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

2012 г., № 1 (19)

ББК 38
И 33
УДК 69

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

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

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:
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, 2012

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

2012 г., № 1 (19)

BBC 38
I 33
UDC 69

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

EDITORIAL BOARD:

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

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD:

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

THE FOUNDER AND THE PUBLISHER:
FSBEI of HHE «Kazan State University of Architecture and Engineering»

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

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

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

© News of the Kazan State University of Architecture and Engineering, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ	
Дуцев М.В. Современные авторские концепции архитектурно-художественного синтеза	7
АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
Мубаракшина Ф.Д., Рачкова О.Г. К вопросу о современной типологии и некоторых проблемах архитектуры транспортных сооружений	17
ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ	
Геннадиева М.В. Особенности стартового этапа формирования новых жилых образований в крупногородских агломерациях	24
Зедгенизов А.В., Зедгенизова А.Н. Оценка генерации поездок к жилым районам средней этажности	32
Тукманова З.Г. Комплексное формирование водно-зеленых систем города	38
СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ	
Замалиев Ф.С., Гурьянов И.А., Шаймарданов Р.И., Хайрутдинов Ш.Н. Численные и натурные эксперименты в исследованиях сталежелезобетонных конструкций	46
Кузнецов И.Л., Исаев А.В., Гимранов Л.Р., Вахтель Р.Р. Несущая способность комбинированной стальной кровли	53
Радайкин О.В. К совершенствованию методики расчёта жёсткости изгибаемых железобетонных элементов из обычного железобетона	59
ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ	
Сиразиев Л.Ф., Богданов Р.Р. Экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния двухслойного грунтового основания плитного фундамента при жестком подстилающем слое	67
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ	
Аверкин А.Г., Еремкин А.И., Родионов Ю.В., Тараканов О.В. Экспериментальные исследования конвективного теплообмена при охлаждении воздушных потоков различной относительной влажности в оребренном теплообменнике	74
Багоутдинова А.Г., Золотоносов Я.Д., Мустакимова С.А. Моделирование турбулентного течения в прямых пружинно-витых каналах	81
Гилязов Д.Г., Валиуллин М.А. Исследование гидравлических сопротивлений приборных узлов из медных труб с трехходовыми и проходными термостатическими клапанами	89
Хайруллин М.Р., Золотоносов Я.Д. Сопряженная задача теплообмена при течении степенной жидкости во вращающемся канале «конфузор-диффузор» овального сечения	94
СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ	
Камалова З.А., Смирнов Д.С., Рахимов Р.З. Сопротивление теплопередаче стен с сыпучим теплоизоляционным материалом на основе древесных опилок	103
Магдеев У.Х., Морозов В.И., Пухаренко Ю.В. Трещинообразование дисперсно-армированных бетонов с позиций механики разрушения	110
Строганов В.Ф. Проблемы адгезионной прочности при склеивании высокоэнергетических субстратов	118
Строганов В.Ф., Куколева Д.А., Перушкина Е.В. Сравнительное исследование влияния микроорганизмов и сред, моделирующих продукты жизнедеятельности микроорганизмов, на цементно-песчаный раствор	128
ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА	
Харисов А.Р., Коклюгина Л.А., Коклюгин А.В. Исследование существующих методов определения продолжительности строительства промышленных объектов	134
ЭКОЛОГИЯ (В СТРОИТЕЛЬСТВЕ)	
Нигматуллин В.С., Нигматуллин Н.И. Взгляд на проблемы и перспективы ядерной энергетики	140
ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ (в строительстве)	
Евстафьева А.Х., Сычев М.И. Инновационный потенциал региона и механизмы его роста (на примере Республики Татарстан)	145
Ершова В.Ю. Индикативная модель вхождения малого города в региональный кластер	152
Загидуллина Г.М., Зарипова А.В. Инновационный аспект инвестиционно-строительного кластера Республики Татарстан	159
Зарипова А.В. Анализ инновационного потенциала инвестиционно-строительного комплекса	164
Ильина Е.В. Экономический механизм сопряжения электронного и традиционного рынка услуг	171
Мещерякова О.К. Проблемы формирования системного подхода к реформированию ЖКХ	176
Харисова Г.М. Взаимодействие бизнеса и государства в инвестиционно-инновационной деятельности компаний реального сектора экономики	183

ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ (в строительном вузе)	
Вильданов И.Э., Сафин Р.С., Корчагин Е.А., Абитов Р.Н. Проектирование основной образовательной программы в строительном университете	189
Мубаракшина Ф.Д., Сафина Г.И. Методические основы архитектурной стилизации в изображении элементов антуража при подготовке студентов творческих специальностей архитектурно-строительных вузов	195
Правила представления материалов для публикации в научном журнале «Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета»	204

CONTENTS

ARCHITECTURE THEORY AND HISTORY, HISTORICAL AND ARCHITECTURAL HERITAGE RESTORATION AND RECONSTRUCTION	
Dutsev M.V. Contemporary authors' concepts of architecture-art synthesis	7
HOUSES ARCHITECTURE. THE CREATIVE CONCEPT OF ARCHITECTURAL ACTIVITIES	
Mubarakshina F.D., Rachkova O.G. Modern typology and some problems of the architecture of transport facilities	17
URBAN DEVELOPMENT, RURAL SETTLEMENTS PLANNING	
Gennadieva M.V. Features of the starting stage of the formation of new residential structures in large urban areas	24
Zedgenizov A.V., Zedgenizova A.N. Estimate of trip generation to the residential areas of medium-rise building	32
Tukmanova Z.H. Complex shaping of water-green town systems	38
BUILDING STRUCTURES, HOUSES	
Zamaliev F.S., Gurianov I.A., Khairutdinov Sh.N., Shaymardanov R.I. Numerical and natural experiments in probes of composite steel and concrete structures	46
Kuznetsov I.L., Isaev A.V., Gimranov L.R., Vahtel R.R. The Load Capacity Of Composite Steel Roof System	53
Radaikin O.V. To improve the method of calculating the bending stiffness of reinforced concrete elements without prestressing	59
FOUNDATIONS, UNDERGROUND STRUCTURES	
Siraziev L.F., Bogdanov R.R. Experimental researches of deflected mode of double layered soil basis of slab foundation with rigid underlay	67
HEATING, VENTILATION, AIR CONDITIONING, GAS SUPPLY AND LIGHTING	
Averkin A.G., Eremkin A.I., Rodionov Yu.V., Tarakanov O.V. Experimental research of convective heat transfer at cooling air flow of different relative humidity in the finned coil	74
Bagoutdinova A.G., Zolotonosov Ya.D., Mustakimova S.A. Modelling of turbulent flow in straight line spring-twisted channels	81
Gulyazov D.G., Valiullin M.A. Study of hydraulic resistance of heating appliances made of copper tubes with three-way faucets and thermostatic valves	89
Khairullin M.R., Zolotonosov Ya.D. Conjugate heat transfer problem in the flow of power-law fluid in the rotating «confuser-diffuser» channel with oval section	94
BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS	
Kamalova Z.A., Smirnov D.S., Rachimov R.Z. Thermal resistance of walls with insulation materials loose on the basis of sawdust	103
Magdeev U.Kh., Morozov V.I., Puharenko Iu.V. Cracking of dispersion-reinforced concrete in terms of fracture mechanics	110
Stroganov V.F. Problems of adhesion when bonding high energy substrates	118
Stroganov V.F., Kukoleva D.A. A comparative investigation of the influence of micro-organisms and environments modeling the waste products of microorganisms in the cement-sand grout	128
CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND ORGANIZATION	
Kharisov A.R., Kokliugina L.A., Kokliugin A.V. The research of existing duration determining methods in the industrial projects	134
ECOLOGY (in building)	
Nigmatullin V.S., Nigmatullin N.I. A look at the problems and prospects of nuclear power	140
ECONOMY MANAGEMENT AND ECONOMICS (in building)	
Evstafieva A.Kh., Sychev M.I. The innovative potential of the region and the mechanisms of its growth (for example, the Republic of Tatarstan)	145
Ershova V.U. Indicative model of the occurrence of a small town in the regional cluster	152
Zagidullina G.M., Zaripova A.V. Innovative aspect of investment-building cluster of the Republic of Tatarstan	159
Zaripova A.V. The analysis of innovative potential of an investment-building complex	164
Ilina E.V. The economic mechanism between electronic and traditional services market	171
Meshcheryakova O.K. Problems of formation of system approach to housing and communal service reform	176
Kharisova G.M. Interaction of business and state in innovation-investment activity of the companies of the real economy sector	183

THEORY AND VOCATIONAL TRAINING TECHNIQUE (in engineering higher educational institution)	
Vildanov I.E., Safin R.S., Korchagin E.A., Abitov R.N. The designing of curriculum in engineering university	189
Mubarakshina F.D., Safina G.I. Methodical principles of architectural stylization in depicting of the elements of entourage in preparing students of creative architectural and engineering professions schools	195
Rules of representation of materials for the publication in scientific journal «Kazan State University of Architecture and Engineering news»	204

УДК 008.72.069:001.8(74+76)
Дуцев М.В. – кандидат архитектуры, доцент
E-mail: nn2222@bk.ru
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 603950, Нижний Новгород, ул. Ильинская, д. 65

Современные авторские концепции архитектурно-художественного синтеза

Аннотация

Статья посвящена анализу современных авторских концепций архитектурно-художественного синтеза. Автор статьи трактует концепцию каждого мастера архитектуры как синтезирующее ядро в междисциплинарном культурном и научном пространстве, а также в контексте среды города. Интеграционные взаимодействия раскрываются в статье по различным взаимосвязанным направлениям: средовому, функциональному и образно-символическому – на примере анализа индивидуальных творческих концепций мастеров современной архитектуры. В статье с позиции интегрального синтеза индивидуального языка архитектора, историко-культурного контекста и художественной концепции произведения рассматриваются современные постройки Р. Мейера, К. Портзампарка, П. Эйзенмана, Я. Херцога и П. де Меррона, Р. Кулхаса и Ж. Нувеля.

Ключевые слова: архитектурно-художественный синтез, архитектурная концепция, авторский язык архитектора, пространство современного города, искусство, коммуникативность, художественная концепция.

В современной архитектуре на первый план выходят персональные авторские концепции, каждая из которых представляет уникальное единство способов мировосприятия, художественных посылов и методов, выраженных в индивидуальном творчестве. Архитектор-творец рождает авторское видение, свой пластический язык – персональную целостную систему методов и принципов, составляющую суть современной архитектурной парадигмы. Вместе с этим, неотъемлемыми чертами многополярного мира стали плюрализм, полицентризм, междисциплинарность, многозначность, развитие диалогического мышления.

Творческая концепция является синтезирующим ядром в междисциплинарном культурном и научном пространстве, а также в контексте среды города. С определенной долей условности будем понимать термин «художественное» как совокупность личностного мироощущения и способов его воплощения в материальной действительности, как меру духовного наполнения, авторской идентичности архитектурного творчества, возводящего его в ранг искусства. Произведение архитектуры достигает наибольшей цельности, когда выстраивается путем многомерного синтеза, объединяющего авторскую концепцию и социальные запросы, функциональные и художественные посылы, конструктивную и технологическую правду, дух места и ощущение времени.

Тотальное стремление к самовыражению сопровождается серьезными проблемами в восприятии архитектуры. У каждого автора свой язык – своя «морфология», своя «грамматика», свой «синтаксис». Аспект непонимания или недопонимания распространяется как на профессиональную сферу, так и на восприятие архитектуры потребителем – адресатом. В сложившейся ситуации полилога необходимы интегрирующие начала, которые призваны помочь сопоставить различные персонифицированные смыслы.

Суммируя вышеизложенное, вполне правомочным представляется опереться на концепцию «художественного» как интегрирующего начала в архитектуре и культуре в целом. Обратимся к концепциям архитектурно-художественного синтеза в творчестве мастеров современной архитектуры как к актуальным авторским методикам достижения единства времени и места, формы и содержания, единичного и всеобщего. Важно отметить, что интеграционная многослойность, заложенная в авторской архитектурно-художественной концепции, содержит «ген коммуникативности», рождающий диалог, а архитектурно-художественный синтез становится его средством: архитектора-автора и адресата (реального или потенциального); архитекторов различных школ, направлений, убеждений;

архитектурных объектов в городском пространстве (современных и исторических) [1]. Архитектурно-художественный синтез реализуется в городском пространстве по различным взаимосвязанным направлениям: средовому, функциональному и образно-символическому.

Ричард Мейер. Концепция художественного синтеза в архитектуре на основе развития идеи геометрической гармонии и порядка

В творчестве признанного мастера неомодернизма Р. Мейера интегрирующее начало следует основополагающей идее порядка: строгие пропорции объемно-пространственной композиции, чистота геометрических построений, «белая архитектура», выверенная детализация. Художественный строй произведений мастера воплощает идею «пуризма» в самой бескомпромиссной форме. Истоки его поэтики – авторская трансформация принципов формообразования модернизма Ле Корбюзье в закономерной взаимосвязи с супрематическими поисками мастеров авангарда. Образ произведений Р. Мейера стремится к идеальной чистоте и гармонии, а «белая архитектура» стала визитной карточкой авторского стиля. Жестко упорядоченное геометрическое пропорционирование взято за основу архитектурно-художественного синтеза всех составляющих проекта, а также факторов окружающей среды.

Авторская концепция интегрального синтеза нашла удачное воплощение в проектировании и строительстве пространств для искусства: музеев, библиотек, информационно-образовательных, зрелищных и универсальных Центров искусств, – в которых форма и содержание достигли максимального единства. Архитектурно-художественное единство во многом проявляется в характерной для современного искусства интерпретации супрематических поисков начала XX века и в следовании постулатам Ле Корбюзье. Развивается и закрепляется в авторском методе геометрического пропорционирования на основе ортогональной решетки, который применяется на всех уровнях: от объемно-пространственной композиции до аранжировки плоскости фасада здания. На чувственном уровне – воплощается в символике «белого»: нетронутый белый лист, ожидание вдохновения, иллюзия всеобъемлющей пустоты.

В творчестве Р. Мейера сформировалось несколько типологических моделей архитектурного пространства для искусства на различных уровнях градостроительного масштаба. Развитый в пространстве комплекс от квартала до мини-города искусств представлен музеем декоративных искусств во Франкфурте на Майне и Гетти-центром (рис. 1). В рамках этой модели композиция сооружения формируется на основе выявления и анализа градостроительных решеток и внимания к контексту. Новые объекты частично воспринимают характер окружающей застройки и активно взаимодействуют с природным окружением: искусство в гармонии со средой – среда искусства – искусственная художественная среда.

В музее декоративных искусств во Франкфурте-на-Майне (1980-1984 гг.) архитектор включил историческое здание в структуру комплекса; пропорциональное решение фасадов новых блоков выполнено по аналогии с существующей архитектурой. Природное окружение органично вошло в структуру музея-квартала путем раскрытия внутреннего пространства: зеленые патио, организация визуальных взаимосвязей через квадратные «окна».

Морфотип самостоятельного архитектурного объема воплощен в музее современного искусства в Барселоне (1995 г.) и в центре творчества «Атенеум» (США, 1975-1979 гг.). Рационально организованное внутреннее пространство определяет лаконизм объемно-планировочного решения. При этом введение контрастных по геометрическим характеристикам объемов и деликатная модернистская аранжировка фасадов определяют облик законченного художественного произведения.

Лаконичная циркульная форма как основной центрирующий элемент архитектурного ансамбля явилась определенным типологическим открытием Мейера, имеющим при этом целый ряд предшественников и аналогий – начиная от амфитеатров Древней Греции и Рима до хрестоматийной спирали Ф.Л. Райта. Идеальная и завершенная форма определяет доминирующую роль сооружения в среде – здание-магнит, здание-ориентир, здание-центр. Наличие зафиксированного композиционного центра позволяет объекту быть организующим элементом в градостроительном,

архитектурно-художественном и социальном аспектах (музей «высокого» искусства в Атланте, 1983 г., здание центра истории искусств в музее П. Гетти).

В обобщенном виде синтезирующая концепция геометрической гармонии и порядка Р. Мейера представляет систему следующих подходов:

- использование универсального языка чистой геометрии;
- «белая архитектура» как стремление к идеалу;
- супрематический подход к композиционному построению, определяющий скульптурность формообразования;
- интеграционный подход к организации архитектурной среды на основе геометрического пропорционирования.

Кристьян Портзампарк. Концепция образно-символического синтеза ъорганизации пространственной среды на основе идеи музыкальности архитектуры

Архитектор К. Портзампарк использует в своем творчестве образно-символический тип архитектурно-художественного синтеза, который также органично проявляется в организации средового окружения.

Мастер долго и плодотворно работает с разными типами центров творчества, среди которых: образовательные центры (школы танца, искусств, архитектуры); зрелищные Центры искусств; многофункциональные общественно-культурные центры. Центр искусств трактуется как Город искусств с характерной инфраструктурой: улицами, площадями, «градоформирующими» доминантами. При этом система коммуникаций, «внутренних улиц», продолжает основные направления градостроительной ситуации (галереи в Городе музыки в Париже в продолжение планировочной структуры парка Ля Виллет) (рис. 2). Внешний абрис комплексов координируется сложившейся сеткой улиц, образуя здания-кварталы. Природный элемент становится неотъемлемой частью архитектуры – приоритет отдан воде (бассейны перед Городом музыки, искусственные водоемы в школе архитектуры).

В итоге многолетней разработки темы в творчестве К. Портзампарка сформировалась архитектурная типология пространств для искусства:

- квартал искусств (школа искусств в Париже и школа архитектуры в Марн-ля-Валле);
- город искусств (Город Музыки в Париже, школа танца Парижской Оперы в Нантерри);
- «небоскреб» искусств (проект культурного центра Бандай в Токио).

Центры искусств К. Портзампарка объединяет авторская концепция образно-символического освоения пространственной среды, а архитектура программно соответствует рангу Высокого искусства. Эта законообразность искусству в единстве формы и содержания определяет архитектурно-художественную целостность произведения: функциональная обусловленность пространства органично соединяется с индивидуальным образным началом. Неслучайна музыкальность архитектуры – автор признается, что проектирует по законам создания музыкального произведения, соблюдая ритмические закономерности, выдерживая паузы, акцентируя отдельные фрагменты. Синтетическая целостность формальных и функциональных принципов достигается путем воссоздания музыкальности архитектурными средствами: строгость объемных форм дополняется иррациональной пластикой в интерьере и экстерьере.

Результатом авторского подхода К. Портзампарка становится уникальная образно-символическая пространственная среда, для которой характерно:

- живописное чередование открытых и закрытых пространств;
- использование символики пути в виде обходных галерей, мостиков, переходов;
- использование эффектов естественного освещения, атриумов и многосветных галерей;
- разработка сценария движения посетителя и определение визуальных взаимосвязей (развитие музея Бурдели в Париже);
- тематический дизайн элементов интерьера (стилизованные «фортепьяно» в фойе Города Музыки);
- синтез с природным окружением.

Наибольшей цельности концепция достигает в системе Города искусств с символической структурой: «улицами», «площадями», «парками», «водоемами», «доминантами».

Жан Нувель. Концепция концептуального и контекстуального синтеза на основе авторского метода «интеллектуальной дематериализации»

Художественное начало в произведениях Ж. Нувеля, прежде всего, концептуально по своей природе и развивается на основе авторского метода «интеллектуальной дематериализации», подразумевающего сотворение легенды, «мифа», в который погружается адресат. Мастер не ограничивается языком архитектуры: осмысление и выявление многослойного интеллектуального контекста ведется художественными средствами, близкими фото- и киноискусству.

Концепцию архитектурно-художественного синтеза в творчестве архитектора Ж. Нувеля целесообразно рассматривать в двух основных взаимосвязанных ракурсах: «средовом» и «художественном». При этом каждое направление глубоко концептуально, а понятие «контекста» мыслится в философском единстве категорий пространства и времени. Целым рядом исследователей неоднократно отмечалось, что в архитектуре мастера прослеживается явная взаимосвязь с философией активного пространства и точки-события А. Бергсона и А. Пуанкаре. Ж. Нувель стремится к максимальной дематериализации ограждающей поверхности здания, таким метафорическим образом отдавая приоритет категории времени над категорией пространства. «Я создаю не пространство, но закованное время в особо чувствительной коже» – программная установка творчества Ж. Нувеля, опосредовано указывающая на авторскую концепцию диалога.

Действительно, возникает ощущение, что его архитектура является своего рода «медиумом», транслирующим чужие «голоса» и «отголоски» минувших времен. В одной из наиболее значимых работ мастера, доме Картье на бульваре Распай в Париже (1991-1994 гг.), архитектура отступает на второй план, давая возможность «говорить» городу с его историей, природой, атмосферой (рис. 3). По функции это выставочный зал современного искусства – свободное «пространство кочевников». Как предрекал автор, «невидимая архитектура» превращается в «самую зрелищную», оживляя легенду о ряде ливанских кедров, высаженных здесь Р. Шатобрианом в начале XIX в. Общую картину созерцания природы и погружения в историко-литературный контекст дополняет заросший травой амфитеатр позади здания.

«Художественный» ракурс авторского творческого метода – это утверждение поэтики чуда – «где нет тайны, нет искусства». Выбор стекла в качестве основного материала фокусирует внимание на свойствах прозрачности, эфемерности, мимолетности отражений – метафорах времени. Автор подчеркивает медийность своих объектов различными современными средствами: прозрачностью, фото- и шелкографией на стекле, светоцветовыми эффектами, проекциями, голографическими иллюзиями. Создается впечатление, что Ж. Нувель использует арсенал киноискусства: ракурсы, наезды камеры, планы, свет, что роднит его творчество с искусством фотографии [2, с. 255-258].

Питер Эйзенман. Концепция многомерного синтеза на основе семантической коммуникации и саморазвития архитектурной формы

Полисинтетический подход архитектора П. Эйзенмана, основанный на базовых принципах деконструкции, сочетает авторское понимание формы и времени. Художественное начало мыслится, скорее, как «художественный вымысел», отсылающий к определенным узнаваемым символам и ориентирам. Архитектурно-художественный синтез основан на развитии диалогического начала и игровом взаимодействии формальных систем. Работа с формообразованием выходит за рамки отдельного объема в область создания особой тектоники пространственной среды, где «классические» принципы структурирования используются в игровой интерпретации. Историческая форма выступает в качестве резонанса реальной и вымышленной среды. Природная форма определяет потенцию роста вместе со структурно-геометрической формой. Внутренняя и внешняя формы в постоянном взаимодействии формируют пространство диалога.

Векснер-центр визуальных искусств в Колумбусе – это «мини-город» с неотъемлемой инфраструктурой. Эффектная супрематическая композиция генерального

плана воспринимается полностью только с верхних точек – при обходе же зритель видит лишь отдельные фрагменты комплекса: брутально решенные отдельные блоки, продолжающие тему платформ и пандусов искусственного рельефа, руинированные грандиозные структуры – «трубы» – метафору образа места, где когда-то располагались заводские корпуса. В этой игровой сборке пространственных структур наиболее общим свойством остается их незавершенность, открытость к развитию. Удачной метафорой дуализма авторской концепции можно считать название критической статьи Р.Е. Сомола «Между сферой и лабиринтом», посвященной Векснер-центру [3, с. 414]. Архитектура становится интеллектуальным ребусом, который каждый посетитель вынужден разгадывать на основе индивидуального опыта и знаний.

В проекте Города культуры Галиции в Сантьяго-де-Компостела автор впервые обратился к ленд-формам, весьма распространенным в современной архитектуре. При этом для мастера важно принципиальное противопоставление природе – создание «ненатуральной природы», вырастающей из «следов», питающейся авторскими концептами места и времени. В комплексе выявлено четыре «следа»: топография холма, сеть улочек исторического центра города, абстрактная декартовская сеть и символический знак города – ракушка моллюска. «Я же хочу, чтобы люди верили, что они гуляют по старому городу, путешествуют во времени, переживают разные периоды истории…», – объясняет концепцию проекта П. Эйзенман [4].

