viewed by ^{31}P NMR spectroscopy // C.R. Chimie, 2010, V. 13. – P. 1006-1027.
8. Caminade A.M., Majoral J.P. Positively charged phosphorus dendrimers. An overview of their properties // New J. Chem., 2013, V. 37, № 11. – P. 3358-3373.

Furer V.L. – doctor of chemical sciences, professor
E-mail: furer@kgasu.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Structure of phosphoruscontaining dendron with azide functional group

Resume

The structure of the first generation phosphorus-containing dendrons G_1 built from thiophosphoryl core with terminal P–Cl groups, vinyl (G_1) and azide (G_2) functional group at the level of the core have been studied. The experimental X-ray data of G_1 and G_2 were used in molecular modeling studies. The structural optimization and normal mode analysis were performed for G_1 and G_2 on the basis of the density functional theory (DFT). DFT is used for analyzing the properties of each structural part (core, branches, surface). The calculated geometrical parameters and harmonic vibrational frequencies are predicted in a good agreement with the experimental data. It was found that the repeated branching units of G_1 and G_2 contain planar **–O–C_6H_4–CH=N–N(CH_3)–P<** fragments. DFT results for the structure of are in good agreement with recent X-ray diffraction measurements. Natural bond orbital (NBO) analysis has been applied to comparative study of charge delocalization. A complete vibrational assignment is proposed for different parts of G_1 and G_2. The global and local reactivity descriptors have been used to characterize the reactivity pattern of the core functional and terminal groups. Our study reveals why azide group linked to phosphorus has a different reactivity when compared to organic azides.

Keywords: phosphorus-containing dendron, azides, density functional theory.

Reference list

1. Caminade A.M., Laurent R., Ouali A., Majoral J.P. Poly(phosphorhydrazone) metallodendrimers. A review // Inorg. Chim. Acta, 2014, V. 409, № 1. – P. 68-88.
2. Caminade A.M., Turrin C.O., Majoral J.P. Biological properties of water-soluble phosphorhydrazone dendrimers // Brazilian J. Pharm. Sci. 2013, V. 49, № 1. – P. 33-44.
3. Caminade A.M., Laurent R., Zablocka M., Majoral J.P., Organophosphorus chemistry for the synthesis of dendrimers // Molecules, 2012, № 17. – P. 13605-13621.
4. Caminade A.M., Laurent R., Delavaux-Nicot B., Majoral J.P. «Janus» dendrimers: synthesis and properties // New J. Chem., 2012, V. 36, № 2. – P. 217-226.
5. Caminade A.M., Hameau A., Turrin C.O., Ianchuk M., Delavaux-Nicot B., Majoral J.P. Fluorescent phosphorus dendrimers and their role in supramolecular interactions // Phosphorus, Sulfur, and Silicon, 2011, V. 186. – P. 860-868.
6. Caminade A.M., Turrin C.O., Majoral J.P. Biological properties of phosphorus dendrimers // New J. Chem., 2010, V. 34, № 8. – P. 1512-1524.
7. Caminade A.M., Laurent R., Turrin C.O., Rebout C., Delavaux-Nicot B., Ouali A., Zablocka M., Majoral J.P. Phosphorus dendrimers as viewed by ^{31}P NMR spectroscopy // C.R. Chimie, 2010, V. 13. – P. 1006-1027.
8. Caminade A.M., Majoral J.P. Positively charged phosphorus dendrimers. An overview of their properties // New J. Chem., 2013, V. 37, № 11. – P. 3358-3373.

УДК 691.335: 666.952
Халиуллин М.И. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: khaliullin@kgasu.ru
Нуриев М.И. – аспирант
E-mail: omar151vb@ya.ru
Рахимов Р.З. – доктор технических наук, профессор
E-mail: rahimov@kgasu.ru
Гайфуллин А.Р. – кандидат технических наук, старший преподаватель
E-mail: gaifi@list.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Влияние добавки термоактивированной глины на свойства композиционного гипсового вяжущего[1]

Аннотация

Поиск недорогих и доступных местных эффективных пуццолановых добавок является актуальной проблемой, решение которой позволяет повысить экономическую и экологическую привлекательность производства и применения цементных и гипсовых вяжущих. Наличие термически обработанных глин в составе минеральных вяжущих, растворов и бетонов на их основе отмечается в выполненных исследованиях достаточно древних зданий и сооружений. В последние годы исследователями ряда стран выполняются работы, направленные на обоснование возможности применения в качестве активных минеральных добавок при производстве вяжущих недорогих и доступных местных термоактивированных глин. Выполненные в настоящей работе исследования показывают достаточно высокую эффективность применения термоактивированной глины в качестве активной минеральной добавки для получения композиционных гипсовых вяжущих.

Ключевые слова: композиционное гипсовое вяжущее, активные минеральные добавки, термоактивированная глина, водостойкость.

Введение

Одной из актуальных проблем развития производства водостойких композиционных гипсовых вяжущих является поиск доступных и относительно недорогих видов пуццолановых добавок [1-3]. Но такие добавки, как доменные шлаки, золы, метакаолин и другие, доступны не во всех регионах и имеют ограниченные объемы запасов. В рамках решения данной актуальной проблемы целесообразным является проведение исследований, направленных на обоснование возможности применения в качестве эффективных пуццолановых добавок недорогих и доступных местных термоактивированных глин.

Еще в средние века для изготовления штукатурных и кладочных растворов в Средней Азии и Закавказье широко использовалось вяжущее на основе глиногипса (ганча, гажи) – природной смеси гипса и 40-70 % глины [4]. В частности до наших дней на территории Средней Азии до наших дней сохранился целый ряд зданий и сооружений, сложенных с применением глиногипсового раствора. О значительной водостойкости древнего ганчевого раствора и долговечности сложенных на нем кирпичных и каменных сооружений при непрерывном воздействии воды свидетельствуют арочный мост XIV в. через реку Мургаб (Туркмения), служивший до его разборки в конце XIX в., и баня XVI в., эксплуатируемая в Бухаре (Республика Узбекистан) [5].

Как показали исследования, выполнявшиеся Всесоюзным научно-исследовательским институтом цемента в 30-е годы XX века [6], а также исследования, которые интенсивно выполняются в ряде стран в последнее десятилетие [7, 8], достаточно эффективно в качестве пуццолановой добавки при производстве портландцемента, различных смешанных вяжущих веществ могут использоваться термоактивированные глины.

[1] Работа выполнена при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере и Инвестиционно-венчурного фонда Республики Татарстан.

В настоящей работе выполнены исследования по определению эффективности применения добавки термоактивированной глины в составе композиционного гипсового вяжущего.

Методы и материалы

При выполнении работы использовались следующие материалы:

- строительный гипс Г-5БII по ГОСТ 125 производства завода «Волма-Волгоград»;
- портландцемент ПЦ 500-Д0-Н по ГОСТ 10178 производства ОАО «Мордовцемент»;
- глина Сарай-Чекурчинского месторождения, имеющая следующий химический состав (в % по массе): SiO_2 – 52,84; TiO_2 – 0,86; Al_2O_3 – 13,42; Fe_2O_3 – 6,18; MnO – 0,10; CaO – 1,33; MgO – 1,66; Na_2O – 1,20; K_2O – 1,82; P_2O_5 – 0,09; SO_3/S – <0,05; ппп – 4,62.

Минералогический состав глины (в % по массе): кварц – 28; слюда – 10; ортоклаз – 7; плагиоклаз – 8; смешанно-слоистый глинистый минерал – 40; хлорид 4.

Гранулометрический состав глины (в % по массе): глинистых фракций – 49,5; пылевидных – 37,1; песчаных – 13,4.

Глина подвергалась термической обработке путем обжига при температуре 400 ^{0}C в течение 4 часов, в соответствии с результатами ранее выполненных исследований по изучению активности добавок термоактивированных глин при их введении в портландцемент [8]. После обжига глина подвергалась помолу в планетарной мельнице до достижения удельной поверхности 200, 300, 500 и 800 м^2/кг.

Приготовление композиционного гипсового вяжущего осуществлялось смешением компонентов. В состав композиционного гипсового вяжущего при смешении компонентов вводилась порошкообразная добавка гиперпластификатора Melflux 2651 F производства BASF Constraction Polymers в количестве 0,8 % от массы вяжущего [9].

Испытания композиционного гипсового вяжущего выполнялись по ГОСТ 23789. Образцы выдерживались 28 суток в камере нормального твердения, после чего высушивались при температуре 55 ^{0}C до достижения постоянной массы. Коэффициент размягчения определялся по ТУ 21-0284757.

Результаты и обсуждение результатов

На первом этапе работы согласно известной методике, разработанной в МИСИ им. В.В. Куйбышева [10], на препаратах, представляющих собой водные суспензии смеси полуводного гипса, портландцемента и активной минеральной добавки, по концентрации оксида кальция определялось необходимое количество термоактивированной глины для получения гипсоцемнтнопуццолановой вяжущей композиции. Необходимое количество активной минеральной добавки должно обеспечивать концентрацию оксида кальция в растворе на 5 сутки не более 1,1 г/л, на 7 сутки – не более 8,5 г/л. Данные концентрации оксида кальция гарантируют отсутствие условий для образования высокоосновной формы гидросульфоалюмината кальция в длительные сроки твердения вяжущей композиции, вызывающего деформации и разрушение образующегося искусственного камня.

Результаты проведенных исследований, представленные на рис. 1 показывают, что с увеличением тонкости помола термоактивированной глины от удельной поверхности 200 до 800 м^2/кг необходимое количество минеральной добавки относительно количества портландцемента уменьшается от 100 до 30 %.

Сравнение полученных результатов с результатами исследований, выполненных в работе [11], представленное в табл., показывает, что гидравлическая активность термоактивированной глины при удельной поверхности 200-300 м^2/кг соответствует активности таких распространенных добавок, как трепел, диатомит, биокремнезем, а при увеличении тонкости помола до удельной поверхности 800 м^2/кг по активности приближается к такой высокоэффективной добавке как метакаолин.

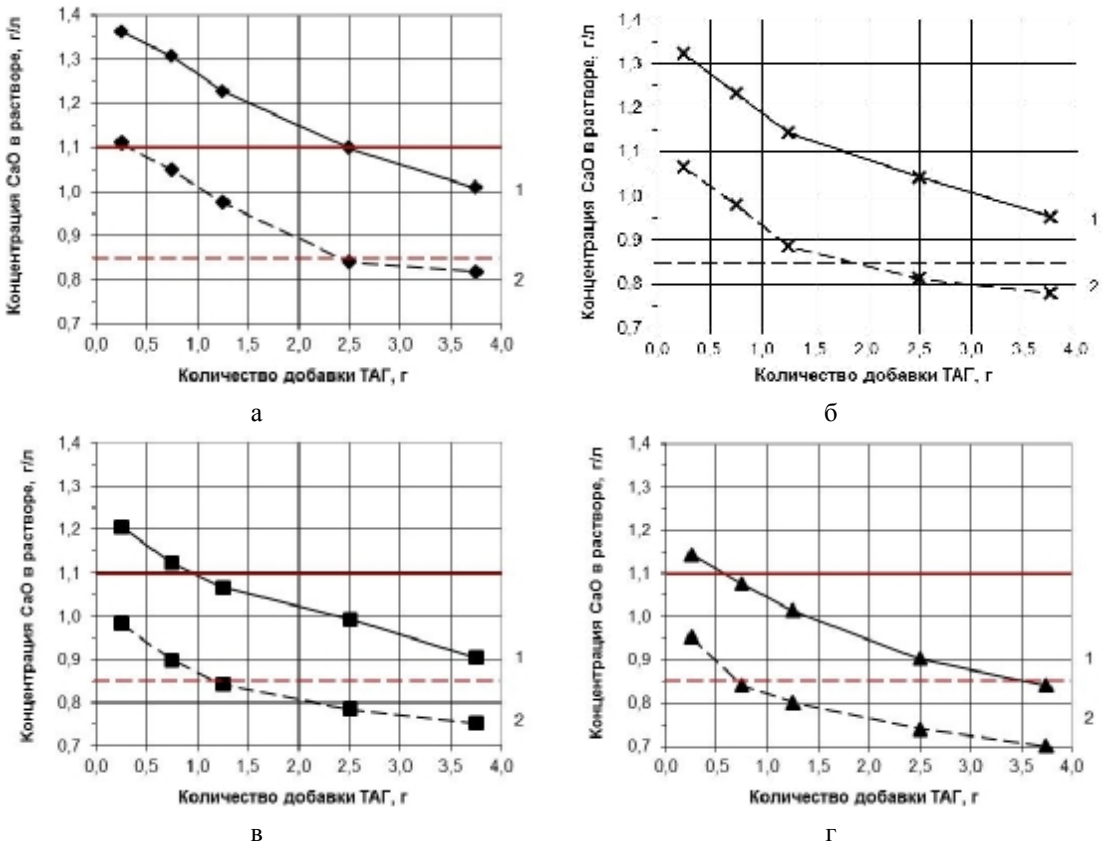


Рис. 1. Кинетика поглощения CaO активной минеральной добавкой.
Концентрация CaO в растворе для препаратов: 1 – 5 суточного возраста; 2 – 7 суточного возраста.
Удельная поверхность термоактивированной глины, м^2/кг: а – 200; б – 300; в – 500; г – 800

Таблица

Необходимое количество активных минеральных добавок в составе ГЦПВ

Наименование активной минеральной добавки	Удельная поверхность активной минеральной добавки, м^2/кг	Необходимое содержание активной минеральной добавки, % от массы портландцемента
Биокремнезем производства ГК «Diamax»*	20000	100
Диатомит дегидратированный «Diasil» производства ГК «Diamax» по ТУ 5716-013-25310144-2008*	11200	100
Трепел Джабужского месторождения (Калужская обл.)*	1194	100
Метакаолин, полученный обжигом каолина(T=700 ^{0}C; t=1 ч)*	1357	20
Термически активированная глина Сарай-Чекурчинского местрождения (T=400 ^{0}C; t=4 ч)	200	100
	300	100
	500	50
	800	30

*Примечание: по данным работы [11]

На следующем этапе работы проведены исследования влияния количества вводимой добавки термоактивированной глины, размолотой до удельной поверхности 200 и 500 м^2/кг на основные физико-механические свойства композиционного гипсового вяжущего при содержание портландцемента в его составе – 20 %.

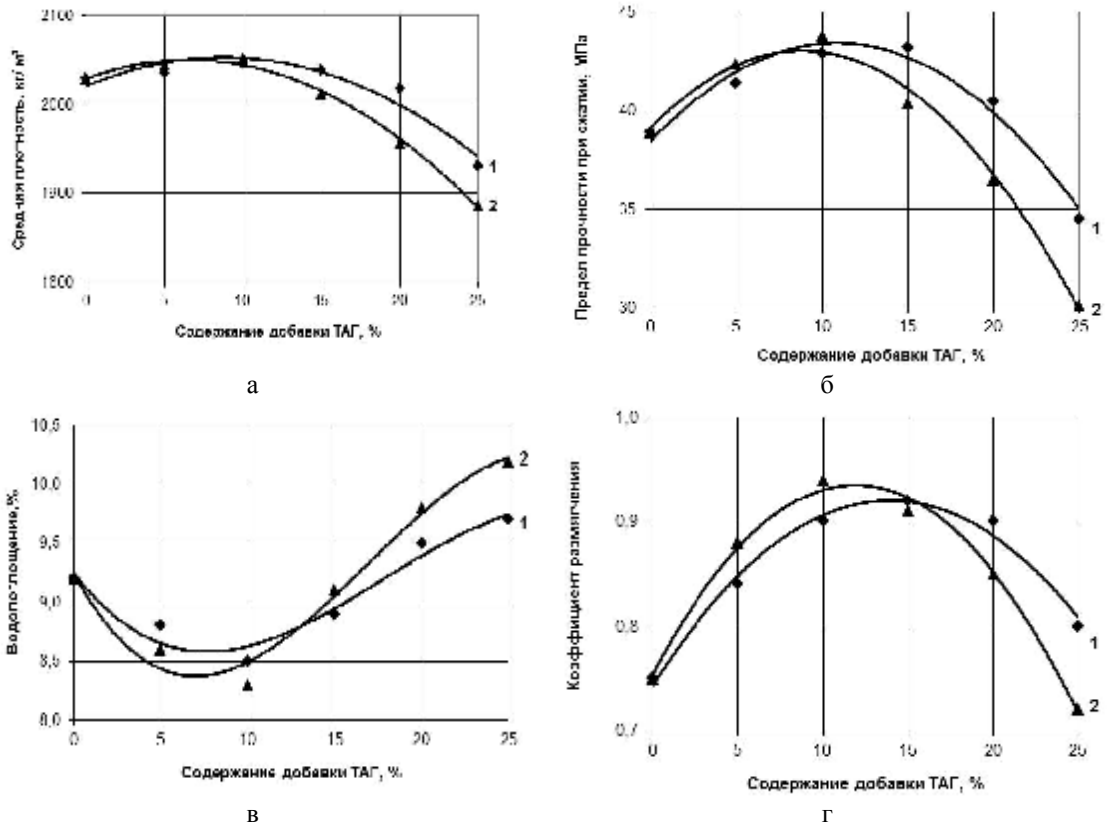


Рис. 2. Влияние количества добавки термоактивированной глины
на основные физико-механические свойства композиционного гипсового вяжущего:
а – среднюю плотность; б – прочность при сжатии;
в – водопоглощение по массе; г – водостойкость.
Удельная поверхность термоактивированной глины, м^2/кг: 1 – 200; 2 – 500

Согласно данным выполненных исследований при увеличении количества добавки термоактивированной глины с удельной поверхностью 200 и 500 м^2/кг до 25 % по массе происходит постепенное увеличение водопотребности вяжущего с 24 до 29-30 %, соответственно. Вместе с тем, при введении до 15% добавок средняя плотность искусственного камня незначительно повышается, а его водопоглощение снижается, что, является следствием взаимодействия активной минеральной добавки с продуктами, образующимися в процессе гидратации минералов портландцементного клинкера и гипса.

Введение в составе композиционного гипсового вяжущего термоактивированной глины при удельных поверхностях 200 и 500 м^2/кг в необходимых количествах, соответственно, 20 и 10 % по массе по сравнению с контрольными образцами приводит к увеличению прочности при сжатии на 5 и 13 %; повышению коэффициента размягчения с 0,75 до 0,9 и 0,94, то есть до показателей, соответствующих группе водостойких вяжущих [10].

Заключение

Таким образом, результаты проведенных исследований показывают достаточно высокую эффективность применения глины, термоактивированной по принятому режиму, в качестве активной минеральной добавки для получения композиционного гипсового вяжущего.

Установлено, что при увеличении удельной поверхности термоактивированной глины от 200 до 800 м^2/кг, её необходимое количество, как активной минеральной добавки в составе гипсоцемнтнопуццолановой вяжущей композиции снижается от 100 до 30% от массы портландцемента. По гидравлической активности при удельной поверхности 200-300 м^2/кг термоактивированная глина сравнима с добавками биокремнезема, диатомита и трепела, а при удельной поверхности 800 м^2/кг приближается к активности метакаолина.

Введение в составе композиционного гипсового вяжущего в качестве активной минеральной добавки термоактивированной глины при удельных поверхностях 200 и 500 м^2/кг в необходимых количествах, соответственно, 20 и 10 % по массе по сравнению с контрольными образцами вызывает увеличение прочности при сжатии на 5 и 13 %; повышение коэффициента размягчения до 0,9 и 0,94 (водостойкие вяжущие).

Список библиографических ссылок

1. Рахимов Р.З., Халиуллин М.И. Состояние и тенденции развития промышленности гипсовых строительных материалов // Строительные материалы, 2010, № 12. – С. 44-46.
2. Токарев Ю.В., Гинчицкий Е.О., Гинчицкая Ю.Н., Гордина А.Ф., Яковлев Г.И. Влияние комплекса добавок на свойства и структуру гипсового вяжущего // Строительные материалы, 2016, № 1-2. – С. 84-89.
3. Сагдатуллин Д.Г., Морозова Н.Н., Хозин В.Г., Власов В.В. Состояние и тенденции развития промышленности гипсовых строительных материалов // Строительные материалы, 2010, № 2. – С. 53-55.
4. Таймуров, Г.С. Мустфаев Н.М., Мамедов Х.Р. Исследования строительного раствора мавзолея Юсуфа ибн Куссейра (XII век г. Нахичевань-на-Аракес) // Азербайджанский химический журнал, 1977, № 4. – С. 127-131.
5. Значко-Яворский И.Л. Очерки истории вяжущих веществ от древнейших времен до середины XIX века. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 500 с.
6. Глинит-цемент / Сборник статей ВНИИЦ. Под ред. Аксенова В.И. Вып.11. – М.-Л.: Главная редакция строительной литературы, 1935. – 171 с.
7. Тирони А., Тресса М., Сиан А., Ирассар Э.Ф. Термическая активация каолинитовых глин // Цемент и его применение, 2012, № 12. – С. 145-148.
8. Рахимов Р.З., Рахимова Н.Р., Гайфуллин А.Р. Свойства цементного камня с добавками глинита // Строительные материалы, 2015, № 5. – С. 24-26.
9. Нуриев М.И., Халиуллин М.И., Рахимов Р.З., Гайфуллин А.Р., Князева Н.С. Гипсоцементнопуццолановые вяжущие с применением молотой термоактивированной глины и пластифицирующих добавок // Известия КГАСУ, 2015, № 2 (32). – С. 274-280.
10. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение). Справочник. Под общей ред. А.В. Ферронской. – М.: Издательство АСВ, 2004. – 488 с.
11. Изотов В.С., Мухаметрахимов Р.Х., Галаутдинов А.Р. Исследование влияния активных минеральных добавок на реологические и физико-механические свойства гипсоцементнопуццоланового вяжущего // Строительные материалы, 2015, № 5. – С. 20-23.

Khaliullin M.I. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: khaliullin@kgasu.ru
Nuriev M.I. – post-graduate student
E-mail: omar151vb@ya.ru
Rakhimov R.Z. – doctor of technical science, professor
E-mail: rahimov@kgasu.ru
Gaifullin A.R. – candidate of technical sciences, senior lecturer
E-mail: gaifi@list.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The influence of thermally activated clay additives on the properties of composite gypsum binder

Resume

Finding cheap and affordable local effective pozzolanic additives is an actual problem, the solution of which allows to increase the economic and environmental attractiveness of the

production and use of cement and gypsum binders. The presence of thermally treated clays in the composition of mineral binders, mortars and concretes on their basis is noted in the executed researches of ancient buildings and structures. In recent years researchers in several countries performed works aimed at the substantiation of the possibility of use of affordable and accessible to local thermally activated clays as active mineral additives in the production of knitting. The studies performed in the present work show a fairly high efficiency of application of the thermally activated clay as the active mineral additives for production of composite gypsum binders. Introduction to the composition of the composite gypsum binder as the active mineral additives thermally activated clays in the required quantities at specific surfaces 200 and 500 m^2/kg was respectively increased the compressive strength by 5 and 13 %; increase of softening coefficient up to 0,9 and 0,94 (water-resistant binders) compared with control samples.

Keywords: composite gypsum binder, active mineral additives, thermally activated clay, water resistance.

Reference list

1. Rakhimov R.Z., Khaliullin M.I. State and Tendencies of Development of the Gypsum Building Materials Industry // Stroitelnye materialy, 2010, № 12. – P. 44-46.
2. Tokarev Yu.V., Ginchitsky E.O., Ginchitskaya Yu.N., Gordina A.F., Yakovlev G.I. Influence of Additive Complex onto the Properties and Structure of Gypsum Binder // Stroitelnye materialy, 2016, № 1-2. – P. 24-26.
3. Sagdatullin D.G., Morozova N.N., Khozin V.G., Vlasov V.V. High-Strength Gypsum Cement Zeolite Binder // Stroitelnye materialy, 2010, № 2. – P. 53-55.
4. Znachko-Yavorskaya I. L., Essays on the history of binders from ancient times to the mid-nineteenth century. – M.: Izd-vo AN USSR, 1963. – 500 p.
5. Teimurov G.S. Mustafaev N.M. Mamedov Kh.R. Research mortar mausoleum of Yusuf Ibn Kussara (XII century Nakhichevan-on-Areces) // Azerbaidzhanskii himicheskii zhurnal, 1977, № 4. – P. 127-131.
6. Glinit-cement / Sbornik statey VNIITS. Edited by Aksenov V.I. Issue 11. – M.-L.: Glavn. red. str. lit, 1935. – 171 p.
7. Tironi A., Tressa M., Sian A., Irassar Je.F. Thermal activation of kaolinite clays // Cement i ego primenenie, 2012, № 12, – P. 145-148.
8. Rakhimov R.Z., Rakhimova N.R., Gaifullin A.R. Properties of Cement Stone with Glinite Additivesa // Stroitelnye materialy, 2015, № 5. – P. 24-26.
9. Khaliullin M.I., Nuriev M.I., Rakhimov R.Z., Gaifullin A.R., Knyazeva N.S. Gypums-cement-pozzolanic binders with use of the ground thermoactivated clay and the plasticizing additives // Izvestiya of KSUAE, 2015, № 2 (32). – P. 274-280.
10. Ferronskaja A.V. Gypsum materials and products (production and application). Reference book. – M.: Publishers ASV, 2004. – 488 p.
11. Izotov V.S., Muhametrahimov A.D., Galautdinov A.R. Study of Influence of Active Mineral Additives on Rheological and Physical-Mechanical Properties of a Gypsum-Cement-Pozzolanic Binder // Stroitelnye materialy, 2015, № 5. – P. 20-23.

УДК 625.7/8
Хафизов Э.Р. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: hafizov@kgasu.ru
Вдовин Е.А. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: vdovin@kgasu.ru
Ильина О.Н. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: ilina@kgasu.ru
Фомин А.Ю. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: fomin-al.78@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Исследования физико-механических свойств многощебенистых асфальтобетонов на основе полимерно-битумных вяжущих

Аннотация

Исследованы физико-механические свойства асфальтобетона типа А и щебеночно-мастичного асфальтобетона марки 20 на основе полимерно-битумных вяжущих. В результате проведенных исследований доказана эффективность модификации многощебенистых асфальтобетонов добавками полимеров.

Ключевые слова: автомобильная дорога, битум, полимеры, полимерно-битумное вяжущее, асфальтобетон, щебеночно-мастичный асфальтобетон.

В России и за рубежом при устройстве покрытий дорог высоких технических категорий все более широкое применение находят многощебенистые асфальтобетоны, в частности щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА). Экспериментальные данные, полученные при испытаниях различных гранулометрических составов асфальтобетонов показало, что явное преимущество остается за многощебенистыми асфальтобетонами, которым и следует отдавать предпочтение в практическом плане [1, 2, 3].

Применение многощебенистых смесей в широких масштабах позволит значительно повысить качество дорожных покрытий, их долговечность, увеличить межремонтные сроки и как следствие сократить затраты на ремонты и ускорить ликвидацию недоремонтов.

При введении полимерных добавок в битум, вяжущее приобретает эластичные свойства, т.е. способность к восстановлению первоначальных размеров и формы, расширение температурного интервала работоспособности. Если эти цели достигнуты, то асфальтобетоны на основе полимерно-битумных вяжущих (ПБВ) обладают повышенной прочностью, водо- и морозостойкостью, сдвигоустоучивостью, трещиностойкостью, усталостной прочностью, устойчивостью к образованию колеи в летний период и поперечных температурных трещин в зимний, что определяет эффективность полимерасфальтобетонных покрытий автомобильных дорог [4, 5, 6].

В лаборатории Испытаний дорожно-строительных материалов ИДНПЦ ИТС КГАСУ были произведены исследования свойств асфальтобетона и щебеночно-мастичного асфальтобетона с использованием полимерно-битумных вяжущих.

Физико-механические свойства полимерасфальтобетона и щебеночно-мастичного полимерасфальтобетона (ЩМПА) сравнивались с требованиями ГОСТ 31015-2002 «Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия» и ГОСТ 9128-2013 «Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия» [7, 8].

Исследования проводились на образцах асфальтобетонных смесей (размером h=7,14±1,5 см, d=7,14 см), относящихся к типам А марки I и ЩМА марки 20, которые изготавливались и испытывались по стандартной методике. Также проводились исследования свойств с использованием нестандартных методов по определению усталостной прочности асфальтобетонов. Эффективность асфальтобетонов с

применением полимерно-битумного вяжущего оценивалась путем анализа показателей их физико-механических свойств и сравнения с асфальтобетонами на традиционном битуме (табл. 1, 2). В частности, предусматривалось определение таких показателей, как коэффициент внутреннего трения и усталостная прочность, позволяющих установить взаимосвязь между деформативными и прочностными характеристиками асфальтобетонов при различных режимах нагружения и оценить на единой основе закономерности вариации свойств покрытий в процессе эксплуатации.