Рассмотрим символическую модель авторского метода П. Эйзенмана как систему «архитектурно-художественной» и интеллектуально-семантической коммуникации. Творческую концепцию мастера можно трактовать, подобно его же авторским установкам, как не имеющую единого начала. Одним из ее ориентиров можно считать теорию философа и литературного критика Ж. Дерриды, согласно которой «начало проекта – это следы, найденные на участке и вокруг». Это непрерывный процесс порождения смыслов и трансформаций формы, осуществляемый под воздействием разнонаправленных сил – притяжений различных полюсов. «Традиционные» (принятые за определенные точки отсчета в архитектуре) категории и понятия порядка, направления, истории, «духа места» участвуют на равных с категориями и понятиями хаоса, случайности, вымысла, эпатажа, поскольку могут поменяться местами в зависимости от индивидуального прочтения. Архитектура П. Эйзенмана принципиально не имеет «центра» как в концептуальном, так и в композиционном смысле. Архитектурный объект мыслится как текст – «послание на забытом языке», расшифровка которого возможна с любого места. Автор вызывает адресата к диалогу как к интеллектуальному поединку. Таким образом, своеобразным «центром», пересечением, средокрестьем становится воображение адресата, где интегрируются реальные и вымышленные контексты, ясная логика функциональных процессов и спонтанность, культурологические знаки и экспериментальное формообразование.

Рэм Кулхас. Концепция интеллектуального синтеза и непрерывного сценария пространственной организации архитектурного объекта

Художественная концепция, в ее классическом понимании, не является однозначным ядром творческого метода архитектора Р. Кулхаса. Его работы основаны на анализе и решении комплексных задач экономического, социального и концептуального свойства. Многоаспектный анализ и поиск острого ответа – концептуального решения – основа авторской методики, как в проектной практике, так и в преподавательской деятельности. При этом для архитектуры Р. Кулхаса характерен ряд структурных приемов, отражающих авторскую концепцию целостности и непрерывности пространства архитектурного объекта. Художественное начало является продолжением и развитием интеллектуального, «критического» подхода к проектированию и принципов структурного единства произведения.

Показательным примером такого единства архитектурно-художественных приемов в творчестве автора является Концертный зал города Порто (Casa da Musica, 2005 г.), в котором одним из основных выразительных мотивов синтеза является репрезентация «жизни» звука, нацеленная на восприятие всего спектра звуковых впечатлений

посетителем. Зал представляет собой контрастную окружению самодостаточную форму (каменного «кристалла») снаружи и непрерывное пространство звука внутри, организованное по принципам «сценарной» архитектуры (рис. 4).

В функциональном плане концертный зал, предназначенный, в первую очередь, для Национального оркестра Порто, объединяет главный зал, трансформируемый малый зал, репетиционные залы, студии звукозаписи, образовательный блок, ресторан, бары и кафе, VIP-зоны, а также подземную автостоянку [5]. Важной частью структурной организации объекта является непрерывная система общественных коммуникаций в виде лестниц, платформ, террас и эскалаторов, связывающих все функции в единый организм. В основу коммуникативной структуры положен сценарий непрерывно меняющихся впечатлений – здание становится архитектурным приключением. Это единое пространство, по которому можно путешествовать, находя новые места притяжения: кафе, бары, сувенирные лавки, открывая новые ракурсы восприятия.

Архитектурный образ программно лишен узнаваемых исторических и стилевых аллюзий, при этом абстрактная граненая форма рождает множество ассоциаций. Остекленные проемы в главном зале раскрывают его городу, позволяя трактовать окружение как декорации для сценического действия. Дополнительный эффект цельности создает волнообразная стеклянная стена, иллюзорно «открывающая» зрительный зал в фойе. Использование дерева во внутренней отделке отвечает основному «акустическому» назначению пространства. Таким образом, можно сделать вывод, что музыкальная концепция легла в основу архитектуры: внутри здания, как будто, не существует преград для звука – весь зал звучит!

Ян Херцог и Пьер де Меррон. Концепция интегрального синтеза и «театрализации» архитектурной среды

Произведения архитекторов Я. Херцога и П. де Меррона демонстрируют «коллажную технику» архитектурно-художественного синтеза; становятся архитектурным «спектаклем», ориентированным на своего зрителя. Так, здание форума в Мадриде (2005 г.) выстраивается по принципу многомерного интегрального синтеза, который объединяет деятельностный, средовой, культурно-исторический и образно-символический. По функции CaixaForum – центр новых культурных инициатив со свободными для посещения выставочными площадями и залами универсального использования, где проходят выставки самой разной тематики, – своеобразный «магнит» в культурном пространстве города. Здание стало продолжением «музейного квартала», включающего музеи Prado, Reina Sofia, Thyssen-Bornemisza, и приобрело черты «экспоната» [6].

Архитектурное сооружение в единстве функциональных, пространственных, технологических и выразительных составляющих раскрывает свою «театральную» природу. Сама структурная основа объекта театральна: сценарий внутреннего пространства разворачивается вокруг скульптурной лестницы, объединяющей все залы. Архитектура приобретает черты художественной инсталляции, демонстрируя причудливую игру времен и стилей в переплетении различных идентичностей городского пространства: «города», «площади», «дома», «сада». Наиболее узнаваемый образ – кирпичная стена с фронтоном и декором, восстановленная по традиционной технологии – воспоминание о существовавшем на этом месте в конце XIX века здании электростанции. Пешеходная площадь продолжается под зданием, отрывая основной объем от земли – честная аллегория прерывистого развития истории и культуры. Скульптурное завершение объема, выполненное в современной стилистике, – обобщенный символ характерных силуэтов города. Наконец, самый привлекательный, живой образ вертикального озеленения – отголосок ботанического сада, расположенного поблизости.

Обобщая ряд современных концепций, можно сделать вывод, что объекты культурной сферы наиболее часто становятся яркими проявлениями индивидуального авторского языка архитектора, творческого стиля мастера. Современный город наполняют различные архитектурные пространства для искусства: музеи, галереи, выставочные залы, центры искусств, театры, концертные залы, медиатеки, центры

творчества, школы искусств, мастерские художников, открытые городские пространства – форумы и амфитеатры [7]. Помимо функционального синтеза интеграционные взаимодействия, как правило, охватывают их концептуальное ядро, технологическую начинку, образный и символический строй, находят выход в окружающую пространственную среду. Архитектурное пространство для искусства и творчества трактуется как художественный и средовой ансамбль, который объединяет систему функциональных зон по видам искусства, систему коммуникаций и сценариев пространственного восприятия, знаково-символическую систему, систему взаимосвязей с внешним контекстом, рекреации и озеленения.

Диалогическая концепция архитектурно-художественного синтеза перешагивает границы архитектурного объема, активно проявляясь в организации открытых рекреационных пространств города: парков, скверов, площадей, форумов, бульваров. Так, многочисленные примеры из мирового опыта дизайна городской среды ориентированы на игровую концепцию взаимодействия приемов ландшафтного дизайна, элементов монументального искусства и скульптуры, архитектуры временных павильонов, а также использование «городской игрушки» и тематических экспозиций. Спектр подходов в современном проектировании широк: от философской притчи или интеллектуального ребуса – до архитектурной шутки, иронии. Обращаясь к концепции игры, архитекторы ищут непосредственного контакта с потребителем, придавая дополнительную социальную привлекательность объекту и новый уровень демократичности, открытости и коммуникативности архитектурному пространству.

Проведенный анализ творческих подходов мастеров современной архитектуры позволил сформулировать их авторские концепции, в основе которых лежит архитектурно-художественный синтез:

- концепция художественного синтеза в архитектуре на основе развития идеи геометрической гармонии и порядка Р. Мейера;
- концепция образно-символического синтеза организации пространственной среды на основе идеи музыкальности архитектуры К. Портзампарка;
- концепция концептуального и контекстуального синтеза на основе авторского метода «интеллектуальной дематериализации» Ж. Нувеля;
- концепция многомерного синтеза на основе семантической коммуникации и саморазвития архитектурной формы П. Эйзенмана;
- концепция интеллектуального синтеза и непрерывного сценария пространственной организации архитектурного объекта Р. Кулхаса;
- концепция интегрального синтеза и «театрализации» архитектурной среды Я. Херцога и П. де Меррона.

Рис. 1. Гетти-центр в Лос-Анжелесе, Калифорния, США, арх. Р. Мейер, 1984-97 гг.

Рис. 2. Город музыки, Западная часть – Национальная консерватория, Париж, арх. К. Портзампарк, 1984-95 гг.

Рис. 3. Фонд Картье в Париже, арх. Ж. Нувель, 1991-1994 гг.

Рис. 4. Концертный зал города Порто (Casa da Musica), арх. Р. Кулхас, 2005 г.

Список литературы

1. Гельфонд А.Л., Дуцев М.В. Архитектурно-художественный синтез как средство диалога // Приволжский научный журнал, 2010, № 4. – С. 147-152.
2. Рябушин А.В. Архитекторы рубежа тысячелетий. – М.: Изд-во «Искусство XXI век», 2005. – 288 с.: ил.
3. Азизян И.А., Добрицына И.А. и др. Теория композиции как поэтика архитектуры. – М.: Прогресс-Традиция, 2002. – 568 с.: ил. – С. 407-445.
4. Белоголовский В.В. В преддверии перемен: интервью с Питером Ейзенманом // Татлин, 2009, № 5/54/79. – С. 66-71.
5. CASA DA MUSICA, PORTUGAL, PORTO, 2005. Concert hall for the city of Porto [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.oma.eu.
6. Бахтурова Е. Поглазеть и подумать: Herzog & de Meuron. Caixaforym Madrid // Татлин, 2008, № 2/44/57. – С. 92 -105.
7. Дуцев М.В. Концепция архитектуры современного центра искусств / Дисс. на соискание уч. степени канд. арх. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2005.

Dutsev M.V. – candidate of architecture, associate professor
E-mail: nn2222@bk.ru
Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
The organization address: 603950, Nizhny Novgorod, Ilinskaja, 65

Contemporary authors' concepts of architecture-art synthesis

Resume

The article is devoted to the analysis of contemporary concepts of architecture and art synthesis of different authors and the integrating role of art in the creative work of an architect. Integration interactions are revealed in various interconnected directions: environmental, functional, and figurative-symbolical, – by the analysis of individual creative concepts of masters of modern architecture. Each architect develops an author's vision, his own individual plastic language as a personal comprehensive system of methods and principles. The author treats the concept of each architect as a synthesizing kernel in the interdisciplinary cultural and scientific space, and also in a context of the urban environment.

Revelation of a communicative potential an author's approach possesses of is an important aspect of the article. The architectural-art synthesis is treated as an instrument for a dialogue between architect and customer (real or potential); between architects of various schools and convictions; between architectural designs in the urban space.

The article pays special attention to cultural objects (museums, galleries, art centers, concert halls, art schools, outdoor urban environment), which manifest an individual creative style of an author more frequently than others. Creative concepts and modern designs of R. Meier, K. Portzampark, P. Eizenman, J. Hertsog and P de Merron, R. Kulhas and Z. Nuvel are considered from a position of integrated synthesis of the architect's individual language, a historical and cultural context and an artistic concept of a product.

Keywords: architecture-art synthesis, architectural concept, author's language of an architect, space of a modern city, art, communicativeness, art concept.

References

1. Gelfond A.L., Ducev M.V. Architectural and art synthesis as a way of dialogue // Privolgskij nauthnij gurnal, 2010, № 4. – P. 147-152.
2. Riabuschin, A.V. Architects of the millennium. – M.: Isd-vo «Iskusstvo XXI vek», 2005. – 288 p.: il.
3. Asisan I.A., Dobrizina I.A. Architectural Composition as a form of professional self-reflection. – M.: Progress-Tradizia, 2002. – 568 s.: il. – P. 407-445.
4. Belogolovskij V. Changes are coming: interview with Peter Eisenman // Tatlin News, 2009, № 5/54/79. – P. 66 -71.
5. CASA DA MUSICA, PORTUGAL, PORTO, 2005. Concert hall for the city of Porto [Elektronnij resurs]. – Regim dostupa: http://www.oma.eu.
6. Bahturova E. Poglazet I podumat: Herzog & de Meuron. Caixaforym Madrid // Tatlin, 2008, № 2/44/57. – P. 92 -105.
7. Ducev M.V. The conception of architecture of the contemporary art center / Diss. For receiving of cand. of arch. degree – Nichnij Novgorod: NNGASU, 2005.

УДК 725.3
Мубаракшина Ф.Д. – кандидат архитектуры, доцент
E-mail: faina.arch@rambler.ru
Рачкова О.Г. – доцент
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

К вопросу о современной типологии и некоторых проблемах архитектуры транспортных сооружений

Аннотация

История развития архитектуры транспортных сооружений тесно связана с историей развития человечества. Препятствия на пути передвижения людей в виде рек, оврагов, гор, ущелий заставляли возводить переходы, переправы, мосты. На местах остановок путешественников возникали временные стоянки, которые трансформировались в постоялые дворы, прообразы современных транспортных сооружений, со временем превращаясь в поселения и города.

Авторы предлагают классификацию транспортных объектов, включающую здания транспортных объектов и транспортные сооружения. К зданиям транспортных объектов относят: вокзалы, речные порты, аэропорты, автовокзалы, гаражи, автостоянки, многофункциональные придорожные комплексы, автозаправочные станции. В группу транспортных сооружений включают: мосты, тоннели, переходы, метро, эстакады, открытые автостоянки.

Авторы затрагивают некоторые аспекты и проблемы современного проектирования транспортных объектов.

Ключевые слова: архитектура транспортных сооружений, вокзал, гараж, мост, метро.

История развития архитектуры транспортных сооружений самым тесным образом связана с историей развития человечества. Тысячелетиями люди путешествовали, занимались торговлей, воевали, при этом они преодолевали огромные пространства и препятствия. Препятствия на пути передвижения в виде рек, оврагов, гор, ущелий заставляли людей возводить переходы, переправы, мосты и другие специализированные сооружения. Самые древние из этих сооружений были построены еще до новой эры. На местах вынужденных остановок путешественников стихийно возникали временные стоянки, которые затем постепенно трансформировались в постоялые дворы, прообразы современных транспортных сооружений, затем они обрастали другими зданиями, со временем превращаясь в поселения и города (рис. 1).

Архитектура транспортных сооружений, равно как и других типов зданий и сооружений, выполняя функциональный заказ, способна выражать общественные идеи и доставлять людям эстетическое удовольствие, и также, как и любая другая архитектура, зависит от материальных, социальных, климатических условий, испытывает влияние национальных особенностей и традиций. Несмотря на то, что архитектура транспортных сооружений всегда рассматривается в общем контексте развития архитектуры, в рамках ее временных, стилевых характеристик и развития технического прогресса, при этом транспортные объекты выделяются в отдельную группу, ввиду особой специфичности функции, которая наполняет их.

Транспортные сооружения в инфраструктуре жилых образований имеют важное градостроительное значение. Они, являясь частью архитектурной и материальной среды, представлены различными типами зданий, сооружений и их комплексов, предназначены для удовлетворения практических потребностей человека, связанных с передвижением, использованием разнообразных транспортных средств и т.п. На протяжении тысячелетней истории развития транспортных сооружений различные их виды возникали, видоизменялись, исчезали или возрождались вновь. Режим их функционирования определялся связью с другими различными структурными элементами города. В современных условиях социального и научно-технического прогресса, развития урбанизации городов и образования крупных систем расселения существующие способы передвижения людей, а, следовательно,

и сопутствующие им современные транспортные сооружения, не всегда оказываются достаточными для обеспечения жизнедеятельности многонаселенных крупных городов. Это говорит о необходимости в перспективе дальнейшего развития и совершенствования как транспортных средств, так и транспортных сооружений.

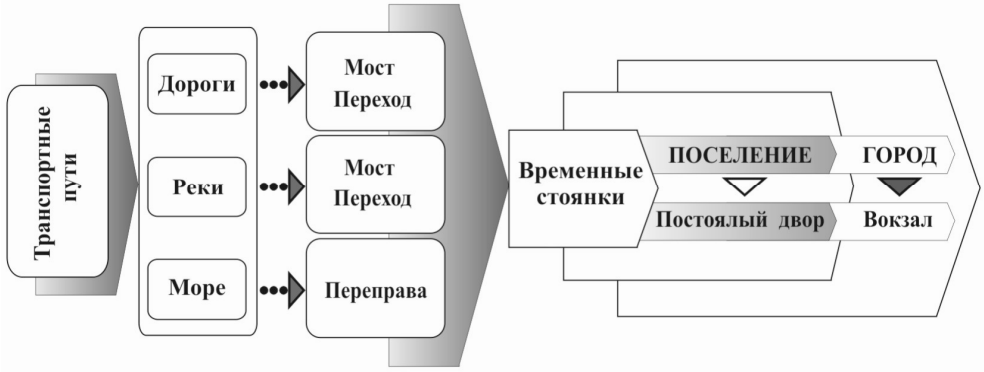


Рис. 1. Историческая схема развития транспортных сооружений

Обращаясь сегодня к типологии зданий и сооружений, возможно, будет не совсем корректно отвести транспортные объекты в группу общественных зданий и считать, что эта классификация окажется наиболее «чистой». В современной типологии группу зданий, имеющих то или иное отношению к передвижению людей, к организации транспортных потоков, к обслуживанию транспортных средств и к многочисленным связанным с этим процессам, есть тенденция выделять как «объекты инфраструктуры». Тем более, что именно внутри большой группы транспортных сооружений, как ни в каких-либо других типах объектов архитектуры, целесообразно разделить все объекты на собственно здания и на собственно сооружения. Под зданиями, естественно, подразумеваются архитектурные объекты, имеющие внутренние пространства, а под сооружениями – архитектурные объекты без внутреннего пространства. В соответствии с этим авторы предлагают свою классификацию транспортных объектов, включающую **здания транспортных объектов** и **транспортные сооружения** (рис. 2). К зданиям транспортных объектов относятся: вокзалы, речные порты, аэропорты, автовокзалы, гаражи, автостоянки, многофункциональные придорожные комплексы, автозаправочные станции и т.п. К транспортным сооружениям – мосты, тоннели, переходы, метро, остановки, эстакады, открытые автостоянки.

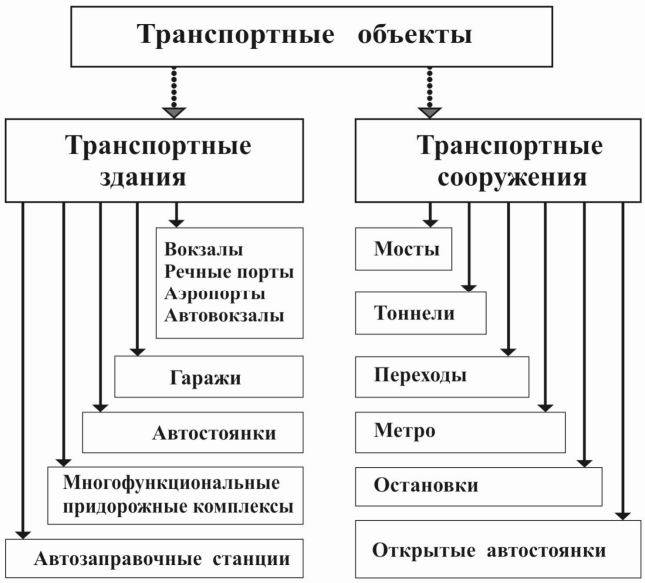


Рис. 2. Классификация транспортных объектов

Рассмотрим более подробно наиболее распространенные транспортные здания.

Вокзалы, речные порты, аэропорты, автовокзалы – комплексы зданий и сооружений, предназначенные для обслуживания пассажиров, формирования транспортных потоков, выполнения всевозможных служебных функций, перемещения грузов и выполнения других сопутствующих операций; классифицируются по ряду признаков: по видам используемого транспорта и назначению, градостроительному размещению, пропускной способности и соответствующей ей вместимости, категориям пассажиров. Как правило, архитектура вокзалов, аэропортов и т.п. характеризуется ярким обликом, является украшением, а иногда и визитной карточкой городов (рис. 3).

Гаражи – это здания, входящие в состав гаражного хозяйства предприятий, включающего территорию, здания, сооружения и оборудование. Гаражи служат для поддержания подвижного состава, то есть транспорта, в рабочем состоянии. В функцию гаража входит систематическое наблюдение и устранение технических неисправностей. По виду транспорта они подразделяются на грузовые, автобусные, легковые, специальные и смешанные.

Автостоянки предназначены для индивидуальных легковых автомобилей и размещаются в жилых районах, вблизи общегородских общественных центров и на транспортных магистралях. Автостоянки предусматриваются для постоянного, временного и сезонного хранения (вблизи объектов летнего и зимнего отдыха) автомобилей. Автостоянки бывают крытые наземные, подземные, встроенные, пристроенные, по количеству этажей – одноэтажные и многоэтажные.

Многофункциональные придорожные комплексы занимаются обслуживанием транспортных магистралей. В состав комплексов могут быть включены гостиницы для водителей, предприятия торговли и общественного питания, а также бытового обслуживания (химчистка, мини-прачечная, мастерская мелкого ремонта и т.д.), автозаправочные станции, мойки автомобилей. Придорожные комплексы могут размещаться по одну или по обе стороны дороги и объединяться надземным переходом, в котором могут быть размещены вышеперечисленные функции обслуживания.

Автозаправочные станции предназначены для дозаправки топливом проезжающего транспорта. Они также могут осуществлять торговлю сопутствующими товарами (различными аксессуарами для машин, жидкостями, полиролями, маслами и т.д.). В здании автозаправки может располагаться мини-кафе.

Обратимся к основным транспортным сооружениям.

а)

б)

Рис. 3. Центральный вокзал г. Берлина (Германия): а) общий вид вокзала; б) интерьер вокзала

Мосты представляют собой сооружения, перекрывающие препятствия, встречающиеся на пути в виде рек, ручьев, оврагов, гор, лощин, суходолов. Мост состоит из пролетного строения, поддерживающего проезжую часть, и опор, передающих нагрузки от моста на грунт, по количеству пролетов могут быть однопролетные и многопролетные, по уровню проезда – с ездой поверху или с ездой понизу. Архитектура мостов любой эпохи полностью зависит от уровня развития техники и всегда формируется по последнему ее слову. Именно в сооружениях мостов конструкции выступают в роли ведущего рычага архитектурного формообразования (рис. 4).

а)

б)

Рис. 4. Современные вантовые мосты:
а) висячий мост Акаси-Кайкё (Япония); б) виадук Мийо в долине Тарна (Франция)

Тоннели и другие искусственные сооружения в виде противообвальных галерей, подпорных стенок, защитных и регуляционных сооружений возводятся на горных дорогах. Они представляют собой искусственные подземные или подводные сооружения, предназначенные для пропуска транспортных средств, размещения инженерных коммуникаций и других целей. По видам транспорта тоннели подразделяются на автомобильные, железнодорожные, судоходные и тоннели метрополитена.

Переходы предназначены для разграничения движущихся потоков транспорта и людей при пересечении улиц, магистралей, железнодорожных путей. Переходы бывают подземные и надземные. Подземные переходы бывают в виде тоннелей-коридоров или переходов зального типа, надземные – как переходы-мосты с интересными формообразующими покрытиями. Переходы решают не только проблему удобных пешеходных путей, но и могут нести дополнительную функциональную нагрузку за счет устройства в них торговых, выставочных залов, кафе, ресторанов.

Метро относится к сооружениям внеуличного городского транспорта и является наиболее перспективным для крупных и крупнейших городов. К ним также относятся скоростной трамвай, в некоторых случаях городские участки железных дорог, экспресс-линии метрополитена, вылетные линии метрополитена, монорельсовый транспорт. Трассы и сооружения скоростного транспорта могут располагаться на уровне поверхности земли, на эстакадах или насыпях и ниже уровня земли.

Поскольку на современное развитие архитектуры транспортных объектов оказывают влияние самые разнообразные (социальные, экономические, технические и другие) факторы, сегодня важно выявить и осмыслить особенности формирования транспортных объектов, увидеть проблемы и перспективы их развития в будущем.

Количество транспортных средств населения ежедневно увеличивается, объем транспортного внутригородского и междугороднего сообщения неуклонно растет, возрастают требования к эстетической и художественно-образной содержательности архитектуры транспортных зданий и сооружений – все это уже в ближайшем будущем приведет к значительному расширению их типологии.