Таблица 1

Физико-механические показатели щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА-20) на битуме БНД 60/90 и ПБВ с использованием различных добавок

№ п/п	Состав	Объем. вес, г/см^3	Водонасыщение, %	Усталостная прочность, цикл.	Предел прочности при сжатии, МПА				Сдвигоустойчивость		Трещиностойкость, МПа
					R_0	R_{20}	$R_{20}^{в}$	R_{50}	по коэффициенту внутреннего трения, МПА	по сцеплению при сдвиге при 50 ^{o}C, МПа	
1	Щебеночно-мастичная а/б смесь – 6,0 % БНД 60/90	2,50	2,69	4	10,2	3,34	3,32	0,72	0,95	0,14	4,7
2	Щебеночно-мастичная а/б смесь – 6,0 % ПБВ ДСТ	2,51	1,83	9	7,7	3,90	3,90	1,11	0,96	0,21	3,1
3	Щебеночно-мастичная а/б смесь – 6,0 % ПБВ LG	2,52	1,66	9	8,2	4,10	4,10	1,35	0,94	0,26	3,8
4	Щебеночно-мастичная а/б смесь – 6,0 % ПБВ ТЭП	2,52	1,84	6	8,1	4,56	4,55	0,96	0,96	0,18	3,6
5	Щебеночно-мастичная а/б смесь – 6,0 % ПБВ Кратон	2,51	1,53	9	8,3	4,65	4,59	0,81	0,98	0,19	3,5
6	требования ГОСТ 31015-2002	-	1,0-4,0	-	-	>2,2	-	>0,65	> 0,93 (0,92)	> 0,18	2,5-6,0

В качестве полимерно-битумных вяжущих применялись составы, содержащие оптимальное количество полимерных добавок: ДСТ, LG Chem, KRATON и ТЭП. Содержание полимерно-битумного вяжущего в составе асфальтобетонной смеси составляло для типа А – 5 масс. %, для щебеночно-мастичного асфальтобетона – 6 масс. %. Определение оптимального состава асфальтобетона на основе ПБВ осуществлялось в соответствии с общими принципами выбора асфальтобетона для устройства верхних слоев покрытий автомобильных дорог и основными принципами подбора оптимального состава асфальтобетонных смесей.

Окончательно оптимальное содержание компонентов в составе асфальтобетонной смеси на основе ПБВ назначается на основании результатов лабораторных испытаний вариантов составов с целью учета особенностей свойств реально используемых в производственных условиях материалов.

Влияние вводимых полимерных добавок на низкотемпературные свойства асфальтобетонов однозначно положительное. Сравнительный анализ физико-механических свойств полимерасфальтобетона типа А показал, что введение добавок ДСТ, KRATON, LG и ТЭП улучшает его деформативную способность при отрицательных температурах, что подтверждается снижением показателя предела

прочности при сжатии при 0 ^{O}C (R_0) в среднем на 10 %. Следует отметить, что аналогичный показатель для асфальтобетона на исходном битуме не соответствует требованиям ГОСТ, составляет 9,8 МПа, что на 8 % ниже нормативного значения. Для щебеночно-мастичного полимерасфальтобетона марки 20 данный показатель также снижается на 10 %.

Таблица 2

Физико-механические показатели асфальтобетона типа А марки I на битуме БНД 60/90 и ПБВ с использованием различных добавок

№ п/п	Состав	Объем. вес, г/см^3	Водонасыщение, %	Усталостная прочность, цикл.	Предел прочности при сжатии, МПА				Сдвигоустойчивость		Трещиностойкость, МПа
					R_0	R_{20}	R_{20}^{B}	R_{50}	по коэффициенту внутреннего трения, МПА	по сцеплению при сдвиге при 50 ^{O}C, МПа	
1	М/з плотная а/б смесь – 5,0 % БНД 60/90	2,52	0,79	4	9,8	2,98	2,98	0,91	0,91	0,18	4,8
2	М/з плотная а/б смесь – 5,0 % ПБВ ДСТ	2,54	0,73	10	8,8	4,43	4,39	1,37	0,94	0,20	5,3
3	М/з плотная а/б смесь – 5,0 % ПБВ LG	2,53	0,75	10	8,4	4,36	4,33	1,51	0,94	0,30	5,3
4	М/з плотная а/б смесь – 5,0 % ПБВ ТЭП	2,54	0,73	6	8,2	3,69	3,71	1,41	0,95	0,22	3,7
5	М/з плотная а/б смесь – 5,0 % ПБВ KRATON	2,54	0,76	10	8,2	4,07	4,05	1,60	0,93	0,29	4,5
6	Требования ГОСТ 9128-2013	-	1,5-3,5	>10	<9,0	>2,0	-	>0,9	>0,81	>0,20	2,8-6,0

Наряду с исследованиями основных физико-механических характеристик были дополнительно проведены экспериментальные исследования усталостной прочности полимерасфальтобетонов. Эти исследования проводились методом циклического нагружения образцов при температуре 50 ^{O}C и скорости нагружения образца 5 мм/мин. Из результатов испытаний образцов полимерасфальтобетонов на усталостную прочность видно, что применение модифицированного битума повышает данный показатель для типа А и ЩМПА марки 20 более чем в 2 раза по сравнению с асфальтобетоном на исходном битуме. Это обусловлено, по-видимому, эффектом армирования полимерами пленки битума физической сеткой и ее специфическим структурирующим влиянием при повышенных температурах, характерных для летнего периода эксплуатации покрытий. Так, количество циклов нагружения полимерасфальтобетона типа А, содержащего 5 масс. % ПБВ на основе ДСТ, KRATON и LG возрастает с 4 до 10, а для ЩМПА марки 20 с 4 до 9 циклов нагружения, что косвенно отражает увеличение долговечности асфальтобетонов при равнозначной величине внешнего воздействия.

Прочность при расколе при 0 ^{O}C для полимерасфальтобетона типа А и ЩМПА находится в пределах требований ГОСТ. Так для типа А данный показатель лежит в пределах 3,7-5,3 МПа, для ЩМПА марки 20 соответствует 3,1-3,8 МПА в зависимости от типа применяемого полимера.

К основным показателям сдвигоустойчивости полимерасфальтобетонов, влияющим на глубину колеи, относятся коэффициент внутреннего трения и показатель сцепления асфальтобетона при сдвиге.

Установлено, что при введении добавок полимеров в полимерасфальтобетон типа А и ЩМПА повышается сдвигоустойчивость по показателю сцепления при сдвиге при 50 ^{O}С. При содержании ПБВ в смеси 5 масс. %, для полимерасфальтобетона типа А показатель сдвигоустойчивости повышается в 1,7 раза в сравнении с асфальтобетоном на чистом битуме при использовании добавок полимеров LG и ДСТ, для ЩМПА в 1,5-1,9 раза, кроме состава с полимером Кратон, то есть полимерасфальтобетоны обладают большей сопротивляемостью разрушающей нагрузке, выдерживают большие напряжения сдвигу и обладают большей сдвигоустойчивостью.

Значение показателя сдвигоустойчивости полимерасфальтобетона типа А по коэффициенту внутреннего трения возрастает с 0,91 до 0,94-0,95, а для ЩМПА с 0,95 до 0,96-0,98 в зависимости от вида применяемого полимера.

В результате проведенных исследований полимерасфальтобетона типа А и ЩМПА доказана эффективность их модификации добавками полимеров. При этом наибольший эффект в составе полимерасфальтобетона типа А проявляет добавка LG Chem, а в составе ЩМПА добавки LG Chem и ДСТ.

Таким образом, анализируя свойства полимерасфальтобетона типа А и ЩМПА марки 20, модифицированных полимерными добавками LG Chem, ДСТ, KRATON и ТЭП установлено, что введение полимеров равнозначно влияет на положительное изменение их физико-механических свойств. Проведенные исследования показателей физико-механических свойств асфальтобетона типа А и щебеночно-мастичного асфальтобетона марки 20 с использованием ПБВ показали, что все значения превосходят аналогичные показатели свойств асфальтобетонов на исходном битуме. Показатели физико-механических свойств образцов асфальтобетона типа А и щебеночно-мастичного асфальтобетона марки 20, приготовленных с применением ПБВ, превосходят нормативные показатели ГОСТ 9128-2013 и ГОСТ 31015-2002. Улучшение физико-механических свойств асфальтобетонных и щебеночно-мастичных смесей при применении ПБВ, даст возможность получить более трещиностойкое и стойкое к образованию пластических деформаций дорожное покрытие, что в конечном счёте продлит срок его службы.

На основе проведенных исследований и полученных результатов разработан стандарт организации СТО 5718-002-572536637-2015 «Асфальтобетоны дорожные на основе полимерно-битумных вяжущих».

Список библиографических ссылок

1. Отчет о научно-технической работе по договору № 69 от 23.06.2014 г. Вдовин Е.А., Ильина О.Н. и др. Разработка Стандарта организации «Асфальтобетоны дорожные на основе полимерно-битумных вяжущих».
2. Хафизов Э.Р. Применение битумно-полимерных вяжущих для повышения сроков службы дорожных покрытий. Материалы IV Международной научно-практической конференции «Автомобиль и техносфера. – Казань: КГТУ им. А.Н. Туполева, 2005. – С. 265.
3. Хафизов Э.Р., Минкин Б.М. Битум-полимерные вяжущие для дорожного строительства с применением нефтехимического комплекса Республики Татарстан. – Белгород: БГТУ, 2013. – С. 406-409.
4. Хафизов Э.Р., Камалтдинов Л.Р. К вопросу о применении полимерно-битумных вяжущих в Республике Татарстан. – Новосибирск: СибАК, 2014, № 8-9. – С. 16-23.
5. Хафизов Э.Р., Фомин А.Ю. Применение модифицированных битумов для дорожного строительства Республики Татарстан // Известия КГАСУ, 2014, № 4 (30). – С. 303-307.
6. Хафизов Э.Р., Фомин А.Ю. Применение полимерасфальтобетонных покрытий на автомобильных дорогах Республики Татарстан // Известия КГАСУ, 2015, № 4 (34). – С. 312-316.
7. ГОСТ 31015-2002. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия. – М.: Госстрой России, 2003. – 24 с.
8. ГОСТ 9128-2013. Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дороги и аэродромов. – М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2014. – 51 с.

Khafizov E.R. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: hafizov@kgasu.ru
Vdovin E.A. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: vdovin@kgasu.ru
Ilina O.N. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: ilina@kgasu.ru
Fomin A.Y. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: fomin-al.78@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Researches of physical and mechanical properties macadam asphalt concrete on the basis of the polymer-bitumen binders

Resume

In Russia and abroad at the device of coverages of roads of high technical categories a more wide use is found by macadam bituminous concretes. Advantages of these materials are conditioned by their specific transport-operating indexes, such as, safety and comfort of movement, to the resistibility to the external loading and longevity. Application of macadam mixtures in wide scales will allow considerably to improve quality and their longevity travelling coverages. At introduction of polymeric additions to the bitumen, the binder acquires elastic properties i.e. capacity for renewal of primary sizes and form after the removal of loading, the temperature interval of capacity broadens. As a result of undertaken studies of polymer asphaltic concrete type A and macadam-mastic bituminous concrete is shown efficiency of their modification by additions of polymers. Undertaken studies of indexes of properties of bituminous concretes of type A and macadam-mastic bituminous concretes of brand 20 with the use of polymer-bitumen binders showed that all values excelled the analogical indexes of properties of bituminous concretes on an initial bitumen.

Keywords: highway, bitumen, polymers, polymer-bitumen binders, bituminous concrete, macadam-mastic bituminous concrete.

Reference list

1. Report on the scientific and technical work under the contract number 69 dated 23.06.2014. Vdovin E.A., Ilina O.N. and others. Development of standards organizations «Asphalt concrete based polymer-bitumen binders».
2. Khafizov E.R. The use of bitumen-polymer binders to increase the service life of road surfaces. Proceedings of the IV International scientific and practical conference «The car and technosphere». – Kazan: KSTU A.N. Tupolev, 2005. – P. 265.
3. Khafizov E.R., Minkin B.M. Bitumen-polymer binders for road construction with the use of a petrochemical complex in the Republic of Tatarstan. – Belgorod, BSTU, 2013. – P. 406-409.
4. Khafizov E.R., Kamaltdinov L.R. To the question about application polymeric-bituminous astringent in Republic of Tatarstan. – Novosibirsk: Sibak, 2014, № 8-9. – P. 16-23.
5. Khafizov E.R., Fomin A.Y. Application of the modified bitumens for travelling building of Republic of Tatarstan // Izvestiya KGASU, 2014, № 4 (30). – P. 303-307.
6. Khafizov E.R., Fomin A.Y. Application the and polimer asphaltic concrete of coverings on highways of the Republic of Tatarstan // Izvestiya KGASU, 2015, № 4 (34). – P. 312-316.
7. GOST 31015-2002. Mixtures of asphalt and asphalt stone mastic. Technical conditions. – M.: Gosstroy of Russia, 2003. – 24 p.
8. GOST 9128-2013. Asphaltic concrete and polimer asphaltic concrete mixtures, asphaltic concrete and polimer asphaltic concrete for roads and aerodromes. Specifications. – M.: FSUE «STANDARTINFORM», 2014. – 51 p.

УДК 666.972.16
Хузин А.Ф. – кандидат технических наук, ассистент
E-mail: airat-khuzin2010@yandex.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Кинетика тепловыделения при гидратации цемента, модифицированного комплексной наномодифицированной добавкой

Аннотация

Целью работы являлось исследование влияния многослойных углеродных нанотрубок в составе комплексной добавки на кинетику тепловыделения при гидратации цементного камня в ранние сроки набора прочности. Экспериментально показано влияние введения комплексной добавки, содержащей многослойные углеродные нанотрубки различных производителей на изменение кинетики тепловыделения при гидратации цемента. Установлено, что введение комплексной наномодифицированной добавки к ускорению протекания гидратационных процессов и повышению температуры тепловыделения на 11,5-14 ^{o}C.

Ключевые слова: углеродные нанотрубки, комплексные добавки, цементный камень, гидратация, тепловыделение.

Введение

Рост темпов строительного производства неуклонно требует совершенствования составов и технологии приготовления строительных материалов. Одним из самых востребованных строительных материалов является бетон, потребление которого растет из года в год. В то же время ускорение темпов строительного производства с одновременным сокращением стоимости используемых материалов является актуальной задачей.

За последнее десятилетие проведено большое количество исследований направленные на исследование влияния наноразмерных частиц (в том числе и углеродных нанотрубок) на физико-механические характеристики и структурообразование цементных композитов [1-4].

При гидратации цемента происходит тепловыделение, что устанавливается изменением температуры цементного теста, которое немедленно после его затворения помещено в термос. В тонкостенных бетонных конструкциях, таких как плиты покрытия, стеновые панели и т.д., это тепло относительно быстро рассеивается и заметно не влияет на структурообразование цементного камня.

Проблема тепловыделения привлекает внимание исследователей в связи с тем, что в массивных бетонных гидротехнических и других видах сооружений заметно повышается температура до значения примерно на 50 ^{o}C превышающего температуру бетона при его укладке. Рост температуры вызывает соответствующие напряжения, которые являются следствием неравномерного нагрева и охлаждения бетона; при малой его теплопроводности внутренние слои массива охлаждаются медленнее участков, находящихся на поверхности. Большие термические напряжения могут стать следствие появления трещин [5].

В работе [6] представлено и обосновано соответствие между величиной тепловыделения цементного теста в процессе твердения и кинетикой набора прочности. Связь основана на зависимости прочности цементного камня от его пористости и пористости от степени гидратации. Интегральным показателем степень гидратации является тепловыделение.

Различными отечественными и зарубежными учеными установлено [7-9], что введение наноразмерных частиц, в частности, углеродных нанотрубок способствует ускорению набора прочности цементных композитов. Чаще ускорение твердения прослеживается в ранние сроки твердения (во временном диапазоне от 10 часов до 3 суток). Связано это с тем, что введение наноразмерных частиц инертных к компонентам

материала, способствует росту концентрации ионов кальция в начальный период гидратации цементного камня и снижению концентрации гидроксил ионов. При этом введение многослойных углеродных нанотрубок в меньшей мере влияет на содержание гидросиликата кальция, образующегося в процессе гидратации, а доля кристаллических гидросиликатов кальция снижается. В этой связи можно сделать вывод, что углеродные наночастицы в гидратирующем цементном композите выступают в качестве центров кристаллизации продуктов гидратации, приводя к изменению структуры цементной матрицы, включая так же поровую структуру.

Материалы и методы исследования

При проведении экспериментальных исследований применялись следующие материалы:

Вяжущее – бездобавочный портландцемент Вольского завода марки М500.

Комплексная добавка состояла из следующих компонентов:

Пластифицирующая добавка – суперпластификатор СП-1. Данная добавка является смесью натриевых солей полиметиленнафталинсульфокислот, которые имеют молекулярную массу различной массы. Так же данная добавка являлась одним из средств равномерного распределения многослойных углеродных нанотрубок, дозировка которых составляет порядка 0,001 масс. % от расхода цемента.

Наноразмерные частицы – многослойные углеродные нанотрубки «Graphistrength», которые производятся на установке предприятия «Arkema»; продукт отечественного производства «Таунит» (ООО «Нанотехцентр, г. Тамбов).

Диспергация компонентов добавки осуществлялась с помощью ультразвукового воздействия в среде изопропилового спирта. Характеристики растворителя соответствуют ГОСТ 9805-84 »Изопропиловый спирт. Технические условия».

Введение многослойных углеродных нанотрубок в цементную смесь осуществлялась по технологии предварительного приготовления комплексной добавки путем ультразвуковой диспергации в нейтральной по отношению к составляющим добавки среде носителе.

Исследование кинетики тепловыделения осуществлялось регистратором температуры Термохрон DS1921-F5. Термохрон DS1921-F5 позволяет регистрировать значения измеренной температуры через заданные равные промежутки времени. Имеется возможность сохранять информацию в собственной энергонезависимой памяти для последующей обработки информации на персональном компьютере. Прибор позволяет выводить зарегистрированные в процессе проведения эксперимента данные на персональный компьютер как в табличном, так и графическом (в виде гистограммы) виде.

С целью минимизации влияния окружающей среды на регистрируемые данные изменения температуры образцы с датчиком укладываются защитный капсул. Все это вместе устанавливается в термос.

Результаты исследования

Проведены экспериментальные исследования кинетики тепловыделения при гидратации бездобавочного в присутствии комплексных наномодифицированных добавок. Кинетика гидратации цементного теста с многослойными углеродными нанотрубками «Graphistrength» и «Таунит» определялась вышеуказанным способом. Подготовленные для испытания составы цементных смесей представлены в табл. Графики результатов исследования кинетики тепловыделения представлены на рис.

Анализ графиков, представленных на рисунке, показывает, что максимальная температура гидратации контрольного состава цементного камня достигает 60 ^{o}C примерно к десяти часам твердения. Введение 1 % добавки суперпластификатора СП-1 приводит к повышению максимальной температуры гидратации до 66-67 ^{o}C. Данный максимум состав достигает через 12-13 часов после момента затворения смеси водой. При этом зафиксировано, что кинетика тепловыделения начинает снижаться в возрасте 5-8 часов, что, скорее всего, связано с замедлением процессов схватывания цементного камня в присутствии суперпластификатора.

Таблица

Исследованные составы цементного камня

№	Водоцементное отношение	Суперпластификатор СП-1, масс. % от расхода цемента	Углеродные нанотрубки Таунит, масс. % от расхода цемента	Углеродные нанотрубки Graphistrength, масс. % от расхода цемента
1	0,27	-	-	-
2	0,223	1	-	-
3	0,21	1	-	0,0005
4	0,215	1	0,0005	-

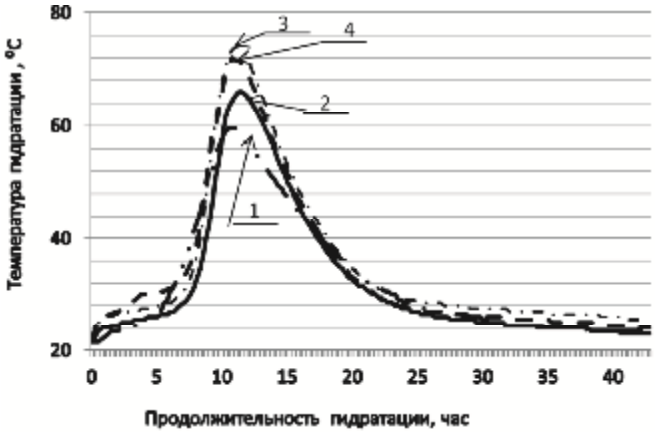


Рис. График изменения температуры цементного камня при гидратации портландцемента:
1 – для состава № 1; 2 – для состава № 2; 3 – для состава № 3; 4 – для состава № 4

Введение добавки приводит к повышению значения температуры тепловыделения при гидратации цементного камня до 71-73 и 74-76 °С соответственно. При этом наиболее интенсивное выделение тепла происходит в период времени 8-11 часов. В данном промежутке времени температура гидратации повышается примерно с 30 до 75 °С. Для сравнения температура гидратации немодифицированного (контрольного) состава цементного камня в период времени 5-11 часов повышается с 25 до 62 °С.

Таким образом, результаты экспериментальных исследований кинетики тепловыделения цементных систем позволяет утверждать, что введение комплексной добавки приводит к ускорению протекания гидратационных процессов и повышению температурного максимума тепловыделения на 10-14 °С.

Полученные результаты являются косвенным свидетельством того, что модификация цементных композитов комплексными наномодифицированными добавками приводит к ускорению набора прочности преимущественно в ранние сроки твердения за счет ускорения процессов структурообразования. Данное заключение подтверждаются ранее выполненными исследованиями [10]. В частности установлено, что введение микродоз многослойных углеродных нанотрубок приводит к сокращению количества макро- и мезопор за счет их перехода в более мелкие поровые пространства, что в целом свидетельствует об уплотнении структуры цементного камня. Проведением рентгенофазового анализа изготовленных образцов цементного камня установлено, что сокращение доли крупных пор связано с тем, что модификация углеродными нанотрубками приводит к росту количества и размером кристаллических новообразований, таких как гидросиликаты кальция, тоберморит и эттрингит.

Заключение

Ускорение кинетики тепловыделения цементного камня в присутствии комплексной добавки содержащей многослойные углеродные нанотрубки свидетельствует об интенсификации гидратационных процессов и как следствие к ускоренному набору прочности цементных систем. Данное обстоятельство является как

положительным, так и отрицательным, так как увеличение количества высвобождаемого тепла приводит к увеличению внутренних напряжений в цементном камне, что в свою очередь может привести к образованию больших (по сравнению с немодифированным цементным камнем) усадочных трещина в структуре цементного камня.

Список библиографических ссылок

1. Хузин А.Ф., Габидуллин М.Г., Рахимов Р.З., Ткачев А.Г., Михалева З.А., Толчков Ю.Н. Ультразвуковая обработка – эффективный метод диспергирования углеродных нанотрубок в объеме строительного композита // Строительные материалы, 2013, № 3. – С. 57-59.
2. Пухаренко Ю.В., Аубакирова И.У., Никитин В.А., Староверов В.Д. Структура и свойства наномодифицированных цементных систем // Международный конгресс «Наука и инновации в строительстве «SIB-2008». Современные проблемы строительного материаловедения и технологии. – Воронеж, 2008, Т.1, кн. 2. – С. 424-429.
3. Королев Е.В. Основные принципы практическойнанотехнологии в строительном материаловедении // Научный Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве», № 1, 2009. – С. 66-79.
4. Ибрагимов Р.А., Пименов С.И., Изотов В.С. Влияние механохимической активации вяжущего на свойства мелкозернистого бетона // Инженерно-строительный журнал, 2015, № 2 (54). – С. 63-69.
5. Баженов Ю.М. Технология бетона // уч. пособие для вузов. – М.: высш. шк., 1987. – 415 с.
6. Несветаев Г.В., Та Ван ФАН. Тепловыделение при гидратации и предел прочности цементного камня // Интернет-журнал «Науковедение», 2003, № 3.
7. Luo J.L. The influence of surfactants on the processing of multi-walled carbon nanotubes in reinforced cement matrix composites // Physica Status Solidi. Applications and Material Science, 2009, № 206. – P. 2783-2790.
8. Габидуллин М.Г., Хузин А.Ф., Рахимов Р.З., Габидуллина А.Н., Стоянов О.В. Микро и наноструктура цементного камня // Вестник КТУ, 2014, Т. 17, № 1. – С. 70-74.
9. Рахимов Р.З., Габидуллин М.Г., Стоянов О.В., Хузин А.Ф., Габидуллина А.Н. Влияние многослойных углеродных нанотрубок в составе комплексной добавки на макро- и мезоструктуру цементного камня // Вестник КТУ, 2014, Т. 17, № 2. – С. 65-68.
10. Хузин А.Ф. Цементные композиты с добавками многослойных углеродных нанотрубок // диссертация на соискание ученой степени к.т.н. – Казань: КГАСУ, 2014. – 182 с.

Khusin A.F. – candidate of technical sciences, assistant
E-mail: airat-khuzin2010@yandex.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Kinetics of heat release during hydration of cement, a modified integrated nanomodified additives

Resume

When the cement hydration heat occurs, which is set by changing the temperature of the cement paste, which is immediately after mixing is placed in a thermos. In thin-walled concrete structures such as floor slabs, wall panels, etc., this heat dissipates relatively quickly and does not appreciably affect the structure formation of cement stone.

The problem of heat dissipation has attracted the attention of researchers due to the fact that in massive concrete hydraulic and other types of structures significantly increases the temperature up to values exceeding approximately 323K temperature of concrete when it is laid. The increase in temperature causes corresponding voltages, which are the result of uneven heating and

cooling of concrete; when a small thermal conductivity of the inner layers of the array sections is cooled more slowly on the surface. Large thermal stresses can be the result of cracking.

Experimental research of kinetics of heat release during the hydration of Portland cement without additives cement of Volsk plant in presence of nanomodified additives comprehensive by method of thermos calorimetry.

The introduction of additives, modified multiwall carbon nanotubes «Taunit» and «Graphistrength» leads to higher temperatures of heat release during hydration of cement to 71,5 and 74 ^{o}C respectively. The most intensive heat release occurs in the time period of 8-11 hours. In this period the hydration temperature increased from about 30 to 75 ^{o}C. For comparison, the unmodified temperature of hydration of cement during the period of 5-11 hours increased from 25 to 62 ^{o}C.

Keywords: carbon nanotubes, cement stone, hydration, heat, complex additive.

Reference list

1. Khuzin A.F., Gabidoullin M.G., Rakhimov R.Z., Tkachev A.G., Mikhaleva Z.A., Tremors Yu. Ultrasonic processing is an effective method of dispersing carbon nanotubes in the construction of the composite // Building materials, 2013, № 3. – P. 57-59.
2. Pukharenko Yu.V., Aubakirova I.U., Nikitin V.A., Staroverov V.D. Structure and properties of nanomodified cement systems // international Congress «Science and innovations in construction «SIB-2008». Modern problems of building material science and technology. – Voronezh, 2008, Vol. 1, kN. 2. – P. 424-429.
3. Korolev E.V. Basic principles of practicemanager in building materials science // Scientific Internet-journal «Nanotechnologies in construction», № 1, 2009. – P. 66-79.
4. Ibragimov R.A., Pimenov S.I., Izotov V.S. Influence of mechanical activation of binder on the fine-grained concrete properties // magazine of civil Engineering, 2015, № 2 (54). – P. 63-69.
5. Bazhenov Y.M. Technology of concrete // textbook for high schools. – M.: the high. Sch., 1987. – 415 p.
6. Nesvetaev G.V., TA van FAN. Heat dissipation with the hydration and strength of cement stone // Internet-journal «science of Science», 2003, № 3.
7. Luo J.L. The influence of surfactants on the processing of multi-walled carbon nanotubes in reinforced cement matrix composites // Physica Status Solidi. Applications and Material Science, 2009, № 206. – P. 2783-2790.
8. Gabidoullin M.G., Husen F.A., Rakhimov R.Z., Gabidullina A.N., Stoyanov O.V. Micro and nanostructure of cement stone // Visnyk of KTU, 2014, T. 17, № 1. – P. 70-74.
9. Rakhimov R.Z., Gabidoullin M.G., Stoyanov O.V., Husin A.F., Gabidullina A.N. The influence of multi-walled carbon nanotubes in the composition complex additives on micro and macro mesostructure cement stone // Vestnik KTU, 2014, T. 17, № 2. – P. 65-68.
10. Khuzin A.F. Cement composites with additions of multilayer carbon nanotubes // the dissertation on competition of a scientific degree of Ph. D. – Kazan: KGASU, 2014. – 182 p.

УДК537.635;544
Яхин Р.Г. – доктор технических наук, профессор
E-mail: rojyakhin@yandexd.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, Казань, ул. Зеленая, д. 1
Яхин Э.Р. – эксперт-криминалист
E-mail: elmiryr@mail.ru
Экспертно-криминалистический центр МВД по РТ
Адрес организации: 420032, Россия, Казань, ул. 1 Мая, д. 23

Накопление радиационных центров в веществе

Аннотация
Методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) спектроскопии исследованы вещества органического происхождения, оказавшиеся под воздействием фоновой радиации. Приведены спектры ЭПР, наблюдавшиеся при различных значениях дозы облучения исследуемого образца рентгеновским излучением. Проведены теоретические расчеты, обработка экспериментальных результатов, на основе которых определены накопившиеся дозы облучения веществ. Максимально возможная ошибка проведенных измерений составляет до 10 %.
Ключевые слова: ЭПР, радиационное облучение, кости, зубы, парамагнитный центр, доза облучения, археологический возраст.

В связи с обострившимся кризисом в мире и связанными с ним различного рода техногенными проблемами значительно возрастает интерес к дозиметрии зубной эмали и костной ткани человека и животных с применением метода электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Неорганические составляющие костной ткани и зубной эмали являются очень удобными естественными дозиметрами. Они постоянно при неизменных условиях среды находятся при их владельцах, что очень важно для дозиметрии. По концентрации парамагнитных центров (ПЦ), образованных в них под воздействием радиационного облучения, можно идентифицировать дозу облучения. Данная проблема актуальна как для обслуживающего персонала атомных электростанций и атомных судов, так и для жителей, населяющих местности и регионы, загрязняемые радиоактивными промышленными отходами или в результате техногенных аварий [1-3].