Одним из новых типов транспортных объектов станут объединенные вокзальные комплексы, скооперированные с другими общественными учреждениями, которые будут в

дальнейшем реорганизовываться в многофункциональные комплексы и транспортно-пересадочные узлы. Перемещение людских потоков в таких узлах в дальнейшем приведет к концентрации различных видов транспорта. В комплексы будут включаться станции метро, монорельсовых дорог, скоростных линий железных дорог, торговые центры, гостиницы, гаражи, автостоянки, складские помещения. Все это приведет к неизбежному освоению подземного и надземного пространства, привокзальных площадей и прилегающих улиц.

Мосты, подземные тоннели и надземные эстакады, современные транспортные развязки будут способны реализовать масштабные градостроительные решения, обеспечивая комфорт передвижения населению, при этом обогащая окружающую среду.

Внедрение прогрессивных технических и технологических разработок на основе автоматизации процессов обслуживания населения приведет к повсеместному оборудованию путей движения людских потоков многоместными лифтами, движущимися тротуарами и эскалаторами.

Использование новых конструктивных систем и большепролетных формообразующих покрытий поможет решить задачу формирования неординарных и запоминающихся композиционных решений транспортных сооружений.

В целом, будущее транспортных сооружений видится в их динамичном и гармоничном развитии в системе городской инфраструктуры и междугородных транспортных коммуникаций.

Список литературы

1. Гибшман Е.Е., Назаренко Б.П. Мосты и сооружения на дорогах. Часть 1: Учебник. – М.: Изд-во «Транспорт», 1972. – 408 с.
2. Гибшман Е.Е., Кириллов В.С. Мосты и сооружения на дорогах. Часть 2: Учебник. – М.: Изд-во «Транспорт», 1972. – 404 с.
3. Гибшман М.Е., Попов В.И. Проектирование транспортных сооружений: Учебник для вузов. – 2-е издание, перераб. и доп. – М.: Изд-во «Транспорт», 1988. – 448 с.
4. Гельфонд А.Л. Архитектурное проектирование общественных зданий: Учебное пособие. – М.: Изд-во «Архитектура-С», 2007. – 280 с. илл.
5. Батырев В.М. Вокзалы. – М.: Стройиздат, 1988. – 215 с.
6. Висячие и вантовые мосты. Проектирование, расчет, особенности конструирования: Учебное пособие. – Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 1999. – 124 с.
7. Матрухов П.В. Современные тенденции развития архитектуры железнодорожных вокзалов. – М.: Транспорт, 2008. – 240 с.

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

Modern typology and some problems of the architecture of transport facilities

Resume

The history of traffic architecture facilities is closely connected with the history of the mankind. The oldest of them were built even before the new era. Temporary parking on the route of travel, transformed first to the inns, and then eventually evolved into the more advanced settlements and, as a result, often grew into the city.

Transport facilities have a very important urban value. They are represented by different types of buildings and structures; they are designed to satisfy the practical needs of people connected with the movement and using a variety of vehicles.

The authors propose their own classification of transport objects, including transport building and transport facilities. The transport buildings are terminals, river ports, airports, bus stations, garages, car parks, roadside multifunctional complexes, gas stations. The transport facilities are bridges, tunnels, crossings, subway stops, ramps, open parking.

Further, the authors' detail the most common transport buildings and structures with the illustrations of modern facilities.

It is important nowadays to identify the features of forming of the transport objects, to see the problems and the perspectives of their development in the future because in the near future a significant expansion of their typology would be predicted. One of the new types of transportation objects will be combined station complexes, cooperated with other public buildings that will be further reorganized into multifunctional complexes and transport interchange nodes. The advanced technical development introduction and usage of large-shaping surfaces will help to solve the problem of creating extraordinary composite solutions of transport facilities architecture.

Keywords: architecture of transport facilities, terminal, garage, bridge, subway.

References

1. Gibshman E.E., Nazarenko B.P. Bridges and other structures on the roads. Part 1: Textbook. – M.: Publishers «Transport», 1972. – 408 p.
2. Gibshman E.E., Kirillov V.S. Bridges and other structures on the roads. Part 2: Textbook. – M.: Publishers «Transport», 1972. – 404 p.
3. Gibshman M.E., Popov V.I. Design of transportation facilities: Textbook for Universities. – 2-nd edition, revised and added. – M.: Publishers «Transport», 1988. – 448 p.
4. Gelfond A.L. The architectural design of public buildings: The manual. – M.: Publishers «Architecture-S», 2007. – 280 p. fig.
5. Batyrev V.M. Railway Stations. – M.: Stroiizdat, 1988. – 215 p.
6. Padlocks and cable-stayed bridges. Design, calculation, design features: The manual. – Saratov: Sarat.gos.techn.un-ty, 1999. – 124 p.
7. Matruhov P.V. Modern trends in the development of architecture of the railway stations. – M.: Publishers «Transport», 2008. – 240 p.

УДК 711.4; 711.581; 728.1; 712.25
Геннадиева М.В. – аспирант
E-mail: gennadieva@inbox.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Особенности стартового этапа формирования новых жилых образований в крупногородских агломерациях

Аннотация
В вопросе формирования новых жилых образований участники строительства неизбежно сталкиваются с рядом проблем, которые препятствуют планируемому росту и развитию возводимых поселений. Изучение современных возможностей решения возникающих проблем и правильно скоординированные действия проектировщиков, собственников и муниципальных властей есть предполагаемый путь к усовершенствованию процесса строительства новых жилых образований.

Сейчас возведение новых поселений зачастую происходит спонтанно, поэтому необходимо уделить особое внимание начальному этапу строительства.

Ключевые слова: новые жилые образования, стартовый этап, проблемы формирования, модель алгоритма действий проектировщика, Восточная дуга.

Проблема формирования новых жилых образований всегда была одной из самых важных в градостроительной практике всех стран. Анализ мирового опыта показывает, что большинство теоретических концепций создания новых городов не были в итоге реализованы, так и оставшись на бумаге. Модели, созданные Говардом, были осознанны и глубокомысленны, но, к большому сожалению, не были поняты, и в итоге к реальному проектированию были применены лишь отдельные идеи и фрагменты концепции, такие, как теория города-сада. Многообещающими были также и теоретические разработки нашего соотечественника – Милютина, по формированию линейных городов. Данные материалы максимально приближены к реальности современных поселений, но являются своеобразной трактовкой «функционального идеального города», в котором промышленность и селитебная зона четко разграничены и разделены между собой [1, 2].

Среди недавно осуществленных и наиболее удачных примеров формирования новых крупных жилых образований можно смело выделить один – город Алмере, в Нидерландах. Город, построенный неподалеку от Амстердама, был призван оттянуть на себя часть населения крупного мегаполиса, облегчив жилищную проблему. Цель – создание возможности приобретения жилья небогатыми семьями, при этом создав привлекательную жилую среду. Ставка была сделана на малоэтажную застройку и обилие зеленых насаждений. Особенно внимание уделялось разработке траспортной схемы. Совмещался региональный и городской общественный транспорт, предотвращалось пересечение жилых кварталов автотранзитом. Планировалось создание центров приложения труда. Проектировщиками была заложена опережающая рост населения сеть социально-бытовой инфраструктуры. Альмере стал первым городом в Нидерландах с центральным отоплением. И хотя первые новоселы, которые появились в Алмере в 1976 году, жили среди песка, камыша, строительных заборов и скелетов новостроек, в их домах с собственным садом было электричество, газ и водопровод. Алмере стремительно благоустраивался и озеленялся – сначала высаживались быстрорастущие сорта деревьев, а затем они постепенно заменялись на постоянные. Проект строительства города реализовывался поэтапно, к концу 80-х годов XX века были построены 2 пилотных района. По мере возникновения проблем в уже обжитых районах общая стратегия развития корректировалась [1, 3].

Анализ существующего опыта проектирования новых жилых образований в очередной раз подчеркивает сложность и необходимость изучения и осмысления данной проблемы. Прогресс не стоит на месте, появляются новые возможности, но в то же время и новые потребности.

В настоящее время в нашей стране очень активно ведется строительство новых жилых образований как на территории города, так и в пригородах. Вопрос рентабельности для частных заказчиков и в то же время доступности для потенциальных жителей является очень важным. Чтобы возникало меньше проблем, необходимо уделить особое внимание начальному этапу проектирования, так как именно на этой стадии закладывается общий план развития поселения, он является определяющим в структуре проектирования. Изначально выбранная стратегия развития в конечном итоге диктует общий результат всего процесса формирования новых жилых образований.

В работе предлагается использование нового градостроительного термина, применимо к специфике рассматриваемой проблемы начальной стадии формирования новых жилых образований:

Стартовый этап – этап проектирования, включающий в себя анализ потенциала разрабатываемой территории и разработку расчетной модели развития формируемого поселения. Стартовый этап может включать в себя строительство пилотных комплексов и корректировки стратегий развития в зависимости от полученных результатов.

В нынешней градостроительной практике основное внимание уделяется в большей мере этапу непосредственного проектирования жилого образования – формированию выразительной пространственно-композиционной концепции и разработке объемно-пространственных решений, а также этапу ввода жилья в эксплуатацию – прохождению инстанций согласования, непосредственно строительству и продаже жилых квадратных метров. И зачастую, к большому разочарованию застройщиков, значительная часть вновь возведенного жилого фонда оказывается невостребованной и простаивает. Так, к сожалению, обстоит дело во многих недавно построенных коттеджных поселках в системе Казанской агломерации, таких как, к примеру, «Ореховка», «Экоплаза», «Светлый», «Загородная усадьба» [4]. Причиной подобных ситуаций является в основном недостаток этапа предпроектной подготовки – аналитического исследования и выработанной стратегии развития. Введенный термин – стартовый этап – как раз включает в себя все нюансы предпроектной подготовки и начального этапа самого проекта, так как с дальнейшими этапами непредвиденных трудностей не возникает. Основной смысл и необходимость данной работы заключаются в том, чтобы формирование и развитие новых жилых образований проходило не стихийно, а по заранее созданному алгоритму. Проблема в том, что в России в проектном деле и в строительстве действует инерция советского времени, где вопросу маркетинга территории и строительной недвижимости не уделялось внимания. Сейчас, в условиях активного развития рынка жилья и жесткой конкуренции, эти вопросы становятся очень важными и должны решаться непосредственно на стартовом этапе. Алгоритм стартового этапа формирования новых жилых образований должен включать в себя следующее:

1. Маркетинг территории;
2. Стратегическая концепция;
3. Пилотная апробация;
4. Анализ полученных результатов.

Под понятием маркетинга территории понимается целенаправленная деятельность по повышению конкурентоспособности территории как продукта. Маркетинговая деятельность привлекает в формируемое новое жилое образование общегосударственные программы, проекты, увеличивает инвестиции. Проще говоря, основная цель – это позиционирование территории.

Стратегическая концепция включает в себя анализ всех факторов рассматриваемой территории и создание на основе полученных материалов и пожеланий застройщика стратегии развития территории.

Под пилотной апробацией понимается строительство первой очереди формируемого жилого образования, согласно выбранным на этапе создания стратегической концепции методикам создания благоприятной жилой среды, и заселение жильцов.

Анализ полученных результатов проводится через назначенный промежуток времени после ввода в эксплуатацию пилотного жилого района и призван выявить недостатки и просчеты, с внесением корректировок в стратегическую концепцию развития территории.

В нашей стране формирование агломераций вокруг крупных городов началось уже давно, но в настоящее время идет наиболее активно. Причиной тому – популяризация переездов, в основном хорошо обеспеченных граждан, в поселки с индивидуальной застройкой. Если за рубежом такая практика существует уже очень долгое время, то в России она новая и зачастую неосмысленная. Поселки строятся без инфраструктуры, с грандиозными недочетами в подключении инженерных сетей, с проблемами в транспортном сообщении с крупным городом, который по-прежнему является местом приложения труда всех жителей новых жилых образований. Нерешенность всех этих проблем присутствует повсеместно на территории нашей страны, но особое внимание в данной работе хотелось бы уделить ситуации непосредственно в системе Казанской агломерации.

В настоящее время в обжитой части Казани, в ее центральной и серединной зонах, возникают проблемы с недостатком территорий под жилищное строительство. В связи с этим появляется необходимость в освоении новых площадок на периферии. На новых периферийных площадках возникает ряд проблем стартового этапа формирования жилых образований:

а) отсутствие инженерной инфраструктуры;

б) недостаток транспортных коммуникаций;

в) отсутствие социально-бытовой инфраструктуры;

г) психологический барьер населения, не желающего переезжать на необжитые территории;

д) недостаточный комфорт среды на начальном этапе. Низкий уровень благоустройства (некомплексная застройка). Первый этап требует «умышленного» благоустройства, как компенсации некомплексности.

Территории, пригодные для строительства новых жилых образований, можно условно разделить на 3 основных типа:

- Вблизи с существующим поселением.

Данный тип является самым удобным в вопросе решения проблемы с отсутствием инженерной инфраструктуры (осуществляется подключение к централизованным сетям).

- В отдалении от существующих жилых образований.

В подобной ситуации необходимо решение всех проблем.

- Жилые образования на базе градообразующего объекта (промышленный объект, центр автотранзита, рекреационно-туристический центр, логистический центр, иное место приложения труда).

Такие жилые образования заведомо проще и активнее развиваются за счет естественного притока людей, а соответственно – финансов и интереса.

Анализ результатов уже построенных поселений в структуре Казанской агломерации выявил ряд конкретных проблем, возникших в строящихся в настоящее время и уже сданных коттеджных поселках – табл. 1 [4-6].

Таблица 1

№ п/п	Распространенные проблемы	Примеры
1.	Коммунальные проблемы	Ореховка Загородный клуб
2.	Выкуп земель частными лицами	В основном столкнулись застройщики территории в направлении Казань-Зеленодольск
3.	Непрофессиональные строительные организации	Большинство застройщиков. Яркий пример – «Загородный клуб»
4.	Нефункционирующая социально-бытовая инфраструктура	Все строящиеся жилые образования
5.	Плохая работа управляющей компании	Все строящиеся жилые образования
6.	Невостребованность предлагаемого жилья (строится в основном бизнес-класс и элитное)	Все строящиеся жилые образования

Результаты анализа современной ситуации на рынке коттеджных поселков Казанской агломерации в очередной раз подчеркивают, что подход к проектированию новых жилых образований крайне фрагментарный и большинство проблем вытекают из недочетов на стартовом этапе формирования. К примеру, невостребованность предлагаемого жилья говорит о том, что девелоперы плохо знают покупателя. Проблемы коммунального характера возникли как следствие неправильно разработанной стратегии развития, в итоге без инженерного обслуживания остались первые очереди строительства, тогда как в идеале формирование инфраструктуры должно быть заложено с опережением. Таким образом, для максимально эффективного решения возникающих проблем необходимо проанализировать ряд особенностей стартового этапа формирования новых жилых образований и выработать методики их решения.

На протяжении всего XX века и сейчас разрабатывается множество инноваций, широко применяемых в градостроительстве и непосредственно в строительстве, как в технологическом плане, так и в экономическом. К сожалению, в современной российской практике строительства новых поселений большинство нововведений не применяются или используются совершенно бездумно, без учета общей стратегии развития.

Условно особенности стартового этапа строительства можно разделить на 3 основных направления:

1. Технологические особенности стартового этапа;
2. Инвестиционно-правовые особенности стартового этапа;
3. Планировочные особенности стартового этапа.

К первому направлению относится проблематика, связанная непосредственно со строительством жилых домов и разработкой системы инженерных коммуникаций. К методикам решения проблем формирования новых жилых образований в плане технологических особенностей можно отнести:

- Использование современных инженерных технологий:
- системы электроснабжения (ветряки, солнечные батареи);
- системы водоснабжения и водоотведения;
- системы теплоснабжения.
- Использование современных методик строительства:
- легковозводимые конструкции;
- модульное строительство.

Инвестиционно-правовые особенности включают процессы, связанные с финансированием проектирования и строительства новых жилых образований, привлечением финансов, а также нормативно-правовыми документами которых подразумевается в стратегии развития конкретного поселения. К методикам решения проблем инвестиционно-правового характера можно отнести:

- Частное муниципальное партнерство.

Частное муниципальное партнерство представляет собой привлечение частного капитала на выгодных условиях, так называемая взаимосвязь между частными инвесторами и муниципальными собственниками.

- Девелоперская политика [5]:
- Реклама;
- Ипотечное кредитование на выгодных условиях;
- Долевое строительство.
- Кондоминиумы.

Формирование своеобразных кооперативов внутри жилых групп. Управление собственниками.

Планировочные особенности стартового этапа включают выбор градостроительной стратегии развития будущего жилого образования и, в частности, подбор оптимальной пространственно-композиционной концепции.

- Метод паттернов [7].

Паттерн – алгоритм решения проблемы проектирования в рамках некоторого часто возникающего контекста. Создается некая универсальная модель стратегии развития,

корректируемая в зависимости от особенностей среды и потребностей каждого разрабатываемого жилого образования.

• Кластеризация территорий [9].

Кластер – это территориальное образование внутри крупного жилого образования, представляющее собой относительно автономную единицу и обеспечивающее своим жителям полный набор городских функций (жилую, административно-деловую, торгово-развлекательную, рекреационную). Также подразумевает разработку неких модульных компоновочных систем на разных уровнях: от самостоятельной блок-секции до масштаба жилого образования.

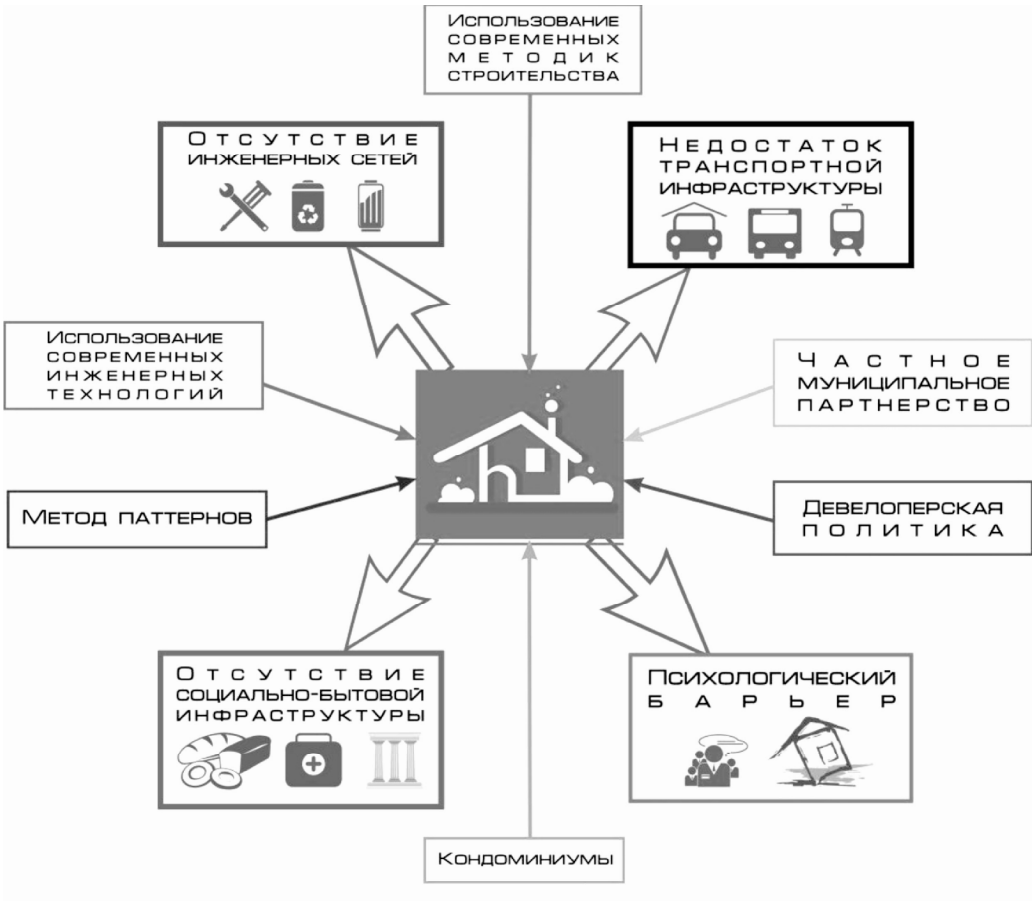


Рис. 1. Комплексная схема проблем формирования новых жилых образований и возможных вариантов их решения

Среди множества строящихся в настоящее время жилых образований в структуре Казанской агломерации современные методы решения проблем стартового этапа используются лишь в единичных случаях и ограничиваются в основном рекламными акциями и PR-компаниями – табл. 2 [4-5].

Таблица 2

№ п/п	Варианты решений	Примеры
1.	Государственный PR	«Загородный клуб» (сотрудничество с Ипотечным агентством РТ)
2.	Выгодное расположение	«Солнечный город»
3.	Активная реклама	«Солнечный город»
4.	Строительство из сборных деталей	«Светлый»

Так как каждая ситуация индивидуальна, невозможно найти одно конкретное решение, актуальное для всех. Необходимо разумно сочетать различные методики решения проблем формирования новых жилых образований на стартовом этапе, применительно к каждой конкретной ситуации.

На основании изученных методик и детального анализа перспектив развития территории в течение 2010-11 годов был разработан проект планировки 3-х крупных автономных жилых районов на периферийных площадках, недавно присоединенных к Казани и вследствие этого неосвоенных.

В конце 2007 года, в ходе перехода к системе муниципального управления в РТ, Казань расширила свои границы за счет присоединения к территории города части земель Лаишевского, Пестречинского и Высокогорского районов (согласно № 69-ЗРТ от 29.12.07).

Генеральный план Казани, к разработке которого приступили в 2003 году, к этому времени был практически завершен и проходил последние согласования. По этой причине вновь присоединенные территории оказались в материалах Генплана города слабо проработанными.

В плане реализации Генплана был предложен выход из сложившегося положения в виде последующей разработки проектов планировки на вновь присоединенные территории.

Однако только в конце 2010 года началась работа над одним из таких участков (рис. 2) – секторной территорией в восточной части г. Казани от Сибирского тракта (федеральной дороги Р242) до вновь проектируемого Вознесенского тракта (продолжение ул. Закиева). Фактически началось формирование нового планировочного района г. Казани – «Восточная дуга».

Уже к началу проектирования было известно, что практически все свободные земельные участки на этой территории (в прошлом – земли сельхозназначения) были выкуплены частными застройщиками (рис. 3). У некоторых из них к настоящему моменту уже сформировались ясные строительные намерения. Возникла очевидная дилемма: как увязать общественные интересы (интересы города) в использовании и развитии данной территории и частные интересы отдельных собственников.

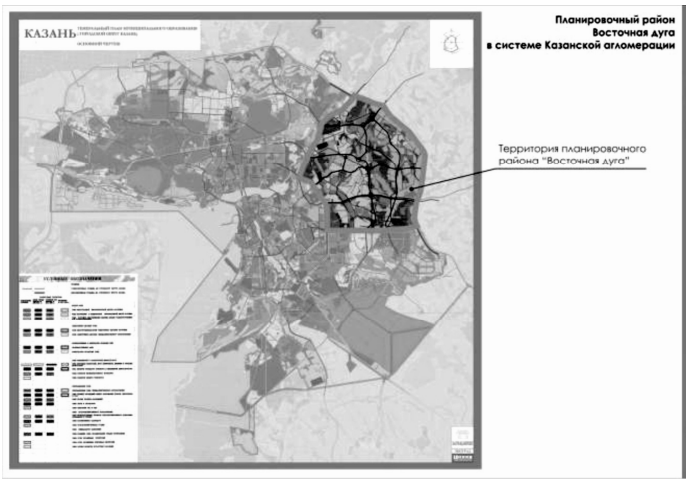


Рис. 2. Схема планировочного района «Восточная дуга» в системе Казанской агломерации

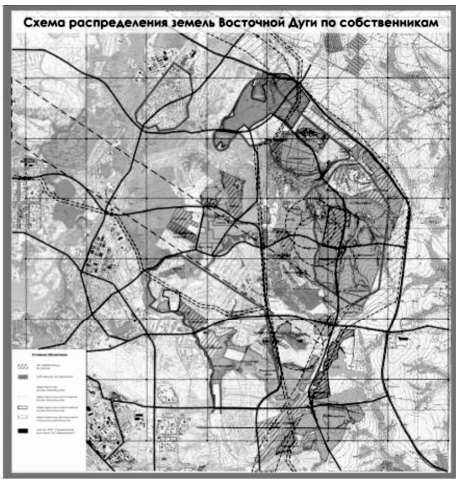


Рис. 3. Схема распределения земель «Восточной Дуги» по собственникам

В то же время, почти полное отсутствие на территории инженерно-транспортной инфраструктуры во многом ограничивает палитру намерений частных инвесторов и застройщиков, ставит их в зависимость от действий муниципалитета по формированию на этой территории инфраструктурных объектов. Таким образом, естественным путем складывается необходимость частно-муниципального партнерства в освоении территории «Восточной дуги».

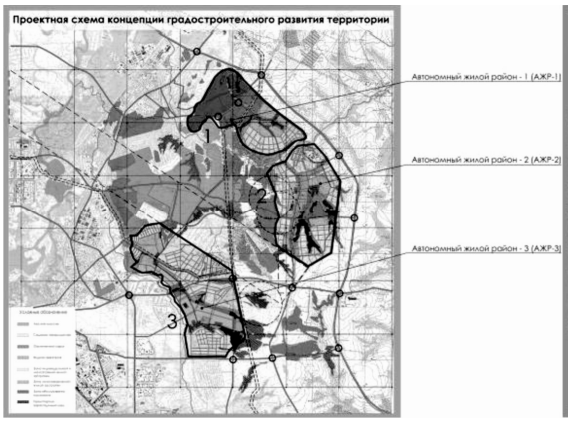


Рис. 4. Проектная схема концепции градостроительного развития территории «Восточная Дуга»

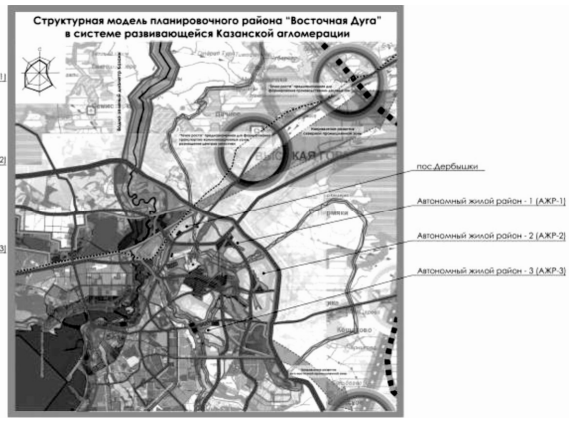


Рис. 5. Структурная модель планировочного района «Восточная дуга» в системе развивающейся Казанской агломерации

С позиций муниципальной власти новые территории являются важнейшим городским ресурсом для процессов разуплотнения и децентрализации застройки центра Казани, значительным резервом для формирования новой жилой застройки в виде автономных жилых районов смешанной застройки (рис. 4).

Актуализация этого ресурса в первую очередь обеспечивается транспортными сетями на этой территории и их подключением к уже сложившейся транспортной инфраструктуре Казанской агломерации. Возможность организации коротких и удобных транспортных связей между северной промзоной и новыми жилыми районами на территории «Восточной дуги» (рис. 5), появление на этой территории агломерационных центров обслуживания позволяет существенно изменить тренд в градостроительном развитии всей Казани – от компактного города к дискретной структуре агломерации.

Заключение

В настоящее время во многих крупных городах наблюдается проблема с недостатком площадей под жилищное строительство. В связи с этим появляется необходимость в освоении новых площадок. Предложенный анализ и структурирование современных методик решения проблем, возникающих на начальном этапе строительства, могут послужить впоследствии путем к усовершенствованию процесса формирования новых жилых образований. В рамках работы предлагается разработка модели алгоритма действия проектировщика, которая может быть использована в реальном проектировании, так как является вполне работоспособной, доказательством чему является апробация в проекте планировки территории района «Восточная дуга».

Список литературы

1. Глазычев В.Л. Урбанистика. – М.: Изд-во «Европа», 2008. – С. 76-88.
2. Милютин Н.А. Соцгород. Проблемы строительства социалистических городов: Основные вопросы рациональной планировки и строительства населенных пунктов СССР. – М.-Л.: ГИЗ, 1930.
3. Невзгодин И. Almere – Алмире: новый город или антитеза городу?// Архитектурный вестник, 2006, № 4 (91). URL: http://archvestnik.ru/ru/magazine/107 (дата обращения: 23.10.2011).
4. Игра в загородные городки // Бизнес online: деловая электронная газета Татарстана, 2009, 31 янв. URL: http://www.business-gazeta.ru/article/6743/19/ (дата обращения: 21.04.2011).
5. Цена загородного комфорта // Газета «Рынок недвижимости. Казань и Татарстан» / www.rn-kazan.ru /Деловой центр РТ – интернет-портал TatCenter, 2008, 4 апр. URL: http://www.rn-kazan.ru/index.php?page=art&article=456846&dl_page=8 (дата обращения: 21.04.2011).
6. Малоэтажное жилье Казани // Газета «Рынок Недвижимости. Казань и Татарстан», 2008, 29 фев. URL: http: // www. rn-kazan.ru / index. php?page =art&article =420866& dl_ page=33 (дата обращения: 18.04.2011).

7. Александер К. Язык паттернов: города, здания, конструкции. – США: Изд-во Oxford University Press, 1977. – 1216 с.
8. Глазычев В.Л. Россия: принципы пространственного развития. – Центр стратегических исследований ПФО, 2005. – 83 с.
9. Кластеризация территорий // «Эксперт Северо-запад», 2009, 15 сент. URL: http://www.gradtlt.ru/articles/86/view/ (дата обращения: 9.09.2011).

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

Features of the starting stage of the formation of new residential structures in large urban areas

Resume

At present, the construction of new residential structures on the territory of the city and the suburbs in our country is very active. Since the results of many newly formed and already put into operation settlements are extremely grim, there is an urgent need to review the planning of algorithms. Each participant of construction, whether it's planner, owner of the land, the responsible representative of municipal government, is faced with several problems that ultimately hinder the planned growth and development of constructed settlements. The way to improve and simplify the process of formation of new residential structures is firstly – the identification and structuring of potential problems, and secondly – search and analyzing the existing methods of solving them, and thirdly – to create a model of the algorithm actions of the participants of construction. It is no accident special attention in this matter is given directly to the initial phase of construction. Creating a model of the algorithm planner's actions is intended to simplify and improve the imperfect, outlived methodology of design and construction. Subsequently the final result will be depended on the initially chosen development strategy. Thus, it is possible to solve more effectively the questions of profitability for private customers and at the same time the questions of accessibility and comfort for potential residents.

Keywords: new settlement, starting phase, the problem of forming, the model of the algorithm planner's actions, Eastern Arc.

References

1. Glazychev V.L Urban planning. – M.: Publishers «Europe», 2008. – P. 76-88.
2. Milutin N.A. Sotsgorod. Problems of building of the socialist cities: Highlights of the rational design and construction of settlements of the USSR. – M.-L.: GIZ, 1930.
3. Nevzgodin I. Almere – Almere: a new city or town antithesis? // Architecturniyi vestnik, 2006, № 4 (91). URL: http://archvestnik.ru/ru/magazine/107 (reference date: 23.10. 2011).
4. Playing in the suburban towns // Business online: business e-newspaper of Tatarstan. 2009. January 31. URL: http://www.business-gazeta.ru/article/6743/19/(reference date: 21.04. 2011).
5. Price suburban comfort // The newspaper «Rinok nedvijimosti. Kazan i Tatarstan» / www.rn-kazan.ru / Downtown RT. Internet portal TatCenter, 2008, April 4-th. URL: http://www.rn-kazan.ru/index.php?page=art&article=456846&dl_page=8 (reference date: 21.04. 2011).
6. Low-rise housing in Kazan // The newspaper «Rinok nedvijimosti. Kazan i Tatarstan» 2008. February 29. URL: http: // www.rn-kazan.ru / index.php ?page =art&article= 420866& dl_page = 33 (reference date: 18.04. 2011).
7. Alexander, Christopher A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction. – USA: Oxford University Press, 1977. – 1216 p.
8. Glazychev V.L. Russia: principles of spatial development. – Center for Strategic Studies, PPO, 2005. – 83 p.
9. Clustering of territories // «Expert North-West», 2009, September 15. URL: http://www.gradtlt.ru/articles/86/view/ (reference date: 09.09.2011).

УДК 623.3
Зедгенизов А.В. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: azedgen@gmail.com
Зедгенизова А.Н. – аспирант
E-mail: zedgenizova@gmail.com
Иркутский государственный технический университет
Адрес организации: 664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

Оценка генерации поездок к жилым районам средней этажности

Аннотация
Рассмотрен режим функционирования жилого объекта средней этажности застройки. Получены суточные распределения продолжительности паркирования. Выявлен уровень загрузки жилого объекта по часам суток. Получено распределение числа жителей на индивидуальном и общественном транспорте для этого типа.
Ключевые слова: генерация поездок, емкость расчетного района, паркирование.

Сегодня во всем мире наблюдается тенденция к глобализации, её специфика заключается в усилении связей самых разных, порой даже противоречивых явлений общества экономики и политики. Глобализация как процесс интеграции человечества в единое геополитическое, социальное, культурное, информационное и другие пространства является неизбежным, и транспорту, подобно кровеносной системе организма, отводится все более значимая роль. В России процессы глобализации, в силу разных причин, имеют ряд существенных отличий от общемировых тенденций. Так, например, стоит отметить, что в России за последние два десятилетия значительно увеличилась доля городского населения, при этом любопытно отметить, что в 19 и 20 веках рост доли городского населения осуществлялся за счет села, однако же последние 20 лет наблюдается прирост городского населения в особо крупных городах и городах «миллионниках» за счет малых и моно городов. В этой связи территориальный рост городов становится мало предсказуемым и нуждается в экспресс-оценке емкости транспортных расчетных районов по числу прибытия и отправления. Таким образом, подходы, связанные с анализом генерации поездок, являются эффективнейшим инструментом при прогнозировании нагрузок на улично-дорожную сеть (УДС) и маршрутный городской пассажирский транспорт [3].

Анализ генерации поездок включает в себя исследование развития взаимосвязи между поездками, совершаемыми на личных автомобилях, и характеристиками использования земли (применения территории). Такой анализ может быть использован при прогнозировании числа поездок (интенсивности движения) на территориях определенного типа. Анализ генерации поездок – это ключевой раздел всего транспортного планирования. Прогнозирование числа поездок (интенсивности движения), совершаемых за определенное время из/в рассматриваемую территорию, может осуществляться несколькими способами, в зависимости от наличия исходных данных или математической модели, описывающей процесс генерации поездок. Необходимо отметить, что исследования, касающиеся долгосрочного или стратегического планирования, могут различаться, и прогнозирование нагрузок может существенно различаться.

В силу сложности, многокритериальности и трудоемкости обследований, необходимых для выявления, объемом генерации к тем или другим объектам тяготения в данной работе рассматривается только жилой объект со следующими характеристиками:

- число строений, одновременно участвующих в обследовании, – 4;
- этажность застройки – 5;
- район города – микрорайон;
- период обследования – с 7:00 до 22:00;
- дата проведения обследования – 22.09.2011, четверг;
- погодные условия – без осадков;
- удаленность остановочного пункта – в пределах 5 минут пешком;
- гаражные кооперативы и стоянки – в пределах 5 минут пешком.

Прежде всего, необходимо отметить, в таких обследованиях чрезвычайно важным моментом является своевременность и слаженность работы всех учетчиков, поскольку отсутствие или неверный учет автомобилей и людей может привести к срыву всего обследования. Общая схема эксперимента представлена на рисунке 1.

Рис. 1. Общая схема эксперимента

В ходе эксперимента и последующей обработки данных эксперимента были выявлены характеристики функционирования рассматриваемой территории. Так, например, число транспортных средств, въезжающих и выезжающих на/с рассматриваемой территории, может дать представление о распределении транспортной нагрузки (рис. 2).

Из представленного выше рисунка можно сделать вывод об увеличении активности въезда на территорию и выезда с неё на индивидуальном транспорте в утренние часы «пик», примерно с 7:30 до 9:30, и в вечерние часы «пик», с 15:00 до 17:00 часов. Всплеск активности жителей рассматриваемого района после 17:30 обусловлен, на наш взгляд, необходимостью отгонки транспортного средства к месту ночного хранения. Общее число въехавших на рассматриваемую территорию автомобилей за период обследования составило 365 ед, при этом среднее наполнение транспортных средств составило 1,58 чел., следовательно, можно утверждать, что рассматриваемая территория генерирует примерно 577 человек в сутки на личных автомобилях.

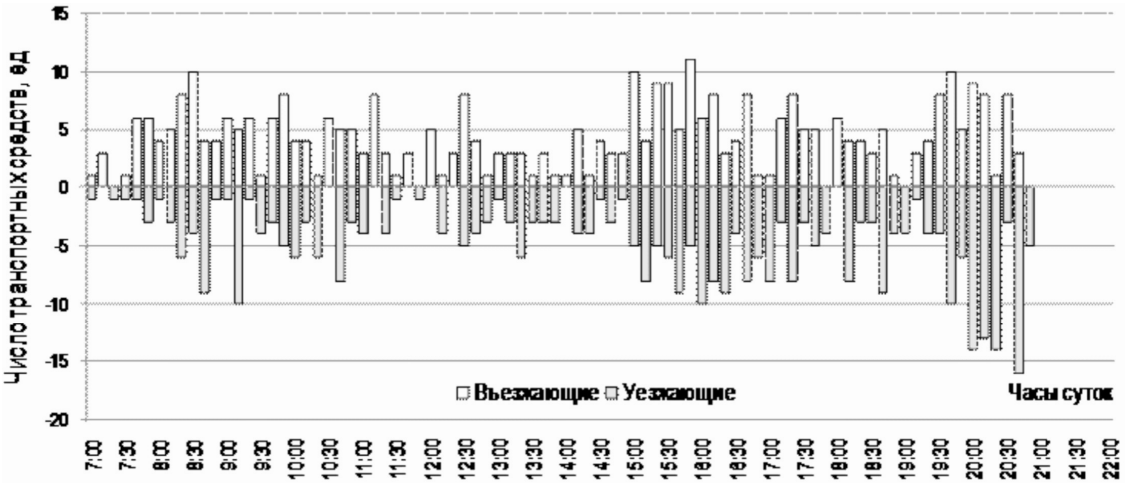


Рис. 2. Распределение числа въезжающих и выезжающих транспортных средств в/из рассматриваемого жилого района

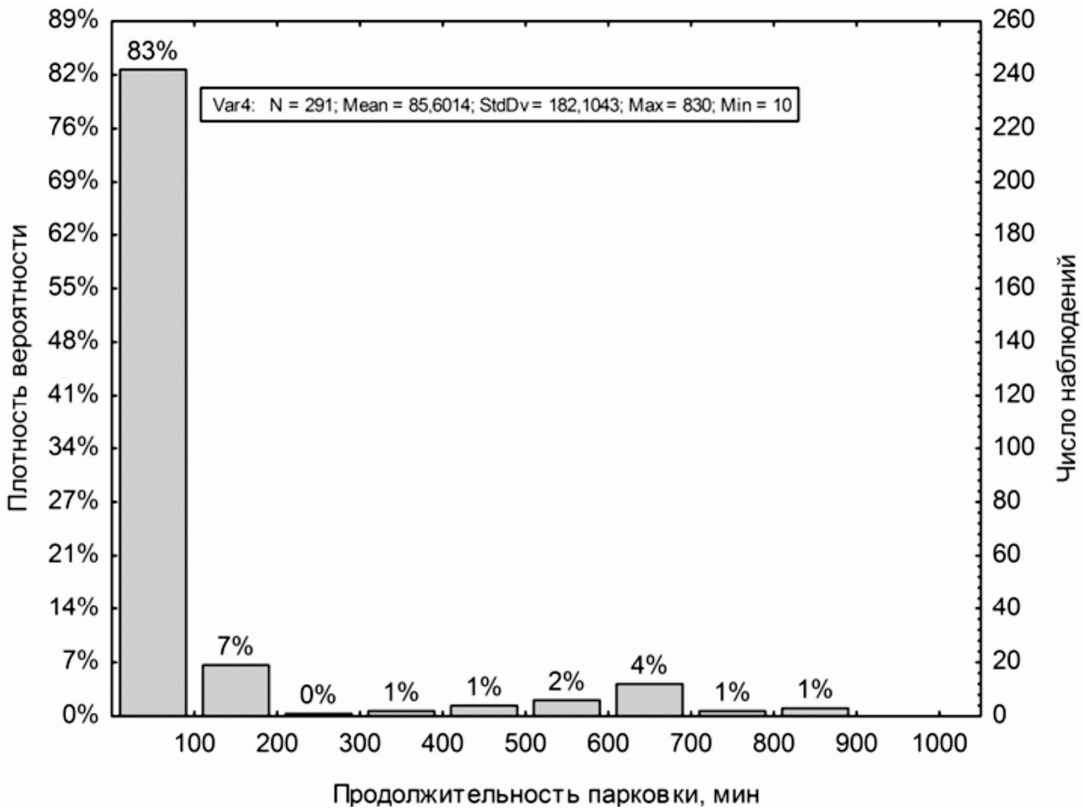


Рис. 3. Плотность вероятности распределения продолжительности паркирования на территории жилой застройки средней этажности

Для выявления особенностей использования территории одним из наиболее важных показателей считается продолжительность паркирования транспортных средств. Этот показатель может лежать в основе расчета необходимого числа мест для паркирования и, соответственно, при оценке уровня обслуживания территории (LOS). Учитывая, что современный уровень автомобилизации давно превышает запросы на парковку во дворах, особенно высотной застройки, такие исследования должны производиться повсеместно с целью выявления средней продолжительности парковки и плотности вероятности продолжительности паркирования, мы, к сожалению, можем привести только частный пример (рис. 3). Из рисунка видно, что подавляющее

большинство автовладельцев (83 %) нуждаются в свободном месте для паркирования не более чем на 100 минут, желающих припарковаться примерно на три часа всего 7 %, а вот тех, чей автомобиль простоял весь день во дворе (свыше 8 часов), оказалось 8 %.

Другой показатель активности территории может показывать распределение загрузки стоянки на рассматриваемой территории. Фактически это разница между въезжающими и выезжающими транспортными средствами за определенный промежуток времени (рис. 4).

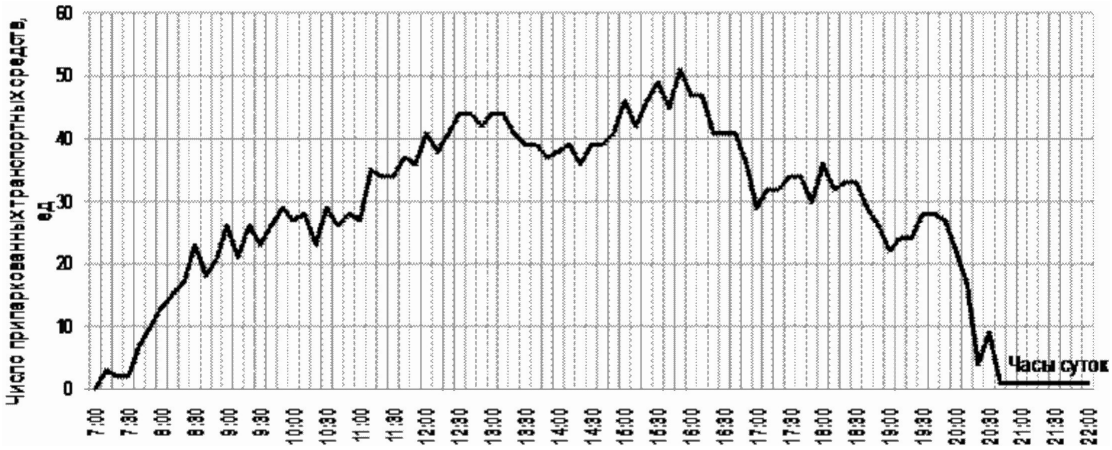


Рис. 4. Распределение загрузки стоянки по часам суток

Максимальная загрузка стоянки на рассматриваемой территории наблюдается с 15:30 до 16:30, что соответствует низкой активности входящих и выходящих в жилые дома людей (рис. 4).

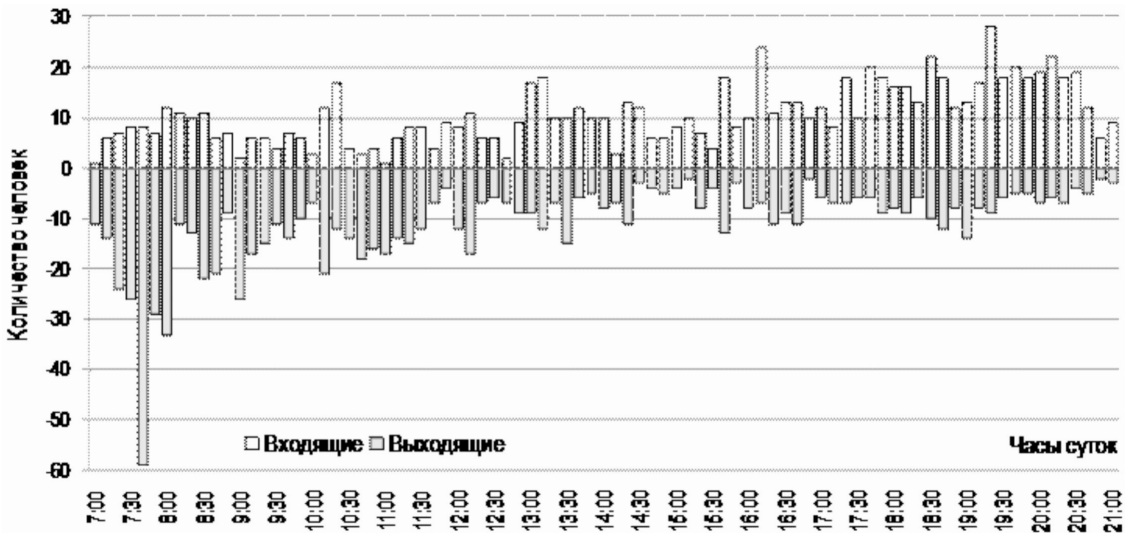


Рис. 5. Распределение числа входящих и выходящих людей по часам суток

С другой стороны, можно наблюдать ярко выраженную активность по выходу людей из жилых домов, приходящуюся на утренний час «пик», с 7:20 до 8:00. В вечерние часы «пика» не наблюдается. Общее число вошедших и вышедших людей в пределах рассматриваемой территории за период обследования составило 915 человек, при этом, учитывая, что 577 человек из них прибыло на личных автомобилях, можно утверждать, что рассматриваемая территория генерирует примерно 338 человек в сутки без использования личного транспорта (рис. 6). Соотношение числа выходящих и числа входящих человек в/из жилых домов примерно одинаково и лежит в пределе 0,95.

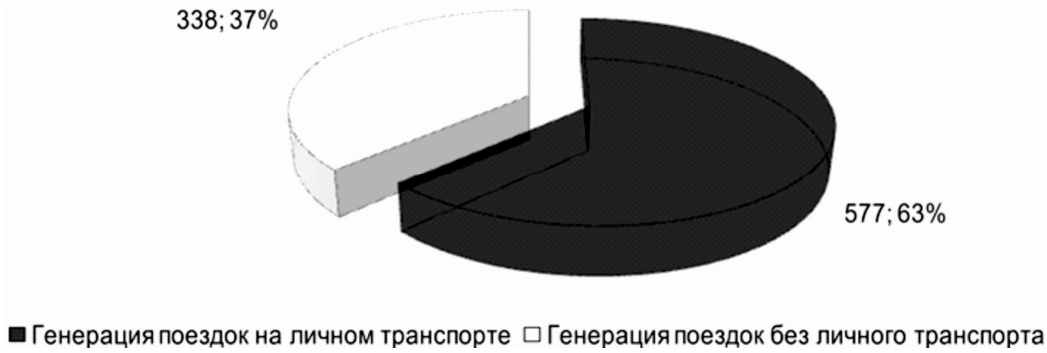


Рис. 6. Распределение генерации поездок

Следует отметить, что полученный результат может быть распределен в трех направлениях: первое – часть людей воспользуются услугами городского пассажирского транспорта; второе – часть осуществит пешую корреспонденцию, и третье – часть воспользуется личным автомобилем без заезда в жилой массив. Однако, в рамках рассматриваемого обследования выявить указанное распределение не представляется возможным.