Разработано много новых методов датирования, которые могут применяться в весьма сложных случаях. Это и радиометрические «часы», различные физико-химические методы, метод радиометрического датирования, радиоуглеродный метод, метод использования изменения магнитного поля Земли (раз в пятьсот тысяч лет), метод рацемизация аминокислот, метод электронно-парамагнитного резонанса, термолюминесцентный метод, датирование по остаточной намагниченности, датирование по патине и многие другие. Каждый из вышеназванных методов датирования в принципе чреват возможностью получения неверной даты вследствие случайности, небрежности или влияния нераспознанных искажающих факторов. Поэтому археологи обычно стараются датировать изучаемые ими памятники и находки разными методами, чтобы уменьшить вероятность ошибки [4, 5].

С этой точки зрения интересны также проблема датирования археологических находок органического происхождения и тесно связанный с ЭПР дозиметрией метод ЭПР датирования, являющийся фактически ее логическим продолжением [5, 6]. Суть метода такова, что, определив в образце накопившуюся поглощенную дозу облучения, легко с достаточной точностью идентифицировать, адаптированный к местным условиям, возраст исследуемой находки. Основой ЭПР дозиметрии и ЭПР датирования эмали зуба и костных тканей является определение при помощи сигнала электронно-парамагнитного резонанса концентрации парамагнитных центров, образованных в кристаллитах гидроксиапатита под действием радиационного облучения. Как известно, наряду со многими другими минеральными веществами, составляющими ткани костей и эмали зубов, гидроксиапатиты являются одними из основных составляющих неорганического происхождения.

Физические основы ЭПР спектроскопии при датировании изложены в монографии [5]. Описаны природные процессы, благодаря которым идет образование новых парамагнитных центров и обратный (или противоположный) процесс релаксации таких образований в нейтральное состояние. Накопление радиационных центров в природе описывается уравнением [4, 5]:

$$\frac{dC_r}{dt} = k(C_p - C_r), \quad (1)$$

где C_r – концентрация радиационных центров; $k=fhI$ – эффективность образования радиационных центров, f – радиационная чувствительность, I – интенсивность ионизирующего излучения; C_p – концентрация предцентров; t – время.

Концентрация радиационных центров тем ближе к величине C_p, чем больше времени прошло с момента закрытия системы. При этом количество образовавшихся центров пропорционально палеодозе D_F, то есть произведению мощности радиационного фона F на продолжительность воздействия ионизирующего излучения t. В этих условиях возраст минерала определяется соотношением:

$$t = D_F / F, \quad (2)$$

где D_F – палеодоза в Гр, F – радиационный фон в Гр/год.

Обычно измерение величины палеодозы проводится с использованием методики добавочных доз или регенерации.

Процесс теплового разрушения (рекомбинации) радиационных центров для линейной скорости рекомбинации описывается уравнением [1, 2]:

$$\frac{dC_r}{dt} = V_i(T_i)C_r, \quad (3)$$

где $V_i(T_i)$ – вероятность рекомбинации центров при температуре T_i.

Из уравнения (3) рассчитывают несколько значений параметров $V_i(T_i)$ для различных температур [1, 2]:

$$V_i(T_i) = V_¥ \cdot \exp(-\frac{E_a}{k_B T_i}), \quad (4)$$

где k_B – постоянная Больцмана; E_a – энергия активации и V_∞ – предэкспоненциальный множитель (вероятность рекомбинации центров при бесконечно высокой температуре).

Затем из системы уравнений Аррениуса (4) для различных температур получают значения рекомбинационных параметров.

В ряде публикаций указывается на возможное отличие процессов рекомбинации электронов и дырок в лабораторных экспериментах и в природных условиях. Во-первых, процесс облучения минералов в природных системах проходит при низком радиационном фоне за счет радиоактивных элементов, содержащихся в породе в кларковых концентрациях, в то время как лабораторное облучение проводится при высоких интенсивностях ионизирующего излучения. В последнем случае могут возникать дополнительные неравновесные дефекты. Во-вторых, отжиг в природных условиях проходит при низкой температуре в течение длительного времени. Лабораторный отжиг при высоких температурах может приводить к механизмам аннигиляции центров, отличающимся от природных, и, соответственно, к искаженным рекомбинационным параметрам. В-третьих, в лабораторных условиях облучение и отжиг разделены во времени, в то время как в природных условиях они протекают одновременно. Поэтому измерение значения рекомбинационных параметров радиационных центров в кварце из природной геологической системы представляют несомненный научный интерес.

Процесс накопления радиационных центров в минерале в природной системе, в которой одновременно протекают процессы их образования и разрушения, описывается уравнением [4, 5]:

$$\frac{dC_O}{dt} = k(1 - C_O) - V_i(T_i)C_O, \quad (5)$$

где $C_o=C_r/C_p$ – относительная концентрация радиационных центров.

ЭПР спектроскопия позволяет детектировать парамагнитные центры и радикалы. Эти центры могут быть образованы в минерале ионизирующим излучением минерал, являющийся диэлектриком, имеет две энергетических зоны, где может находиться электрон, – валентную зону (основное состояние) и зону проводимости. Во время

формирования минерала все электроны находятся в основном состоянии. Под действием естественного излучения электроны могут быть перенесены на более высокие энергетические уровни. После короткого периода диффузии эти возбужденные электроны рекомбинируют с дырками вблизи валентной зоны. Тем не менее, все естественные минералы имеют некоторое количество зарядово-дефицитных центров, которые способны захватывать электроны и образовывать парамагнитные центры. Количество захваченных конкретным видом центров электронов и, следовательно, амплитуда ЭПР-сигнала пропорциональны интенсивности излучения и времени облучения.

В ЭПР-датировании [5, 6] исследуемый образец работает как дозиметр, который регистрирует излучение от всех радиоактивных источников в своем окружении плюс космическое излучение. Естественная радиоактивность в основном излучается изотопами U и Th цепей распада и распадом ^{40}K (более слабые источники ^{87}Rb и ^{14}C). ЭПР-возраст определяется следующим соотношением [5, 6]:

$$D_F = \int_0^T D(t)dt, \qquad (6)$$

где D_F – полная доза, аккумулированная образцом с момента образования или последнего обнуления, или это значение определяется методом добавляемых доз (рис. 1). Интенсивность излучения D, необязательно постоянную во времени, получают из анализа радиоактивных элементов в образце и окружении.

Как можно видеть из выражения (6), для определения ЭПР-возраста необходимо определить два основных параметра: накопленную дозу облучения D_F и интенсивность облучения D. На оба значения воздействуют разнообразные процессы, протекающие в системе, которые просмотрены и суммированы ниже.

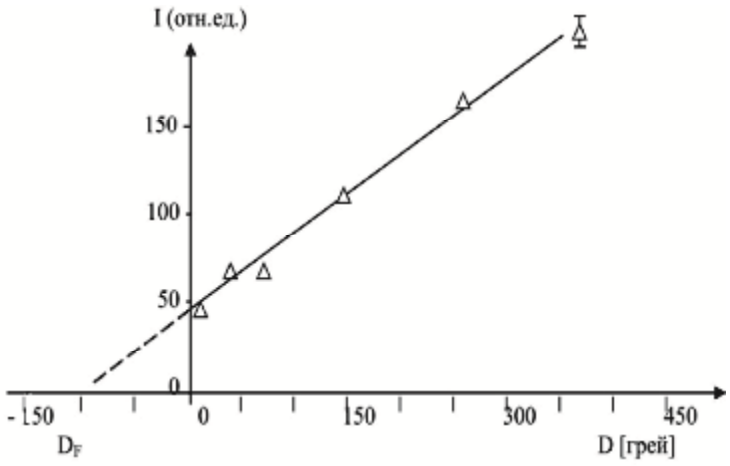


Рис. 1. Зависимость интенсивности сигнала ЭПР от дозы радиации

D_F образуется всеми радиоактивными источниками, проникающими в образец, и определяется «методом добавочных доз». Для этого исследуемые образцы последовательно облучались возрастающими γ-дозами ионизирующего излучения, что вызывает увеличение концентрации парамагнитных центров и, соответственно, возрастание интенсивности измеряемых ЭПР-сигналов. Экстраполяция до нуля интенсивности ЭПР-сигнала позволяет определить дозу D_F [5].

Вычисление ошибки определения D_F достаточно сложно, особенно при экспоненциальной кривой аппроксимации, при этом измерения накопленной дозы дают ошибку около 5÷10 %.

Условия корректного определения накопленной дозы облучения рассмотрены в монографии [5].

Исследования проводились на ЭПР-спектрометре ER-200 SRC фирмы «Bruker» (Германия). Для облучения образцов мы использовали источник ионизирующего излучения – настольная рентгеновская установка для структурного анализа УРС-55,

специально откалиброванная для наших исследований с вольфрамовым анодом рентгеновской трубки.

Исследуемые образцы очищались от верхнего слоя загрязнения механическим способом, затем промывались в растворе спирта и сушились. Специальным приспособлением костные ткани или зубная эмаль дробились до размеров порядка 0,2 мм. Отобранные одинаковые количества порошка объемом 0,5 $см^3$ взвешивались и помещались в стандартные кварцевые ампулы.

Измерения проводились в режиме ЭПР-поглощения. Поскольку может происходить микроволновое насыщение, ЭПР-измерения должны проводиться при низких уровнях СВЧ-мощности (порядка 2 мВт). Дополнительно для устранения лишних сигналов пик ЭПР-сигнала записывался с высоким разрешением (~0,5 Gpp). Оба требования ведут к сравнительно низкой применимости ЭПР-сигнала. Так как некоторые сигналы близки к уровню шума, спектрометр ЭПР оптимально настраивался. Образец помещался в центр резонатора. Чтобы убедиться в том, что все части образца измеряются при одинаковых условиях, мы использовали для измерений кварцевую пробирку. Расположение может быть зафиксировано как путем использования ленты, обернутой вокруг пробирки, так и ограничителя на нижней стенке резонатора. Некоторые спектрометры имеют для этих целей тефлоновую палочку, тем не менее, при измерении малых образцов эта палочка усложняет настройку и уменьшает сигнал. Если тефлоновый ограничитель заменить кварцевой пробиркой, этот эффект исчезает. Обычно оказывается эффективнее располагать образец в центре резонатора (особенно когда измеряются малые образцы с невысокой концентрацией спинов), поэтому работы велись с кварцевыми колбами различных диаметров.

Для улучшения отношения сигнала к шуму накапливали измеряемый сигнал. Особое внимание обращали на отсутствие дрейфа при накоплении, так как это могло способствовать уширению сигналов.

Поскольку измерения относительных ЭПР-интенсивностей должны быть воспроизводимы, спектры записывались при наличии теплового равновесия в спектрометре.

Так как амплитуда ЭПР-сигнала пропорциональна плотности образца в центре резонатора, определенное внимание уделялось спрессовыванию образца. Интенсивность сигнала от порошка может изменяться из-за различной упаковки. Также имеется угловая зависимость амплитуды ЭПР-сигнала (в зависимости от ориентации магнитного поля) при использовании образца с большими зернами (~1 мм).

Некоторые данные экспериментальных измерений по ЭПР исследованию костных тканей и зубной эмали.

Таблица

Наименование образца	Интегральная интенсивность ЭПР-сигнала, $\Delta H*I$ [от. ед.]	Поглощенная доза облучения, D_F [Гр]
Человеческая кость (Мурзихинское погребение № 54)	7169,00	326,40±2,68
Кость животного (Мурзихинское погребение № 30)	3880,59	176,68±1,45
Зуб № 1 (археологическая находка)	7589,30	345,53±2,83
Зуб № 2 (археологическая находка)	4866,84	221,51±1,82
Зуб № 3 (археологическая находка)	2619,71	119,27±0,98
Эталонный образец (эмаль)	171,32	7,80±0,06

На рис. 2 приведены спектры ЭПР (g=2,0036±0,0004, ΔH=8,52±0,07), наблюдавшиеся при различных значениях дозы облучения исследуемого образца рентгеновским излучением. Видно, что в исследованном образце концентрация ПЦ растет линейно с увеличением дозы. Экстраполируя прямую в область малых значений сигнала ЭПР, находим дозу облучения, полученную данным объектом, до начала наших исследований. Для конкретного примера, приведенного на рис. 1, эта доза равна 119,2 грей. Максимально возможная ошибка проведенных измерений составляет до 10 %.

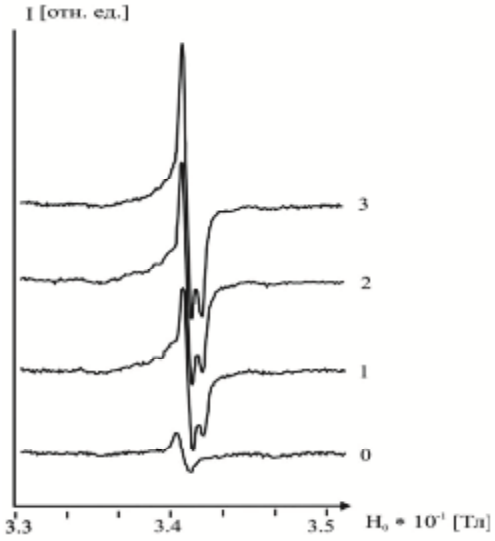


Рис. 2. Спектры ЭПР при различных значениях дозы рентгеновского облучения:
0 – исходный спектр; 1, 2, 3 – спектры ЭПР при каждом увеличении дозы облучения (соответственно)

Примеры измерений археологических образцов приведены в таблице и в публикациях [2, 4, 5].

Список библиографических ссылок

1. Ищенко С.С., Окулов С.М., Ворона И.П. Пространственное распределение радиационных дефектов в эмали зуба // Физика твердого тела, 1999, Т. 41, вып.7. – С. 1207-1209.
2. Яхин Р.Г. Метод ЭПР датирования находок органического происхождения // Археология и естественные науки Татарстана. – Казань: КГУ, 2003, Кн. 1. – С. 177-208.
3. Яхин Р.Г., Тимеркаев Б.А. Радиоспектроскопический метод датирования // Вестник КГТУ, 2006, № 3. – С. 6-9.
4. Marfunin A.S. Spectroscopy, Luminescence and Radiation Centres in Minerals. // Springer Verlag. – Berlin, 1979. – 352 p.
5. Яхин Р.Г. Развитие методов магнитного резонанса для неразрушающего контроля структуры веществ. АН РТ: «Наука». – Казань, 2010. – 238 с.
6. Grun R. ESR dating speleothem records: limits of the method // Ikeya M., Miki T. (eds). ESR dating and Dosimeter. – Tokyo, 1985: IONICS. – P. 61-72.

Yakhin R.G. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: rojyakhin@yandexd.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1
Yakhin E.R. – forensic-expert
E-mail: elmiryr@mail.ru
Forensic and Criminalistic Center of MIA RT
The organization address: 420032, Russia, Kazan, 1 May st., 23

The accumulation of radiation centers in substance

Resume

In connection with the aggravated world crisis and the related different kinds of manmade problems the interest in the dosimetry of human and animal tooth enamel and bone tissues with the use of electron paramagnetic resonance (EPR) is greatly increased. Inorganic components of

bone tissues and tooth enamel are very comfortable natural dosimeters. They are always are at their owners under constant environmental conditions, which is very important for dosimetry. EPR spectroscopy was used to study the substance of organic origin, found themselves under the influence of background radiation. Results of EPR spectra observed at different values of the radiation dose of the test sample with X-rays. Theoretical calculations, processing of experimental results based on which determined substances accumulated radiation dose. The maximum possible error of the measurements is up to 10 %.

Keywords: EPR, radiation exposure, bone, teeth, paramagnetic center, the radiation dose, the age of the archaeological.

Reference list

1. Ishchenko S.S., Okulov S.M., Vorona I.P. The spatial distribution of radiation-induced defects in the enamel of the tooth. // Solid State Physics, 1999, V. 41, № 7. – P. 1207-1209.
2. Yakhin R.G. EPR dating finds organic // Archaeology and Natural Sciences of Tatarstan. – Kazan: KSU, 2003, V. 1. – P. 177-208.
3. Yakhin R.G., Timerkaev B.A. Radiospectroscopic dating method // Bulletin of KSTU, 2006, № 3. – P. 6-9.
4. Marfunin A.S. Spectroscopy, Luminescence and Radiation Centres in Minerals. // Springer Verlag. – Berlin, 1979. – 352 p.
5. Yakhin R.G. The development of magnetic resonance techniques for non-destructive materials control structure. AS RT. – Kazan: «Science», 2010. – 238 p.
6. Grun R. ESR dating speleothem records: limits of the method // Ikeya M., Miki T. (eds). ESR dating and Dosimeter. – Tokyo, 1985: IONICS. – P. 61-72.

УДК 69.009
Коклюгина Л.А. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: the-lusy@mail.ru
Коклюгин А.В. – старший преподаватель
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Влияние схем взаимодействия участников строительства на договорные обязательства и функциональные обязанности

Аннотация

В настоящее время при строительстве объектов различных форм собственности сложилась ситуация, когда достаточно сложно правильно оформить исполнительную документацию. Основной причиной является терминологическая рассогласованность определений участников строительства в нормативно-правовых актах. Значительное влияние на реализацию инвестиционного строительного проекта имеют схемы взаимодействия участников. Наиболее остро ставится вопрос при судебных разбирательствах. Задача состоит в корректном решении вопроса.

Ключевые слова: участники строительства, схемы взаимодействия участников, договор, штрафные санкции.

Поводом для статьи стали частые судебные разбирательства в связи с ненадлежащим исполнением договорных обязательств участников строительства, а также большим количеством предписаний со стороны контролирующих органов, заканчивающихся, как правило, штрафными санкциями.

Основные причины обращения в суды – это нарушение технологии работ, срыв сроков сдачи объектов, изменение фактических объемов работ по сравнению с проектными, выполненных строительно-монтажной организацией без согласования с заказчиком при реализации контрактов с «твердой ценой».

Известно, что для плановой экономики действенна система управления строительством, основанная на территориально-отраслевом принципе по жестким нормам и инструкциям, спускаемым сверху. Переход на строительство по договорным ценам в условиях рыночной экономики и конкурсных предложений заставляет менять систему управления строительством в целом. Появляются проблемы в создании современных организационных структур аппарата управления, а также проблемы в управлении качеством в строительстве.

Рис. 1. Традиционная схема взаимодействия участников

Однако многие участники строительства, включая контролирующие и надзорные органы, пытаются действовать по общепринятой схеме, доставшейся в наследство от социалистической плановой экономики и административного метода управления производством (рис. 1).

Данная схема в современных условиях практически не работает.

Справедливости ради, следует заметить, что адаптируясь к современным условиям хозяйствования, участникам строительства приходится менять свои взгляды, совершенствовать свои структуры, достигая главной цели – обеспечения постоянной и наиболее полной загрузки всех своих производственных подразделений (рис. 2).

Рис. 2. Схема взаимодействия заказчика и проектно-строительной фирмы (при строительстве «под ключ» при ограничении на сроки)

В развитых странах стала популярной схема взаимодействия участников с введением в структуру проект-менеджера, который координирует всю работу по осуществлению инвестиционного строительного проекта, при этом достигается значительная экономия средств за счет грамотной работы высококвалифицированных специалистов (рис. 3).

Рис. 3. Схема современного взаимодействия участников строительства

Таким образом, при осуществлении инвестиционного строительного проекта вопрос формирования организационных структур является очень важным. И здесь возникают проблемы, ведущие в некоторых случаях к судебным разбирательствам. В различных нормативно-правовых актах используются не только разные трактовки определений, но и подмена понятий.

Нормативные акты, разработанные соответствующими ведомствами, не ставили перед собой задачу установить меру соответствия определенных терминологий и понятий уже действующих в нормативно-правовом поле. Вероятно, что в ближайшее время нормативные противоречия и различная трактовка терминов не будет устранена. Судя по большому количеству вопросов, задаваемых на курсах повышения квалификации строителей, следует обратить особое внимание на терминологическую рассогласованность понятий и определений для всех участников строительства в действующих в настоящее время нормативных и регламентирующих документах.

Имеет место несогласованность понятий и терминологий различных нормативных документов, которые приводят к спорным ситуациям. Само понятие «строительство» трактуется Градостроительным кодексом РФ как «создание зданий, строений, сооружений (в том числе на месте сносимых объектов капитального строительства) совершенно не учитывая особенностей гражданско-правовых обязательств.

«Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (Федеральный закон РФ № 384 от 30 декабря 2009 г.) определяет строительство как один из этапов жизненного цикла здания или сооружения.

Гражданский кодекс РФ определяет строительство как процесс выполнения подрядных работ на основании заключенного договора.

СП 48.13330-2011 «Организация строительства» ссылается в определении понятия «строительство» на законодательство о градостроительной деятельности и ограничивает свою область применения только строительством объектов, возводимых на основании разрешений на строительство, выданных в установленном порядке, а также на благоустройство и инженерную подготовку территории.

На здания и сооружения, строительство которых в соответствии с законодательством о градостроительной деятельности может осуществляться без разрешения на строительство, а также объекты индивидуального жилищного строительства нормы СП 48.13330-2011 «Организация строительства» не распространяются.

В СП 48.13330-2011 «Организация строительства» наиболее полно раскрываются основные понятия процесса строительства, указаны функции участников строительства на всех этапах. Но пользоваться положениями данного документа при рассмотрении спорных вопросов невозможно. СП 48.13330-2011 «Организация строительства» не вошел в распоряжение Правительства РФ, утверждающее перечень национальных стандартов и сводов правил для применения на обязательной основе. Исключения возможны только в том случае, если использование СП 48.13330-2011 «Организация строительства» будет конкретно указано в договоре подряда. Рассматривая такие понятия и их функции как «инвестор», «заказчик», «генподрядчик», «подрядчик», «субподрядчик» выясняется, что в Градостроительном кодексе РФ они вообще отсутствуют. Градостроительный кодекс РФ не рассматривает вопросов гражданско-правовых отношений, возникающих в процессе строительства (табл.).

Таблица

Соответствие терминологий согласно нормативно-правовых актов

№ п/п	Участник строительства	Градостроительный кодекс	Гражданский кодекс	РД 11-02-2006	СП 48.133330-2011
1	Инвестор	Определение отсутствует	Определение отсутствует	Определение отсутствует	Определение отсутствует
2	Заказчик	Определение отсутствует	Дано определение	Дано определение	Определение отсутствует
3	Технический заказчик	Дано определение	По договору	Дано определение	По договору с застройщиком
4	Застройщик	Дано определение	Определение отсутствует	Дано определение	Дано определение
5	Заказчик (застройщик)	Определение отсутствует	Определение отсутствует	Определение отсутствует	Указаны функции
6	Проектировщик	Определение отсутствует	Определение отсутствует	Определение отсутствует	Указаны функции
7	Генподрядчик	Определение отсутствует	Дано определение	Определение отсутствует	Указаны функции
8	Подрядчик	Определение отсутствует	Дано определение	Определение отсутствует	Указаны функции
9	Субподрядчик	Определение отсутствует	Дано определение	Определение отсутствует	Указаны функции

В более раннем документе Федеральный закон № 39 от 25 февраля 1999 г. (Об инвестиционной деятельности Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений) приведены понятия и функции таких субъектов инвестиционной деятельности, как «инвестор», «заказчик», «подрядчик». В пункте 6 статьи 4 ФЗ № 39 устанавливается, что субъекты инвестиционной деятельности могут совмещать функции двух и более субъектов. На основании этого инвестор может быть одновременно и заказчиком (заказчиком-застройщиком), и подрядчиком (генподрядчиком) и даже проектировщиком, если у него есть соответствующая структура, специалисты и разрешение СРО на выполнение этих функций, поскольку в перечне разрешенных видов

работ, который устанавливается приказом уполномоченного Федерального органа власти, нет разграничения между участниками строительства.

В настоящее время при судебных разбирательствах в Арбитражном суде часто встречаются ситуации наличия нескольких субподрядчиков, имеющих заключенные договоры подряда между собой, но не с генподрядчиком (рис. 4).

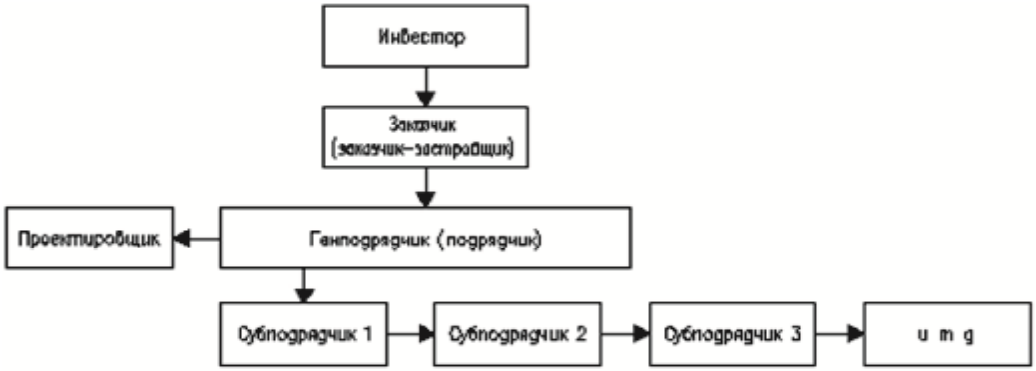


Рис. 4. Вариант схемы взаимодействия участников

В судебной практике при использовании такой схемы в основном возникает два вопроса:

1. Своевременная оплата работ субподрядчика с любым номером возможна после сдачи работ генподрядчиком заказчику.

2. Все субподрядчики должны предоставить комплект исполнительной документации для передачи заказчику через генподрядчика.

В случае, когда работы выполнены с надлежащим качеством, и каждый субподрядчик передал исполнительную документацию предыдущему (и т.д. до заказчика), а заказчик своевременно произвел оплату работ, то такая схема работ с несколькими «субсубподрядчиками» с точки зрения действующих в настоящее время законодательных норм абсолютно законна.

В данной статье не рассматриваются причины использования такой схемы взаимодействия между участниками строительства. На основании пункта 1 статьи 706 Гражданского кодекса РФ, если в договоре подряда не указано, что работа должна быть выполнена непосредственно генподрядчиком, заказчик может и не знать, каким участником выполняется работа. Существующая в настоящий момент форма заключения договора с участием согласованных (заказчиком) субподрядчиков малоэффективна и вообще невозможна в случае заключения договоров при проведении тендеров для государственных нужд. Перечень необходимых документов от участников тендеров установлен исчерпывающим образом, поэтому генподрядчик не заинтересован сообщать о привлекаемых им субподрядчиках.

На основании данных вышеуказанной таблицы можно сделать вывод, что, с одной стороны, все определения, приведенные в нормативных документах, не соответствуют по терминологии единому порядку. С другой стороны, они не противоречат определениям Гражданского кодекса РФ именно тем определениям, на основании которых выносится судебные решения Арбитражного суда.

В настоящее время вероятность приведения к одному знаменателю определений различных нормативных документов равна нулю. Поэтому рассмотрим возможные варианты использования существующих нормативных документов в строительстве в различных ситуациях:

1. При выполнении работ по заключенным государственным контрактам согласно стандартному образцу (тендер) исполнительную документацию, акты выполненных работ, журналы работ, т.е. первичные документы необходимо оформлять по условиям государственного контракта.

2. При выполнении работ по коммерческому проекту оформление исполнительной документации и актов приемки работ возможно по СП 48.13330-2011 при условии указания этой нормы в договоре подряда.

3. При выполнении работ на особо опасных и уникальных объектах оформление исполнительной документации и актов приемки работ необходимо производить по РД.

В случае возникновения спорных ситуаций между участниками строительства и попыток решения их с обращением в Арбитражный суд большей вероятностью победы в суде будут обладать стороны, заключившие договор на выполнение работ на основании СП 48.13330-2011 или статьи 740 Гражданского кодекса.

Но для текущего выполнения и оплаты работ оформление актов скрытых работ, актов КС-2, КС-3 подрядчик должен придерживаться требований по форме и содержанию заказчика (по определению Гражданского кодекса). Для получения Подтверждения о соответствии, выдаваемой ИГСН эти же документы должны быть оформлены в соответствии с Градостроительным кодексом и РД. Поэтому во избежание спорных ситуаций оформление исполнительных документов желательно выполнять по нормативам и СП и РД, поскольку они не противоречат Гражданскому кодексу РФ.

Список библиографических ссылок

1. Гражданский кодекс Российской Федерации. Ст. 702, 706, 707, 715, 740, 748, 749.
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации. Ст. 1 п. 13, 22. Ст. 52 п. 3.1, 3.2.
3. Свод правил СП 48.13330.2011 (Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004).
4. Руководящий документ РД 11-02-2006 (Требования к составу и порядку ведения исполнительной документации).
5. Изотов В.С., Камчатнов Л.П. К вопросу повышения квалификации специалистов строительной отрасли // «Взаимосвязь профессионального образования, бизнеса и производства как фактор подготовки конкурентоспособного специалиста: Материалы Международной научно-практической конференции». – Казань: КГАСУ, 2008. – 112 с.
6. Коклюгин А.В., Коклюгина Л.А., Изотов В.С. К вопросу об управлении качеством в строительстве с позиций совершенствования структур строительных организаций // Известия КазГАСУ, 2008, № 1 (9). – С. 159-161.
7. Коклюгина Л.А. Влияние фактора продолжительности строительства объектов при принятии управленческих решений на момент проведения тендеров // Известия КГАСУ, 2015, № 3 (33). – С. 262-268.
8. Murray S.L., Grantham K. Development of a Generic Risk Matrix to Manage Project Risks // Journal of Industrial and Systems Engineering, 2011, № 5 (1) . – P. 35-51.

Kokliugina L.A. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: the-lusy@mail.ru
Kokliugin A.V. – senior lecturer
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The effect of interaction of construction participants schemes to their commitments and functional responsibilities

Resume

This article discusses some of the currently existing schemes of interaction between construction participants. The characteristics of each of the proposed schemes is given. The necessity to rationalize the organizational structure and the efficiency of its functioning to ensure continued and full loading of its production is proved.

Note that today laws and regulations, give different interpretation of terms and definitions of construction participants. Specific functions of each participant are listed not in all acts or the concept of a random participant is absent. The current definitions of terminology mismatch is a kind of obstacle to the successful implementation of the investment construction project.

This situation often leads to improper performance of contractual obligations by the parties of the construction process. In turn, the supervisory and regulatory authorities are unable to control the phased construction, installation and special works on construction site. Often the general contractor himself is responsible for the entire construction process and does not know the whole chain of subcontractors hired.

It is not difficult to render that in formed situation the quality of work primarily affects, deadlines break the next stage of work, the general term of completion of the contract. Accurate funding and payment for work is also under question. These circumstances may cause a conflict situation to an end, having as a rule, court proceedings.

To eliminate such incidents in an environment where there is said mismatch terminology definitions and functions of each member of the investment and construction process definitions in the regulations do not correspond to the terminology of a single order, the article proposes an algorithm of actions in different situations. In particular, in order to avoid disputes design of executive documents, it is desirable to perform according to the standards as a set of rules and guidelines, as they do not contradict the Civil Code.

Keywords: construction participants, the scheme of interaction of participants, contract, penalties.

Reference list

1. Civil Code of Russian Federation. P. 702, 706, 707, 715, 740, 748, 749.
2. Town Planning Code of Russian Federation. P. 1, it. 13, 22. P. 52, it. 3.1, 3.2.
3. Rulebook SP 48.13330.2011 (Organization of construction. The updated edition of SNIP 12-01-2004).
4. Guidance document RD 11-02-2006 Requirements for the composition and conduct of executive documentation.
5. Izotov V.S., Kamchatnov L.P. On the issue of professional development for the construction industry // «The relationship of vocational education, business and industry as a factor in the preparation of the competitive expert: Proceedings of the International scientific and practical conference». – Kazan: KGASU, 2008. – 112 p.
6. Koklyugin A.V., Koklyugina L.A., Izotov V.C On the issue of quality management in construction from the standpoint of improving the structure of the building organizations. // Izvestia KazGASU, 2008, № 1 (9). – P. 159-161.
7. Koklyugina L.A. Impact factor duration of the construction of facilities for management decisions at the time of tendering // Izvestia KGASU, 2015, № 3 (33). – C. 262-268.
8. Murray S.L., Grantham K. Development of a Generic Risk Matrix to Manage Project Risks // Journal of Industrial and Systems Engineering, 2011, № 5 (1). – P. 35-51.

УДК 69.059
Ладнушкин А.А. – кандидат технических наук, технический директор
Авхадеев Р.Р. – инженер
Хасанов Р.М. – генеральный директор
Садыков Р.Р. – инженер
E-mail: sic_expertiza@mail.ru
ООО «Специализированный инженерный центр «Экспертиза»
Адрес организации: 420111, Россия, г. Казань, ул. Профсоюзная, д. 17в

Анализ использования железобетонных плит промышленных зданий для технологии бескранового монтажа при модернизации действующих производств

Аннотация

На данный момент большинство действующих предприятий России построены и введены в эксплуатацию в середине прошлого века. Развитие науки и техники требует модернизации и технического перевооружения производственных комплексов в абсолютном большинстве случаев в условиях существующих зданий и сооружений. Основной частью модернизации действующих производств является необходимость замены технологического оборудования. При отсутствии штатных подъемных механизмов (мостовые краны, кран-балки и т.д.) в условиях эксплуатируемого промышленного здания монтажные и демонтажные работы являются очень сложными и и требуют специальных и (или) индивидуальных технологических решений по организации монтажного процесса. Для решения поставленных задач наиболее применима технология бескранового монтажа. В основе технологии бескранового монтажа лежат два аспекта: формирование монтажной системы из требуемых технологических параметров монтажной среды и использование существующих конструкций зданий и сооружений в качестве опоры для крепления элементов монтажной оснастки. Выполнен анализ возможности использования в качестве опор монтажной системы существующие конструкции здания – железобетонные ребристые, многопустотные плиты перекрытия и покрытия. В статье рассматривается возможность устройства подвесов в виде сосредоточенных сил и анализ напряженно-деформированного состояния нагруженных сборных плит.

Ключевые слова: технология бескранового монтажа, модернизация промышленных предприятий, производственные здания, сборные железобетонные плиты перекрытия и покрытия, демонтаж, монтаж.

На сегодняшний момент Россия обладает огромным перечнем различных видов промышленных предприятий с производственными зданиями, основной период строительства которых пришел на 1960-1990-е гг. прошлого века. При разнообразном и различном видах производств и технологических линий, производственных зданий и их объемно-планировочное решений, вид и тип примененных строительных конструкций однотипен. В связи с развитием научно-технического прогресса на данный момент стоит вопрос в модернизации действующих производств, либо строительства новых, так как количественные и качественные характеристики современного технологического процесса значительно выше заложенных на этапе проектирования пятьдесят лет назад. В Советском Союзе абсолютное большинство зданий и сооружений возводилось по типовым, унифицированным проектам с применением одинаковых или подобных строительных конструкций. В качестве конструкций перекрытии и покрытия большее распространение получили предварительно-напряженные железобетонные плиты преимущественно двух типов: ребристые плиты размерами 1,5×6,0 м, 1,5×12,0 м и пустотные плиты размерами 1,5×6,0 м. Унификация применяемых конструкций была вызвана необходимостью быстрого и планового (прогнозируемого) массового строительства производственных зданий промышленных предприятий.

Требуемая модернизация технологического процесса часто усложняется необходимостью реализации проектов в условиях действующих промышленных зданий.

Замена технологического оборудования предполагает больших объемов работ по монтажу и демонтажу, что при отсутствии в здании собственных подъемных механизмов требует больших финансовых и трудовых затрат. Зачастую использование стандартного монтажного оборудования, например, стреловых кранов, невозможно в условиях действующего производства, так как работе крана мешают существующие конструкции, инженерные коммуникации и стесненные условия генеральных планов. Существующее пространство внутренних помещений также плотно загромождено и не позволяет свободного перемещения грузов по полу.

Технология бескранового монтажа позволяет выполнить монтажные и демонтажные работы без использования монтажных кранов и с учетом объемно-планировочного решения существующего производственного комплекса [1].

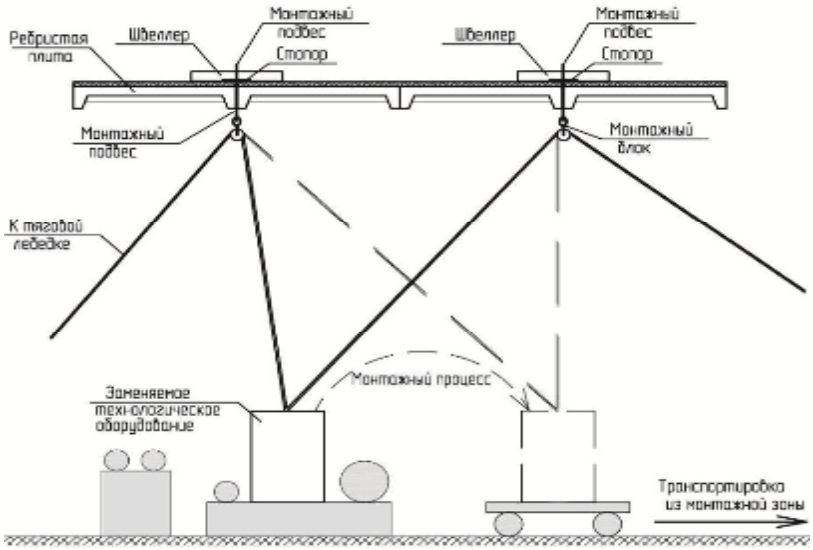


Рис. 1. Монтажная схема технологии бескранового монтажа
для промышленного одноэтажного здания

В основе технологии бескранового монтажа лежат два аспекта: формирование монтажной системы из требуемых технологических параметров монтажной среды и использование существующих конструкций зданий и сооружений в качестве опоры для крепления элементов монтажной оснастки (рис. 1).

Рис. 2. Демонтаж технологического оборудования по технологии бескранового монтажа

На рис. 2 показан демонтаж оборудования с использованием технологии бескранового монтажа при модернизации технологической линии на ПАО «Казаньоргсинтез».

Монтажные системы технологии бескранового монтажа представляют набор средств малой механизации – лебедки, монтажные блоки, тросы и т.д. подобранные для конкретных условий и технологических параметров монтажной среды. В зависимости от поставленных задач моделируется монтажная система с требуемыми характеристиками по грузоподъемности и зоне действия. Определяются основные опорные точки для крепления элементов монтажной системы и выполняется анализ напряженно деформационного состояния используемых конструкций.

Для временной опоры монтажных систем технологии бескранового монтажа используются существующие элементы и конструкции зданий и сооружений. Однако, это является непроектными нагрузками для конструкций и может привести при безграмотном использовании к возникновению аварийных ситуаций. Для безопасного и эффективного использования технологии бескранового монтажа необходимо определить максимальные значения монтажных нагрузок, допустимых на несущие конструкции. Для математического моделирования элементов монтажной системы принимаем, что используемые конструкции находятся в работоспособном состоянии.

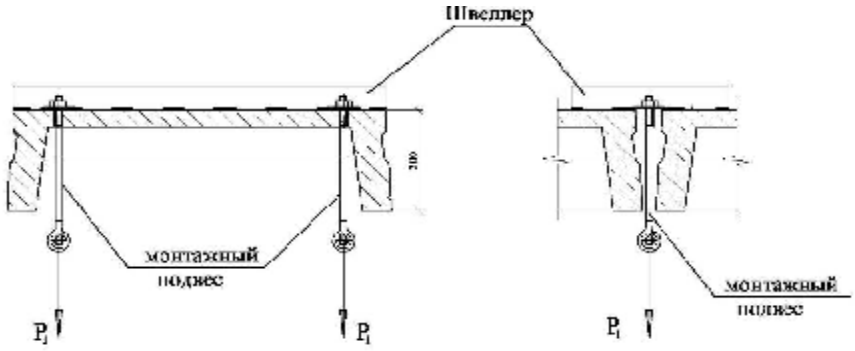


Рис. 3. Схема передачи нагрузки от монтажной системы

Проведение численных исследований напряженно-деформированного состояния железобетонных конструкций осуществляется с применением существующих программных комплексов для персональных электронно-вычислительных машин (ПЭВМ). Высокая точность получаемых результатов, простота и удобство в применении, широкая доступность, предполагают их максимальное использование для проведения исследования. Кроме того, использование передовых информационных технологий служит залогом успешного проведения расчетов.

Основной задачей численного эксперимента являлось выявление максимальных значений монтажных нагрузок P_1, P_2 для различных типов железобетонных плит массового применения при обеспечении эксплуатационной пригодности с условием работы конструкций в пределах допустимых нагрузок и деформаций.

С целью определения возможности использования несущих ребристых плит перекрытия и покрытия производственных зданий для бескранового демонтажа и монтажа оборудования выполнен анализ их напряженно-деформированного состояния, для чего принята схема нагружения согласно рис. 4.

Запас несущей способности строительных конструкций предполагается за счет отсутствие временных нагрузок на момент производства монтажных работ (снеговые, вес людей и ремонтных материалов в зоне обслуживания и т.д.), регламентируемых п. 5.5 СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» и учитываемых при проектировании предварительно напряженных плит перекрытий и покрытия, которые варьируются от 150 до 1500 кг на м^2.

Расчет плит покрытия выполняется на ПК с помощью программного комплекса SCAD. Постоянная нагрузка (состав пирога кровли и полов) для расчета принимается условно по опыту обследования примененных на производственных зданиях.

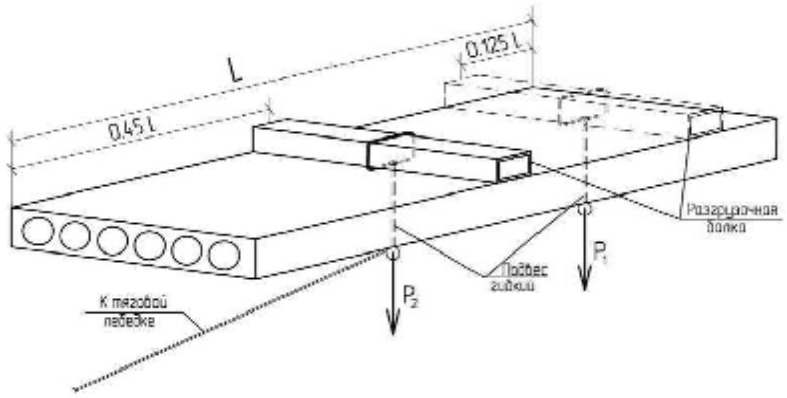


Рис. 4. Схема нагружения железобетонных плит для математического моделирования

Для математического моделирования и анализа на действие суммарных нагрузок в численном эксперименте принимаются стандартные плиты покрытия размерами: 1,5х6 м и 1,5х12 м – для ребристых плит, 1,5х6 м – для пустотных плит с различным армированием. Геометрические и физические характеристики плит приняты исходя из опыта обследования и наиболее применяемых типовых решений для производственных зданий.

Таблица 1

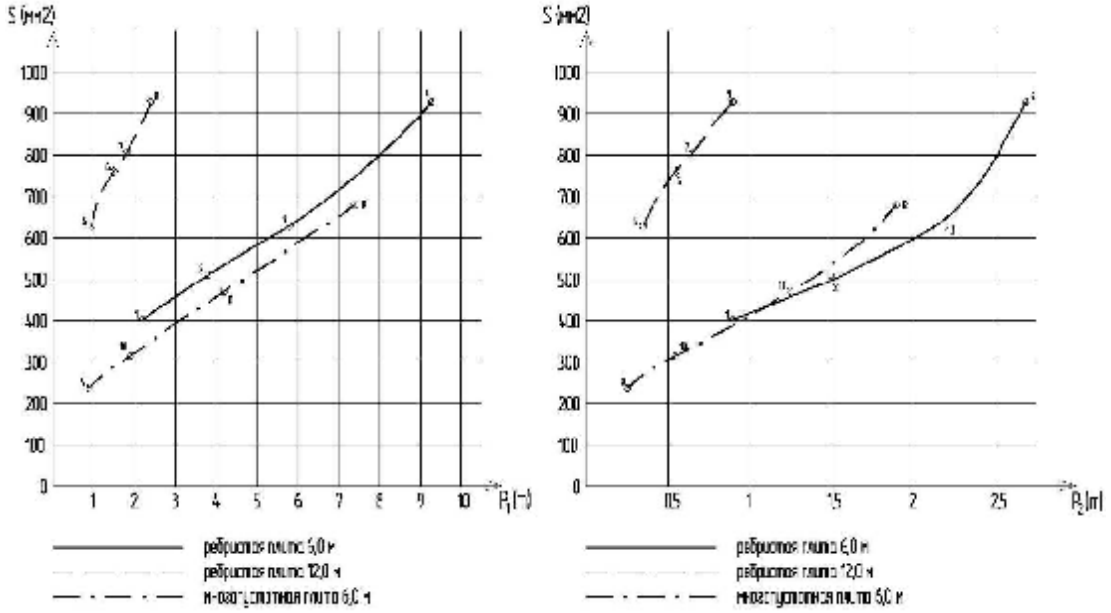
Максимальные допустимые значения монтажных нагрузок P_1 и P_2

№ эксперимента	Тип плиты	Армирование, количество стержней и площадь в мм^2	Монтажная нагрузка и прогиб при нагружении на опоре		Монтажная нагрузка и прогиб при нагружении в пролете	
			P_1, тн	f_1, мм	P_2, тн	f_2, мм
1.	Ребристая плита 1,5×6,0 м ПГ(ПНС) Вид бетона: тяжелый. Класс бетона: В20. Плотность бетона 2,5 т/м^3	Продольная арматура ребер – 2Ø16А600(А-IV), 402 мм^2	2,2	25,7	0.9	26,0
2.		Продольная арматура ребер – 2Ø18А600(А-IV), 509 мм^2	3,8	25,7	1.5	26,3
3.		Продольная арматура ребер – 2Ø20А600(А-IV), 628 мм^2	5,8	25,7	2,2	25,8
4.		Продольная арматура ребер – 2Ø25А600(А-IV), 982 мм^2	9,3	26,3	2,7	6,8
5.	Ребристая плита 1,5×12,0 м 3ПГ12 Вид бетона: тяжелый. Класс бетона: В25.Плотность бетона 2,5 Т/м^3	Продольная арматура ребер – 2 Ø20А1000(А-VI), 628 мм^2	0,95	41,9	0,35	41,9
6.		Продольная арматура ребер – 2 Ø 22 А1000 (А-VI), 760 мм^2	1,5	41,4	0,55	41,3
7.		Продольная арматура ребер – 2Ø25А1000(А-VI), 804 мм^2	1,8	41,5	0,65	1,8
8.		Продольная арматура ребер – 2Ø25А1000(А-VI), 982 мм^2	2,4	42,5	0,9	41,6
9.	Многопустотная плита 1,5×6,0 м 1ПК60.15 Вид бетона: пяжелый. Класс бетона: В15. Плотность бетона 2,5 Т/м^3	Продольная арматура ребер – 3 Ø 10 А800 (А-V) 236 мм^2	0,85	25,2	0,25	24,8
10.		Продольная арматура ребер – 4 Ø 10 А800(А-V) 314 мм^2	1,9	28	0,55	29,6
11.		Продольная арматура ребер – 6 Ø 10 А800(А-V) 471 мм^2	4,2	29,4	1,25	29,4
12.		Продольная арматура ребер – 6 Ø 12 А800(А-V) 679 мм^2	7,4	28,9	1,9	29,4

Приняты два варианта расчетной схемы с нагружением в приопорной и пролетной зоне (рис. 4).

Основным критерием напряженно-деформационного состояния математического моделирования железобетонных плит принимаем предельное состояние второй группы: предельный прогиб конструкций и условия трещиностойкости, регламентируемые Приложением Е.2.1 СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» и Приложения Ж.3 СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии». Расчет выполняется на восприятие нагрузок из условия прочности: действия максимального изгибающего момента и предельного значения прогиба. Предельный прогиб для плит перекрытий равен fu= l/200 – для плит 6,0 м и fu= l/250 для плит 12,0 м. Допустимая ширина раскрытия трещин – 0,15 мм и 0,25 мм.

По результатам расчетов получены максимальные монтажные нагрузки для различных типов плит и площади армирования (табл. 1). На рис. 5 представлены графики зависимости максимальных монтажных нагрузок, от общей площади армирования при условии безопасного нагружения. Из графиков видна прямая зависимость возможности железобетонной конструкции воспринимать дополнительные монтажные нагрузки при определенном типе, количестве и сечении преднапряженной арматуры.



а) б)

Рис. 5. Графики зависимости монтажной нагрузки от общей площади сечения арматуры для различных сборных железобетонных плит

На графике А представлены результаты расчетов для нагружения «на опоре» принятым в соответствии с расчетной схемой с приложением монтажной нагрузки в 0,12 L от опоры железобетонной плиты.

На графике Б представлены результаты численного эксперимента с нагружением конструкции в «середине пролета» или 0,45L. Смешение относительно центра обусловлено наличием у ребристой плит в середине пролета ребра жесткости.

Выводы:

· применение технологии бескранового монтажа с использованием в качестве опорных конструкций плит перекрытий и покрытия в условиях модернизации производства является возможным. Позволяет экономически эффективно и с минимальными трудовыми затратами выполнить работы по монтажу и демонтажу технологического оборудования при загроможденности существующего пространства в условиях действующего производства и невозможности использования стандартных монтажных кранов;

· перед применении ребристых и пустотных плит в качестве опорных несущих конструкций важно определить их физико-механические характеристики перед монтажными работами, а именно класс бетона, диаметр и количество арматуры конструкций;

· выявлена прямая зависимость от общей площади преднапрягаемой арматуры железобетонной плиты к допустимой монтажной нагрузке. В пределах допустимых нормативных значений по прогибу и ширине раскрытия трещин определены максимальные значения монтажных нагрузок при вертикальном нагружении. Для различных типов и характеристик железобетонных плит допустимые монтажные нагрузки составили от 250 кг до 9300 кг.

Список библиографических ссылок

1. Юдина А.Ф., Ладнушкин А.А. Разработка контруктивно-технологических решений бескранового монтажа при реконструкции промышленных зданий // Доклады 68-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета, СПбГАСУ, В 5 ч. I. – СПб., 2011. – 240 с.
2. Ладнушкин А.А. Анализ состава технологических процессов демонтажа и монтажа ограждающих конструкций на действующих электростанциях // Вестник гражданских инженеров, СПбГАСУ, 2012, № 3 (32). – 169 с.
3. Юдина А.Ф., Ладнушкин А.А. Исследование параметров бескрановой технологии реконструкции промышленных зданий. // Вестник гражданских инженеров, СПбГАСУ, 2011, № 2 (27). – С. 115-117.
4. Ладнушкин А.А. Технико-экономическое обоснование технологии бескранового монтажа при реконструкции теплоэлектростанций // Известия КГАСУ, 2012, № 4 (22). – С. 367-372.
5. Шахпаронов В.В., Шахпаронов В.В., Аблязов Л.П., Степанов И.В. Организация строительного производства (Справочник строителя). – М.: Стройиздат,1987. – 460 с.
6. Центральное бюро научно-технической информации. Оборудования и приспособления для монтажа строительных конструкций. Отраслевой каталог. Часть 2 (Канаты, блоки, домкраты, лебедки). – М.: Стройиздат, 1985.
7. Топчий В.Д., Гребенник Р.А. Реконструкция промышленных предприятий. – М.: Стройиздат, 1990. – 591 с.
8. Ипатов П.П., Финкель А.В. Монтажные подъемно транспортные механизмы и такелажные работы. – М.: Стройиздат, 1975. – 343 с.

Ladnushkin A.A. – candidate of technical sciences, technical director
Avhadeev R.R. – engineer
Hasanov R.M. – general director
Sadykov R.R. – engineer
E-mail: sic_expertiza@mail.ru
LLC «Specialized engineering center «Expertise»
The organization address: 420111, Russia, Kazan, Profsoyuznaya st., 17v

Analysis of the use of concrete slabs for industrial buildings without crane technology for installation in the modernization of existing facilities

Resume

The required modernization of technological process is often complicated by the need to implement projects in terms of existing industrial buildings. Replacement of technological equipment requires large volumes of works on installation and dismantling, in the absence of the building has its own lifting mechanisms require large financial and labor costs. Often use the standard mounting equipment, such as jib cranes or overhead in mind their absence, it is impossible in the conditions of production, as the work of the crane interfere with the existing design and constrained conditions, general plans. An existing internal areas are also densely cluttered and does not allow the movement of goods on the floor. This article considers the question about the use of load-bearing reinforced concrete precast floor slabs and coatings as a support for mounting the mounting accessories. The basis of the methods of movement of goods laid without crane mounting technology. The analysis of stress-strain state of the loaded precast

slabs to a device of the suspensions in the form of concentrated forces. As a result the conclusion is made about the application of the method without crane dismantling, using as support structures floor slabs and coatings.

Keywords: technology of without crane installation, modernization of industrial enterprises, industrial buildings, precast concrete floor slabs and coatings, dismantling, installation.

Reference list

1. Yudina A.F., Ladnushkin A. Development of constructive-technological decisions of the ROS Assembly during the reconstruction of industrial buildings // proceedings of the 68th scientific conference of professors, teachers, scientific workers, engineers and postgraduate students of the University of architecture and civil engineering, 5 In part I. – SPb., 2011. – 240 p.
2. Ladnushkin A.A. Analysis of the technological processes of dismantling and mounting of enclosing structures at existing power plants // Bulletin of civil engineers of architecture and civil engineering, 2012, № 3 (32). – 169 p.
3. Yudin A.F., Ladnushkin A. A. Study of parameters of ROS technology of reconstruction of industrial buildings // Bulletin of civil engineers of architecture and civil engineering, 2011, № 2 (27). – P. 115-117.
4. Ladnushkin A.A. Techno-economic substantiation of the technology of the ROS Assembly during the reconstruction of thermal power plants // Izvestiya KGASU, 2012, № 4 (22). – P. 367-372.
5. Shakhparonov V.V., Ablyazov L.P., Stepanov I.V. Organization of construction industry (Builder's Guide). – M.: Stroiizdat,1987. – 460 p.
6. Central Bureau of scientific and technical information. Equipment and accessories for installation of building structures. The branch directory. Part 2 (Ropes, blocks, jacks, winches). – M.: Stroiizdat, 1985.
7. Topchii V.D., Grebennik R.A. reconstruction of the industrial enterprises. – M.: Stroiizdat, 1990. – 591 p.
8. Ipatov P.P., Finkel V.A. Installation lifting and transport mechanisms and rigging. – M.: Stroyizdat, 1975. – 343 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

Нанесение дорожной разметки на мокрое покрытие

Аннотация

В статье автор приводит вариант совершенствования технологии нанесения дорожной разметки на мокрое дорожное покрытие. Для успешной реализации данной технологии предлагается также проект оборудования, выполняющего предварительные работы при нанесении дорожной разметки. Проведен анализ технологий и существующих аналогов известных иностранных производителей широко применяемых в дорожной отрасли РФ. Выявлены их преимущества и недостатки. На основе проведенного анализа предлагается более совершенная технология нанесения дорожной разметки на основе внедрения предлагаемого оборудования. Рассчитана сравнительная экономическая эффективность применения предлагаемых технологии и разработки. Сделаны рекомендации по их внедрению для нанесения дорожной разметки.

Ключевые слова: технология, этап, дорожная разметка, устройство, сушка, погода, дорожное полотно, эффективность.

Введение

В последние годы в связи со значительным увеличением парка автотранспорта страны особо возросла роль обеспечения безопасности дорожного движения. Одна из важнейших ролей здесь принадлежит качеству и функциональности дорожной разметки. Дорожная разметка – это маркировка на покрытии автомобильных дорог и служит для передачи определённой информации участникам дорожного движения [5]. Линии и символы дорожной разметки позволяют точно определять границы полос движения, места остановки транспортных средств, участки, где ограничена и запрещена стоянка автомобилей, расположение пешеходных переходов.

Постановка задачи

Чтобы не усложнять ситуацию на дорогах работы по нанесению дорожной разметки выполняются, как правило, в вечернее и ночное время. Однако усложнить саму работу по нанесению разметки может погода. Как известно [5], разметка наносится только на сухое и чистое покрытие. Следовательно, во время дождя и после его окончания до полной просушки дорожного полотна нанесение разметки становится технологически невозможным. Вызванные этим потери времени приводят к немалым убыткам организациям (фирмам) выполняющим данную работу. Таким образом, возникает необходимость в разработке технологии и оборудования, позволяющих нанесение дорожной разметки во время (если дождь не сильный) или же непосредственно после дождя.

Обзор существующих технологий и оборудований для осушки асфальта

На сегодняшний день для осушки поверхности асфальтобетонного дорожного покрытия перед маркировкой в основном используются 2 метода. Это применение газовой горелки с интенсивным потоком воздуха и технология инфракрасного излучения.

Немецкая компания «CEDIMA» производит высокопроизводительное устройство для сушки дорожных покрытий GST. Устройство предназначено для решения любых задач, связанных с просушиванием в процессе маркирования в любую погоду.

Другая немецкая компания «HOFMANN» выпускает сушилку дорожного покрытия H95-2 (рис. 1). Ширина зоны сушки 30…50 см.

Российская компания «СТиМ УП» производит оборудование «Суховей» (рис. 2), предназначенное для производства потока горячего воздуха, используемого при выполнении дорожно-строительных и разметочных работ. При выполнении дорожно-

строительных работ машина используется для сушки и разогрева, а при выполнении разметочных работ «Суховей» используется для расплавления на дорожных покрытиях готовых форменных изделий из горячего пластика.

Рис. 1. Общий вид сушилки дорожного покрытия H95-2

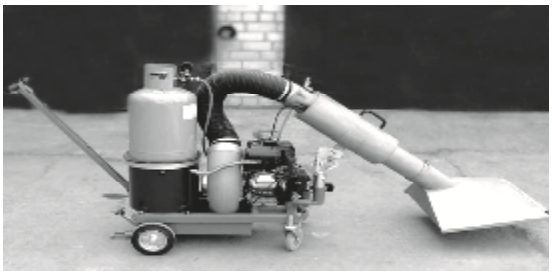


Рис. 2. Общий вид машины «Суховей»

При втором методе сушка асфальта производится инфракрасным излучением. В газовых инфракрасных излучателях для нагрева асфальта вырабатывается производимая инфракрасная энергия, которая проникает в покрытие до 10 см. Инфракрасные лучи имеют способность «производить тепло глубоко внутри материала». По этой причине при ремонте и регенерации асфальта, нагрева для термопластика происходит глубокий нагрев без вскипания, отслаивания и разделения битума от заполнителя. Следовательно, процесс выполнения инфракрасного нагрева не изменяет собственных характеристик асфальтобетона. Дополнительным преимуществам технологии инфракрасной сушки можно выделить следующие:

- оптимальная приспособленность к геометрическим параметрам объекта сушки;
- отсутствие энергетических (тепловых) потерь;
- сокращенная длительность процесса;
- незначительный расход энергии (теплота создается только там, где она необходима);
- низкие инвестиционные издержки;
- высокая экологичность и надежность в работе.