Основным итогом проделанной работы можно считать полученные распределения различных показателей по часам суток и выявленный объем генерации, создаваемый рассматриваемым жилым объектом (табл.).

Таблица

Основные показатели генерации на территории жилой застройки средней этажности

№ дома	Площадь основания, $м^2$	Число этажей	Общая площадь	Объем генерации, чел/сут		Удельный объем генерации, $чел/м^2$	Удельный объем генерации, $м^2/чел$
				На инд. тр.	Без инд. тр.		
1	1032	5	5160	576	338	0,049	20,36
2	832	5	4160				
3	787	5	3935				
4	1071	5	5355				
Сумма	3722	-	18610	914			

Тематика дальнейших исследований может быть направлена на выявление основных характеристик жилых районов различного масштаба, высотности застройки и в будние и выходные дни.

Список литературы

1. Trip Generation, 8-th Edition. Washington, DC: Institute of Transportation Engineers (ITE), 2008.
2. Trip Generation Handbook, 2-nd Edition: An ITE Recommended Practice. Washington, DC: ITE, 2004.
3. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов: Учебник для студентов вузов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.
4. Ефремов И.С., Кобозев В.М., Юдин В.А. Теория городских пассажирских перевозок: учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. школа, 1980. – 535 с.

Zedgenizov A.V. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: azedgen@gmail.com
Zedgenizova A.N. – post-graduate student
E-mail: zedgenizova@gmail.com
Irkutsk State Technical University
The organization address: 664074, Russia, Irkutsk, Lermontova st. 83

Estimate of trip generation to the residential areas of medium-rise building

Resume

This article is intended to consider the impact of urban development on the road network. As a rule, the amount of built-up areas of the city is the cause of the generation or acquisition of correspondence. Depending on the range and quantity of available buildings in the calculation of the transport region a tendency of formation of traffic on the road network of the city is allocated. The magnitude of these flows depends on many factors, including the distribution of the use of transport (private, public). The general policy of the city authorities, concentrated in the relevant sections of the master plan, on the rational use of the urban area is important. Zoning of the urban area in accordance with growing needs, the allocation of industrial, residential and other areas within the urban area is a very important part of the transport process. Today, large and major cities need to conduct mass screening aimed at identifying the relationship between the type of the territory in a given area and the estimated value of the transport of passenger correspondence arising directly in these areas. Thus, the prediction of traffic flows based on the characteristics of urban area is of practical and scientific interest.

Keywords: trip generation, capacity area, parking, traffic flow.

References

1. Trip Generation, 8-th Edition. Washington, DC: Institute of Transportation Engineers (ITE), 2008.
2. Trip Generation Handbook, 2-nd Edition: An ITE Recommended Practice. Washington, DC: ITE, 2004.
3. Lobanov E.M. Transportation urban planning: Tutorial for high schools. – M.: Transport, 1990. – 240 p.
4. Efremov I.S., Kobozev V.M., Yudin V.A. The theory of urban passenger transport: The grant for high schools. – M.: High school, 1980. – 535 p.

УДК 712.25
Тукманова З.Г. – ассистент
E-mail: Matyrumka91@mail.ru
Казанский государственный архитетурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Комплексное формирование водно-зеленых систем города

Аннотация

Статья посвящена вопросу формирования водно-зеленой системы Казани с целью улучшения качества городской среды: создания вблизи мест проживания населения озелененных мест отдыха, оздоровления городской среды, обогащения архитектурно-художественного облика города. В условиях существующего в городе Казани дефицита озелененных рекреационных территорий, при внушительных значениях протяженности и площади прибрежных городских территорий, особая роль в решении проблемы обеспеченности озелененными открытыми пространствами отводится прибрежным городским территориям, в частности, вопросу формирования водно-зеленого ландшафтно-рекреационного каркаса города. Факт формирования водно-зеленого ландшафтно-рекреационного каркаса города остается, может быть, неизбежным средством улучшения качества городской среды и решения проблемы рекреационного дефицита города.

Ключевые слова: водно-зеленые диаметры, водно-зеленые радиусы, ландшафтно-рекреационный каркас города.

В архитектурно-планировочном облике некоторых городов России и бывшего Советского Союза, в системе их озеленения особое место занимают водно-зеленые диаметры. Еще на ранних стадиях развития урбанизации природно-ландшафтные условия определяли выбор места для поселений и направления их развития. В современных условиях новейшие технологии позволяют строить поселения практически в любых ландшафтных условиях, преобразуя природный ландшафт и формируя новую среду. С ростом урбанизации, с повышением плотности и этажности застройки, ухудшением экологической ситуации в городах значимость природно-ландшафтных компонентов существенно повысилась. От преобразования природы человечество пришло к осознанию необходимости сосуществования с природой, рационального сочетания урбанизированных и природных компонентов жизненной среды, обеспечивая баланс между ними.

Водно-зеленые системы поселений, включающие озелененные и водные пространства, формируются с целью улучшения качества городской среды: создания вблизи мест проживания населения озелененных мест отдыха, оздоровления городской среды, обогащения архитектурно-художественного облика городов. Создание развитых водно-зеленых систем особенно важно для больших и крупных городов с многоэтажной и высокоплотной застройкой, с неблагоприятной экологической обстановкой: значительной загрязненностью воздушного бассейна, почв, повышением уровня шума.

В сложившихся городах возможности развития озелененных территорий ограничены. Резервом являются поймы рек, не пригодные для строительного освоения земли. Строительная техника нового поколения позволяет сформировать рекреационные ландшафты на не пригодных для строительства территориях. Это создает возможности развития водно-зеленых систем, расширения сети ландшафтно-рекреационных территорий в сложившихся городах. Особенно важно использование пойменных земель, так как их площадь составляет значительную часть городской территории. Важен и тот факт, что пойменные территории являются местами концентрации загрязнений. Поэтому размещение на них объектов системы озеленения, садово-паркового искусства и других рекреационных объектов должно опираться на санитарно-гигиенические исследования и обоснования. Формирование водно-зеленых систем является средством повышения эстетического и архитектурно-художественного облика города.

Развитие зеленых насаждений по берегам городских водных объектов, расширение

зеленых пятен лесопарков, парков, связывающих центр и пригородные леса и объединенных скверами и бульварами, в сочетании с озелененными пространствами жилых кварталов представляет собой оптимальную систему, обеспечивающую отдых населения, постоянное проветривание города, улучшение внешнего вида застройки. Известно, что город и пригород необходимо рассматривать как единое планировочное целое. Система городских зеленых насаждений, парков, скверов, бульваров должна гармонично дополняться системой загородных лесопарков и зон отдыха.

Открытые пространства городов образуют территориально непрерывную многоуровневую и развивающуюся систему с соответствующим градостроительным уровнем, например, сад жилого района, городской парк, крупная зона отдыха группы взаимосвязанных городов. Каждое открытое пространство несет не одно, а определенное множество функций: рекреационных, санитарно-гигиенических, микроклиматических, хозяйственно-технических, планировочно-регулятивных, эстетических (Иодо, Потаев, 2008).

Значение водно-зеленого ландшафтно-рекреационного каркаса города заключено в осуществлении ряда функций:

- рекреационных,
- санитарно-гигиенических,
- микроклиматических,
- планировочно-регулятивных,
- эстетических.

Эффективность планировочной организации водно-зеленых систем обеспечивается за счет оптимального соотношения застроенных и открытых пространств; создания крупных, пространственно целостных внутригородских озелененных территорий, расширяющих зону их оптимизирующего воздействия и повышающих экологическую устойчивость к антропогенным нагрузкам; создания удобных, преимущественно пешеходных связей между озелененными территориями и жилыми районами; использования для создания и развития водно-зеленых систем существующих лесных массивов и ограниченно пригодных для застройки территорий (пойменных, заторфованных, заболоченных).

В случае, когда водных объектов несколько и они являются доминантами планировочной структуры города, как, например, в Казани, где акватории главных городских водных объектов (реки Волги, реки Казанки, системы озер Кабан) представляют собой «водно-зеленые радиусы», пронизывающие город в различных направлениях, речь идет о «водно-зеленом ландшафтно-рекреационном каркасе». По этой причине в основе идеи формирования водно-зеленого ландшафтно-рекреационного каркаса города лежит принцип непрерывности, градостроительной многоуровневости системы открытых пространств. Процессом формирования водно-зеленого ландшафтно-рекреационного каркаса города должна обеспечиваться максимальная непрерывность системы озеленения во взаимосвязи с открытыми пространствами различного уровня. Долины рек, озерной системы, сформированные в водно-зеленый ландшафтно-рекреационный каркас, проходящий через весь город, зелеными коридорами должны разрастаться в районы сложившейся застройки. Зеленые массивы на окраинах города не должны быть прерваны застройкой, их следует развивать в крупные массивы. В малых, средних и крупных городах формирование водно-зеленых систем имеет различия, связанные с особенностями градостроительных условий: этажность и плотность застройки, доля усадебной застройки, степень развитости и характер промышленности – и спецификой ландшафтных условий. Оптимальная ширина водно-зеленой системы зависит от возможности размещения различных элементов системы озеленения, других мест отдыха и необходимости организации притока обогащенного кислородом воздуха из пригородов в центральные районы городов, их «проветривания».

Формирование водно-зеленых систем препятствует образованию сплошных массивов застройки, обеспечивает соразмерное чередование застроенных и озелененных пространств. Это особенно актуально для крупных и крупнейших городов, где оптимальной шириной водно-зеленой системы можно считать – 0,5-0,7 км в центре и 1,5-2 км в периферийных районах города. Это позволяет создать вдоль рек большие парковые комплексы, способные противостоять неблагоприятному воздействию городской среды, обеспечить аэрацию

прибрежных городских территорий. В больших и средних городах ширина водно-зеленых систем может быть меньше – 200-500 м. Для городов, развивающихся на одном берегу водного объекта, рекомендуется устанавливать ширину озелененных территорий от фронта застройки до берега водоема не менее 150 м, а в местах размещения парковых объектов – не менее 300 м. В малых городах нет необходимости в создании развитых водно-зеленых систем, так как воздействие внешней ландшафтной среды, ввиду незначительности размеров застроенного массива, ощущается в любой его части.

Интересным примером является Киев, где исторически сложившаяся система зеленых насаждений рождается в лесах, переходит в лесопарковый защитный пояс и зелеными клиньями входит в городскую застройку, объединяя все элементы системы озеленения города. Особое место в архитектурно-планировочной структуре и системе озеленения занимает водно-зеленый диаметр Днепра, исторически сложившийся вдоль реки и растянувшийся на 30 км. В состав прибрежных парков входит ЦПКиО (на высоком правом берегу реки), созданный на основе старых киевских парков и расширенный за счет неблагоустроенных склонов. Непрерывная цепь парков по берегу Днепра завершается на юге Ботаническим садом площадью 165 га. Еще в 1977 г. зеленые насаждения общего пользования в Киеве занимали 3745 га, что составляло по 20 м^2 на каждого жителя города. При учете зеленых насаждений всех категорий на каждого жителя приходилось по 82 м^2 озелененных территорий. Общая площадь зеленых насаждений Киева включала 53,4 тыс. га, или 65,6 % городской территории. В настоящее время в городе 66 парков, 232 сквера, 33 бульвара, в перспективном плане стоит задача довести количество зеленых насаждений на одного жителя города до 40 м^2. Для выполнения этой программы увеличены площади питомников и оранжерей (Горохов, 2005).

Примером качественного преобразования скромных природных данных является город Минск, который изначально пересекала маловодная река Свислочь. В 1947 г. было всего 30 га зеленых насаждений общего пользования. Формирование современной системы зеленых насаждений началось с обводнения (с помощью водохранилищ) и благоустройства поймы реки. При формировании водно-зеленых систем используются не только долины больших рек, но и малые реки, ручьи, овраги. В настоящее время водно-зеленый диаметр, который берет начало на Минском море, пересекает каскадом водохранилищ весь город с северо-запада на юго-восток, стал основным композиционным стержнем, по которому развивается город. Большие открытые пространства поймы реки стали играть важную роль в формировании облика города (Горохов, 2005).

Неоднозначна ситуация в Москве. Общая площадь зеленых насаждений всех категорий в г. Москве составляет 34 тыс. га – около половины территории города. Насаждения общего пользования занимают 14,2 тыс. га, около 20 тыс. га – зеленые насаждения ограниченного пользования и специального назначения. Обеспеченность зелеными насаждениями общего пользования для такого города недостаточна и при этом она распределена неравномерно – в периферийных районах этот показатель достигает 50 м^2/чел., а в центре города – всего 1,5-2 м^2/чел. Генеральным планом развития Москвы 1971 г. предусматривалось создание двух «зеленых диаметров». Один – через юго-запад города, включая парк МГУ, ЦПКиО, новые парки по берегам рек Москвы и Яузы до Сокольников и через национальный парк «Лосиный остров» в подмосковные леса. Второй – Серебряный Бор, Строгино, Крылатское, Фили-Кунцево, Краснопресненский парк, Южный порт, Коломенское и до парка «Ленино». По расчетам НИПИ генплана г. Москвы, в столице (в пределах Кольцевой автодороги) должно быть 45 тыс. га насаждений всех категорий, или более 60 м^2/жит., в том числе 37 м^2 насаждений общего пользования на 1 человека насаждений в городе сокращаются за счет изъятия территорий; не освоены территории, отведенные под создание крупных парков в поймах рек Москвы и Яузы; застраиваются участки, зарезервированные под зеленые насаждения (Бицевский лесопарк, Гольяново, Строгино, Орехово-Борисово); практически перестал существовать Северный клин вдоль Олимпийского проспекта. Намеченная схема озеленения является оптимальной, и отступление от воплощения в жизнь сказывается на всей экологической ситуации в городе (Горохов, 2005).

Ситуация в Казани драматична, и в настоящее время вопрос стоит не о темпах развития системы озеленения Казани, проблема заключена в резком сокращении площади городских зеленых насаждений и ландшафтно-природных пространств.

Методом простых арифметических действий можно определить значения прибрежных городских территорий в системе городской структуры и их перспективные возможности в решении вопросов рекреационного дефицита города.

Итак, площадь территории, собственно г. Казани в настоящее время составляет 425,3 км^2, а муниципального городского округа – 614,163 км^2. Площадь озелененных общегородских территорий, по предварительным подсчетам, составляет 210,60 км^2, что составляет обеспеченность зелеными насаждениями 1,62 м^2 на одного человека, при норме для данной категории городов 10 м^2 на одного человека. Норма общегородских озелененных территорий, для данной категории городов, должна составлять 40-55 % от общей площади города. Для Казани эти значения должны быть не менее 292 км^2; площадь прибрежных городских территорий в границах водоохранной зоны 58,8 км^2, это составляет 8,05 % от площади территории всего города, и 20,14 % от необходимой нормы общегородских озелененных территорий.

Таким образом, обеспеченность зелеными насаждениями общего пользования недостаточна, при этом неравномерно распределена, в периферийных районах этот показатель выше, в центре города – значительно меньше. Цифра вызывает серьезные опасения и угрозу экологического неблагополучия в городе, последствия которого напрямую связаны со здоровьем и комфортностью жизнедеятельности людей, так как Казань – это крупнейший город с мощной промышленной составляющей и сложной экологической обстановкой.

В условиях существующего в городе Казани дефицита озелененных рекреационных территорий, при внушительных значениях протяженности и площади прибрежных городских территорий, особая роль в решении проблемы обеспеченности озелененными открытыми пространствами отводится прибрежным городским территориям, в частности, вопросу формирования водно-зеленого ландшафтно-рекреационного каркаса города.

Удачное планировочное положение водных объектов в городской структуре Казани, разветвленность прибрежных территорий, проникновение их в различные городские районы позволяет обеспечить удобную доступность к рекреационным зонам в различных частях города.

В настоящее время, в ходе проведенного обзора существующего состояния береговых зон города Казани, выявлены следующие типы сформированных прибрежных городских территорий, которые можно охарактеризовать как:

1) прибрежные городские территории крупной реки, изолированные от городской застройки (реки Волга);

2) прибрежные городские территории небольшой реки, изолированные от городской застройки и частично сохранившие природные качества (р. Казанка);

3) прибрежные городские территории малого локального водоема (система озер), сформированные городской промышленной, жилой и общественной застройкой.

Общая оценка исследуемых прибрежных городских территорий водоемов, как «не организованных», дает основание для постановки вопроса формирования водно-зеленого ландшафтно-рекреационного каркаса города.

В основе рекомендаций по формированию водно-зеленого ландшафтно-рекреационного каркаса города лежат результаты проведенного обзора и исследования, учитывающие:

- регламент использования прибрежных городских территорий, согласно «Правилам застройки и землепользования в г. Казани», в соответствии с которыми: водоохранная зона – территория, примыкающая к акваториям, применительно к которым устанавливается специальный режим хозяйственной и иной деятельности с целью предотвращения загрязнения, заиления и истощения водных объектов, сохранения среды обитания объектов животного и растительного мира; земельные участки в пределах прибрежных защитных полос предоставляются для размещения объектов водоснабжения, рекреации и охотничьего хозяйства, водозаборных, портовых и гидротехнических сооружений при наличии лицензий на водопользование, которые устанавливаются согласно требованиям по соблюдению водоохранного режима;

- результаты классификационной оценки типов прибрежных городских территорий, согласно процентному соотношению открытых и застроенных пространств;

- статус прибрежных городских территорий в системе высшей категории

ландшафтов Земли;

- геоморфологическую структуру прибрежных городских территорий;
- эстетическую оценку ландшафтов прибрежных городских территорий;
- существующие визуальные, пешеходные, транспортные взаимосвязи прибрежных городских территорий и города;
- рекомендуемые направления обеспечения рекреационной трансформации прибрежных городских территорий от антропогенно-урбанизированных до культурных ландшафтов;
- рекомендуемые рекультивационные мероприятия;
- виды рекреационной деятельности и процессов, характерных для прибрежных городских территорий;
- рекомендуемые принципы размещения ландшафтных объектов на прибрежных городских территориях;
- принцип размещения элементов системы озеленения на прибрежных городских территориях.

Произведена классификационная оценка прибрежных городских территорий систем озер Кабан, реки Казанки, реки Волги (Куйбышевского водохранилища) по признакам, разделяющим побережья водоемов на четыре основных типа:

1. резервный – открытые пространства составляют 80 % и более, включают в себя: пустыри, заболоченные участки, территории, в меньшей степени подверженные антропогенным воздействиям. Застроенные пространства составляют жилые кварталы; эти факторы дают основание рассматривать подобные территории как наиболее подходящие для рекреационного использования (правый и левый берега реки Казанки);

2. резервный, с элементами урбанизации – имеет более 80 % открытых пространств, состоящих из обширных пустырей, городской зелени. Застроенные пространства включают большой процент промышленных и жилых кварталов; представляет собой территорию, потенциально пригодную для организации на ней рекреационных объектов во взаимодействии с существующей застройкой (восточная часть левого берега реки Волги);

3. урбанизированный, частично резервный – имеет более 60 % открытых пространств, состоящих преимущественно из пустырей, городской зелени. Застроенные территории, в основном, составляют жилые кварталы.

Исходя из существующей ситуации, данная территория требует использования открытых пространств для рекреационного освоения во взаимосвязи с городскими ландшафтными объектами (правое побережье системы озер Кабан).

4. урбанизированный – открытые пространства составляют 42,5 % и менее, территории, представленные пустырями, городской зеленью. Большой процент застроенных пространств составляют обширные промышленные кварталы и жилье.

Средние значения открытых пространств статусной зоны «центр» составляют 52,7 %; зоны «периферия» – 58,3 %; зоны «порог города» – 71,3 % (Тукманова, 2011).

В ходе исследования учтены, выявлены и определены две группы процессов рекреационной деятельности: внешне открытые – экстравертные; внутренне закрытые – интровертные.

К экстравертным видам рекреационной деятельности, проходящим на рекреационных территориях, в данном случае, прибрежных городских, можно отнести следующие процессы: прогулка, физкультура, спорт, туризм, шопинг, отдых, развлечения, зрелище, трапеза.

Интровертные виды рекреационной деятельности, проходящие на рекреационных территориях, обеспечиваются деятельностью следующих объектов: клубы по интересам, санаторно-курортная деятельность, пансионная деятельность, трапеза.

Экстравертные процессы в «центральной» части города, на соответствующих прибрежных территориях имеют большее разнообразие процессов рекреационной деятельности; в «периферийной» зоне количество процессов меньше; в зоне «на пороге города» экстравертные процессы рекреационной деятельности имеют наименьшее значение, также возможны интровертные процессы.

Рекомендации по размещению ландшафтных объектов на прибрежных городских территориях основаны на принципах, предложенных градостроителями С.-Петербурга, в

основе которых лежит деление рекреационных объектов на четыре группы специализированных парков (Вергунов, 1982):

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

2. Парки для видов досуга, предпочтительных определенными социально-демографическими группами;

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

4. Парки для видов досуга с низким коэффициентом предпочтения.

В целях оптимизации системы озеленения и рекреационной трансформации прибрежных городских территорий целесообразно осуществлять распределение рекреационных объектов в следующем порядке:

- Для статусной зоны «Центр»: парки для массовых видов досуга с высоким коэффициентом предпочтения у всех возрастных групп; парки для уникальных видов досуга, развития и развлечений;

- Для статусной зоны «Периферия»: парки для видов досуга, предпочтительных определенными социально-демографическими группами, парки для уникальных видов досуга, развития и развлечений;

- Для статусной зоны «Порог города»: парки для уникальных видов досуга, развития и развлечений; парки для видов досуга с низким коэффициентом предпочтения.

В ходе исследования выяснилось, что размещения элементов системы озеленения на прибрежных городских территориях основаны на следующих фактах:

- в «центральной» исторической части города, со сложившейся уже веками структурой, наблюдаются ограниченные возможности в структурном размещении различных ландшафтных объектов (линейные: городская набережная, пешеходно-прогулочная набережная, причальная набережная, парквеи, бульвар; локальные: система скверов, малые сады);

- в «периферийной» зоне наблюдаются самые широкие возможности в структурном размещении различных ландшафтных объектов (линейные: городская набережная, причальная набережная, прогулочная набережная, бульвар, парквеи; локальные: гидропарк, система скверов, малые сады; крупные: городской парк, природный парк, ландшафтный парк);

- в зоне «порог города» наблюдаются широкие возможности в структурном размещении различных ландшафтных объектов (линейные: ландшафтно-природная набережная, пешеходно-прогулочная набережная, бульвар, парквеи; локальные: система скверов, малые сады; крупные: ландшафтный парк, городской парк, народный парк).

Опираясь на результаты исследований прибрежных городских территорий, на рекомендуемые мероприятия по преобразованию архитектурно-ландшафтной организации данных береговых зон, модель водно-зеленого ландшафтно-рекреационного каркаса города в условиях Казани может быть составлена из следующих сформированных прибрежных городских территорий:

- Прибрежная городская территория крупного водного объекта (реки), сформированная рекреационно-ландшафтными объектами со встроенной жилой и промышленной застройкой (северная часть побережья р. Волги);

- Прибрежная городская территория крупного водного объекта (реки), сформированная рекреационно-ландшафтными объектами, объектами садово-паркового искусства и общественно-промышленной застройкой (восточная часть побережья р. Волги);

- Прибрежная городская территория малой реки, сформированная ландшафтными объектами и объектами садово-паркового искусства (северное и южное побережья р. Казанки);

- Прибрежная городская территория малого водоема (система озер), сформированная ландшафтными объектами и жилой, общественной и промышленной застройкой (западное побережье системы озер Кабан);

- Прибрежная городская территория малого водоема (системой озер), сформированная ландшафтными объектами, жилой и общественной застройкой (восточное побережье системы озер Кабан).