К подобным оборудованиям относится переносная установка инфракрасного нагрева асфальта SV-78, SR-20 Border, Ray-Tech Tech 108 и др. Работает от бытового газового пропанового баллона объемами соттветственно12, 27 и 50 литров. Розжиг в ручном режиме от горелки или зажигалки. Уникальная система кратерных отверстий «Turbojet» на керамике предотвращает появление открытого горения.

Существуют более мощные оборудования в виде автономных комплексов для инфракрасного ремонта асфальта на базе грузовых автомобилей типа Mini TMV, Ray-Tech.

Не трудно заметить, что все перечисленное оборудование и машины, в подавляющем большинстве являются продуктами иностранного производства. Покупаются за валюту и, следовательно, имеют в настоящее время весьма высокую стоимость.

Технологическая часть

Рассмотрим работу проектируемого оборудования поэтапно.

Первый этап.

Через сопло из компрессорной установки на дорожное покрытие подается поток воздуха (рис. 3), который выдувает частицы воды, пыли и грязи.

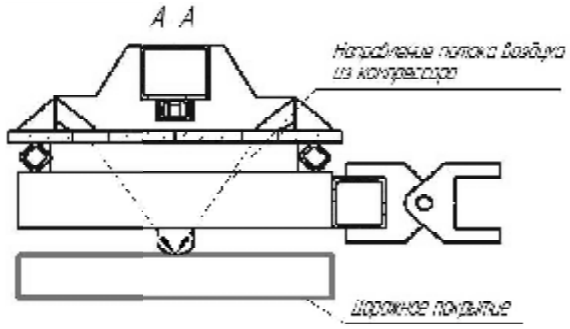


Рис. 3. Направление потока воздуха из компрессора перед сушкой инфракрасные излучением

Второй этап.

От инфракрасных излучателей на дорожное покрытие действует горячий поток воздуха, который высушивает асфальт (асфальтобетон) (рис. 4).

Инфракрасный нагреватель содержит смонтированную в корпусе излучающую перфорированную панель из огнеупорной керамики со сквозными каналами, с наружной стороны закрытую сеткой из жароупорного материала, форсунку, соединенную с газовым баллоном, и воздухозаборник. При этом огнеупорная излучающая панель образует с внутренней полостью корпуса рабочую камеру, в которой расположен распределитель газовоздушной смеси.

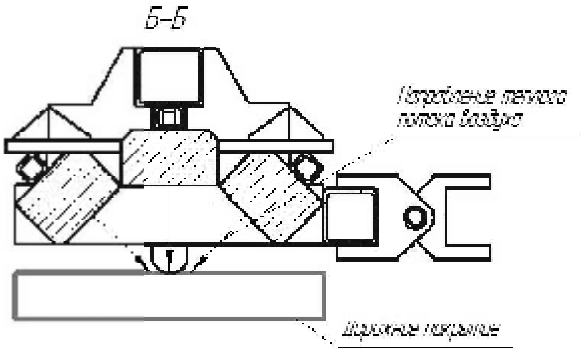


Рис. 4. Направление тёплого потока воздуха

Третий этап.

На третьем этапе, как и на первом, на поверхность асфальта (асфальтобетона) действует поток воздуха из компрессорной установки (рис. 5).

Поток воздуха выдуваете оставшиеся частицы влаги, пыли и грязи.

В отличие от существующих аналогов иностранного производства проектируемое оборудование имеет следующие преимущества, улучшающие и упрощающие процесс сушки дорожного покрытия. В устройстве для сушки применяется комбинация инфракрасных излучателей и поток горячего воздуха. Благодаря двойному методу сушка получается значительно быстрее и более качественно. Все мельчайшие частицы влаги высыхают и выдуваются из зоны работ. Устройство параллельно сушке дорожного покрытия очищает поверхность дороги от пыли и других загрязняющих частиц.

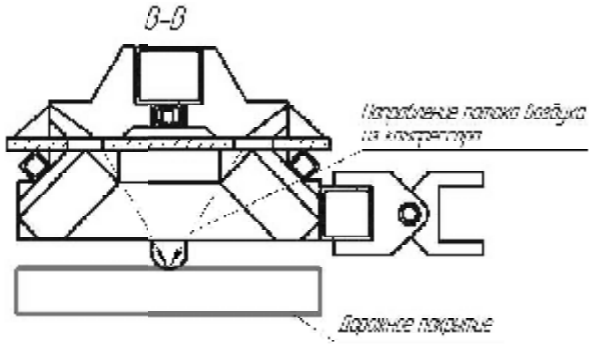


Рис. 5. Направление потока воздуха после сушки (осушки) инфракрасным излучением

Предлагаемое оборудование является быстросъёмным и универсальным по креплению. Оно прицепляется к транспортным средствам с помощью проушин (рис. 6).

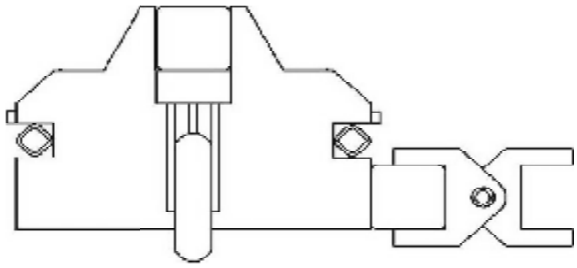


Рис. 6. Способ присоединения оборудования к машине

Может устанавливаться непосредственно перед рабочим органом машины для маркировки дорожных покрытий. Поэтому процесс сушки асфальта и нанесение основной дорожной разметки идёт непрерывно, практически параллельно. В связи с этим существенно увеличивается объём выполненных работ за смену. Несомненным дополнительным достоинством данной технологии и оборудования является мощность осушения поверхности, позволяющая нанесение дорожной разметки даже во время умеренного дождя.

Конструкторская часть

Для решения задачи импортозамещения в исследуемой предметной области предлагается оборудование для сушки асфальта перед нанесением дорожной разметки. Основным рабочим органом данного оборудования являются инфракрасные излучатели, работающие от обычного пропанового газового баллона. Кроме этого на дорожное покрытие через сопла подается воздушный поток из компрессора.

Устройство состоит из следующих основных частей (рис. 7).

Расчетная часть

Основная расчетная часть включает расчеты проушины на срез, центральной балки и малой трубы на изгиб.

Исходя из натурной конструкции площадь сечения проушины в месте среза составила S = 1,5 см^2.

Рассчитываем проушину по формуле [1]:

$$S \geq F_{ср}/\delta_{ср}, \quad (1)$$

где S – площадь сечения проушины на срезе, см^2; $F_{ср}$ – сила среза действующая на проушину, Н·$F_{ср}$ = 4 кН; $\delta_{ср}$ – допустимое напряжение на срез, Н/см^2. Принимаем $\delta_{ср}$ = 12 кН/см^2.

Проведенные расчеты показали, что действующая площадь сечения проушины натурного образца в 5 раз превышает минимально допустимую площадь сечения.

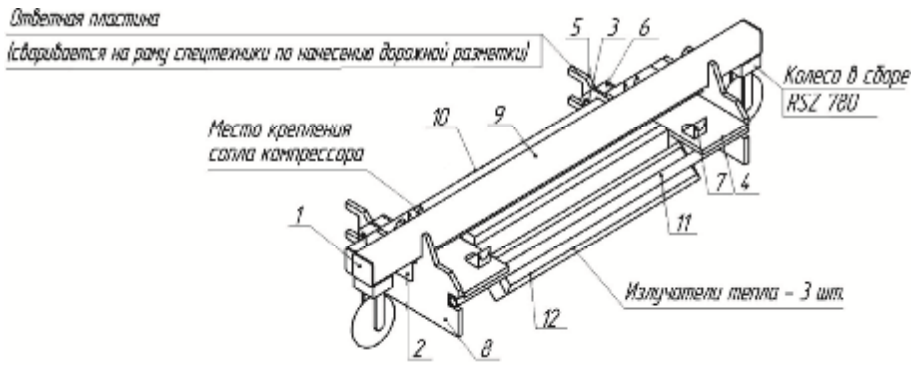


Рис. 7. Общее устройство оборудования для сушки (осушки) асфальта перед нанесением дорожной разметки: 1 – заглушка; 2 – косынка; 3 – ось; 4 – пластина; 5 – проушина; 6 – проушина; 7 – направляющие; 8 – пластина; 9 – основная труба; 10 – малая труба; 11 – малая труба; 12 – инфракрасный излучатель; 13 – колесо в сборе

Расчёт центральной балки на изгиб. Требуемый момент сопротивления изгиба рассчитывается по формуле [2]:

$$W = Mx/\delta, \quad (2)$$

где W – момент сопротивления изгиба, см^3; Mx – максимальный изгибающий момент на центральной балке, Нм; δ – допустимое напряжение на изгиб, Н/см^2. Принимаем δ = 16 кН/см^2.

Найдём максимальный изгибающий момент на центральной балке по формуле [3]:

$$M_{max} = F \cdot L, \quad (3)$$

где F – сила, действующая на балку, Н. С одного закрепления F = 2 кН; L – расстояние от колеса до точки закрепления, мм. По конструкции L = 0,21 м:

Расчеты показали, что балка с заданным сечением удовлетворяет условиям прочности.

Расчёт малой трубы на изгиб. Требуемый момент сопротивления изгиба определяется по формуле [3]:

$$W = M_{max}/\delta, \quad (4)$$

где W – момент сопротивления изгиба, см^3; M_{max} – максимальный изгибающий момент на малой трубе, Нм; δ – допустимое напряжение на изгиб, Н/см^2. Принимаем δ = 16 кН/см^2.

Максимальный изгибающий момент на малой трубе по формуле [3]:

$$M_{max} = F \cdot L, \quad (5)$$

где F – сила действующая на балку, Н. С одного закрепления F = 2 кН; L – расстояние от колеса до точки закрепления, мм. По конструкции L = 0,76 м.

Соответственно малая труба выбранным сечением также удовлетворяет условиям прочности.

Экологическая безопасность

В предлагаемом оборудовании в газовых инфракрасных излучателях для нагрева асфальта вырабатывается инфракрасная энергия. Нагрев дорожной поверхности происходит без вскипания, отслаивания и разделения битума от заполнителя. Следовательно, применение в ходе дорожных работах данного оборудования на основе инфракрасных излучателей не наносит вреда окружающей среде.

Экономическое обоснование

При экономическом обосновании данного проекта были учтены затраты на создание проектируемого оборудования и убытки организаций (фирм) из-за дождливых дней.

Расчёт металлоконструкции. Суммарные затраты необходимые на создание металлоконструкции по действующим ценам на июнь 2015 года составили около 9000 рублей.

Расчёт убытков за сезон. За рабочий сезон, который длится обычно 6 месяцев, бывает в среднем до 25 дождливых дней [9].

Убытки организации за один рабочий день были рассчитаны по формуле [6]:

$$З_у = К + Т_с + Т_б + Т_г + З_р + С, \quad (6)$$

где $З_у$ – убытки за один рабочий день, руб; К – стоимость аренды транспортного средства, руб; $Т_с$ – топливо (солярка), руб; $Т_б$ – топливо (бензин), руб; $Т_г$ – топливо (газ), руб; $З_р$ – зарплата рабочим, руб; С – аренда специального оборудования.

По данным, представленным для расчетов фирмой ООО «Фирма АВТОГАЗ» убытки организации за один рабочий составили около 50000 руб.

Умножив затраты за один рабочий день на количество дождливых дней в сезоне определяем убытки за сезон в целом $З_с$ [6]:

$$З_с = З_у \cdot 25. \quad (7)$$

Получилось, что за сезон фирма ООО «Фирма АВТОГАЗ» по причине дождливой погоды теряет более 1250000 рублей.

Принимая длительность сезона равным шести месяцам финансовые потери организации за один месяц определяются согласно формуле [6]:

$$З_м = З_с/6, \quad (8)$$

где $З_м$ – убытки за один месяц, руб.

Таким образом, ежемесячные потери организации из-за простоя в дождливую погоду составили более 200000 рублей.

Расчёт затрат на проектируемое оборудование. Расчёт примерных затрат на проектируемое оборудование рассчитывается по формуле [6]:

$$З_о = М + Р + И + Н, \quad (9)$$

где $З_о$ – затраты на проектируемое оборудование, руб; М – затраты на металлоконструкцию, руб; Р – затраты на компрессорные установки, руб; И – затраты на инфракрасную установку, руб; Н – затраты на колесо, руб.

При расчете все комплектующие были взяты только отечественных производителей.

При ценах на июнь 2015 года затраты на создание проектируемого оборудования составили примерно 460000 рублей.

Расчёт окупаемости проектируемого оборудования. Расчёт окупаемости проектируемого оборудования рассчитывается по формуле [6]:

$$Ф = З_о / З_м, \quad (10)$$

где Ф – окупаемость оборудования в месяцах.

Расчеты показали, что внедрение проектируемого оборудования гарантированно окупается в течение двух месяцев.

Определение годового экономического эффекта. Определение годового экономического эффекта основывается на сопоставлении убытков фирмы от простоя и затрат на создание и внедрение предлагаемого оборудования.

Годовой экономический эффект (Э, руб) рассчитывается по формуле [6, 7]:

$$Э = З_с - З_о. \quad (11)$$

Заключение

Таким образом, годовая экономия при внедрении технологии двойного осушения поверхности дорожного покрытия на основе применения предлагаемого оборудования при нанесении дорожной разметки уже за первый год может составить более 800000 рублей.

Проведенные экономические расчеты подтвердили рентабельность и быструю окупаемость самого оборудования. Следовательно, внедрение предложенной технологии и вспомогательного оборудования для сушки дорожного покрытия перед нанесением дорожной разметки является экономически более выгодным по сравнению с действующими аналогами иностранного производства.

Список библиографических ссылок

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.
2. Мягков В.Д. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х томах. – Л.: Машиностроение, 1983. – 385 с.
3. Александров А.В., Потапов В.Д., Державин Б.П. Сопротивление материалов 7-е изд. – М.: Высшая школа, 2009. – 560 с.

4. Кукин П.П., Лапин В.Л., Пономарев Н.П., Сердюк Н.И. Безопасность технологических процессов и производств. – М.: Высшая школа, 2002. – 333 с.
5. Подольский В.П. «Технология и организация строительства автомобильных дорог». Дорожные покрытия. – М.: Изд-во «Академия», 2012. – 304 с.
6. Горфинкель В.Я., Швандар В.А. Экономика предприятия: учебник. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2009. – 670 с.
7. Абрамов А.Т. Экономическое обоснование инженерных задач в дипломных проектах: методические рекомендации. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2002. – 68 с.
8. Габдуллин Т.Р., Зимдеханов М.М. Разработка демаркировщика с гидродинамическим рабочим органом кавитационного типа // Известия КГАСУ, 2014, № 4 (30). – С. 464-469.

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

Road marking on wet coating

The article is devoted to the actual topic – improve the quality and reduce the cost of works on application of road markings. The author offers a more advanced technology that allows to apply road markings on the wet road surface by use of auxiliary equipment. The developed project is also attractive relative cheapness of production, operation and maintenance. The quality of work performed is increased, and the harmful effects on the environment are completely absent. Road marking is a simple task at first look. Requires performance of work in the shortest possible time and without interfering with the natural flow of traffic. This financial cost. Ways to optimize them, especially the way to reduce cash costs and minimize their losses caused great interest at the management of the construction industry of the country. The article describes one of the most promising directions in solving the problem of reducing losses in the course of works on application of road markings. The use of the proposed technology and auxiliary devices entails reducing the time road marking and generally leads to substantial economic benefits.

Keywords: technology, stage, road marking device, drying, weather, road surface, efficiency.

Reference list

1. Anuriew V.I. Reference Design-mechanic. In 3 Vols. Ed. I.N. Zhestkova. – M.: Mechanical Engineering, 2001. – 920 p.
2. Miagkov V.D. Tolerances and landing: Handbook. The 2 vols. – L.: Engineering, 1983. – 385 p.
3. Alexandrov A.V. Potapov V.D., Derzhavin B.P. Strength of Materials 7-th ed. – M.: Higher School, 2009. – 560 p.
4. Kukin P.P., Lapin V.L., Ponomarev N.P., Serdyuk M.I. Safety of technological processes and production. – M.: Higher School, 2002. – 333 p.
5. Kosilova A.G. Directory technologist-mechanic. Volume 2. – M.: Mechanical Engineering, 1985. – 496 p.
6. Gorfinkel V.J., Shvandara V.A. Business Economics: Textbook. – M.: UNITY-DANA, 2009. – 670 p.
7. Abramov A.T. Economic justification of engineering problems in the graduation projects: methodological recommendations. – Barnaul: Publishing house ASAU, 2002. – 68 p.
8. Gabdullin T.R., Zimdehanov M.M. Development of the machine to remove the markup with hydrodynamic cavitation working body type // Izvestiya KGASU, 2014, № 4 (30). – P. 464-469.

УДК 691:624.138
Мавлиев Л.Ф. – ассистент
E-mail: lenarmavliev@yandex.ru
Буланов П.Е. – аспирант
E-mail: f_lays@mail.ru
Вдовин Е.А. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: vdovin007@mail.ru
Захаров В.В. – студент
E-mail: vadimzaharov1994@mail.ru
Гимазов А.Р. – студент
E-mail: albertgimazov@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Модификация дорожно-строительных материалов на основе отходов камнедробления, обработанных цементом, введением природного песка и метилсиликоната калия

Аннотация

Проведены исследования, направленные на повышение качества отходов камнедробления известняковых пород, обработанных цементом, введением природного песка и кремнийорганической добавки метилсиликонат калия. Определено влияние природного песка в составе обработанного отхода камнедробления на физико-механические свойства. С помощью метода планирования эксперимента получены зависимости влияния расхода цемента, дозировок песка и метилсиликоната калия на физико-механические свойства обработанного отхода камнедробления. Установлены оптимальные дозировки добавок для получения материалов дорожных одежд с марками по прочности М40, М60, М75 и морозостойкости F15.

Ключевые слова: отходы камнедробления, оптимизация состава, физико-механические свойства, метилсиликонат калия, морозостойкость.

Введение

При осуществлении хозяйственной деятельности в сфере добычи полезных ископаемых возникает необходимость рационального использования отходов и местных сырьевых ресурсов. Из многообразия нерудных полезных ископаемых можно выделить отходы камнедробления строительного камня, которые в редких случаях находят применение в качестве строительного материала [1, 2].

В районах с отсутствием запасов прочного щебня, применение местных минеральных материалов, в частности отходов камнедробления известняковых пород, обработанных вяжущими, становиться одной из возможностей удешевления стоимости строительства, сбережения энергии, ресурсов и времени [3-5].

Поэтому, целью данной работы явилось получение составов дорожно-строительных материалов для конструктивных слоев дорожных одежд на основе отходов камнедробления известняковых пород, обработанных цементом.

Для исследования взят отход камнедробления известняковых пород карьера у населенного пункта Рантамак Сармановского района Республики Татарстан, гранулометрический состав и основные физические свойства которого приведены в табл. 1-2.

В качестве вяжущего применялся портландцемент (ПЦ) ЦЕМ I 42,5Н ЗАО «Ульяновскцемент» в количестве 6 %, 8 % и 10 % от массы смеси.

Определение прочности на сжатие образцов производилось на водонасыщенных в течение 2 суток образцах размером 10х10х10 см, прочность на растяжение при изгибе определялась на образцах размером 10х10х40 см по ГОСТ 10180-90. Морозостойкость изучалась согласно ГОСТ 10060.3-91 на образцах-кубах с ребром 10 см. Коэффициент морозостойкости определяли как отношение прочности образца после испытания на многократное замораживание и оттаивание к прочности образца до испытания.

Коэффициент морозостойкости находили после проведения 15 циклов замораживания-оттаивания. Возраст образцов на момент проведения испытаний составлял 28 суток.

По результатам испытаний достигнута марка по прочности М20 и М40. Однако образцы разрушались после первых циклов замораживания-оттаивания, т.е. требуемая марка по морозостойкости F15 не получена.

Таблица 1

Гранулометрический состав отходов камнедробления

Размер сит, мм	10,0	5,0	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	<0,16
Частные ост, %	4,35	10,55	15,65	18,49	21,78	10,45	5,41	13,32
Полные ост., %	4,35	14,90	30,55	49,04	70,82	81,27	86,68	100

Таблица 2

Физические свойства отхода камнедробления

Наименование показателя	Фактическая величина показателя
Содержание пылевидных и глинистых частиц, в % по массе	9,07
Содержание глинистых частиц, в % по массе	0,52
Содержание лещадных частиц, в % по массе	17,98
Модуль крупности отсева	3,18

Известно, что введение гранулометрических добавок в укрепленные грунты и обработанные материалы приводит к повышению физико-механических свойств [6]. Поэтому для увеличения прочности и морозостойкости вводили добавку природного песка, гранулометрический состав и основные физические свойства которого представлены в табл. 3-4.

Таблица 3

Гранулометрический состав песка

Размер сит, мм	10,0	5,0	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	<0,16
Частные ост, %	0,06	5,41	9,42	9,84	14,32	33,36	25,80	1,82
Полные ост., %	0,06	5,47	14,89	24,70	39,02	72,38	98,18	100

Таблица 4

Физические свойства песка

Наименование показателя	Фактическая величина показателя
Содержание пылевидных и глинистых частиц, в % по массе	0,89
Содержание глинистых частиц, в % по массе	-
Модуль крупности песка	2,49 (средней крупности)

Песок вводили в отход камнедробления в процентном соотношении 10/90, 20/80, 30/70, 40/60, 50/50, 60/40, 70/30. Результаты испытаний представлены на рис. 1-3.

Анализ рис. 1-3 показал эффективность введения песка в состав отхода камнедробления. Введение песка в соотношении от 10/90 до 70/30 при расходе ПЦ 6 %, 8 %, 10 % способствовало увеличению прочности на сжатие материала на 34,9-134,4 %, 26,2-78,2 % и 23,7-67,5 % соответственно. При этом прочность на растяжение при изгибе увеличилась на 8,0-71,1 %, 8,0-63,6 % и 9,5-52,6 %, а морозостойкость до 68,0 %, 73,0 % и 76,0 %. Отсев дробления с добавкой песка при расходе ПЦ 6 % достиг марки по прочности М20 и М40, при 8 % и 10 % – М40 и М60.

Требуемая марка по морозостойкости обработанного отхода камнедробления, составляющая F15 для несущего основания или покрытия дорожной одежды в климатических условиях Республики Татарстан, получена при введении ПЦ не менее 10 % и песка в соотношении 70/30. Следовательно, для повышения физико-механических свойств, особенно морозостойкости, без увеличения расхода ПЦ и наполнителей требуется модификация материалов различными способами, в том числе введением целевых добавок [7-14].

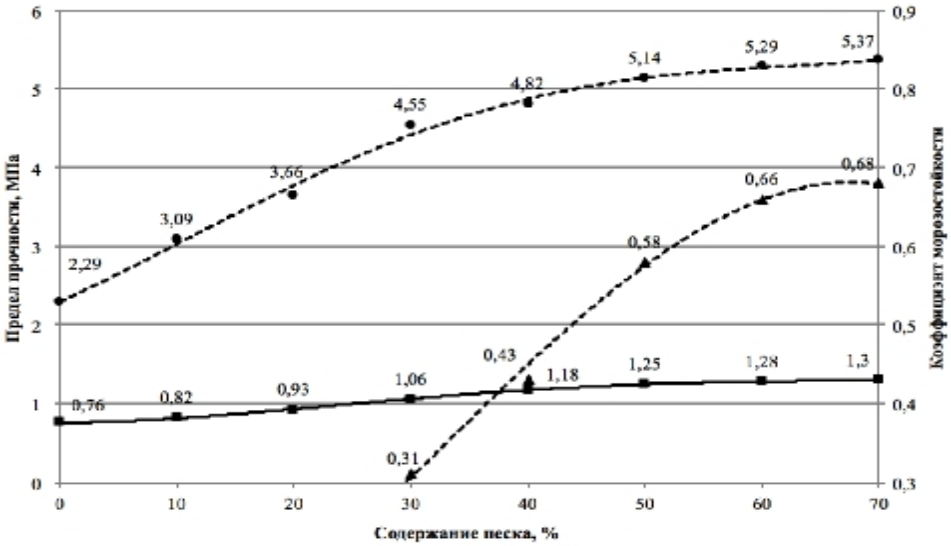


Рис. 1. Зависимость физико-механических свойств отхода камнедробления, обработанного 6 % ПЦ, от содержания песка в смеси:
——— – предел прочности на растяжение при изгибе;
—— – предел прочности на сжатие;
- - - - - – коэффициент морозостойкости

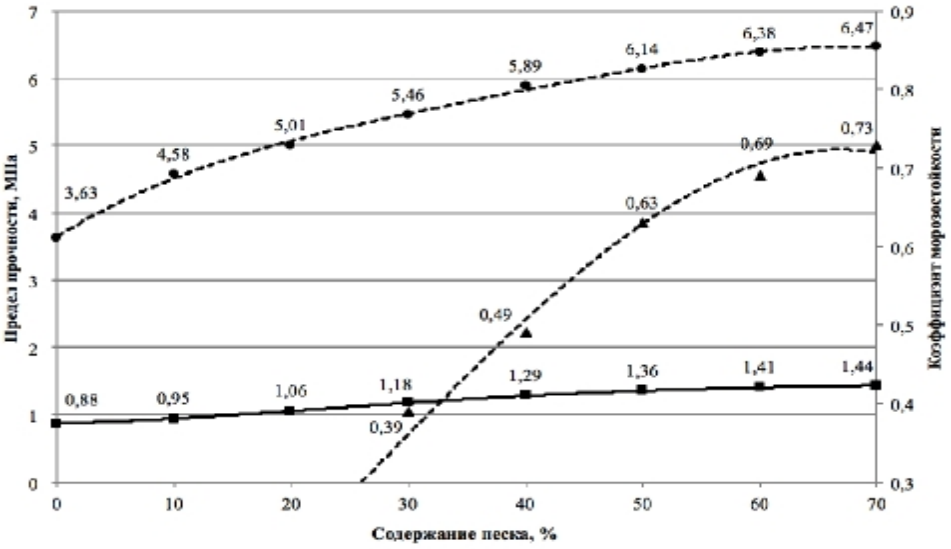


Рис. 2. Зависимость физико-механических свойств отхода камнедробления, обработанного 8 % ПЦ, от содержания песка в смеси
——— – предел прочности на растяжение при изгибе;
—— – предел прочности на сжатие;
- - - - - – коэффициент морозостойкости

Одним из наиболее перспективных направлений в решении проблемы морозостойкости, является модификация обработанного материала гидрофобизирующими кремнийорганическими добавками. Проведенные эксперименты показали, что в качестве кремнийорганического соединения целесообразно использовать метилсиликонат калия (МСК) [15].

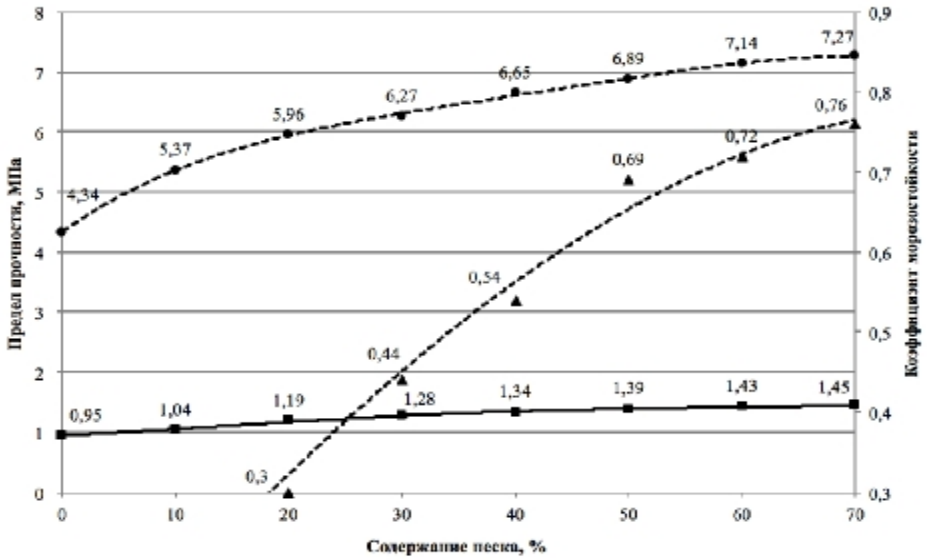


Рис. 3. Зависимость физико-механических свойств отхода камнедробления, обработанного 10 % ПЦ, от содержания песка в смеси
——— – предел прочности на растяжение при изгибе;
—— – предел прочности на сжатие;
- - - - - – коэффициент морозостойкости

Для оптимизации состава обработанного материала применен метод математического планирования эксперимента. В качестве переменных факторов выбраны процентное содержание: ПЦ (X1), песок (X2) и МСК (X3). Добавка МСК вводилась в количестве 0,05 %, 0,09 %, 0,13 % от массы смеси. Основной уровень и интервалы варьирования факторов приведены в табл. 5.

Таблица 5

Кодированные и натуральные переменные факторы

ПЕРВЫЙ ФАКТОР	ВТОРОЙ ФАКТОР	ТРЕТИЙ ФАКТОР
X1 – ПЦ	X2 – песок	X3 – МСК
Основное значение	Основное значение	Основное значение
$X1_o$	$X2_o$	$X3_o$
8	40	0,09
Интервал варьирования	Интервал варьирования	Интервал варьирования
ΔX1	ΔX2	ΔX3
2	20	0,04

В качестве параметров оптимизации (функций отклика) приняты:
$R_{сж}$ – предел прочности на сжатие, МПа;
$R_{изг}$ – предел прочности на растяжение при изгибе, МПа;
$K_{мор}$ – коэффициент морозостойкости.

Уравнения регрессии представлены в виде полинома второй степени:

$R_{сж}=-8,657571+2,205547\cdot X_1+0,132117\cdot X_2+15,01214\cdot X_3-0,00107143\cdot X_1\cdot X_2+0,684525\cdot X_1\cdot X_3-0,008929\cdot X_2\cdot X_3-0,103713\cdot X_1^2-0,001104\cdot X_2^2-84,98288\cdot X_3^2$;

$R_{изг}=-1,544446+0,4082\cdot X_1+0,033316\cdot X_2+5,899429\cdot X_3-0,000773811\cdot X_1\cdot X_2+3,30424\cdot X_1\cdot X_3+0,014881\cdot X_2\cdot X_3-0,019521\cdot X_1^2-0,00025\cdot X_2^2-32,00213\cdot X_3^2$;

$K_{мор}=-1,889224+0,321941\cdot X_1+0,034623\cdot X_2+7,300002\cdot X_3-0,001309526\cdot X_1\cdot X_2+0,14881\cdot X_1\cdot X_3-0,020833\cdot X_2\cdot X_3-0,015267\cdot X_1^2-1,000169\cdot X_2^2-38,16668\cdot X_3^2$.

Расчетные значения F – критерия Фишера (оценка адекватности) для функций $R_{сж}$, $R_{изг}$, $K_{мор}$ равны соответственно 1,80; 1,68; 2,86, т.е. меньше табличного, которое при уровне значимости 5 % равно 5,05. Это свидетельствует о том, что уравнения адекватны.

По полученным уравнениям регрессии построены функции отклика в виде двухпараметрических зависимостей. На рисунках 4-6 приведены зависимости предела прочности на сжатие ($R_{сж}$), предела прочности на растяжение при изгибе ($R_{изг}$) и коэффициента морозостойкости ($К_{мор}$) обработанного материала от содержания песка и МСК при расходе ПЦ 6 %, 8 % и 10 %.

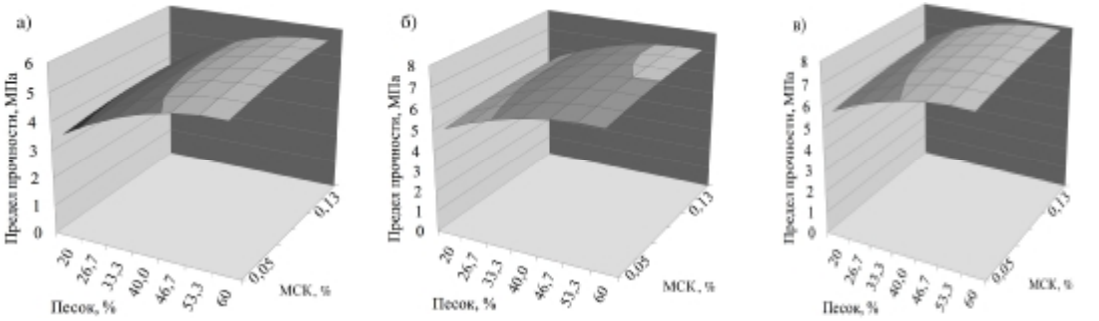


Рис. 4. Зависимость предела прочности на сжатие отхода камнедробления, обработанного цементом, от содержания песка и МСК при расходе ПЦ: а) 6 %; б) 8 %; в) 10 %

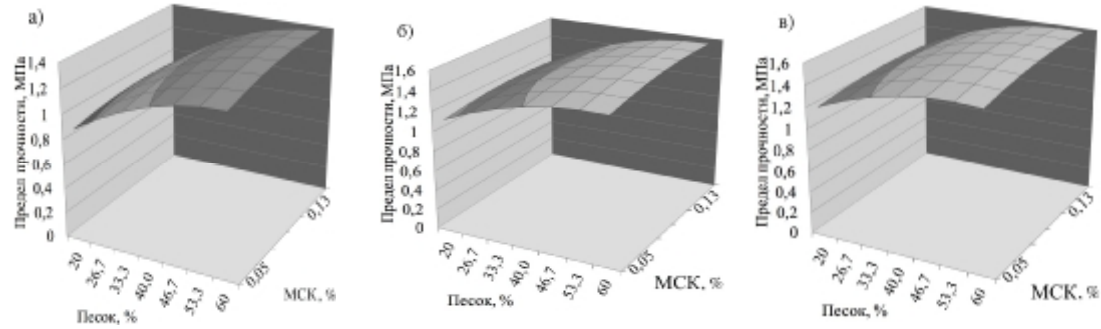


Рис. 5. Зависимость предела прочности на сжатие отхода камнедробления, обработанного цементом, от содержания песка и МСК при расходе ПЦ: а) 6 %; б) 8 %; в) 10 %

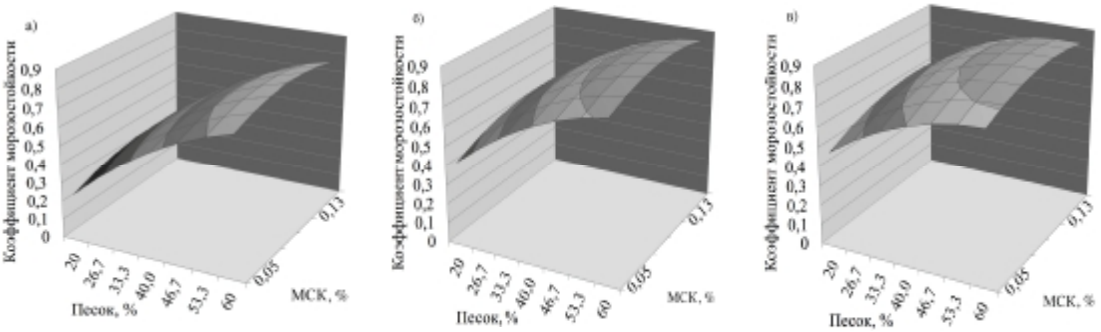


Рис. 6. Зависимость предела прочности на сжатие отхода камнедробления, обработанного цементом, от содержания песка и МСК при расходе ПЦ: а) 6 %; б) 8 %; в) 10 %

Анализ графиков рис. 4-6 показал эффективность комплексного введения песка и МСК в состав отхода камнедробления, обработанного цементом, для повышения физико-механических свойств.

Марка обработанного материала по прочности М40 и морозостойкости F15 получена при содержании песка – 53,3 % и МСК – 0,077 % с расходом ПЦ 6 %, при этом предел прочности на сжатие достиг 5,41 МПа, предел прочности на растяжение при

изгибе – 1,35 МПа, коэффициент морозостойкости – 0,76.

Марка по прочности М60 и марка по морозостойкости F15 получена при содержании песка – 40 % и МСК – 0,077 % с расходом ПЦ 8 %. Предел прочности на сжатие составил 6,62 МПа, предел прочности на растяжение при изгибе – 1,47 МПа, коэффициент морозостойкости – 0,77.

Марка по прочности М75 и марка по морозостойкости F15 получена при содержании песка – 46,7 % и МСК – 0,09 % с расходом ПЦ 10 %. Предел прочности на сжатие составил 7,60 МПа, предел прочности на растяжение при изгибе – 1,57 МПа, коэффициент морозостойкости – 0,83.

Обсуждение результатов

Введение песка в состав обработанного отхода камнедробления позволило повысить прочность и морозостойкость, что согласуется с ранними исследованиями [6]. Однако, даже при повышенных дозировках песка, требуемая марка по морозостойкости достигается при расходе цемента не менее 10 %.

На сегодняшний день для модификации и повышения долговечности (морозостойкости) строительных материалов широко применяются кремнийорганические соединения, которые фиксируясь на поверхности материалов, гидрофобизируют стенки пор и капилляров. Это обстоятельство положительно влияет на улучшение морозостойкости, так как адгезия кристаллов солей и льда к гидрофобной поверхности пор снижается. Введение добавки МСК совместно с песком позволило получить дорожно-строительные материалы на основе отходов камнедробления, обработанных цементом, с требуемыми марками по прочности и морозостойкости, а также пониженным расходом вяжущего.

Заключение

Исследовано изменение физико-механических свойств обработанного отхода камнедробления при введении природного песка и метилсиликоната калия. Установлены математические зависимости влияния расхода ПЦ, дозировок песка и МСК на физико-механические свойства обработанного материала. Получены оптимальные составы обработанного отхода камнедробления с марками по прочности М40, М60, М75 и морозостойкости F15.

Список библиографических ссылок

1. Пухаренко Ю.В., Панарин С.Н., Веселова С.И., Черевко С.А. Применение отходов камнедробления в бетонах // Технологии бетонов, 2013, № 11 (88). – С. 34-35.
2. Демьянова В.С., Чумакова О.А. Комплексное использование материалов и отходов добычи камнедробления нерудных полезных ископаемых в мелкозернистых бетонах нового поколения // Региональная архитектура и строительство, 2014, № 4. – С. 57-60.
3. Чудинов С.А., Дмитриев В.Н., Хохлов А.М. Технология комплексной переработки металлургических шлаков для дорожного строительства // Актуальные вопросы проектирования автомобильных дорог. Сборник научных трудов ОАО «ГИПРОДОРНИИ», 2014, № 5 (64). – С. 116-123.
4. Мурзич С.А., Булдаков С.И., Сарафанов К.В. Применение песчано-щебеночной смеси при строительстве автомобильных дорог из укрепленного грунта // Транспорт Урала, 2015, № 3 (46). – С. 102-104.
5. Ходжамуродов С.К., Джумаев Д.С., Саидов Ф.Х. Морозостойкость цементогрунта в зависимости от степени его водонасыщения и температуры замораживания // Наука, техника и образование, 2015, № 12 (18). – С. 67-71.
6. Вдовин Е.А., Мавлиев Л.Ф. Повышение качества местных укрепленных грунтов путем регулирования гранулометрического состава // Известия КГАСУ, 2011, № 4 (18). – С. 219-223.
7. Хузин А.Ф., Габидуллин М.Г., Рахимов Р.З., Габидуллина А.Н., Стоянов О.В. Модификация цементных композитов углеродными нанотрубками // Вестник

Казанского технологического университета, 2013, № 5. – С. 115-118.
8. Санников С.П., Жигайлов А.А., Андреев В.С. Влияние материалов серии «Типром» и «Пенетрон» на свойства цементогрунта, применяемого в дорожном строительстве // Научно-технический вестник Поволжья, 2015, № 1. – С. 132-134.
9. Боргонутдинов А.М., Бурмистрова О.Н., Тимохова О.М. Обоснование модели электрохимического закрепления водонасыщенных глинистых грунтов земляного полотна лесных дорог // Фундаментальные исследования, 2015, № 2-10. – С. 2069-2073.
10. Исаев Б.Н., Бадеев С.Ю., Цапкова Н.Н., Лунев А.Г., Кузнецов М.В., Бадеев В.С., Логутин В.В. Способ создания в грунтовом массиве пространственных структур из твердеющего материала // Геотехника, 2012, № 5. – С. 4-12.
11. Сигачев Н.П., Коновалова Н.А., Панков П.П., Ефименко Н.С., Григорьев Д.А. Дорожные цементогрунты на основе золошлаковых отходов Забайкальского края, модифицированные полимерной добавкой // Вестник забайкальского государственного университета, 2015, № 7 (122). – С. 28-36.
12. Глазков С.С., Кукина О.Б., Будасов С.Б., Черепахин А.М. Разработка комплексной стабилизирующей добавки для цементогрунтов // Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, 2014, № 2 (9). – С. 53-58.
13. Вдовин Е.А., Мавлиев Л.Ф. Повышение качества укрепленных грунтов введением гидрофобизирующих добавок // Известия КГАСУ, 2012, № 4 (22) – С. 373-378.
14. Гайда Ю.В., Айзенштадт А.М., Мальков В.С., Фомченков М.А. Органоминеральная добавка для укрепления песчаных грунтов // Промышленное и гражданское строительство, 2015, № 11. – С. 25-29.
15. Буланов П.Е., Мавлиев Л.Ф., Вдовин Е.А., Асадуллина А.Р., Гараева Ж.Б., Максимов В.Г. Опытно-промышленное внедрение щебеночно-песчаной смеси, обработанной портландцементом в комплексе с пластифицирующей и гидрофобизирующей добавкой при строительстве автомобильной дороги // Известия КГАСУ, 2015, № 4 (34). – С. 346-351.

Mavliev L.F. – assistant
E-mail: lenarmavliev@yandex.ru
Bulanov P.E. – post-graduate student
E-mail: f_lays@mail.ru
Vdovin E.A. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: vdovin007@mail.ru
Zaharov V.V. – student
E-mail: vadimzaharov1994@mail.ru
Gimazov A.R. – student
E-mail: albertgimazov@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The modification of road-building materials based on run-of-crusher stone, treated by cement, by the introduction of natural sand and methylsiliconate potassium

Resume

When the economic activities are exercise of in the field of mining, there is a necessity of rational using of wastes and local raw materials. From the variety of non-metallic minerals the run-of-crusher building stone can be identified, which in rare cases, are used as a building material. In areas with a lack of inventory of durable rubble, using the local mineral materials, in particular run-of-crusher stone limestone, treated by cement, become one of the possibilities to reduce the construction cost, saving energy, resources and time. However, run-of-crusher stone treated by cement have a low rates of strength and freeze-thaw resistance and therefore, it is require the modification by different target additives, including organosilicon compounds. The influence of the natural sand in the composition of the treated run-of-crusher stone on physical and mechanical properties was determined. With the experimental design method

according to the impact of consumption of cement, sand and methylsiliconate potassiumon physical and mechanical properties of the treated run-of-crusher stone were obtained. The optimal dosage of additives to produce materials with marks on the M40 strength, M60, M75 and frost resistance F15 were found.

Keywords: run-of-crusher stone, optimization of composition, physical and mechanical properties, methylsiliconate potassium, freeze-thaw resistance.

Reference list

1. Pukharenko Yu.V., Panarin S.N., Veselova S.I., Cherevko S.A. Application of stone crushing wastes in concrete // Tehnologii betonov, 2013, № 11 (88). – P. 34-35.
2. Demyanova V.S., Kazakov O.A. Integrated use of materials and production waste lithoclasty non-metallic minerals in the fine-grained concrete of new generation // Regionalnaya arkhitektura i stroitelstvo, 2014, № 4. – P. 57-60.
3. Chudinov S.A., Dmitriev V.N., Khokhlov A.M. Technology of using unrecyclable metallurgical slag in road construction // Aktualnyye voprosy proyektirovaniya avtomobilnykh dorog. Sbornik nauchnykh trudov OAO «GIPRODORNII», 2014, № 5 (64). – P. 116-123.
4. Murzich S.A., Buldakov S.I., Sarafanov K.B. The use of sand-grit mixture in road construction with stabilized soil // Transport Urala, 2015, № 3 (46). – P. 102-104.
5. Khodzhamurodov S.K., Dzhumaev D.S., Saidov F.Kh. Frost soil-cement depending on the degree of water saturation and freezing temperature // Nauka, tekhnika i obrazovaniye, 2015, № 12 (18). – P. 67-71.
6. Vdovin E.A., Mavliev L.F. Improvement of quality of local staked priming coats by grain size distribution regulation // Izvestiya KGASU, 2011, № 4 (18). – P. 219-223.
7. Khuzin A.F., Gabdullin M.G., Rakhimov R.Z., Gabidullina A.N., Stoyanov O.V. The modification of cement composites with carbon nanotubes // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta, 2013, № 5. – P. 115-118.
8. Sannikov S.P., Zhigaylov A.A., Andreyev V.S. Influence of materials «Tiprom» series and «Penetron» on soil-cement properties, used in road construction // Nauchno-tekhnicheskiy vestnik Povolzh'ya, 2015, № 1. – P. 132-134.
9. Burganutdinov A.M., Burmistrova O.N., Timokhova O.M. Model validation electrochemical induration water-saturated clay subgrade soil forest road // Fundamental'nyye issledovaniya, 2015, № 2-10. – P. 2069-2073.
10. Isayev B.N., Ivanov S.Yu., Tsapkova N.N., Lunev A.G., Kuznetsov M.V., Badeyev V.S., Logutin V.V. A way to create spatial structures of hardening material in a soil massif // Geotekhnika, 2012, № 5. – P. 4-12.
11. Sigachev N.P., Konovalova N.A., Pankov P.P., Yefimenko N.S., Grigor'yev D.A. Road soils-cement on the basis of ash wastes of Transbaikal region, modified by polymer additives // Vestnik zabaykal'skogo gosudarstvennogo universiteta, 2015, № 7 (122). – P. 28-36.
12. Glazkov S.S., Shchukina O.B., Budasov S.B., Cherepakhin A.M. Development of an integrated stabilizing additives for tsementogruntov // Voronezhskiy gosudarstvennyy arkhitekturno-stroitel'nyy universitet, 2014, № 2 (9). – P. 53-58.
13. Vdovin E.A., Mavliev L.F. Improving the quality of soil reinforcement by introducing hydrophobic additives // Izvestiya KGASU, 2012, № 4 (22) – P. 373-378.
14. Gayday Yu.V., Ayzenshtadt A.M., Markov V.S., Savchenko M.A. Organomineralnoj supplement for strengthening sandy soils // Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitel'stvo, 2015, № 11. – P. 25-29.
15. Bulanov P.E., Mavliev L.F., Vdovin E.A., Asadullina A.R., Garaeva Zh.B., Maksimov V.G. The experimental-industrial introduction of stone-sand mixture treated by portland cement in combination with plasticizer and water-repellent additive for the road construction // Izvestiya KGASU, 2015, № 4 (34). – P. 346-351.

УДК 519.6:696.2
Сазонова С.А. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru
Николенко С.Д. – кандидат технических наук, профессор
E-mail: nikolenkoppb1@yandex.ru
Манохин В.Я. – доктор технических наук, профессор
E-mail: manohinprof@mail.ru
Манохин М.В. – ассистент
E-mail: fellfrostqtw@gmail.com
Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д. 84

Численная апробация математических моделей мониторинга безопасного функционирования систем газоснабжения

Аннотация

В работе рассмотрены алгоритм и разработанный программный комплекс для диагностирования технических параметров систем газоснабжения. Проверена работоспособность математических моделей мониторинга параметров систем газоснабжения в условиях реального времени. Быстродействие программного комплекса обеспечено благодаря принятию совокупности оцениваемых параметров в виде отборов среды потребителями, что является не традиционным подходом. Диагностика технического состояния функционирующих систем газоснабжения проводилась с использованием задачи статического оценивания, в частности при формировании псевдоизмерений. Приведены результаты вычислительного эксперимента по результатам апробации алгоритма диагностики технического состояния функционирующих систем газоснабжения.

Ключевые слова: математическое моделирование, статическое оценивание, система газоснабжения, численный эксперимент, программный комплекс.

Цель разработки математических моделей мониторинга безопасного функционирования систем газоснабжения – создание работоспособных алгоритма и программного комплекса для технической диагностики текущего состояния таких систем в условиях реального времени.

Мониторинг текущего состояния, или иными словами получение информации о текущих значениях параметров состояния системы газоснабжения (СГС), осуществляется в условиях реального времени при одновременном опросе датчиков давления в энергоузлах (ЭУ) системы с помощью аппаратуры для телеизмерений. Эта информация поступает в диспетчерский пункт, обрабатывается на компьютере с помощью разработанного программного комплекса, в основу которого положены ранее разработанные математические модели [1]. Восполненная численно информация о всех параметрах текущего состояния системы является основанием для принятия решения лицом принимающим решение (ЛПР). По резкому изменению параметров системы в конкретных расчетных точках системы между телеизмерениями, ЛПР может сделать заключение о наличии аварии или сбоя в работе системы и принять оперативное решение для предотвращения развития аварийной ситуации (или изменить режим функционирования). Безопасность систем будет обеспечена за счет своевременного выезда аварийных бригад, предотвращающих развитие аварийной ситуации.

Целью и задачей является не сбор статистической информации и не констатация по авариям СГС, а профилактика (предупреждение) возможности аварии по информации в диспетчерском пункте. Задачу можно рассматривать как создание алгоритмического и программного обеспечения для информационной базы автоматизированных систем управления (АСУ). Управление системой ЛПР выходят за рамки данной работы.

Ограничим область исследования данной работы результатами вычислительного эксперимента, проведенного с помощью разработанного программного обеспечения, в котором реализована задача статического оценивания. Разработанные математические

модели для решения задачи статического оценивания состояния СГС описаны в работе [1]. Данные математические модели получены на основе применения энергетического эквивалентирования, основные положения которого изложены в работе [2].

Для проверки работоспособности математических моделей из работы [1] выполнялся вычислительный эксперимент. Для исследования была использована система газоснабжения низкой ступени давления, схема которой представлена на рис. 1. Схема состояла из 21 контура, 94 участков и 73 узлов. Энергоузлами системы являлись 2 источника питания а так же 27 узлов подключения потребителей. На рис. 1 ЭУ заштрихованы.

В соответствие с предложенным методом, основанном на применении энергетического эквивалентирования [2, 3] исходной информацией для статического оценивания являются данные датчиков давления, устанавливаемыми в ЭУ. Так как на практике не все ЭУ системы могут оснащаться датчиками, введем понятие плотности манометрической съемки ρ, под которой будем понимать отношение числа ЭУ, оснащенных датчиками к их общему количеству определяемой по формуле (1):

$$\mathrm{r} = m_{\partial}^{э} / m^{э}. \qquad (1)$$

При этом величина ρ находится в диапазоне 0≤ρ≤1 или изменяется от 0 до 100 %.

Поскольку натурный эксперимент на объекте не выполнялся, проверка работоспособности предложенного метода оценивания осуществлялась путем сопоставления результатов оценивания с «эталонным» расчетом, который получен на объекте исследования как результат решения задачи анализа потокораспределения по моделям [4, 5] без учета погрешности экспериментальных данных. Данные для эталонного расчета включали давления в источниках питания, нагрузки от потребителей, диаметры труб на участках и их длины. Все данные вводились в соответствии с расчетной схемой. Использованные обозначения, соответствовали принятым для математических моделей [1, 3]: N – порядковый номер участка, m_H, m_k – начальный и конечный узлы участка, L – длина участка, D – диаметр трубы на участке, $\overset{*}{s}$ – толщина стенки трубы на участке, m – номер узла системы, P – фиксируемое давление в ЭУ присоединения источника питания, g – фиксируемый отбор в ЭУ присоединения потребителя, ΔP – потери давления на участке, Q – расход газа на участке, g_0, g_n – отбор газа потребителем и приток газа через источник питания.

Использованные в численном эксперименте расчетные данные по узловым давлениям в ЭУ, искусственно изменялись в соответствии с погрешностью технических средств, осуществляющих на реальных объектах манометрическую съемку. В дальнейшем они использовались как исходные данные при реализации задачи статического оценивания.

В практике эксплуатации АСУ основными исходными данными обычно считаются телеизмерения, то есть измерения, полученные не от приборов визуального контроля, а от датчиков совмещенных с устройствами телемеханики для передачи информации. Это необходимо чтобы обеспечить максимальную степень синхронности снятия всех показаний. Поэтому погрешность информации складывается из ошибок, возникающих в самих датчиках и от помех в каналах связи.

Для АСУ энергетических систем, в том числе и гидравлических систем, в настоящее время применяются датчики Государственной системы приборов, имеющие стандартизованный электрический выход 0-5 мА. Для контроля и измерения расходов целевого продукта рекомендуются дифманометры, индуктивные или ультразвуковые расходомеры. Ультразвуковые расходомеры в настоящее время не получили широкого распространения.

Составить объективное представление о погрешностях, возникающих в каналах связи, мешает то, что для этих устройств не применяется понятие класса точности. В литературе, посвященной техническим средствам АСУ, приводится достаточно обширный перечень комплексов, выполняющих телеизмерения на гидравлических трубопроводных системах. Однако никакой количественной, информации о помехах, возникающих в каналах связи таких комплексов, не приводится. В настоящее время, класс точности телеизмерительных систем в энергетике часто определяется классом точности датчиков. Для каналов связи, причина дополнительных погрешностей

заключается в не одновременности опроса датчиков, то есть существует возможность возникновения так называемых динамических ошибок. Для анализа таких ошибок обычно используются ковариационные функции.

Анализируя сведения о технических средствах получения и передачи информации на базе промышленных комплексов автоматизации можно сделать вывод, что верхний предел погрешности оценивается величиной – 2 %.

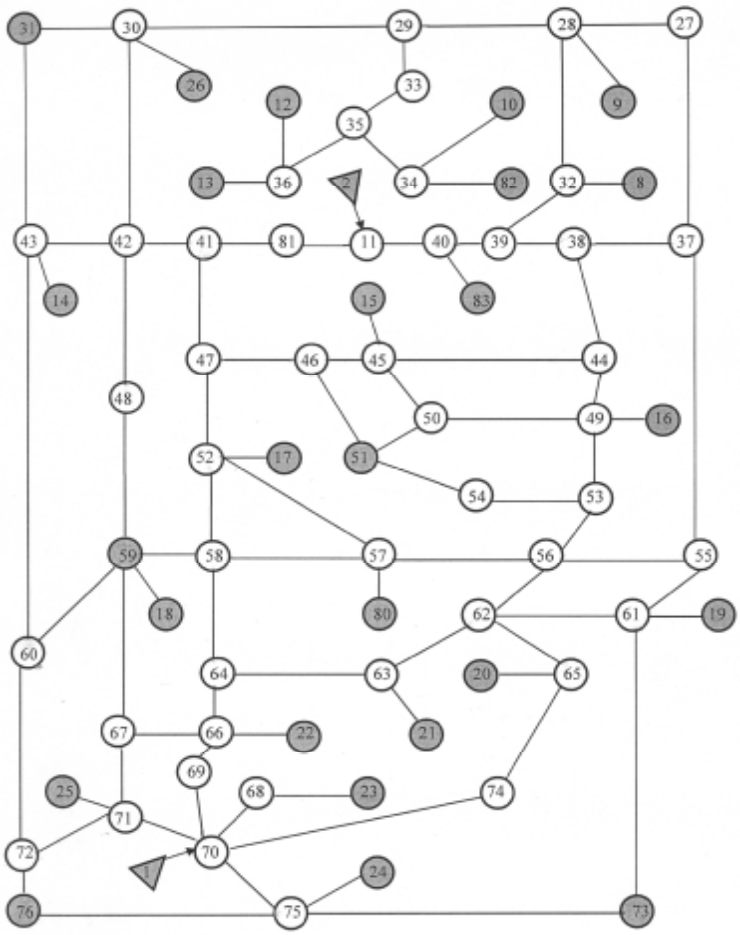


Рис. 1. Расчетная схема объекта

Выполненный вычислительный эксперимент состоял из пяти вариантов расчета задачи статического оценивания [1]. В первых трех вариантах варьировалось значение погрешности манометрической съемки, которая соответственно принималась равной 0,5; 1,0 и 2,0 %. Плотность манометрической съемки во всех трех случаях принималась равной единице. Исходные данные для оценивания принимались с учетом соответствующей относительной погрешности, при этом знак выбирался в половине ЭУ положительным, а в другой половине – отрицательным.

Результаты вычислительного эксперимента при плотной манометрической съемке показали, что между данными эталона и рассчитанными по программе для статического оценивания, среднеквадратическая погрешность находится в пределах допустимой погрешности исходной информации во всех расчетных вариантах. При этом такие пределы соблюдаются по всем быстро меняющимся параметрам (давление и отборы в узлах, расходы и потери давления на участках). Статистические характеристики полученных оценок для параметров режима приведены в таблице, в которой указаны значения среднеквадратических отклонений, отнесенные к соответствующим параметрам режима функционирования.

Таблица

Среднеквадратические отклонения результатов оценивания

Номер варианта расчета	Значения среднеквадратических отклонений результатов, %		
	σ_q	σ_Q	$\sigma_{\Delta H}$
1	0,33	0,26	0,13
2	2,28	2,21	1,30
3	3,03	2,27	2,53
4	3,88	4,49	6,73
5	3,43	4,86	5,11

Так как закономерность распределения ошибок численных результатов статического оценивания состояния осуществляется по закону распределения близкому к нормальному, то возможно применить метод наименьших квадратов для решения рассматриваемой задачи. Заметим, что процедура «взвешивания» в методе наименьших квадратов, заключается в учете весовых функций, отражающих погрешность отдельных замеров при манометрической съемке и соответствующим обратным величинам квадратов дисперсий ошибок отдельных датчиков. Так как вычислительный эксперимент проводился на расчетных данных, величины которых условно можно считать одной точности, то значения весовых функций можно принять равными единице.