Казанский водно-зеленый ландшафтно-рекреационный каркас может представлять собой новый тип градостроительного макроансамбля больших масштабов, построенного на

основе господствующей в ландшафте природной доминанты. Опираясь на перечисленные факторы исследования, факт формирования водно-зеленого ландшафтно-рекреационного каркаса города остается, может быть даже, неизбежным средством улучшения качества городской среды и восполнения рекреационного дефицита города. И этому есть объективные объяснения: невозможно, годами осваивая все большие природные пространства городом, развивая при этом городскую территорию и инфраструктуру, начинать выстраивать отношения с природной составляющей городского ландшафта автоматично, полагая, что все решится само собой. О невозможности этого говорит мировой многовековой опыт градостроительства. Важно, чтобы процесс развития города, являясь по сути разрушительным для естественной природы, не стал процессом необратимым.

Список литературы

1. Иодо И.А., Потаев Г.А. Градостроительство и градостроительное планирование: Учебное пособие. – Ростов н /Д: Феникс, 2008. – 285 с. ил. (Строительство и дизайн).
2. Вергунов А.В. Архитектурно-ландшафтная организация крупного города. – Л.: Стройиздат, 1982. – 134 с., ил.
3. Горохов В.А. Зеленая природа города: Учеб. пособие для вузов. Издание 2-е, доп. и перераб. – М.: Архитектура-С, 2005. – 528 с., ил.
4. Лазарева Н.В. Архитектурно-ландшафтная организация долин малых рек в городах. / Автореферат дисс. на соиск. уч. ст. канд. арх. – М., 1990.
5. Анисимов Ю.В. Архитектурно-ландшафтная организация рекреационных территорий в горно-озерных районах. / Автореферат дисс. на соиск. уч. ст. канд. арх. – М., 1979.
6. Задворянская Т.И. Ландшафтно-градостроительная организация рекреационных зон в структуре прибрежных территорий крупных городов. / Автореферат дисс. на соиск. уч. ст. канд. арх. – Воронеж, 2009.
7. Тукманова З.Г. Рекреационная трансформация прибрежных городских территорий – процесс регенерации от стихийных антропогенно-урбанизированных ландшафтов к позитивно-культурным ландшафтам. // Известия КГАСУ, 2011, № 2 (16).
8. Тукманова З.Г. Прибрежные территории – резерв для восполнения рекреационного дефицита города. // Известия КазГАСУ, 2009, № 2 (12).

Tukmanova Z.H. – assistant
E-mail: Matyrumka91@mail.ru
Kazan State Universty of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Complex shaping of water-green town systems

Resume

The effectiveness of the planning organization of water-green systems is ensured by an optimal ratio of built and open spaces, creation of large, spatially coherent inner green areas, expanding their area of optimizing the impact and enhance the environmental sustainability to anthropogenic stress, creation of a comfortable, mostly pedestrian connections between residential and landscaped areas, the use for the creation and development of water and green forests of existing systems and the limited area available for development.

Water-green landscape-recreation framework of Kazan can present itself as a new type of city-building macro ensemble of greater scale, built on base of natural accents dominating in landscape. Resting in enumerated factors of the study, the fact of the shaping water-green landscape-recreation framework of the city remains can be even, inevitable facility of the improvement quality of town ambience and filling recreation deficit of the city. And there is an objective explanation: it is impossible, year mastering all greater natural space by the city, developing herewith town territory and infrastructure; begin to form up the relations with natural forming town landscape automaticity,

supposing that all solve themselves. The world centuries-old experience of urban planning speaks about impossibility of this. It is important that the process of the development of the city, being on essences destructive for natural nature, would not become irreversible.

Keywords: water-green diameters, water-green radiuses, landscape-recreation a framework of the city.

References

1. Iodo I.A., Potaev G.A. Urban planning and planning; Tutorial. – Rostov-na-Donu: Feniks, 2008. – 285, ill. (Stroitlestvo and design).
2. Vergunov A.V. Architectural and landscape organization of a large city. – L.: Stroyizdat, 1982. – 134., Ill.
3. Gorokhov V.A. Green nature of the city: tutorial for high schools. Issue 2-nd, enlarged and revised edition. – M.: Architecture-C, 2005. – 528., Ill.
4. Lazarev N.V. Architectural and landscape organization of the valleys of small rivers in urban areas. / Abstract of the thesis for receiving of Cand. arch. degree – M., 1990.
5. Anisimov J.V. Architectural and landscape organization of recreational areas in the mountain-lake areas. / Abstract of Thesis. on soisk. uch. Art. Cand. arch. – M., 1979.
6. Zadvoryanskaya T.I. Landscape and urban planning organization of recreational areas in the structure of the coastal areas of large cities. / Abstract of the thesis for receiving of Cand. arch. degree. – Voronezh, 2009.
7. Tukmanova Z.G. Recreational transformation of coastal urban areas - a process of natural regeneration of anthropogenic urban landscapes to the positive-cultural landscapes. // Proceedings KSUAE, 2011, № 2 (16).
8. Tukmanova Z.G. Coastal area – reserve to make up for lack of recreation. // Proceedings KSUAE, 2009, № 2 (12).

УДК 624.012.35/45
Замалиев Ф.С. – кандидат технических наук, доцент
Гурьянов И.А. – магистр
Шаймарданов Р.И. – инженер
Хайрутдинов Ш.Н. – инженер
E-mail: em_z@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Численные и натурные эксперименты в исследованиях сталежелезобетонных конструкций

Аннотация

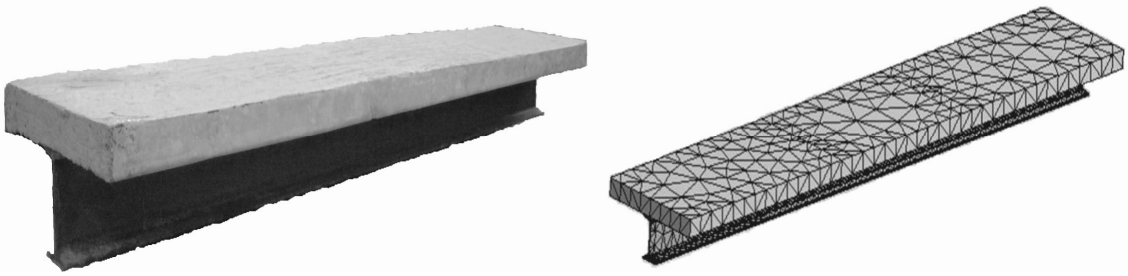
Для выявления напряженно-деформированного состояния сталежелезобетонных конструкций использован численный эксперимент с помощью программного комплекса ANSYS. Расчетная модель откорректирована по результатам натурных испытаний крупномасштабных моделей балок при кратковременных и длительных нагружениях. Приведены результаты численных экспериментов и сравнения с натурными испытаниями по напряжениям и прогибам при различных видах нагружения.

Ключевые слова: сталежелезобетонные конструкции, расчетная модель, эксперименты, напряжения, прогибы.

В последние годы наметилась тенденция расширения применения сталежелезобетонных конструкций в отечественной строительной практике, что актуализирует исследования особенностей напряженно-деформированного состояния, поведения сталежелезобетонных конструкций при различных режимах нагружения. Исследования особенностей их напряженного состояния помогут разработать отечественные методы расчета, основанные на учете фактического напряженно-деформированного состоянии, режимов нагружения, реальной диаграммы работы материалов, в отличие от существующих методов расчета [1, 2]. На сегодняшний день для выявления напряженно-деформированного состояния сталежелезобетонных конструкций используются различные математические модели и экспериментальные исследования на крупномасштабных натурных моделях. Но проведение экспериментальных исследований на натурных моделях требует значительных временных, людских и физических затрат. Поэтому выбирают математические модели, которые дешевле и приводят к более быстрым результатам. Многие исследователи в поисках эффективных математических моделей используют численный эксперимент, основанный на прикладных программных комплексах. Однако достоверность полученных данных во многом зависит от правильного выбора модели численного эксперимента, которая по всем параметрам соответствовала бы физической сути работы натурной конструкции. Существует множество программных комплексов ПК (SCAD, Microfe, ЛИРА, ANSYS и т.п.), используемых исследователями для моделирования работы элементов строительных конструкций. При выборе ПК встает вопрос, насколько они приближены к действительной работе конструкций и насколько точно могут оценивать поведение конструктивного элемента от нулевого его нагружения вплоть до разрушения и учитывать напряженно-деформированное состояние при различных режимах нагружения (кратковременные, длительные, повторно-статические нагружения).

Расчетные комплексы используют конечные элементы, и исследуемая конструкция заменяется множеством дискретных элементов, связанных между собой в узлах. При создании математической модели исследуемый элемент превращается в идеализированную расчетную схему, представляющую систему линейных алгебраических уравнений. Переходя от реального конструктивного элемента к расчетной схеме, формулируются граничные условия, узлы сетки элементов располагаются исходя из требований условий задачи, чаще или реже. Для проведения

численных исследований сталежелезобетонный элемент моделировался в программном комплексе ANSYS. Элементы моделировались с учетом прочностных свойств бетона, арматуры, стального проката, с заданием геометрических параметров всей балки, стального проката, железобетонной плиты и анкерных стержней (рис. 1).



а) б)

Рис. 1. Моделирование сталежелезобетонной балки:
а) общий вид экспериментальной балки; б) расчетная модель по ПК ANSYS

Моделирование физической нелинейности бетона и стали производилось с помощью конечных элементов, оперирующих библиотекой законов деформирования материалов. В результате нелинейный расчет позволяет произвести оценки развития упругих и пластических деформаций в стальном профиле, анкерных связях и в железобетонной плите сталежелезобетонного элемента на каждом этапе нагружения и получить разрушающую нагрузку, при которой расчетная схема становится геометрически изменяемой.

Путем последовательного приближения, корректировки модели по результатам анализа численного эксперимента с данными натурных испытаний, на первоначальном этапе выбрана модель расчета по программному комплексу.

Экспериментальные исследования по выявлению действительного напряженно-деформированного состояния осуществлены на крупномасштабных моделях на кратковременные и длительные статические нагружения [3, 4].

Крупномасштабные модели сталежелезобетонных балок имели следующие геометрические параметры: длина – 2000 мм, высота – 170 мм; стальная часть – прокатный двутавр № 12 по ГОСТ 8239-89, бетонная часть – с размерами 400х50 мм, армированная арматурными сетками из проволоки Ø4 Вр-I. Материалы составной балки: прокатный профиль из стали С245, бетон плиты – В30. Для обеспечения совместной работы плиты и стального профиля к его верхней полке по всей длине приварены в два ряда вертикальные анкерные стержни, в зависимости от предполагаемых нагрузок – разного диаметра и с разным шагом.

Сталежелезобетонные балки испытывались по схеме свободно – опертой балки, нагруженной в средней части пролета двумя сосредоточенными силами, отстающими от вертикальной оси балки на 250 мм, с расчетным пролетом 1900 мм. Для исключения местного продавливания железобетонный плиты сосредоточенные нагрузки передавались через распределительные пластины. При статических кратковременных испытаниях нагрузка передавалась посредством гидравлического домкрата через рычажную установку на испытываемую балку, с помощью траверсы в двух точках через катки Ø50 мм и длиной на всю ширину плиты, один из которых закреплен неподвижно [3]. Для исключения закручивания балок во время испытаний между траверсой и рычагом испытательной установки устанавливался полусферический шарнир. Кратковременная статическая нагрузка передавалась с интервалом 200 кг от нуля до разрушения. Деформации на стальном профиле и на бетонной плите замерялись с помощью электротензодатчиков, прогибы – прогибомерами Бурковского, а также с помощью линейки и струны.

Сталежелезобетонные балки разрушались по нормальному сечению в зоне чистого изгиба из-за местного раздробления бетона сжатой зоны плиты и вследствие развития пластических деформаций в стальном профиле. Развитие пластических деформаций в балке начинается в нижних её фибрах между двумя сосредоточенными силами и проникают вглубь сечения балки по мере нарастания нагрузки.

Анализ закономерностей развития деформаций по высоте сечения балок показывает, что до достижения деформации стали нижнего пояса стальной балки значений ε_s=0,2 % наблюдается совместная работа бетона и стали по линейному закону, то есть с одной нейтральной осью, при этом в бетоне достигаются деформации сжатия, в среднем равные $\varepsilon_б$=0,08-0,1 %. С дальнейшим увеличением уровня нагружения в зависимости от степени податливости контакта «сталь-бетон» наблюдается плавное искривление эпюры продольных деформаций по высоте сечения балки, причем в стальной части балки это искривление происходит более резче, чем в бетонной плите. Необходимо отметить, что на границе контакта «сталь-бетон» всегда наблюдается скачок деформаций, то есть деформации стали ε_s и бетона $\varepsilon_б$ на границе контакта различны. Очевидно, что чем больше деформативность контактного шва, тем больше скачок.

Закономерности развития прогибов опытных образцов балок также зависели от степени податливости шва контакта «сталь-бетон». Во всех испытанных образцах происходило увеличение прогибов при возрастании уровня нагружения, причем интенсивность их развития была различной на разных этапах и зависела как от типа анкерной связи, так и от его шага по длине балки. При начальных этапах загружения наблюдается практически прямая пропорциональность между изгибающим моментом и прогибами, а затем, с увеличением податливости контакта шва и изменением эпюры деформаций по высоте СЖБ сечения, происходит интенсивный рост прогибов при незначительном увеличении нагружения, т.е. излом графика прогибов (рис. 6).

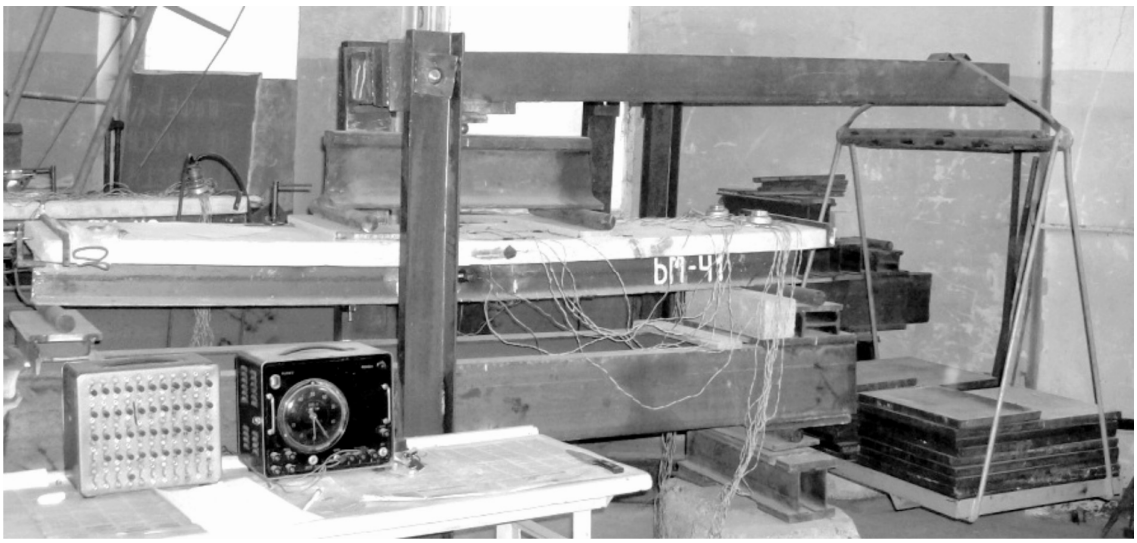


Рис. 2. Экспериментальная установка испытания балок на длительные нагружения

При испытаниях на длительное воздействие нагрузок [4], испытательная установка представляла рычажную систему, к одному концу которой подвешивалась люлька с тарированным грузом (рис. 2), а другой конец передавал нагрузку на испытываемую балку через металлическую траверсу.

Методика замеров деформаций и прогибов балки была такая же, как и при кратковременном нагружении [3]. По результатам анализа напряженно-деформированного состояния балок под воздействием кратковременной статической нагрузки определялся уровень начальной нагрузки. Начальная нагрузка принималась в пределах 0,85-0,95 величины кратковременной разрушающей нагрузки, исследуемые балки находились под воздействием длительной нагрузки в течение более шести месяцев.

Во всех случаях опытные образцы сталежелезобетонных балок разрушались по нормальному сечению в зоне чистого изгиба, аналогично балкам при действии кратковременной нагрузки. Наблюдалось образование продольной вертикальной трещины в верхней части бетонной плиты по всей длине балки и нормальных трещин в нижней части плиты в зоне чистого изгиба. В нескольких образцах с наиболее податливыми анкерными связями происходил срез анкеров приопорной части и отрыв

бетонной полки от стальной балки. В целом, для всех балок характерно значительное увеличение прогибов в начальных циклах нагружения, дальнейший их медленный равномерный рост с потерей несущей способности после приложения разрушающей нагрузки. Распределение деформаций по высоте сечения во время действия длительной нагрузки во всех балках характеризуется эпюрой, близкой к треугольной, без разрыва совместности деформаций на контакте «сталь-бетон», который происходил уже непосредственно перед загружением балки дополнительной разрушающей нагрузкой.

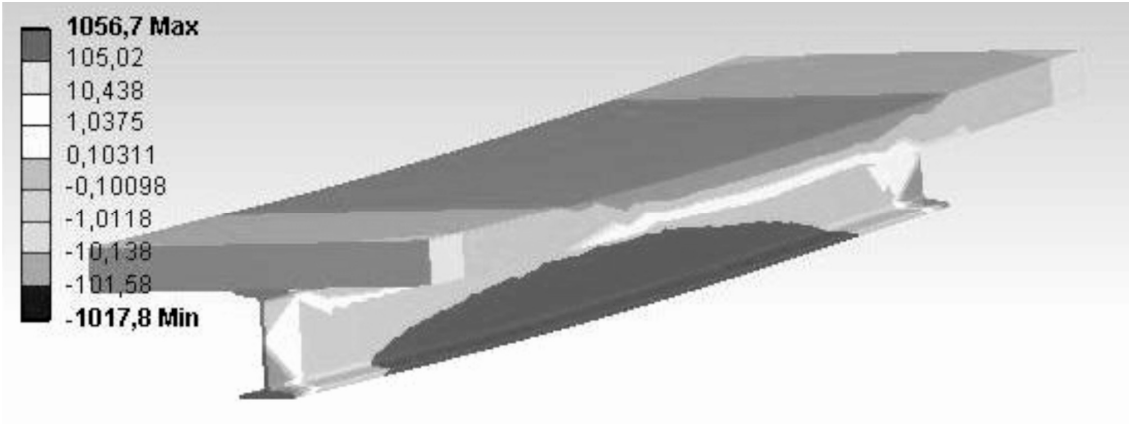


Рис. 3. Компьютерная картина развития деформаций в сталежелезобетонной балке при кратковременном нагружении

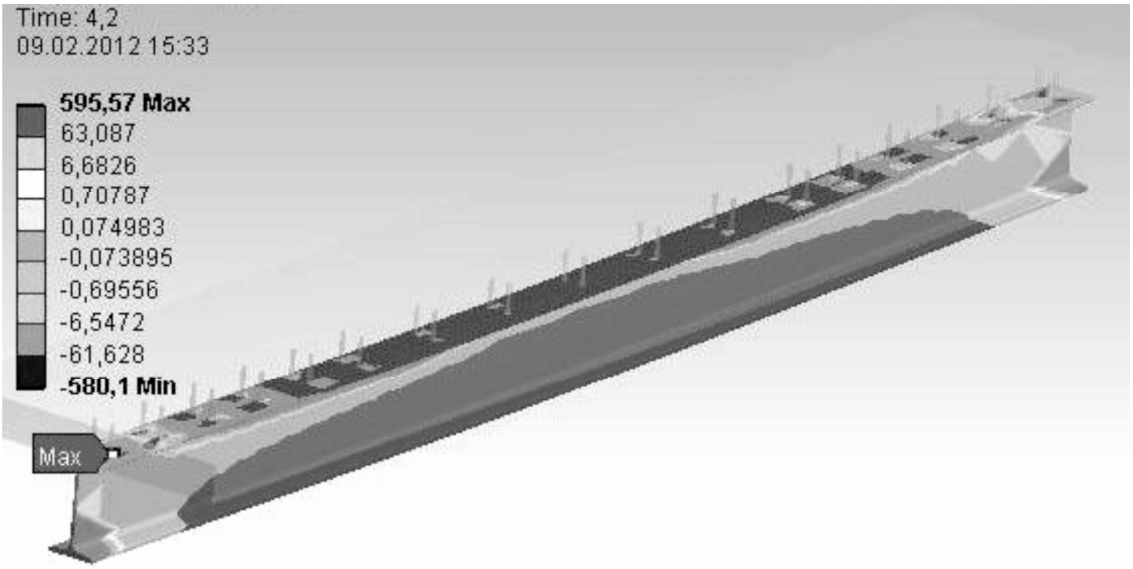
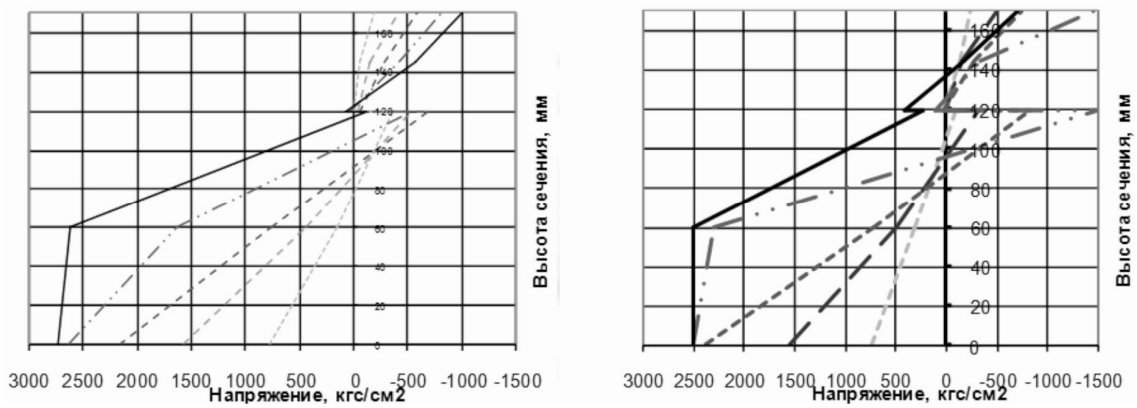


Рис. 4. Компьютерная картина развития деформаций в сталежелезобетонной балке при длительном нагружении

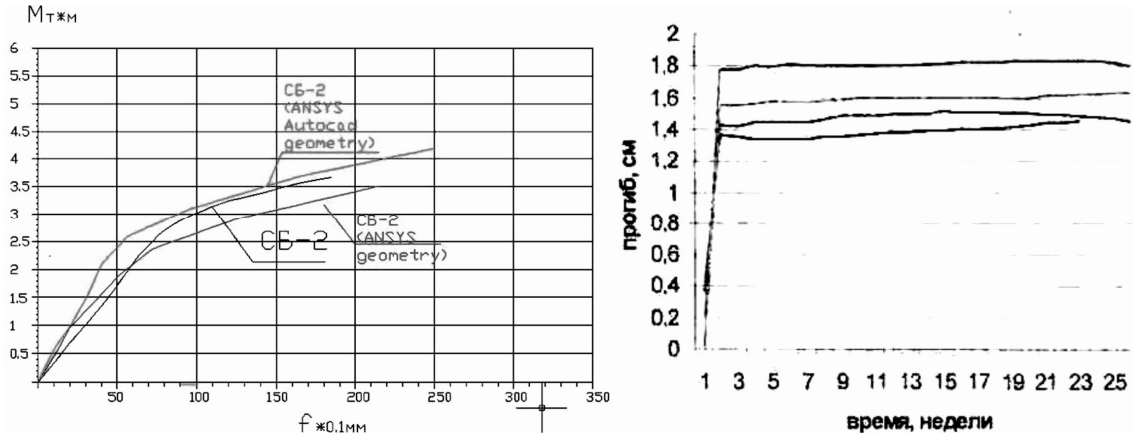
Исследованиями по ПК ANSYS получены картины развития деформаций при кратковременном и длительном нагружениях (рис. 3, 4). Картины деформаций наглядно показывают последовательность развития деформаций в стальном профиле и железобетонной плите, как деформации развиваются от более напряженной зоны к менее напряженной; от середины к концам балок и от крайних волокон вглубь сечения. В стальной балке развитие деформаций по мере увеличения нагрузки идет интенсивнее, чем в железобетонной плите, что можно объяснить меньшим сечением растянутого пояса, чем сжатая железобетонная полка. Компьютерная картина деформаций подтверждает динамику распределения экспериментальных фибровых деформаций в сечениях как по высоте, так и по длине балки. Полученная картина также наглядно показывает развитие деформаций в анкерных стержнях: деформации и напряжения в них увеличиваются по мере отдаления от середины балки,

напряжения увеличиваются по высоте стержней по мере приближения к контактной зоне «сталь-бетон», на поверхности верхнего пояса стального профиля отчетливо видны зоны напряжений, по которым можно судить о величине зон смятия или раскалывания бетона полки составной балки. На рис. 4 для наглядности деформаций анкерных стержней условно железобетонная плита не показана. Построены графики распределения напряжений по высоте балки (рис. 5) и диаграммы изменения прогибов при разных режимах нагружения. Анализ распределения напряжений по высоте нормального сечения балки по результатам расчета на ANSYS и сопоставление с данными испытаний показывает, что при малых нагрузках в зоне упругих деформаций результаты схожи. Однако в численном эксперименте изменение положения границы сжатой зоны по мере увеличения нагрузки не соответствует экспериментальным данным. Большие расхождения получаются и при развитии пластических деформаций, в численном эксперименте пластические деформации развиваются интенсивнее, чем в натурном эксперименте. При больших нагрузках напряжения по ANSYS в зоне контакта «сталь-бетон» сильно отличаются от данных испытаний, как по величине, так и по характеру. Сравнение графиков прогибов балки показывает, что наибольшая сходимость результатов расчета с данными натурного эксперимента получается при задании геометрии расчетной модели в АВТОКАДЕ, чем в ANSYS (рис. 6).