Целью четвертого варианта проводимого эксперимента явилось исследование возможности предложенного способа формирования псевдоизмерений. Поставленная цель достигалась путем исключения последовательно по одному из значений давления в ЭУ, которые подвергались обработке. В итоге расчеты выполнялись в течение 17 этапов. При этом, замена данных псевдоизмерениями после исключения их из обработки и не были произвольными. Проблема рациональной установки датчиков на исследуемом объекте является отдельной самостоятельной задачей. Эта проблема относится традиционно к проблеме синтеза систем сбора данных и в настоящей работе не рассматривается.

Проведенные расчеты показали, что исключение из обработки информации для любого из ЭУ (например 26, 82, 25) приводит к резкому ухудшению результатов оценивания. В двух последних случаях этому есть объяснение. Так как псевдоизмерения формируются по усредненным значениям измеренных давлений через функцию Θ [1], то исключение из обработки информации от датчиков, определяющих минимальное (82) и максимальное (25) значения давлений в системе, исключает возможность корректного усреднения. В рассмотренном случае достаточно в процедуре нахождения Θ учитывать ЭУ подключения источников питания.

Факт потери устойчивости решения при исключении информации для ЭУ (26) из обработки пока можно объяснить только спецификой конфигурации системы и значениями диаметров труб на участках, в окрестности данного энергоузла. Во всех без исключения вариантах расчетов, погрешность оценки узловых давлений в области узла (26) находится в пределах ±2σ-±4σ (на рис. 2 эта область заштрихована). Для установления причин ухудшения результатов требуются дополнительные исследования, связанные с оценкой свойств матриц в системе нормальных уравнений [1], то есть необходимо обращение к чисто математической проблеме наблюдаемости.

Из всех расчетов с формированием псевдоизмерений приведен только один вариант, для которого достигнута погрешность результатов оценивания, отвечающая инженерному уровню при минимальном числе в 10 датчиков. Их размещение на схеме объекта показано на рис. 2. В таблице приведены статистические характеристики полученного варианта решения.

Данный вариант результатов важен в силу того, что при плотности производимой манометрической съемки менее 35 % можно получить удовлетворительную оценку состояния рассматриваемой системы. Однако, достигнутый показатель минимально допустимой плотности съемки нельзя распространять на другие системы без дополнительных исследований. Несмотря на это, данный результат позволяет пересмотреть требования, которые считаются классическими, к топологической наблюдаемости.

Целью пятого варианта вычислительного эксперимента ставилась определение работоспособности алгоритма при формировании псевдоизмерений в узлах с крупными сосредоточенными отборами. Таких узлов в системе два: (59) – 150 м^3/ч, что составило 20 % общей нагрузки сети и (51) – 100 м^3/ч, что составило 15 % общей нагрузки сети. В этом варианте из обработки были исключены исходные данные для узла (51). Статистические характеристики результатов оценивания в виде гистограммы среднеквадратических отклонений представлены на рис. 4 б). Результаты оценивания можно в принципе признать удовлетворительными.

Следует отметить, что обобщать такой результат невозможно, поскольку аналогичный эксперимент с узлом (59) не дал положительного решения.

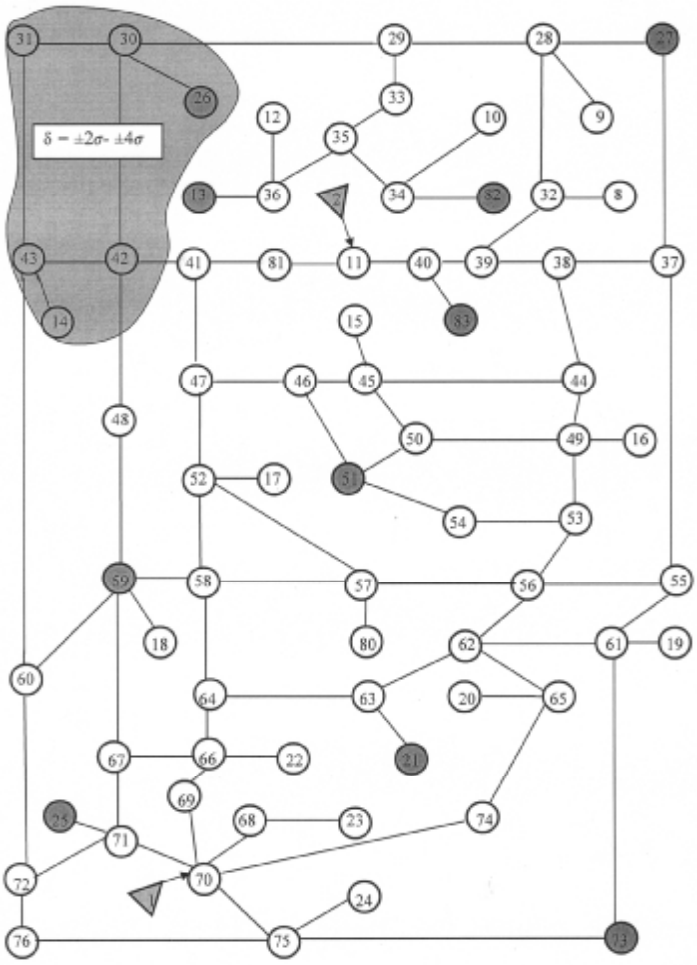


Рис. 2. Положение датчиков на объекте исследования при неплотной съемке

Завершая обсуждение результатов решения задачи статического оценивания при проведении неплотной манометрической съемки, следует отметить, что в расчетах 4 и 5 вариантов относительные погрешности источников данных принимались равными 0,5 %.

Свойства рабочих матриц систем нормальных уравнений [1] представляют интерес с вычислительной точки зрения. Они могут быть оценены по степени условленности. Результаты таких оценок, полученные с помощью процедуры встроенной в подпрограмму реализации метода Гаусса при решении систем линейных уравнений, показали, что степень обусловленности во всех вариантах расчетов на любой итерации находилась в пределах от $0{,}1\cdot10^3$ до $0{,}1\cdot10^5$. В результате можно утверждать, что предлагаемый способ формирования псевдоизмерений является устойчивым с вычислительной точки зрения, поскольку стандартная длина мантиссы составляет 7 значащих цифр.

Проведенный вычислительный эксперимент включал исследования алгоритмов статического оценивания параметров режима. Теоретические разработки охватывают комплексную техническую диагностику состояния систем газоснабжения, включая утечки. Апробация всего разработанного программного комплекса выходит за рамки настоящей работы. Это обусловлено двумя обстоятельствами. Первое – реализация задачи диагностики утечек рассмотрена в работах [3, 6]. Второе – алгоритм идентификации факта утечки в вычислительном плане не представляет принципиальных трудностей. Однако проверка его работоспособности указанного алгоритма в рамках только вычислительного эксперимента представляется пока проблематичной, поскольку в этом случае необходимо численно имитировать динамику гидравлической системы для обеспечения представительной выборки при проверке двухальтернативной гипотезы. Поэтому без конкретных технологических ограничений на диапазоны изменения гидравлических эквивалентов абонентских подсистем, получаемые результаты трудно будет признать убедительными.

Приведенные пять вариантов численного решения задачи статического оценивания охватывают в рамках имитационного моделирования весь спектр возможных сценариев изменения режимов функционирования. В рамках задачи статического оценивания можно получить только значения параметров функционирования системы, достаточные для отслеживания в диспетчерских пунктах резких изменений параметров.

Для реализации разработанных в [1] математических моделей для статического оценивания состояния разработан вычислительный комплекс на базе пакета прикладных программ Hydrograph [3]. Основное предназначение пакета заключается в проведении гидравлических и технико-экономических расчетов в двух проблемных областях управления трубопроводными системами: проектирования и эксплуатации. Характер целевого продукта (газ, вода, нефть или любой другой ингредиент) принципиального влияния на компоновку программных средств в рамках загрузочных модулей не оказывает и определяет лишь совокупность констант, задающих вид и параметры соотношений гидравлики. Методологической базой пакета являются результаты исследований на основе применения энергетического эквивалентирования [3]. В составе пакета Hydrograph имеется 79 программных модулей, содержащих около 8,5 тысяч операторов.

Поскольку в разрабатываемом вычислительном комплексе используются типовые модули пакета, приведем краткое описание их назначения. Программные модули распределены по пяти следующим группам: программы управления, обеспечивающие управление выполнением отдельных этапов решения задач; программы формирования структурного состава гидравлической системы, обеспечивающие накопление и систематизацию информации о структурных элементах системы; программы ввода и вывода данных, производящие систематизацию исходных данных и результатов расчета; сервисные программы, способствующие удобству восприятия результатов расчета и сообщений об ошибках при анализе исходных данных и в процессе решения задач; вычислительные программы, реализующие стандартные алгоритмы математических методов для решения типовых задач прикладной математики.

Так как для проверки работоспособности разработанных методов и алгоритмов [1] применялось имитационное математическое моделирование, то качество оценивания определялось путем сравнения получаемых результатов с эталонным расчетом, полученным в результате численного решения прямой задачи анализа потокораспределения.

В реальных условиях для обеспечения безопасной эксплуатации системы газоснабжения с помощью разработанных программ потребуется проводить мониторинг технического состояния СГС через определенные экспериментально промежутки времени. Обязательным условием при оснащении системы приборами является установка датчиков давления в энергоузлах. Датчики должны быть оснащены устройствами телемеханики для синхронного опроса их на всей системе. Полученная таким образом информация, называемая «мгновенным снимком системы». Она должна синхронно поступить в диспетчерский пункт в качестве входных данных при расчете по разработанному программному комплексу. Существенным достижением разработанных моделей является то, что не требуется на контролируемом объекте устанавливать

расходомеры, так как при решении задачи на основе применения энергетического эквивалентирования будет полностью восполнена информация о расходах среды в узлах и на участках системы. В качестве исходных данных в программе должны быть введены данные о параметрах системы: конфигурация объекта (матрица инциденций); метрические характеристики элементов (длины участков, диаметры труб); индексы, определяющие материал, из которого изготовлены трубы; количество энергоузлов; общий приток через питатели; характеристики насосного оборудования или резервуаров; значения измеренных узловых потенциалов; погрешность датчиков, данные о геодезической съемке; совокупность констант, используемых в расчетах.

Выходными параметрами после расчета будет вся ранее недостающая информация о системе, в том числе для элементов системы не оснащенных датчиками. Для любой точки системы в фиксированный момент времени будут определены значения расходов среды на участках и в узлах. Полученная таким образом полная информация о системе будет называться статическим оцениванием параметров состояния. Если проводить оценивание системы через определенный промежуток времени (определяемый на практике) можно в диспетчерском пункте получить информацию о параметрах системы в реальном времени и отслеживать изменения параметров между двумя соседними опросами. При наличии явных изменений будет виден их масштаб и местоположение в системе. Таким образом можно выполнить техническую диагностику системы, отследить аварии, утечки или не санкционированные отборы целевого продукта, подробно рассмотренные в работах [3, 6].

Для проведения натурного эксперимента потребуются такие же приборы и устройства, как и для проведения мониторинга технического состояния. В настоящее время не представляется возможным провести указанный натурный эксперимент на распределительных системах газоснабжения с силу отсутствия на них требуемых приборов и устройств. Приобретение и установка приборов и устройств весьма дорогостоящи в настоящее время, поэтому указанные проблемы будут рассматриваться в будущем. В связи с вышесказанным примеры практического применения программного комплекса могут быть получены после требуемого технического оснащения системы.

Чтобы получить полную, достоверную информацию в диспетчерских пунктах о результатах технической диагностики СГС, потребуется между двумя оцениваниями состояния проводить диагностику утечек с определением их координат и объемов в соответствии с работой [3], в которой приведены примеры численного решения задачи диагностики утечек. В работе [6] разработан метод определения факта существования утечки на фоне «шума» потребителей.

Техническую диагностику (совместное решение задач статического оценивания и диагностики утечек) предполагается проводить в реальных условиях. На практике диагностировать систему при наличии требуемого оборудования можно будет в условиях реального времени, что будет обеспечивать безопасность ее функционирования за счет оперативности реагирования в случае возникновения аварии.

Для функционирующих систем газоснабжения представляет интерес задача реструктуризации и параметрическая оптимизации. Посвященные данному вопросу математические модели из работ [7, 8] можно реализовать при комплексном решении задачи технической диагностики гидравлических систем. Разработанные на основе применения энергетического эквивалентирования модели управления функционированием систем водоснабжения [9, 10] так же можно использовать при решении комплексной задачи диагностики, с условием учета особенностей функционирования систем газоснабжения.

В заключение отметим, что по результатам проведенного численного эксперимента можно сделать вывод о том, что для систем газоснабжения в программном обеспечении обеспечен оперативный контроль быстро изменяющихся параметров режима, основанный на реализации двух алгоритмически взаимосвязанных задач: диагностики утечек [6] и статического оценивания [1]. Так как они принадлежат к задачам разного класса, то их совместная формализация невозможна.

В программном комплексе реализованы разработанные ранее метод решения и математическая модель задачи статического оценивания [1]. Быстродействие

программного комплекса обеспечено благодаря принятию совокупности оцениваемых параметров в виде отборов среды потребителями, что является не традиционным подходом. Практическая ценность предложенного метода заключается в том, что в выбраны узловые давления качестве оцениваемых параметров, позволяющих в качестве информации об исходном состоянии объекта применить наиболее подходящий способ контроля режима функционирования в виде манометрической съемки.

Программный комплекс реализует разработанную ранее математическую модель для формирования псевдоизмерений [1] с целью преодоления недостатка экспериментальных данных об объекте исследования при решении задачи статического оценивания. В основе математической модели применен принцип энергетического эквивалентирования, который физически обоснован в работах [2, 3].

Разработанный программный комплекс позволил провести вычислительный эксперимент, подтвердивший работоспособность разработанных моделей [1] с погрешностью соответствующей качеству исходных экспериментальных данных, получаемых по результатам опроса датчиков давления, установленных на системе газоснабжения. Разработанный программный продукт представляется возможным использовать для технической диагностики городских систем газоснабжения в условиях реального времени. Внедрение программного комплекса в практику эксплуатации позволит обеспечить надежность и экономичность при проектировании и функционировании объектов защиты, а, следовательно, повысить их безопасность при эксплуатации.

Список библиографических ссылок

1. Сазонова С.А. Решение задачи статического оценивания систем газоснабжения // Вестник Воронежского государственного технического университета, 2011, т. 7, № 11. – С. 139-141.
2. Колодяжный С.А., Сушко Е.А., Сазонова С.А. Применение энергетического эквивалентирования для формирования граничных условий к модели анализа потокораспределения системы теплоснабжения // Инженерные системы и сооружения, 2013, № 3 (12). – С. 8-15.
3. Щербаков В.И., Панов М.Я., Квасов И.С. Анализ, оптимальный синтез и реновация городских систем водоснабжения и газоснабжения. – Воронеж: ВГУ, 2001. – 292 с.
4. Сазонова С.А. Итоги разработок математических моделей анализа потокораспределения для систем теплоснабжения // Вестник Воронежского государственного технического университета, 2011, т. 7, № 5. – С. 68-71.
5. Колосов А.И., Панов М.Я., Стогней В.Г. Моделирование потокораспределения на этапе развития структуры городских систем газоснабжения // Вестник Воронежского государственного технического университета, 2013, т. 9, № 3-1. – С. 56-62.
6. Сазонова С.А. Разработка метода дистанционного обнаружения утечек в системах газоснабжения // Вестник Воронежского государственного технического университета, 2011, т. 7, № 11. – С. 119-121.
7. Колосов А.И., Панов М.Я. Математическое моделирование процесса реструктуризации городских систем газоснабжения низкой ступени давления // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура, 2013, № 2 (30). – С. 34-41.
8. Панов М.Я., Суворова Ю.В. Параметрическая оптимизация городских систем газоснабжения // Инженерные системы и сооружения, 2013, № 1 (10). – С. 10-14.
9. Панов М.Я., Петров Ю.Ф., Щербаков В.И. Модели управления функционированием систем подачи и распределения воды. – Воронеж: ВГАСУ, 2012. – 272 с.
10. Панов М.Я., Петров Ю.Ф., Щербаков В.И. Теория и методы управления функционированием систем водоснабжения // Инженерные системы и сооружения, 2011, № 1. – С. 71-86.

Sazonova S.A. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru
Nikolenko S.D. – candidate of technical sciences, professor
E-mail: nikolenkoppb1@yandex.ru
Manokhin V.Ya. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: manohinprof@mail.ru
Manokhin M.V. – assistant
E-mail: fellfrostqtw@gmail.com
Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
The organization address: 394006, Russia, Voronezh, 20-letiya Oktyabrya st., 84

Numerical testing of mathematical models for monitoring the safe functioning of gas supply systems

Resume

The developed algorithms and software systems implemented previously developed method for solving the problem and the mathematical model for estimating the static gas supply systems. The same software package implements a mathematical model developed earlier for the formation pseudo measurement to overcome the lack of experimental data about the object of research. At the basis of mathematical models applied the principle of energy equivalenting.

The software package provided with operational control of the rapidly changing mode settings, based on the realization of two interrelated problems algorithmically: diagnosis of leaks and static evaluation. Performance of software provided through the adoption of the aggregate of the estimated parameters in the form of selection among consumers, which is not the traditional approach. The practical value of the proposed method is that the pressure of the selected nodes as the estimated parameters, allowing for information about the initial state of the object to apply the most appropriate way to control the mode of operation of a manometer shooting.

The developed software package enabled a computer experiment, confirmed the efficiency of the earlier models with an accuracy corresponding to the quality of the original experimental data obtained in a survey of pressure sensors installed on the gas supply system. The developed software is possible to use for technical diagnosis of urban gas supply systems. Introduction of the complex into practice will ensure reliable operation and cost in the design and operation of the protection, and hence improve their safety in use.

Keywords: mathematical modeling, static estimation, gas supply system, a numerical experiment, software package.

Reference list

1. Sazonova S.A. Decision of static estimation task for gas supply system // The herald of state technical university in Voronezh, 2011, v. 7, № 11. – P. 139-141.
2. Kolodyazhny S.A., Sushko E.A., Sazonova S.A. Application for the formation of energy equivalenting boundary conditions for models of analysis of the heat supply system // Engineering systems and constructions, Voronezh, 2013, № 3. – P. 8-15.
3. Sherbakov V.I., Panov M.Ya., Kvasov I.S. Analysis, optimal synthesis and renovation municipal system water-supply and natural gas industry. – Voronesh: Publishing house VGU, 2001. – 292 p.
4. Sazonova S.A. Totals of the developments of the mathematical models of distribution flow analysis for heat supply system // Vestnik of VSTU, 2011. v. 7, № 5. – P. 68-71.
5. Kolosov A.I., Panov M.Ya., Stogney V.G. Simulation of the flow distribution in the stage of development of the structure of urban gas supply systems // Vestnik of VSTU, 2013, v. 9, № 3-1. – P. 56-62.
6. Sazonova S.A. Development of the method of the remote finding drain in system of gas supply // Vestnik of VSTU, 2011, v. 7, № 11. – P. 119-121.

7. Kolosov A.I., Panov M.Ya. Mathematical modeling of the process of restructuring the urban systems of gas supply of low pressure stage // Vestnik of VSTU. Building and architecture, 2013, № 2 (30). – P. 34-41.
8. Panov M.Ya., Suvorova Yu.V. Parametric optimization of urban gas supply systems // Engineering systems and constructions. – Voronezh, 2013, № 1. – P. 10-14.
9. Panov M.Ya., Petrov Yu.F., Sherbakov V.I. Models of management systems functioning water supply and distribution. – Voronezh: VGASU, 2012. – 272 p.
10. Panov M.Ya., Petrov Yu.F., Sherbakov V.I. Theory and methods of management of functioning of water supply systems // Engineering systems and constructions. – Voronezh, 2011, № 1. – P. 71-86.

УДК 338.984; 338.2
Шагиахметова Э.И. – кандидат экономических наук
E-mail: elvirale@mail.ru
Котдусова А.Г. – студент
E-mail: arabl101@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Информационное обеспечение реализации инвестиционных проектов: применение программного продукта «Альт Инвест 6 Сумм Строительство» для обоснования экономической эффективности проекта по модернизации асфальтобетонного завода под выпуск щебеночно-мастичного асфальтобетона

Аннотация

В статье рассмотрены и проанализированы два варианта развития бизнеса: до внедрения инновационных технологий в деятельность организации и после технического перевооружения производства под выпуск нового вида продукции как щебеночно-мастичный асфальтобетон. Обосновано преимущество второго варианта развития с помощью применения анализа и программного продукта «Альт- Инвест 6 Сумм строительство», который является одним из лучших программ для выполнения анализа эффективности проектов.

Ключевые слова: инновации, щебеночно-мастичный асфальтобетон, стоимость бизнеса, стратегическое планирование, оценка бизнеса.

Строительство представляет собой отдельную самостоятельную область экономики страны, которая предназначена для ввода в действие новых, а также расширения, реконструкцию и техническое переоснащение действующих объектов производственного и непроизводственного назначения. Определяющая роль отрасли заключается в создании условий для динамичного развития экономики страны [8, 9, 10].

Проблему расчета экономической эффективности проекта развили такие ученые как Красильников О.Ю., Коваленко Д.Л., Шеремет А.Д., которые анализировали ее с точки зрения стратегического анализа, базирующегося на стратегическом финансовом управлении (мониторинг окружающей среды предприятия, возможность развития инвестиционной деятельности и т.д.) [3, 4, 5].

В данной работе развит подход, который в основу берет финансовый анализ, выполненный с применением программного продукта при реализации проектов.

Компьютеризация в строительной отрасли становится все более необходимой и соответственно популярной, все организации хотят не только значительно упростить работу своих сотрудников, но и ускорить предполагаемый строительный процесс в целом. Компьютеризация управления в строительной отрасли является одним из важнейших факторов, определяющих уровень конкурентных преимуществ строительных компаний. Подтверждение тому является увеличение затрат строительных организаций на информационные и коммуникационные услуги: 30 % – на оплату услуг связи, 24 % – на приобретение вычислительной техники, 20 % – на обучение сотрудников, связанное с использованием информационных технологий, 18 % – на приобретение программных средств, 8 % – на оплату услуг сторонних организаций и специалистов по информационным технологиям.

В процессе внедрения на предприятиях строительной отрасли программных продуктов проектировщикам или изыскателям чаще всего приходится сталкиваться со следующими видами программной продукции:

- стандартными офисными программами;
- базами данных;
- программами, выполняющими расчетно-графические работы, непосредственно связанные с проектированием.

Офисными программами обычно называют стандартные приложения к операционной системе компьютера, применяемые в делопроизводстве любых организаций, любой отраслевой направленности (в операционной системе Windows они входят в пакет Office). Это – текстовые редакторы (в первую очередь Word), электронные таблицы (типа Excel) и другие программы, не привязанные к конкретной отрасли деятельности. Они используются для решения частных вопросов, в том числе оформления текстовой части проектов, выполнения вычислений. Офисные программы – это начальный этап автоматизации труда проектировщика и изыскателя, еще не затрагивающий основного содержания их работы. Однако в данном случае они заслуживают упоминания как средства существенного ускорения проектно-изыскательских работ за счет автоматизации многих вспомогательных операций.

Базы данных – это размещенная на компьютерных носителях совокупность данных, организованных по определенным правилам, позволяющим манипулировать этими данными и быстро находить в них нужную информацию. Такой вид программ имеет большое значение для проектировщика, ибо в виде базы данных можно представлять любой справочный материал, нормативные документы, архивные материалы. Главное их преимущество – возможность быстрого нахождения нужной информации по ключевым словам или другим признакам, удобным для пользователя.

Третий вид программ, выполняющих расчетно-графические работы, является главным в сфере автоматизации проектирования. Общей тенденцией современного развития программного обеспечения является использование крупных программных комплексов, решающими широкий круг инженерных задач. Распространение получили многофункциональные программы двух типов:

- программы общетехнического характера, не связанные с конкретной инженерной отраслью, то есть пригодные для выполнения, расчетных или графических операций в любой сфере деятельности (в строительстве, машиностроении, энергетике, сельском хозяйстве);

- программы, специализированные на решениях задач конкретной инженерной отрасли, например, геотехники, гидрогеологии, топографии, проектирования строительных конструкций, технологии и организации строительных работ.

Компьютеризация управления в строительной отрасли республики Татарстан является основополагающим и решающим фактором при определении конкурентоспособности строительных организаций. Последнее время наблюдается положительная динамика в увеличении затрат на приобретение программных продуктов. Стоит отметить, что строительными организациями приобретаются программные средства, необходимые не только для автоматизации самого строительного процесса, но и программные продукты для повышения и усовершенствования процессов управления внутри фирм. Это позволяет сделать вывод о том, что строительные организации республики Татарстан заинтересованы не только в том, чтобы сам процесс строительства был усовершенствован, максимально упрощен для восприятия и имел высокое качество.

Способность компании финансировать свою деятельность определяет финансовое состояние компании. Финансовое состояние характеризуется обеспеченностью финансовыми ресурсами, необходимыми для нормального функционирования предприятия, целесообразностью их размещения и эффективностью их использования, финансовыми взаимоотношениями с другими юридическими и физическими лицами, платежеспособностью и финансовой устойчивостью [1].

Способность предприятия своевременно производить платежи, финансировать свою деятельность на расширенной основе свидетельствует о его хорошем финансовом состоянии. Финансовое состояние может быть устойчивым, неустойчивым и кризисным.

В настоящее время проведение анализа финансово-хозяйственной деятельности предприятия без использования программных продуктов почти невозможно. Во-первых, с применением программных продуктов уменьшается количество времени, необходимого для проведения анализа. Во-вторых, количество информации, которое необходимо обработать, достаточно велико. Вручную проделывать подобную работу достаточно трудоемко [2].

Чаще всего на предприятиях строительной отрасли для расчета показателей эффективности и проведения финансового анализа используются два основных программных продукта: «Альт-Инвест» и «Project Expert» [7].

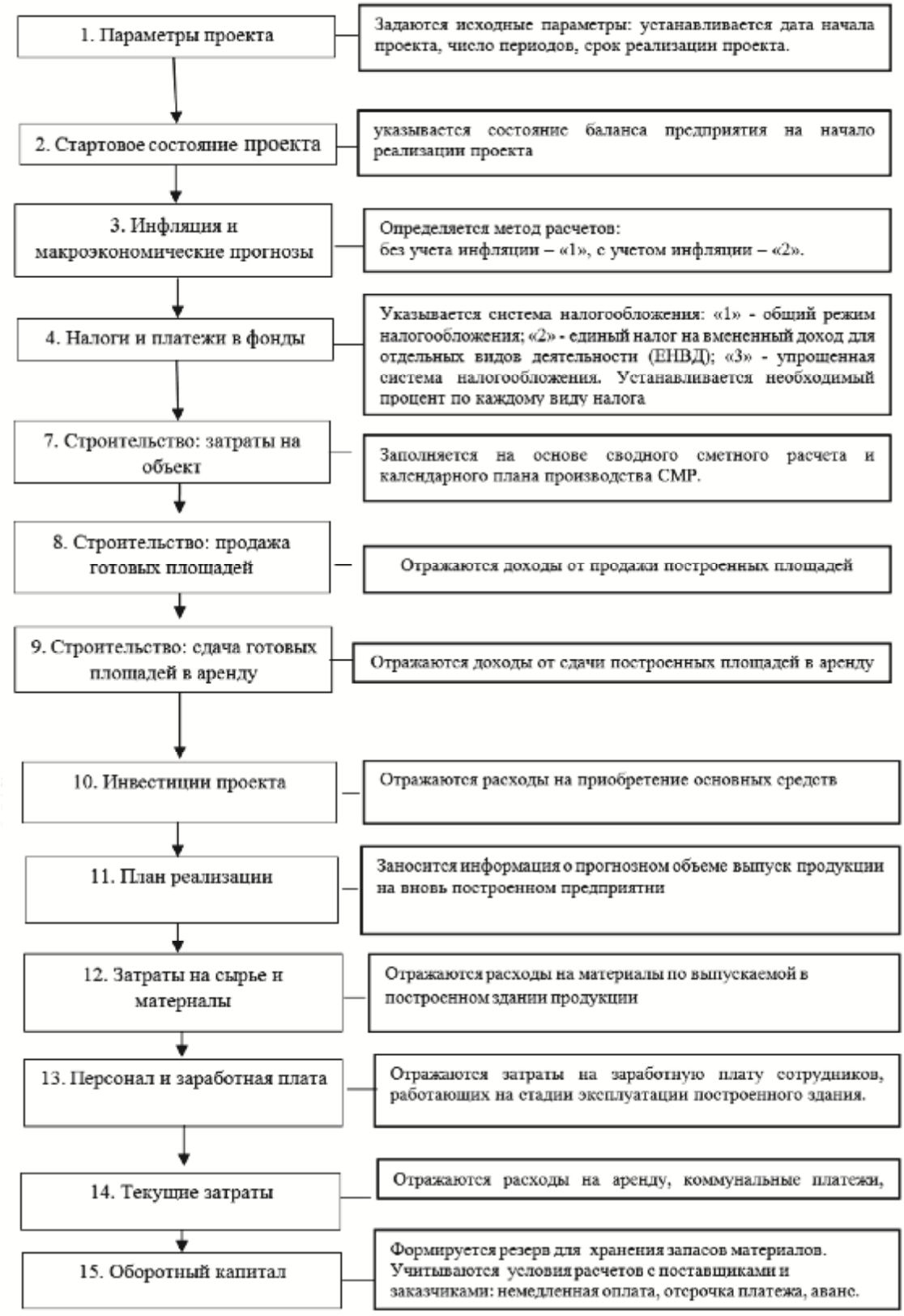


Рис. 1. Ввод исходных данных в программе «Альт-Инвест 6 Сумм строительство»

Обе программы позволяют провести оценку проекта с трех основных точек зрения: эффективность инвестиций, финансовая состоятельность, риск осуществления проекта.