а) б)

Рис. 5. Распределение напряжений по высоте сечения балки при кратковременных нагрузках:
а) по результатам испытаний; б) по результатам расчета на ANSYS



а) б)

Рис. 6. Графики развития прогибов балки:
а) по данным эксперимента и по ANSYS при кратковременных нагрузках;
б) по данным эксперимента при длительных нагрузках

Заключение

1. При расчетах по программному комплексу, базируясь на расчетную модель, откорректированную на данным натурных испытаний, можно получить достаточно достоверную картину распределения деформаций, напряжений и прогибов.

2. При расчетах по программному комплексу за пределом упругости сначала необходимо анализировать библиотеку законов деформирования материалов и использовать откорректированные диаграммы материалов библиотеки, приближаясь к аналитическим диаграммам работы материалов.

Список литературы

1. СНиП 2.05.03-84* Мосты и трубы. – М.: Стройиздат, 1996. – 210 с.
2. EN 1994-1-1:2004 Еврокод 4. Проектирование сталежелезобетонных конструкций. (Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий). – 103 с.
3. Замалиев Ф.С., Шаймарданов Р.И. Экспериментальные исследования сталежелезобетонных конструкции на крупномасштабных моделях. // Известия КазГАСУ, 2008, № 2 (10). – С. 47-52.
4. Замалиев Ф.С., Хайрутдинов Ш.Н. Экспериментальные исследования сталежелезобетонных изгибаемых конструкций при длительном действии нагрузок. // Известия КазГАСУ, 2008, № 1 (9). – С. 65-67.
5. Прокопович И.Е. Влияние длительных процессов на напряженные и деформированные состояния сооружений. – М.: Госстройиздат, 1963. – 258с.

Zamaliev F.S. – candidate of technical science, associate professor
Gurianov I.A. – magistrate
Khairutdinov Sh.N. – engineer
Shaymardanov R.I. – engineer
E-mail: em_z@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st. 1

Numerical and natural experiments in probes of composite steel and concrete structures

Resume

In connection with the tendency of increased use of composite steel and concrete structures in Russian construction industry there is a need to analyze the stress-and-strain mode of such structural elements for various modes of loading. Different mathematical approaches are used in order to define stress-and strain mode. At the moment many researchers in search of effective model engage application software complexes, that is numerical experiment. However reliability of received data depends heavily on the chosen model of numerical experiment which should correspond to the physical model of structural behavior. Application software complex ANSYS was used for numerical experiment here. For initial data strength and geometrical parameters of experimental large-scale samples of composite steel and concrete structures were taken, testing of which took place at laboratory facilities of Kazan State University of Architecture and Civil Engineering. Experimental composite T-beams are depicted in the paper, as well as the method of full-scale tests and analysis of test result. Computer-aided pictures of stresses in composite steel and concrete T-beam are shown, stress and strain diagram of steel beam and RC slab for different level of loads is analyzed. Pictures of stresses in shear connectors at steel-concrete contact zone. Stress diagrams of composite steel and concrete beam height according to calculations by software complex ANSYS and to results of full-scale experiment are given for comparison analysis. Comparison analysis of deflection diagram obtained from calculations by ANSYS program and from full-scale beam model test results, is shown.

Keywords: composite steel and concrete structures, settlement model, experiments, pressure, deflections.

References

1. SNIP 2.05.03-84* Towers and tubes. – M.: SI, 1996. – 210 p.
2. EN 1994-1-1, 2004. Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures. Part 1-1: General rules and rules for buildings. – 103 p.
3. Zamaliev F.S., Shaimardanov R.I. Experimental research of steel-ferroconcrete structures on large scale models. // News of the KSUAE, 2008, № 2 (10). – P. 47-52.
4. Zamaliev F.S., Khayrutdinov Sh.N. The experimental investigation of composite steel and concrete bending constructions under sustained loads. // News of the KSUAE, 2008, № 1 (9). – P. 65-67.
5. Prokopovich I.E. Influence of long processes on the intense and deformed conditions of constructions. – M.: GSI, 1963. – 258 p.

УДК 624.014.2
Кузнецов И.Л. – доктор технических наук, профессор
E-mail: kuz377@mail.ru
Исаев А.В. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: isaev@kgasu.ru
Гимранов Л.Р. – кандидат технических наук, ассистент
E-mail: leenur@mail.ru
Вахтель Р.Р. – старший преподаватель
E-mail: v_roman@bk.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Несущая способность комбинированной стальной кровли

Аннотация

В статье рассматривается конструкция комбинированной стальной кровли, включающая несущий профилированный настил, термопрофиль и кровельный настил. Приведен пример разрушения такой кровли и исследования ее несущей способности. Приведена конечно-элементная модель фрагмента кровли, включающая систему термопрофиль – кровельный настил – и составленная средствами комплекса Ansys. Приведены расчеты несущей способности и показано, что несущая способность кровельного настила определяется устойчивостью стенки на опоре, которой является деформированный тонкостенный термопрофиль.

Ключевые слова: стальная комбинированная кровля, профилированный настил, термопрофиль, несущая способность.

В настоящее время при возведении покрытий легких зданий находят распространение комбинированные кровли. Конструкция таких кровель включает несущий стальной профилированный настил, тонкостенные термопрофили и кровельный настил, уложенный по верхнему поясу термопрофилей, при этом пространство в пределах высоты термопрофилей заполняется эффективным минераловатным утеплителем [1, 2, 3]. Применение рассматриваемых кровель показывает на необходимость обобщения области их применения и уточнения расчетных положений действительной работы, в частности системы: термопрофиль – кровельный стальной настил. Для доказательства существующей проблемы рассмотрим пример возведения комбинированной кровли здания завода по производству стекловолокна в ОЭЗ ППТ «Алабуга» РТ, построенного в 2009-2010 годах. Несущие конструкции здания реализуют рамную систему «Уникон» [4], а комбинированная кровля включает несущий профилированный настил марки Н57-750-0.8, термопрофили ПСТ (50)150-2 и кровельный настил той же марки, что и несущий. Утеплитель кровли, заполняющий пространство между несущим и кровельным настилом в пределах высоты термопрофилей типа «УРСА М25». Крепление термопрофилей и кровельного настила выполнено на самосверлящих винтах марки S-MD53Z5.5x2.5. Непродолжительная эксплуатация рассматриваемого здания привела в конце зимы 2010 года к разрушению кровли в зонах, где имелись перепады, приводящие к повышенному снегоотложению. Разрушение кровли произошло в результате деформации полок термопрофилей и, как следствие, листов кровельного настила по линии их опирания (коэффициент перехода μ=1,4). Общий вид фрагмента разрушенной кровли в зоне максимального отложения снеговой нагрузки приведен на рис. 1.

Рис. 1. Фрагмент разрушенной кровли

Данные обстоятельства с разрушением кровли потребовали детального исследования проектной документации [3] и напряженно-деформированного состояния элементов кровли, а именно: системы термопрофиль – кровельный настил. Исследования включали в себя определение несущей способности кровельного настила по нормальным сечениям и проверку обеспечения устойчивости стенки на опоре. Расчет несущей способности профилированного настила по известной методике [5] показал следующие результаты (табл. 1).

Таблица 1

Несущая способность кровельного настила

Шаг термопрофилей (пролет настила)		Предельная нагрузка на настил Н57-750-0.8 (кг/м) на метр ширины	
		Из условия прочности	Из условия устойчивости
4-х пр.	1,5 м	1923	776
	3 м	480	353
3-х пр.	1,5 м	2058	808
	3 м	514	369

Приведенные в таблице 1 данные о несущей способности соответствуют упругой работе настила при отсутствии деформации опор. Поскольку в рассматриваемом случае опорами кровельного настила являются С-образные термопрофили ПСТ (50) 150-2 с толщиной полки 2 мм, то возникает вопрос о действительном распределении опорной реакции настила по их полкам. Исследования производились с использованием программных комплексов Ansys и Лира 9.4.

Исследования на ПК Ansys включали в себя модель участка настила Н57-750-0.8 размерами 0,5х0,3м и термопрофиля ПСТ(50)150 – 2 длиной 0,5 м, а также винт диаметром d=5 мм, выполненных из объемных конечных элементов с моделированием реальных условий контакта (рис. 2).

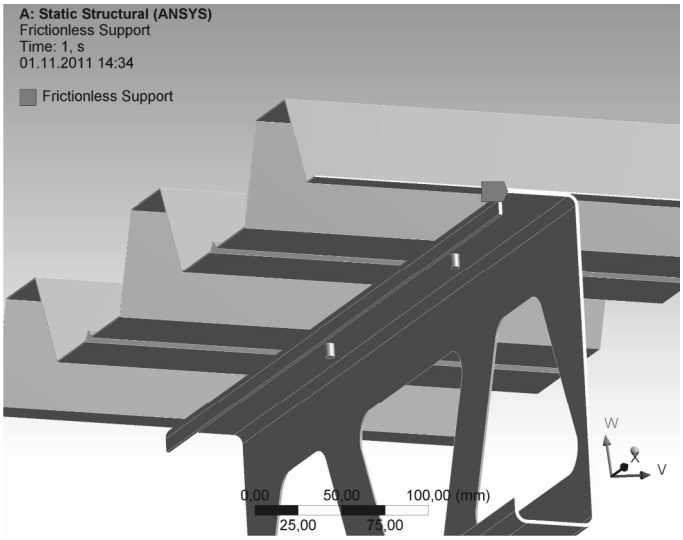
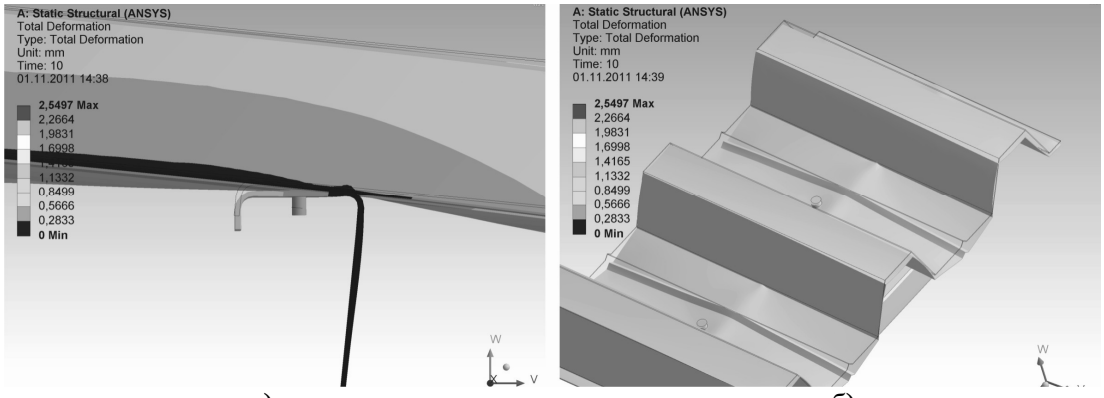


Рис. 2. Модель участка кровельного настила и термопрофиля, выполненная средствами комплекса Ansys

Реальные условия контакта подразумевают под собой возможность образования зазоров и контактной передачи давления с учетом коэффициента трения, равного 0,15. Зона контакта между термопрофилем и настилом имеет более подробную сетку конечных элементов.

Граничные условия включали в себя жесткую заделку нижней полки термопрофиля, симметрию модели (зеркальное продолжение модели) относительно одного своего края и плоскости с отсутствующим трением (возможно перемещение по плоскости в любом направлении, поворот относительно осей, лежащих в этой плоскости, запрещен) относительно другого. Также плоскость с отсутствующим трением была приложена к одному из торцов профилированного настила. Жестко закреплялись кромки отверстия в стенке термопрофиля, т.к. на данном этапе ставилась задача по исследованию взаимодействия настила и верхней полки термопрофиля без учета влияния деформирования стенки на напряженно-деформированное состояние (н.д.с.) всей модели. Вертикальная нагрузка прикладывалась по нормали к полкам настила, т.е. подразумевалось отсутствие скатной составляющей, которая воспринимается коньковым узлом кровли. Величина вертикальной нагрузки соответствует силе реакции опоры от участка настила 1,5х0,5м (1,5 м, т.к. это шаг термопрофилей в зоне снегового мешка) под снеговой нагрузкой. Вертикальная нагрузка прикладывалась поэтапно от 0 до нагрузки, соответствующей коэффициенту μ=4 в зоне максимального перепада высот. Деформированная схема модели в различных ракурсах приведена на рис. 3. Качественная картина деформаций совпадает с деформациями, выявленными в ходе натурных обследований. На рис. 4 приведены эквивалентные напряжения по Мизесу.



а) б)

Рис. 3. Деформированная схема модели: а – полки термопрофиля; б – кровельного настила

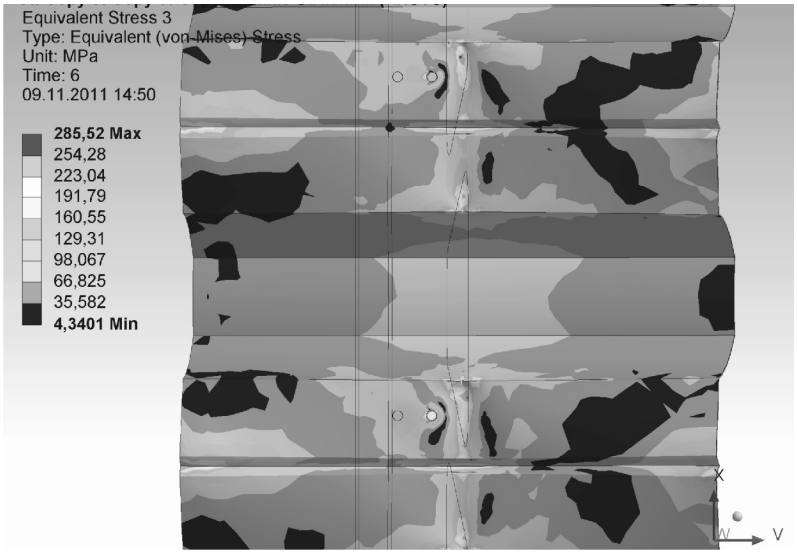


Рис. 4. Н.д.с профнастила при снеговой нагрузке, соответствующей μ=4

Подробного внимания заслуживает рассмотрение деформаций полки термопрофиля, поскольку от этого зависит величина рабочей зоны опирания профилированного настила. Деформация полки термопрофиля модели с разрезом по винту приведена на рис. 5. По анализу деформированной схемы модели можно сделать вывод, что в той части полки настила, где присутствует винт, зона отрыва настила от профиля существенно меньше, чем в той части полки, где винт отсутствует. Однако, анализируя методику расчета на устойчивость стенки настила и н.д.с. модели на разных этапах нагружения, можно сделать вывод, что опорная реакция практически полностью передается через стенку гофра профнастила. Ширина рабочей зоны стенки гофра профнастила изменяется в зависимости от этапа нагружения, но максимальная ее зона не превышает 20 мм.

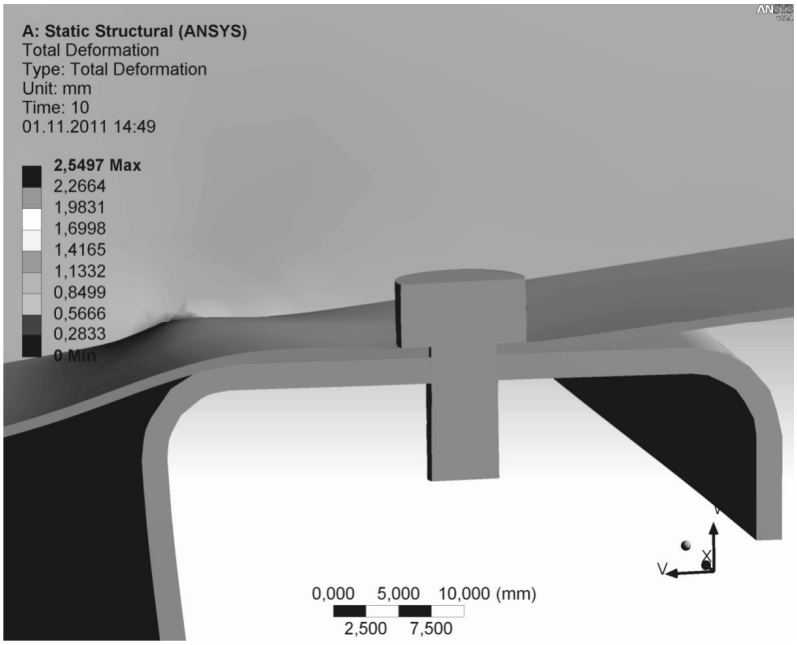


Рис. 5. Деформация полки термопрофиля и профилированного настила

С учетом проведенных выше исследований несущая способность настила, исходя из обеспечения устойчивости стенки на опоре, вычисляется согласно [5] и приведена в таблице 2, при шаге термопрофилей 1,5 и 3 м.

Таблица 2

Несущая способность кровельного профилированного настила

Шаг термопрофилей (пролет настила)		Предельная нагрузка на настил Н57-750-0.7 (кг/м) на метр ширины	
		Из условия прочности	Из условия устойчивости
4-х пр.	1,5 м	1669	413
	3 м	417	190
3-х пр.	1,5 м	1786	430
	3 м	446	198

Исследования и сравнительный анализ результатов расчетов приведены в таблицах 1 и 2 и показывают:

- несущая способность кровельного настила при наличии тонкостенных термопрофилей определяется устойчивостью его стенки на опоре;
- рассмотренные примеры (табл. 1 и табл. 2) показывают, что несущая способность кровельных листов с учетом деформации термопрофилей снижается в 1,9 раза и недостаточна для восприятия снеговой нагрузки в зонах перепада высот и условий г. Елабуга;
- рассмотрены конечно-элементные модели системы термопрофиль – кровельный настил, которые достаточно точно отражают действительную работу, что подтверждается количественным и качественным совпадением результатов расчета и фактического разрушения кровли (рис. 1, рис. 4).

Выводы

Приведенные исследования показывают на необходимость при определении несущей способности комбинированной кровли рассматривать несущую способность системы термопрофиль – кровельный настил.

Список литературы

1. Материалы для проектирования наружных ограждающих конструкций с применением стальных гнутых термопрофилей ИНСИ. Шифр 66-00-МП. – Омск: УИД НИС Сиб. АДИ, 2003. – 49 с.
2. Рекомендации по проектированию, изготовлению и монтажу конструкций каркаса малоэтажных зданий и мансард из холодногнутых стальных оцинкованных профилей производства ООО «Балтпрофиль». – М.: ЦНИИПСК, 2004. – 70 с.
3. Lindab-Astron. Каталог продукции. URL: http://www.lindab-astron.ru (дата обращения: 4.01.2012).
4. Производственный корпус г. Елабуга, РТ. Чертежи КМ шифр 0801-661/2КМ. – Кемерово, 2008.
5. Пособие по проектированию стальных конструкций к СНиП II-23-81 Стальные конструкции. – ЦНИИСК им. Кучеренко, Госстрой СССР, 1989. – 48 с.

Kuznetsov I.L. – doctor of technical science, professor
E-mail: kuz377@mail.ru
Isaev A.V. – candidate of technical science, associate professor
E-mail: isaev@kgasu.ru
Gimranov L.R. – candidate of technical science, assistant
E-mail: leenur@mail.ru
Vahtel R.R. – senior lecturer
E-mail: v_roman@bk.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The Load Capacity Of Composite Steel Roof System

Resume

In article the composite steel roof system are reviewing wich including certain steel deck, girder and roof deck. The example of damaging such roof system has reviewed and causes of this damaging were established. Through conducted research the finite element model was created by Ansys software this model included girder and roof steel deck. Calculating the capacity of the roof steel deck was held and established, that capacity depends on plate buckling in the local support area. The support is the flange of canal girder with 0,078 inch thick. The damaging of upper deck was caused by reducing of support area. The reducing of support area was achieved by deflection of the flange of the canal girder. The value of this deflection depends on thick of canal girder. Thus the damage of the composite roof system was located near the roof area with increasing snow load. For this reason such composite roof system with 0,078 inch thick of canal girder are not allowed in roof area with increasing snow load.

Keywords: composite roof system, steel deck, damage.

References

1. Materials for design enclosure insulating systems from cold formed steel girders INSI. Code 66-00-MP. – Omsk: UID NIS Sib. ADI, 2003. – 49 p.
2. The design guide for manufacturing and erection single-store frames and mansards from cold formed galvanized steel elements made by OOO «Baltprofile». – M.: CNIIPSK, 2004. – 70 p.
3. Lindab-Astron. Catalog. URL: http://www.lindab-astron.ru (view data: 4.01.2012).
4. Manufacture store c. Alabuga RT. Blueprints K.M. Code 0801-661/KM. – Kemerovo, 2008.
5. «The design guide of the steel structures to SNiP II-23-81 «Steel Structeres». – CNIISK named by Kucherenko, Gossrtoy USSR, 1989. – 148 p.

УДК 624.012.4-183.2, 624.044:539.384
Радайкин О.В. – ассистент
E-mail: olegxxii@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

К совершенствованию методики расчёта жёсткости изгибаемых железобетонных элементов из обычного железобетона

Аннотация

Целью исследований являлось усовершенствование физической модели деформирования изгибаемого железобетонного элемента с трещинами на основе современных достижений теории накопления повреждений и механики разрушения. Представленная модель позволяет определять жёсткость элемента в стадии эксплуатации с учётом повреждений, работы растянутого бетона над макротрещиной, концентрации напряжений в её вершине, а также наличия зоны предразрушения в ней. Выполнен анализ результатов расчёта жёсткости элементов с различным процентом армирования по предложенной методике и диаграммному методу с применением разных диаграмм деформирования бетона. Установлено, что наибольшее влияние работа растянутого бетона над макротрещиной на жёсткость оказывает при нагрузке, превышающей момент трещинообразования не более, чем на 30 %, что особенно выражено в сильноармированных элементах (до 48 %).

Ключевые слова: изгибаемый элемент, железобетон, жёсткость, диаграмма деформирования, диаграммный метод, методика расчета, механика разрушения железобетона, трещины, повреждаемость.