В отличие от многих аналогов, программа «Альт-Инвест» является «открытой», использует операционную среду Microsoft Excel. Это дает как преимущества (в части

гибкости, возможности подстроить систему под себя), так и очевидные недостатки. Программа владеет функционалом, свойственным уже другим программным комплексам. С целью расширения области применения, разработчик представляет две версии программы: «Альт-Инвест-Прим» – для экспресс-оценки эффективности и «Альт-Инвест» – для углубленных расчетов. В настоящий момент используется версия программы, специально разработанная для строительных предприятий: «Альт Инвест 6 Сумм Строительство» [7].

Очередность ввода исходных данных в программе «Альт-Инвест 6 Сумм Строительство» показана на рис. 1. Затем рассчитывается потребность в источниках финансирования, формируется основные финансовые отчеты, рассчитываются показатели эффективности проекта (рис. 2).

Рис. 2. Алгоритм формирования выводов относительно эффективности проекта с использованием программы «Альт-Инвест 6 Сумм Строительство»

Рассмотрим алгоритм формирования показателей коммерческой эффективности проекта. Для их расчета необходимо, в первую очередь, определиться с источниками финансирования. Проект будет финансово- устойчивым, если размер собственного

капитала составит не менее 60 % от общей суммы необходимых инвестиций [8, 9]. Главным условием финансовой реализуемости проекта является положительный денежный поток на каждом этапе расчета. При этом в первые периоды осуществления проекта прибыли нет. Данная информация отражается в «Отчете о прибыли» и «Отчете о движении денежных средств» (рис. 2). Далее формируется балансовый отчет проекта, позволяющий рассчитать коэффициенты финансового анализа, такие как коэффициент автономии, рентабельность активов, коэффициент общей ликвидности и другие.

Эффективность полных инвестиционных затрат рассчитывается на основе теории о временной стоимости денег путем дисконтирования будущих денежных потоков для приведения их на значений на текущий момент времени.

На заключительном этапе проводится анализ чувствительности. При этом рассматриваются возможные негативные изменения исходных параметров и влияние этих изменений на результирующие показатели. В качестве исходных показателей выбирают цену реализации, объем реализации, текущие затраты, объем необходимых инвестиций, ставку дисконтирования. Результирующим параметром может быть любой показатель коммерческой эффективности проекта: чистая текущая стоимость, внутренняя норма рентабельности или дисконтированный срок окупаемости проекта.

С использованием приведенного выше алгоритма проведем расчеты экономической эффективности проекта по реконструкции завода под выпуск щебеночно-мастичного асфальтобетона с использованием программного продукта «Альт-Инвест 6 Сумм Строительство» [7].

Цель любого руководителя организации, желающего достичь процветания и выхода на новые сегменты рынка, выбрать правильное направление в развитии, путем анализа сильных и слабых сторон. Тактика, выбранная с учетом всех особенностей того или иного бизнеса, позволяет не только идти в ногу с быстро меняющимся рынком, но и способствовать хорошему имиджу организации, его конкурентоспособности, которая является немало важным фактором в современных условиях. Все вышеперечисленные факторы наряду с постоянно меняющимся спросом и технологиями, являются ключевыми факторами, повышающими стоимость бизнеса на рынке. В период, когда автоматизированная и инновационная деятельность ставится «выше» человека, как фактора производства, реконструкция, модернизация технологий, деятельности в целом, дает более высокие результаты при увеличении стоимости бизнеса. Рассмотрим это на примере дорожной организации ООО «МДСУ-1», путем проведения расчета стоимости бизнеса до внедрения новых технологий и после с помощью программы «Альт-Инвест 6 Сумм строительство» [6]. На сегодняшний день целью строительных организаций, заводов и дорожников- строительство дорог, которые по состоянию более долговечны не шероховаты и ровные по покрытию. С каждым годом эта мечта становится реальностью, а основанием этому служит постепенное внедрение в отечественное дорожное строительство нового продукта, а именно щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА), который представлен на рис. 3.

Рис. 3. Щебеночно-мастичный асфальтобетон (срез)

Определим спрос на ЩМА с использованием метода регрессионного анализа. Проведем выравнивание исходных данных по прямой. Уравнение прямой линии выражается формулой: У= $a_0 + a_1 * t$.

Для нахождения параметров a_0, a_1 методом наименьших квадратов необходимо решить систему нормальных уравнений:

$$\begin{cases} n \times a_0 + a_{1 \times \sum_{i=1}^{n} t_i = \sum_{i=1}^{n} Y_i;} \\ a_0 \times \sum_{i=1}^{n} t_i + a_i \times \sum_{i=1}^{n} t_i^2 = \sum_{i=1}^{n} Y_i \times t_i, \end{cases} \quad (1)$$

где Y – фактические уровни ряда динамики;
n – число уровней.

Для упрощения расчетов обозначим время так, чтобы начало отсчета времени приходилось на середину рассматриваемого периода (табл. 1).

Таблица 1

Условные обозначения временных интервалов

Годы	2010	2011	2012	2013	2014
T	-2	-1	0	+1	+2

Следовательно, $\sum_{i=1}^{n} t_i = 0$, тогда система нормальных уравнений примет вид:

$$\begin{cases} n * a_0 = \sum_{i=1}^{n} Y_i \\ a_1 * \sum_{i=1}^{n} {t_i}^2 = \sum_{i=1}^{n} Y_i * t_i \end{cases}, \quad (2)$$

где Y – фактические уровни ряда динамики;
n – число уровней.

$$a_0 = \frac{\sum_{i=1}^{n} Y_i}{n}, a_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n} Y_i * t_i}{\sum_{i=1}^{n} t_i^2}. \quad (2')$$

Данные для расчета параметров a_0, a_1 представлены в табл. 2.

Таблица 2

Данные для продолжения расчетов

Месяцы	Фактические объемы производства (Y), тн	Условные годы, t	t^2	Y×t
2010	30	-2	4	-60
2011	40	-1	1	-40
2012	43	0	0	0
2013	45	+1	1	45
2014	50	+2	4	100
Сумма	208	0	10	45

Произведем расчеты по формуле (2):

$$a_o = \frac{\sum_{i=1}^{n} Y_i}{n} = \frac{208}{5} = 41{,}6\ {}^{тн}/_{в\ год},$$

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n} Y_i * t_i}{\sum_{i=1}^{n} t_i^2} = \frac{45}{10} = 4{,}5\ {}^{тн}/_{в\ год}.$$

Уравнение прямой примет вид: Y = 41,6 + 4,5t.

Поставив в это уравнение условное значение 2015 года (+3), определим прогноз объема производства ЩМА:

Y = 41,6 + 4,5*3 = 56,6 тонн в год.

Далее рассчитаем прогноз сбыта на 2015 год, для этого найдем пессимистический прогноз:

$$О_{зн} = \frac{Q}{n+1} = \frac{56{,}6}{4} = 14{,}15\ {}^{т}/_{в\ год},$$

$$М_{зн} = О_{зн} * 0{,}5 = 14{,}15 * 0{,}5 = 7{,}1\ {}^{т}/_{в\ год},$$

$$Р_{зн} = 0{,}1 * О_{зн} = 14{,}15 * 0{,}1 = 1{,}4\ {}^{т}/_{в\ год},$$

$$ПО = (О_{зн} + 4 * М_{зн} + Р_{зн})/6 = \frac{14{,}15+4*7{,}1+1{,}4}{6} = 7{,}3\ {}^{т}/_{в\ год},$$

$$СО = \frac{О_{зн} - Р_{зн}}{6} = \frac{15{,}15 - 1{,}4}{6} = 2{,}1\ ^{т}/_{в\ год},$$

$$ПС = ПО - 2 * СО = 7{,}3 - 2 * 2{,}1 = 3{,}05\ ^{т}/_{в\ год},$$

где $О_{зн}$ – оптимистическое значение прогноза сбыта;
$Р_{зн}$ – пессимистическое значение прогноза сбыта;
СО – стандартное отклонение;
ПС – прогноз сбыта;
$М_{зн}$ – наиболее вероятный прогноз.

Таким образом, прогноз сбыта в 2015 год составит 3,05 тонны ЩМА в год. Рассмотрим далее производственный план выпуска продукции проекта. Для выпуска нового продукта, щебеночно-мастичного асфальтобетона, предприятию необходимо дополнительно закупить оборудование целлюлозной добавки, которая будет дозировать и добавлять стабилизирующую добавку в смесь.

Информация об оборудовании представлена в табл. 3.

Таблица 3

Информация об оборудовании

Наименование	Производительность	Стоимость	Нормативный срок службы
Агрегат целлюлозной добавки	240 т/в час	520000 руб. с НДС	7 лет

Объем всех необходимых материалов и сырья зависит от диаметра зерен выпускаемого асфальта, для выпуска ЩМА-10 расходы представлены в табл. 4.

Таблица 4

Расход сырья и материалов

Наименование	Расход в натуральных измерителях, т/час
Щебень фракции 5-10 мм	27
Минеральный порошок	10
Нефтяной битум	7
Стабилизирующая добавка	6,5
Песок	0,2
График	8,3

В будущем ООО «МДСУ-1» планирует выпускать новый тип асфальта, щебеночно-мастичный асфальтобетон, который будет продаваться по доступным ценам. При этом продукция составит конкуренцию ныне существующим аналогам (табл. 5).

На установку оборудования рассчитана смету, общая сумма по которой составляет 2876300 руб.

Таблица 5

Цены на материалы

Наименование материала	Цена сырья для ЩМА, руб/т
Щебень фракций 5-10 мм	750
ПГС	550
Гравий	750
Стабилизирующая добавка	200
Песок речной	300
Нефтяной битум	46
Минеральный порошок	700

Расчеты показали, что общая сумма постоянных затрат равна 1388,072 тыс. рублей в год, при этом среднесписочная численность работников составляет 156 человек.

Для внедрения оборудования и, соответственно, производства ЩМА организации в год потребуется 303433,7 тыс. руб. переменных и 1388,072 тыс. руб. постоянных затрат.

Рассчитаем цену для ЩМА, используя метод установления цены на основе уровня текущих цен.

При использовании этого метода можно составить прогнозы на будущий год на основе сведений о ценах конкурентов за прошлые периоды (табл. 6).

Таблица 6

Изменение стоимости продажи ЩМА по годам

Месяц	2012	2013	2014	2015
Цена ЩМА, руб/т	3270	3240	3600	?

Необходимо рассчитать прогнозную цену за 1т ЩМА в 2015 году.

Вычисляются индексы изменения цен на ЩМА за прошлый период в рублях.

$$I_1 = \frac{Цена_{2014}}{Цена_{2013}} = \frac{3600}{3240} = 1{,}11 \text{ рублей},$$

$$I_2 = \frac{Цена_{2013}}{Цена_{2012}} = \frac{3240}{3270} = 0{,}99 \text{ рублей}.$$

Зная значение индексов, можно построить зависимость темпов роста цен от рассматриваемого периода:

- при x=1(первый период), y = 1,11;
- при x=2 (второй период), y = 0,99.

Для определения искомой зависимости лучше применять интерполяционный многочлен Лагранжа:

$$Y(x) = \frac{(x-x_2)*y_1}{(x_1-x_2)} + \frac{(x-x_1)*y_2}{(x_2-x_1)}, \quad (3)$$

где x_1, x_2 – периоды анализа.

$$Y(x)=\frac{(x-2)*1{,}11}{(1-2)} + \frac{(x-1)*0{,}99}{(2-1)} = -1{,}08x + 2{,}16 + 1{,}11x - 1{,}11 = 0{,}12x + 1{,}23 \text{ руб.}$$

При x=3 (третий рассматриваемый период):

$$Y(x)=0{,}12*3+1{,}23=1{,}59=I_3.$$

Рассчитывается искомая цена как произведение индекса и цены за предыдущий месяц. Искомая цена 3,600×1,59=5724 рубль за 1т ЩМА в 2015 году.

Расчет двух вариантов стоимости проекта по программе «Альт-Инвест 6 Сумм Строительство» показал, что после модернизации завода под выпуск щебеночно-мастичного асфальтобетона, деятельность организации намного улучшилась, о чем свидетельствуют показатели на рис. 4.

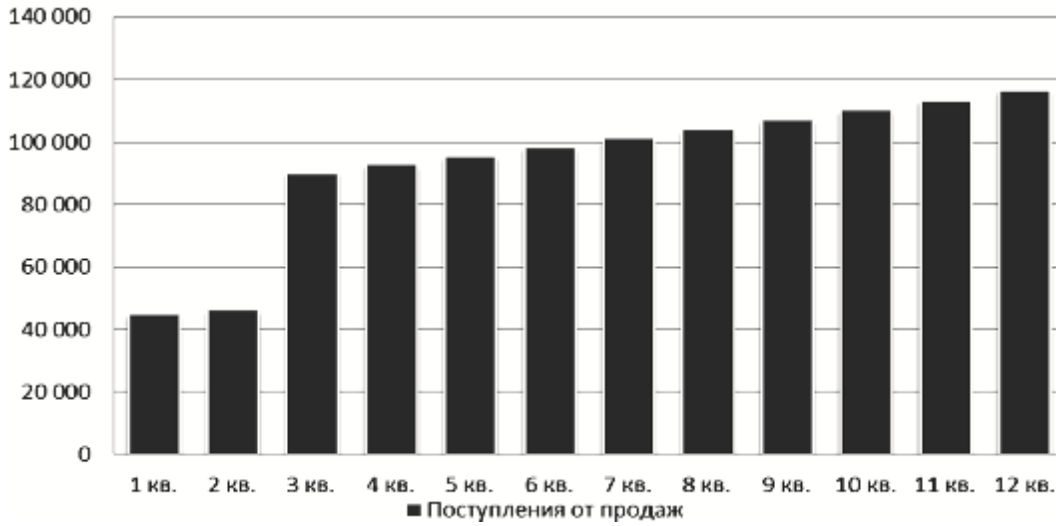


Рис. 4. Поступления от продаж, тыс. руб.

После внедрения нового продукта рост поступления от продаж стал более заметен: за 1 квартал - 45000тыс. руб., начиная с 3 квартала - 90485тыс. руб. На конец анализируемого периода показатель поступления от продаж имеет максимальное значение и равно 116766 тыс. руб.

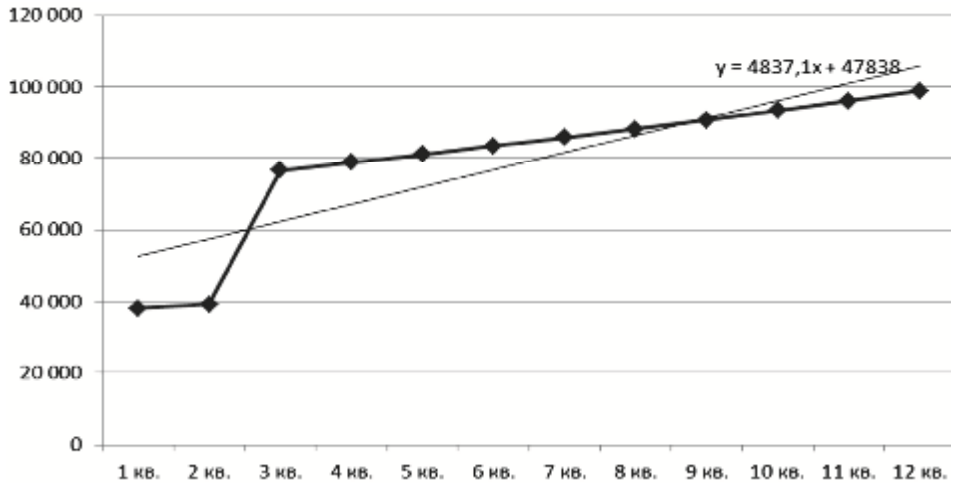


Рис. 5. Выручка, тыс. руб.

До начала производства щебеночно-мастичного асфальтобетона выручка ООО «МДСУ-1» была равна 40000 тыс. руб., после модернизации производства, начиная с 3 квартала, выручка имеет тенденцию роста, максимальное значение которого равна 100000 тыс. руб. в 12 квартале.

Исходя из вышеуказанных расчетов видно, что благодаря реконструкции завода для освоения нового сегмента рынка, организация значительно улучшила свое экономическое состояние, что подтверждается расчетами, выполненными с использованием программного продукта «Аль Инвест 6 Сумм Строительство».

Применение программных продуктов при выполнении экономических расчетов по обоснованию экономической эффективности проектов строительных предприятий позволяет значительно сократить время для принятия решения и выбора наиболее целесообразных вариантов инвестиций. Рассмотренный в статье алгоритм работы в программном продукте «Аль-Инвест 6 Сумм Строительство» может быть применен в практике строительных организаций для обоснования необходимой суммы заемных инвестиционных ресурсов, а также для внутреннего использования.

Список библиографических ссылок

1. Стратегический менеджмент: Учебно-методический комплекс. – М.: ЕАОИ, 2009. – 527 с.
2. Загидуллина Г.М., Шагиахметова Э.И. Стратегический менеджмент: учебное пособие. – Казань: Изд-во КГАСУ, 2013. – 127 с.
3. Гольдштейн Г.Я. Стратегический менеджмент: Учебное пособие, Изд. 2-е доп. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2003. – 94 с.,
4. Круглов М.И. Стратегическое управление компанией. Учебник для вузов. – М.: Русская Деловая Литература, 1998. – 768 с.
5. Круглов М.И. Стратегическое управление компанией: Учебник для вузов. – М.: Русская Деловая Литература, 2004. – 768 с.
6. Бухгалтерский баланс ООО «МДСУ-1».
7. Официальный сайт программы «Альт-Инвест 6 Сумм Строительство. URL: http://www.alt-invest.ru/index.php/ru/programmy/opisaniya/alt-invest-summ-stroitelstvo (дата обращения: 28.10.2015).
8. Загидуллина Г.М., Клещева О.А. Развитие инновационной инфраструктуры инвестиционно-строительного комплекса // Известия КГАСУ, 2011, № 2 (16). - С. 271-277.
9. Рахматуллина Е.С., Шагиахметова Э.И. Конкурентный анализ строительной отрасли Республики Татарстан // Дискуссия, 2014, № 10. - С. 67-77.
10. Шагиахметова Э.И., Сунгатуллина А.И. Анализ сбалансированности стратегического развития основных отраслей промышленности РТ // Известия КГАСУ, 2014, № 2 (28). - С. 275-283.

Shagiahmetova E.I. – candidate of economic sciences
E-mail: elvirale@mail.ru
Kotdusova A.G. – student
E-mail: arabl101@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Information support of implementation of investment projects: the use of the software product «Alt Invest 6 Summ Construction» for justification of economic efficiency of the project on modernization of asphalt concrete plant for the production of crushed stone-mastic asphalt concrete

Resume

The article gives a detailed analysis of two options of business development: before introduction of innovative technologies in the activity of organization and after technical re-equipment of production for manufacturing new products as crushed stone-mastic asphalt concrete. The advantage of the second option of development is approved by means of the strategic analysis and the Alt Invest 6 Summ Construction.

In contrast to many analogues, the program «Alt Invest» is «open», uses Microsoft Excel operating environment. The program allows you to evaluate the project from three points of view: the effectiveness of investments, financial independence, the risk of the project.

Crushed stone-mastic asphalt concrete is more durable road surface. Its use will reduce the maintenance costs of up to 20 %. Compared with asphalt mixtures according to GOST 9128-97 Crushed stone-mastic asphalt concrete is characterized by a high content of gravel and asphalt (80 % and 7,5 % by weight, respectively) with a residual porosity of up to 1 %. To keep the surface free of gravel an amount of bitumen, particularly during execution need the mandatory presence of stabilizing additives in the crushed stone-mastic asphalt concrete fiber.

Keywords: innovations, crushed stone-mastic asphalt concrete, business cost, strategic planning, business assessment.

Reference list

1. Strategic Management: Educational and methodical complex. – M.: EAOI, 2009. – 527 p.
2. Zagidullina G.M., Shagiakhmetova E.I. Strategic Management: training aid. – Kazan: Pub. house of KSUAE, 2013 – 127 p.
3. Goldshtein G.Ya. Strategic Management: Training aid, Pub. the 2nd. – Taganrog: Pub. house TRTU, 2003. – 94 p.
4. Kruglov M.I. Strategic Company Management. Textbook for the HEI. – M.: Russian Business Literature, 1998. – 768 p.
5. Kruglov M.I. Strategic Company Management. Textbook for the HEI.– M.: Russian Business Literature, 2004. – 768 p.
6. Balance sheet OOO «MDSU-1».
7. The official website of the program «Alt-Invest Summ Construction 6». URL: http://www.alt-invest.ru/index.php/ru/programmy/opisaniya/alt-invest-summ-stroitelstvo (reference date: 28.10.2015).
8. Zagidullina G.M., Kleshcheva O.A. Development of innovation infrastructure investment-construction complex // Izvestiya KGASU, 2011, № 2 (16). - P. 271-277.
9. Rahmatullina E.S., Shagiahmetova E.I. // Discussiya, 2014, № 10. - P. 67-77.
10. Shagiahmetova E.I., Sungatullina A.I. Analysis of balanced of strategic development of basic industries of industry of RT // Izvestiya KGASU, 2014, № 2 (28). - P. 275-283.

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 – 297х210 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 пт с одинарным межстрочным интервалом.

Иллюстрации представить в основных графических форматах (tif, jpg, bmp, gif) с именами Рис. 1, Рис. 2 и т.д. Все объекты должны быть черно-белыми (градации серого), четкого качества. Выравнивание – по центру. Рекомендуемое разрешение – 300 dpi. Названия иллюстраций и подписи к ним набираются шрифтом размером 10 пт с одинарным межстрочным интервалом. Не допускается выполнение рисунков в редакторе Microsoft Word. Минимальный размер иллюстраций – 80х80 мм, максимальный – 170х240 мм.

Для набора формул, которые не возможно набрать в Word, 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 (формулы и их порядковые номера - в таблицах с невидимыми границами). 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.

Уникальность текста статьи должна составлять не менее 75 %.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК 691.33
Иванов И.И. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: ivanov@kgasu.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1
разделительный интервал
Современные строительные материалы
разделительный интервал
Аннотация
Текст аннотации (50-100 слов)
Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, карбамидные пенопласты, модификация
разделительный интервал
Текст статьи
разделительный интервал
Список библиографических ссылок
разделительный интервал
Ivanov I.I. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: ivanov@kgasu.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1
разделительный интервал

Modern building material
разделительный интервал

Resume

Текст резюме (150-200 слов)

Keywords: thermal insulating materials, of carbamide foams, updating
разделительный интервал

Reference list*

* Перечень ссылок, переведённый на английский язык (названия изданий не переводить – писать в латинской транскрипции).

Перечень библиографических ссылок обязателен!

Библиографические ссылки представить в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.

Примеры:

1. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 500 с.
2. Драновский А.Н. Динамические параметры прочности песков // Сб. научных трудов «Материалы 49-й Республиканской научной конференции». – Казань: КГАСА, 1998. – С. 186-191.
3. Завадский В.Ф., Путро Н.Б., Максимова Ю.С. Поризованная строительная керамика // Строительные материалы, 2004, № 2. – С. 21-22.
4. Корчагина В.И. Исследование в области модификации ПВХ и биполимерных систем на его основе // Автореферат канд. дисс. на соиск. степени канд. хим. наук. - Казань, 1974. - 22 с.
5. Химическая технология керамики: Учеб. пособие для вузов / Под ред. проф. И.Я. Гузмана. – М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2003. – 496 с.
6. Приемопередающее устройство: пат. 2187888 Рос. Федерация. № 2000131736/09; заявл. 18.12.00; опубл. 20.08.02. Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с.
7. ГОСТ 9128-97. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. – М., 2000. – 15 с.
8. Отчёт по НИР. Инв. № 02200703350. Соколов Б.С. и др. Разработка новых и совершенствование существующих методов расчёта железобетонных и каменных элементов, конструкций зданий и сооружений.
9. Инвестиции останутся сырьевыми // PROGNOSIS.RU: ежедн. интернет-изд. 2006. 25 янв. URL: http://www.prognosis.ru/print.html?id=6464 (дата обращения: 19.03.2007).

Примеры перевода перечня ссылок на английский язык:

1. Bazhenov Yu.M. Technology of concrete. – M: Publishers ASV, 2002. – 500 p.
2. Dranovsky A.N. Dynamic parametres of durability of sand // The collection of proceedings «Materials of 49th Republican scientific conference». – Kazan: KSABA, 1998. – P. 186-191.
3. Zavadsky V.F., Putro N.B., Maksimova Yu.S. Porous building ceramics // Stroitelnye materialy, 2004, № 2. – P. 21-22.
4. Korchagina V.I. Research in the field of updating of PVC and bipolymerous systems on its basis // The master's thesis author's abstract on competition of degree of a Cand. Chem. Sci. - Kazan, 1974. - 22 p.
5. Chemical technology of ceramics: Studies. The grant for high schools / Under the editorship of prof. I.J. Guzmana. – M: LTD RIF « Stroymaterialy», 2003. – 496 p.
6. The send-receive device: the patent 2187888 Russian Federation. № 2000131736/09; It is declared 18.12.00; it is published 20.08.02. The bulletin № 23 (II part). – 3 p.
7. GOST 9128-97. Mixes asphalt-concrete road, air field and asphalt-concrete. – M., 2000. – 15 p.
8. The report on research work. Inv. № 02200703350. Sokolov B.S. and others. Working out new and perfection of existing methods of calculation of ferro-concrete and stone elements, designs of buildings and constructions.
9. Investments remain raw // PROGNOSIS.RU: the daily Internet-edition 2006. 25 jan. URL: http://www.prognosis.ru/print.html?id=6464 (reference date: 19.03.2007).

В список литературы вносятся только опубликованные работы.

Название статьи должно отражать основную идею выполненного исследования, быть по возможности кратким. Аннотация (1 абзац от 500 до 1000 знаков с пробелами) должна ясно излагать содержание статьи и быть пригодной для самостоятельного опубликования.

В разделе **«Введение»** рекомендуется указать нерешенные ранее вопросы, сформулировать и обосновать цель работы и, если необходимо, рассмотреть ее связь с важными научными и практическими направлениями. Могут присутствовать ссылки на публикации последних лет в данной области, включая зарубежных авторов.

Основная часть статьи должна подробно освещать содержание исследований, проведенных автором (авторами). Полученные результаты должны быть освещены с точки зрения их научной новизны и сопоставлены с соответствующими известными данными. Основная часть статьи может делиться на подразделы (с разъяснительными заголовками) и содержать анализ последних публикаций, посвященных решению вопросов, относящихся к данным подразделам.

В разделе **«Заключение»** должны быть в сжатом виде сформулированы основные полученные результаты с указанием их новизны, преимуществ и возможностей применения.

Язык публикации: русский или английский.

Тезисы к публикации не принимаются!

Если статья была или будет направлена в другое издание, необходимо сообщить об этом редакции. Ранее опубликованные статьи к рассмотрению не принимаются.

От авторов в редакцию журнала предоставляются следующие материалы:

- **Два экземпляра статьи в четко распечатанном виде, скрепленные степлером, подписанные автором (ами);**
- **Электронный носитель (**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/с 20116Х06860

Указать назначение платежа: Код дохода: 00000000000000000130 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	Впишите одну из представленных: · теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия; · архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности; · градостроительство, планировка сельских населенных пунктов; · строительные конструкции, здания и сооружения; · основания и фундаменты, подземные сооружения; · теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение; · водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов; · строительные материалы и изделия; · гидротехническое строительство; · технология и организация строительства; · проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей; · гидравлика и инженерная гидрология; · строительная механика; · экологическая безопасность строительства и городского хозяйства; · информатика, вычислительная техника и управление (в строительстве).
Паспортные данные (номер, кем выдан, дата выдачи, адрес регистрации), **ИНН**	
Адрес для переписки	
E-mail	
Контактные телефоны	

AUTHOR'S QUESTIONNAIRE

(it is filled in electronic type by separate file named «Questionnaire» with expansion RTF)

Full Last name First name, Middle name **Scientific degree,** **Scientific rank,** **Current position.** **Full name of the organization**, **City** (it is noticed if it is not clear from the name of organization) (for each author) **The organization address**	
Title of the article	
Resume (The volume from 150 to 200 words)	
Keywords (from 5 to 10 words or phrases)	
Scientific topic of the article	Include one of the presented: · architecture theory and history, historical and architectural heritage restoration and reconstruction; · houses architecture. The creative concept of architectural activities; · urban development, rural settlements planning; · building structures, houses; · foundations, underground structures; · heating, ventilation, air conditioning, gas supply and lighting; · water supply, sewerage, water conservation construction; · building materials and products; · hydrotechnical construction; · construction technology and organization; · roads, subways, airports, bridges and tunnels design and construction; · hydraulics and engineering hydrology; · construction Mechanics; · ecological safety of construction and municipal economy; · computer science, computer facilities and management (in building).
Mailing address	
Telephone numbers for communication	

Известия КГАСУ
2016 г., № 1 (35)

Гл. редактор: Низамов Р.К.
Учредитель и издатель:
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»

Макет и редактирование: Бибикина 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 22.03.2016 Формат 60x84/8
Заказ 71 Бумага тип. № 1
Усл.-печ. л. 59,7 Уч.-изд. л. 60,2
Тираж 500 экз.
I завод-100

Отпечатано в Издательстве КГАСУ, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1