Как правило, при проектировании изгибаемых конструкций из обычного железобетона (без предварительного напряжения арматуры) для обеспечения безопасности и надёжности их работы определяющими оказываются расчётные требования второй группы предельных состояний, в частности требования по ограничению прогибов предельными величинами. Для вычисления прогибов рассматриваемых конструкций необходимо определить их жёсткость, на которую, в свою очередь, существенно влияет наличие трещин в растянутом бетоне. При этом следует отметить, что в стадии эксплуатации наличие трещин в изгибаемой конструкции допускается, ограничивается лишь ширина их раскрытия.

Численное значение жёсткости железобетонного сечения, как известно, входит в расчёт не только прогибов, но и используется при определении изгибающих моментов в статически неопределимых конструкциях с учётом перераспределения усилий. В обоих случаях учет трещин позволяет отразить действительную работу конструкции и тем самым обеспечить её рациональное конструирование и эффективный расход материала.

В связи с этим исследования, направленные на разработку и совершенствование методики расчёта жёсткости железобетонных изгибаемых элементов с трещинами в стадии эксплуатации, являются актуальными.

Нормативный расчёт методом предельных состояний (МПС) рассматривает трещинообразование, как достижение предельного значения той или иной величины, выбираемой в качестве критерия прочности [1]. Причём физические процессы, протекающие в эксплуатационной стадии и предшествующие окончательному разрушению элемента, в рассмотрение здесь либо не входят вообще, либо учитываются косвенно через эмпирические коэффициенты. В частности, пренебрегается работой растянутого бетона над макротрещиной, не учитывается концентрация напряжений в её вершине, а также влияние рассеянных мелких трещин на поведение железобетона под нагрузкой. Неучет этих факторов может привести к заметному занижению жёсткости

поперечных сечений и, как следствие, к перерасходу стали и бетона при проектировании изгибаемых конструкций и элементов.

В развитие МПС ещё в 1960-е гг. Я.М. Немировским впервые были рассмотрены вопросы расчёта деформаций изгибаемых ЖБК с учётом работы растянутого бетона над макротрещиной [2]. Для этого в систему разрешающих уравнений, описывающих модель железобетонного сечения, им было введено дополнительное линейное соотношение, связывающее высоту макротрещины l с изгибающим моментом M, что было сделано на основе малого числа экспериментальных данных. Последнее обстоятельство и сама по себе сложность такого подхода, как отмечено в работе А.С. Залесова и В.В. Фигаровского [3], не позволили на тот момент найти ему широкое практическое применение. Кроме того, более поздние опыты К.А. Пирадова [4] показали нелинейную зависимость между l и M.

Устранить указанные несоответствия МПС реальной работе конструкции в определённой мере способен диаграммный метод расчёта ЖБК [1, 5]. Положительной чертой данного метода является то, что он позволяет производить расчёты изгибаемых ЖБК по I-й и II-й в группам предельных состояний на основе единого подхода. Хотя диаграммный метод в последние годы и стал интенсивно внедряться в нормативную базу проектирования ЖБК, однако его широкое распространение на практике сдерживается тем, что всё ещё дискуссионным остаётся вопрос, какой зависимостью аппроксимировать экспериментальные кривые деформирования бетона и стальной арматуры. Кроме того, есть и другая нерешённая проблема: как учитывать концентрацию напряжений в вершине макротрещины в рамках данного метода?

В связи с этим, как в нашей стране, так и за рубежом, проводятся исследования и разрабатываются методы относительно новой молодой науки – механики разрушения [6]. В целом, использование её методов позволяет дополнить МПС и диаграммный метод новыми практическими результатами при оценке жёсткости сечений. Однако они также не способны учесть снижение сопротивляемости бетона за счёт накопления в нём рассеянных мелких трещин. Уточнить получаемые результаты в этом вопросе способна теория накопления повреждений [7]. В ней предполагается существование непрерывной изотропной среды, в которой распределены отдельные дефекты структуры – рассеянные мелкие трещины, подчиняющиеся статистическим законам и определяющие действительную прочность и деформативность материала конструкции.

Таким образом, в работе приняты отдельно две расчётные схемы поперечного сечения элемента:

- **до образования макротрещины** в нормальном сечении элемента его растянутая зона представлена моделью в виде пучка связанных волокон Х. Даниэлса [8] (рис. 1, а). Они имеют различную прочность на растяжение R_i, что обусловлено развитием в материале начальных усадочных мезотрещин разной длины. При этом неравномерное распределение прочности растянутого бетона по сечению пучка описывается нормальным законом. Бетон сжатой зоны считаем линейно-упругим неповреждаемым материалом. Условие сплошности на этой стадии, согласно предпосылкам теории накопления повреждений, обеспечивается введением в расчётные формулы параметра повреждаемости Качанова-Работнова;

- **после образования макротрещины** рассматривается равновесие железобетонного сечения с введенным в него математическим острым разрезом Ирвина-Орована, моделирующим макротрещину (рис. 1, б). Таким образом учитывается работа растянутого бетона над макротрещиной и концентрация напряжений в её вершине. Дополнительно к этому учитывается микрорастрескивание в вершине разреза, используя для этого модифицированную автором модель фиктивной трещины С.П. Ша [6]. Это, в свою очередь, предполагает: 1) удлинение разреза Ирвина-Орована (фактической макротрещины) на величину, равную размеру зоны предразрушения d_f, и 2) приложение к образовавшимся новым поверхностям трещины сил сцепления p, распределённых по треугольному закону; а размер d_f принят константой материала, которая определяется из опытов.

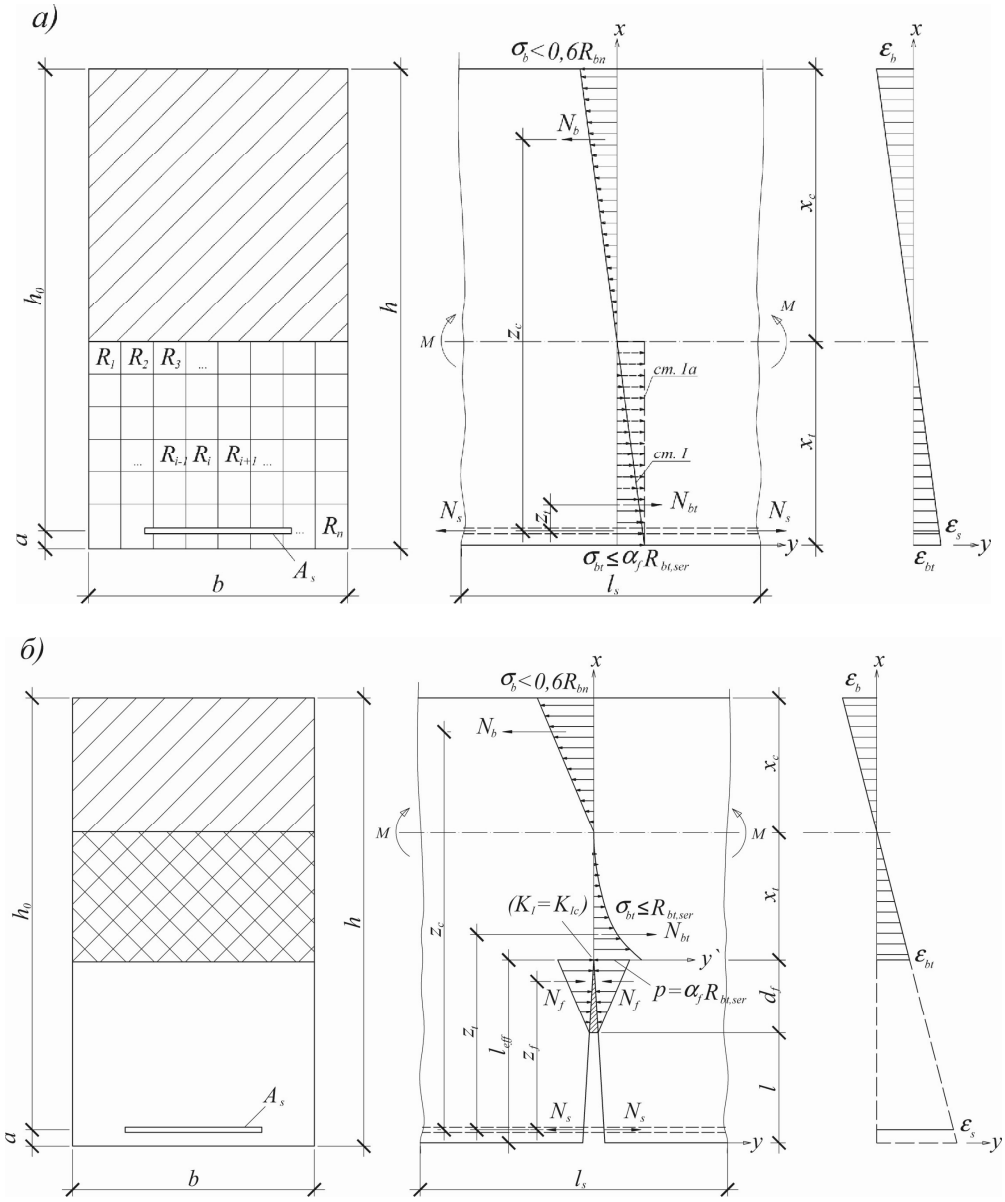


Рис. 1. Расчётная схема сечения:
а) до и б) после появления макротрещины

В общем виде формула для определения жёсткости сечения относительно его центра тяжести до и после появления макротрещины имеет вид:

$$B = I_{bc}E_b + I_{bt}E_b f[D(M)] + I_s \frac{E_s}{y_s}, \quad (1)$$

где I_{bc} I_{bt} I_s – момент инерции соответственно сжатой зоны бетона, растянутой зоны бетона и растянутой арматуры относительно нейтральной оси; E_b, E_s – модуль деформации соответственно бетона и стальной арматуры; ψ_s – коэффициент, учитывающий работу растянутого бетона между смежными макротрещинами (до их появления ψ_s=1,0); $f[D(M)]$ – функция снижения модуля деформации бетона растянутой зоны за счёт накопления повреждений:

$$f[D(M)] = 1 - (D_f M)/(a_f M_{crc}), \quad (2)$$

где α_f – коэффициент, учитывающий, что в экспериментах макротрещины появляются при напряжениях несколько меньших, чем $R_{bt,ser}$, D_f – параметр повреждаемости при этом (α_f=0,88÷0,95, D_f=0,16÷0,32), M_{crc} – нормативный момент трещинообразования.

Для отыскания значений параметров α_f и D_f потребовалось выразить уравнение Л.М.Качанова для эффективных напряжений через статистические параметры и записать его в следующем преобразованном виде:

$$1-sV_m=\frac{a_f}{1-D_f}, \tag{3}$$

где s – показатель надёжности; V_m – коэффициент вариации прочности бетона на растяжение, устанавливаемый по ГОСТ 18105-86. Параметр повреждаемости в уравнении (3) имеет вероятностную природу:

$$D(s_{bt})=\int_{R_{bt,ser}}^{s_{bt}} f(R)dR+q, \tag{4}$$

где σ_{bt} – номинальные напряжения в растянутом бетоне; $f(R)$ – плотность распределения прочности на растяжение по его сечению, $R_{bt,ser}$ – нормативный предел прочности бетона на растяжение, q – доверительная вероятность.

Для того, чтобы определить неизвестные величины, входящие в формулу (1), записаны уравнения равновесия и совместности деформаций для сечений на рис. 1:

- до образования макротрещины:

$$\sum M_{N_s}=0 \quad => \quad M\text{-}N_b z_c+N_{bt} z_t=0, \tag{5}$$

$$\sum Y=0 \quad => \quad N_b\text{-}N_{bt}\text{-}N_s=0, \tag{6}$$

$$e_b/e_{bt}=x_c/x_t, \tag{7}$$

где равнодействующие усилия $N_b=s_b b x_c/2$, $N_{bt}=s_{bt} b x_t/2$, $N_s=s_s A_s$ и соответствующие рисунку расстояния между ними $z_c=h_0-x_c/3$, $z_t=x_t/3-a$ – для стадии I, $z_t=x_t/2-a$ – для стадии Ia; высота сжатой и растянутой зоны бетона определяются по геометрическим характеристикам приведённого сечения:

$$x_t=\frac{S_{red}}{A_{red}}=\frac{bh^2/2+E_s/E_b A_s a}{bh+E_s/E_b A_s}, \; x_c=h-x_t, \tag{8}$$

- после образования макротрещины:

$$\sum M_{N_s}=0 \quad => \quad M\text{-}N_b z_c+N_{bt} z_t\text{-}N_f z_f=0, \tag{9}$$

$$\sum Y=0 \quad => \quad N_b\text{-}N_{bt}+N_s\text{-}N_f=0 \tag{10}$$

$$e_b/e_{bt}=x_c/x_t, \tag{11}$$

где равнодействующие усилия $N_b=s_b x_c b/2$, $N_{bt}=b\int_l^{l+x_t} s_{bt}dx$, $N_f=a_f R_{bt,ser} b d_f/2$, $N_s=s_s A_s$ и соответствующие рисунку расстояния между ними $z_c=h_0-x_c/3$, $z_t=l-a+\int_l^{l+x_t} s_{bt} x dx \Big/ \int_l^{l+x_t} s_{bt}dx$, $z_f=l+2d_f/3$. Высота сжатой и растянутой зоны бетона определяются по геометрическим характеристикам приведённого сечения из уравнения:

$$bx_c^2/2-bx_t^2/2-E_s/E_b A_s(h_0-x_c)=0 \tag{12}$$

где $x_c+x_t+l+d_f=h$, x – текущая координата точки по вертикальной оси с началом координат на нижней растянутой грани элемента.

Растягивающие напряжения над макротрещиной (рис. 1, б) распределяются по криволинейному закону и описываются зависимостью:

$$s_{bt}=\frac{K_I}{\sqrt{2p(x-l)}}+\frac{ME_b}{B}(h-x_c-x)\le R_{bt,ser}, \quad l\le x\le l+x_t, \tag{13}$$

где K_I – коэффициент интенсивности напряжений, x – текущая координата по вертикальной оси с началом на нижней грани сечения.

Условие старта макротрещины записано в виде:

$$K_I = K_{Ic},\ s_{bt}\big|_{x=l} = R_{bt,ser}, \tag{14}$$

где K_{Ic} – критический коэффициент интенсивности напряжений, определяемый экспериментально [9].

Совместное решение уравнений (5÷8) позволяет оценить НДС железобетонного сечения до появления макротрещины и, в том числе, определить высоту сжатой и растянутой зоны бетона x_c, x_t, значения которых требуются для вычисления жёсткости по формуле (1).

Совместное решение уравнений (9÷14) не позволяет сделать того же после появления макротрещины, так как число неизвестных в этой системе больше числа уравнений. В качестве дополнительного уравнения принята зависимость высоты макротрещины от изгибающего момента в виде:

$$M(l) = M_0\ \Phi_I(l)/\Phi_I(l_{ult}), \tag{15}$$

где M_0 – изгибающий момент при полном выключении растянутого бетона из работы (определяется по известной формуле А.С. Залесова [10]); Φ_I – тарировочная функция, построенная по результатам конечно-элементного моделирования трещин с применением методик Е.М. Морозова и В.З. Партона [11]; l_{ult} – длина макротрещины, ограниченная сверху сжатой зоной бетона при полном выключении растянутого бетона над ней из работы:

$$l_{ult} = h - \frac{\sqrt{(E_s A_s)^2 + 4E_b b h_0 E_s A_s} - E_s A_s}{2E_b b} \tag{16}$$

В таблице представлены результаты численного определения жёсткости изгибаемого железобетонного элемента сечением $b \times h$=200×400 мм из тяжёлого бетона класса В25 при различном проценте армирования: μ=0,63 % (2Ø18 А400), μ=2,31 % (3Ø28 А400), μ=3,08 % (4Ø28 А400). Таблица позволяет сопоставить данные, полученные по четырём различным методикам (см. примечания к таблице). Первые три из них основаны на диаграммном методе расчёта и нелинейной деформационной модели с применением различных диаграмм деформирования бетона. При этом во всех рассмотренных случаях для оценки влияния на жёсткость работы растянутого бетона только над макротрещиной, коэффициент ψ_s был принят равным 1,0, то есть, таким образом, не учитывалась его работа на участке между макротрещинами. Диаграмма деформирования сжатого бетона и растянутой арматуры в рассмотренных методиках принята линейной. На рис. 2 показаны схемы качественного распределения напряжений и усилий в сечении элемента (с μ=2,31 %), построенные по разным методикам при одном и том же значении изгибающего момента (М=23 кН·м).

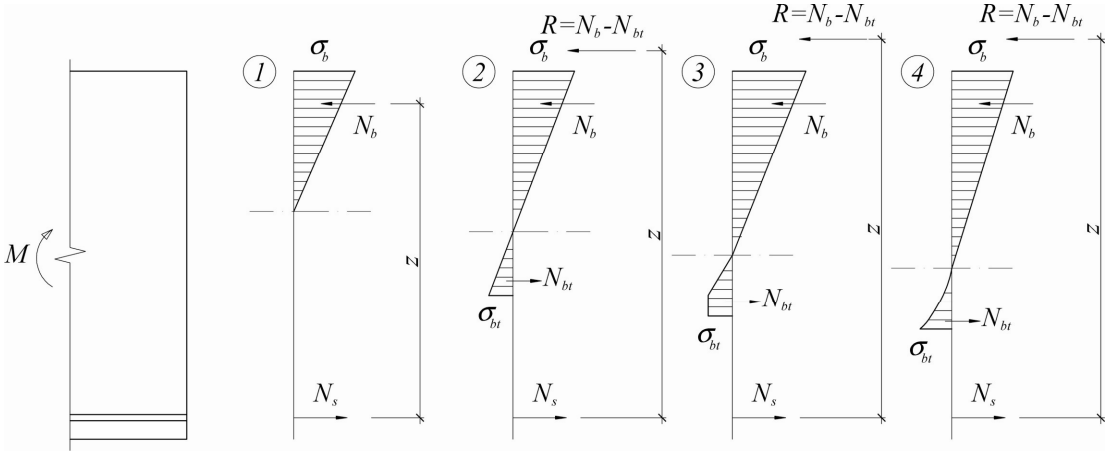


Рис. 2. Схемы распределения напряжений и усилий в сечении железобетонного элемента: номера позиций слева от эпюр соответствуют методикам из таблицы

Таблица

Результаты расчёта жёсткости по различным методикам

μ, %	Методика	Момент, кН·м	Расчётные параметры модели						
			l, м	x_t, м	x_c, м	σ_{bt}, МПа	σ_b, МПа	σ_s, МПа	B, $10^3 \cdot$кН·м^2
0,63	1	M_1=17	0,304	0	0,096	0	-4,91	96,98	9,534
		M_2=50	0,304	0	0,096	0	-14,44	285,24	9,534
	2	M_1=17	0,272	0,032	0,096	1,279	-5,065	95,23	9,647
		M_2=50	0,296	0,008	0,096	0,524	-14,447	284,97	9,594
	3	M_1=17	0,224	0,064	0,112	1,6	-5,33	87,482	10,115
		M_2=50	0,280	0,024	0,096	1,6	-14,663	283,11	9,609
	4	M_1=17	0,008	0,184	0,208	1,6	-2,944	14,841	-
		M_2=50	0,288	0,016	0,096	1,6	-14,617	283,72	9,602
2,31	1	M_1=23	0,24	0	0,16	0	-4,328	38,59	24,961
		M_2=95	0,24	0	0,16	0	-17,878	159,4	24,961
	2	M_1=23	0,168	0,064	0,168	1,585	-4,46	36,115	25,566
		M_2=95	0,224	0,016	0,168	1,245	-17,931	158,97	24,968
	3	M_1=23	0,064	0,144	0,192	1,6	-4,267	26,738	30,509
		M_2=95	0,208	0,032	0,160	1,6	-18,16	158,05	24,999
	4	M_1=23	0,072	0,128	0,2	1,6	-4,232	24,415	31,990
		M_2=95	0,216	0,024	0,16	1,6	-17,974	157,86	24,990
3,08	1	M_1=25	0,224	0	0,176	0	-4,341	32,035	30,013
		M_2=100	0,224	0	0,176	0	-17,362	128,14	30,013
	2	M_1=25	0,144	0,072	0,184	1,588	-4,448	29,727	30,891
		M_2=100	0,208	0,016	0,176	0,992	-17,396	124,87	30,018
	3	M_1=25	0,008	0,176	0,216	1,6	-4,01	19,032	39,982
		M_2=100	0,192	0,032	0,176	1,6	-17,47	127,11	30,052
	4	M_1=25	0,008	0,160	0,232	1,6	-3,831	15,618	44,468
		M_2=100	0,192	0,032	0,176	1,6	-17,509	126,7	30,070

Примечания:

1 – расчёт по деформационной модели без учёта работы растянутого бетона над макротрещиной;

2 – то же с учётом работы растянутого бетона над макротрещиной и применением линейной диаграммы «σ_{bt}-ε_{bt}»;

3 – то же с применением двухлинейной диаграммы «σ_{bt}-ε_{bt}» согласно [2] ($E_{b1}=E_b$, $\varepsilon_{bt0}=R_{bt,ser}/E_b$, $\varepsilon_{bt2}=2\varepsilon_{bt0}$);

4 – по предлагаемой методике;

M_1 – момент, превышающий момент трещинообразования не более, чем на 30 %;

M_2 – момент от эксплуатационной нагрузки ($\sigma_b \le 0{,}6R_{bn}$).

Установлено, что максимальная оценка о влиянии растянутого бетона над макротрещиной на жесткость элемента получается по методикам 3 и 4, которые имеют между собой близкие результаты (расхождение в значениях жёсткости сечения составляет 5÷12 %). На рис. 2 этим методикам соответствует и наибольшее значение плеча внутренней пары сил z. При этом привлечение диаграммного метода 3 требует проводить расчёты путём последовательных приближений, что практически исключает возможность рассчитывать конструкции «ручным» методом. Предлагаемая автором методика позволяет это делать без существенного повышения трудоёмкости вычислений в сравнении с нормативным подходом [1].

Из таблицы можно видеть, что наибольшее расхождение при определении величины B между методиками 1 и 4 наблюдается при нагрузке, близкой к моменту трещинообразования (28÷48 %), что особенно выраженно в сильноармированных элементах (до 48 %). При действии эксплуатационной нагрузки разница в значениях жёсткости по всем методикам не так значительна (менее 5 %).

Следует отметить, что поскольку кривизна продольной оси железобетонного элемента, работающего с трещинами в растянутой зоне, изменяется непропорционально изменению внешнего момента, то в некоторых случаях для точного определения прогиба элемента требуется вводить интегрирование жёсткости по его отдельным участкам. При этом некоторые участки элемента, в которых $M>M_{crc}$, могут оказаться в стадии, близкой к стадии трещинообразования, и учёт работы растянутого бетона над макротрещиной в них, как показано выше, приведёт к увеличению расчётной жёсткости рассматриваемого участка. Это, в свою очередь, снизит расчётный прогиб конструкции и даст возможность получить экономию арматуры при проектировании до 17 % в зависимости от процента армирования и класса бетона по прочности.

Выводы:

1. Предложена усовершенствованная модель деформирования изгибаемого железобетонного элемента с трещинами, позволяющая в отличие от нормативного подхода [1] определять его жёсткость в стадии эксплуатации с учётом повреждений, работы растянутого бетона над макротрещиной, концентрации напряжений в её вершине, а также наличия зоны предразрушения в ней.
2. Выполнен анализ результатов расчёта жёсткости изгибаемых элементов с различным процентом армирования по предложенной методике и диаграммному методу с применением разных диаграмм деформирования бетона. Установлено, что наибольшее влияние работа растянутого бетона над макротрещиной на жёсткость оказывает при нагрузке, превышающей момент трещинообразования не более, чем на 30 %, что особенно выражено в сильноармированных элементах (до 48 %).

Список литературы

1. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона без предварительного натяжения арматуры (к СП 52-102-2003): дата введ. 2004-03-01. – М.: ЦНИИПромзданий, 2005. – 214 с.
2. Боришанский М.С., Немировский Я.М., Николаев Ю.К., Петрова К.В. и др. / под ред. Гвоздева А.А. Исследование напряжённо-деформированного состояния железобетонных элементов с учётом работы растянутого бетона над трещинами и пересмотр на этой основе теории расчёта деформаций и раскрытия трещин // Прочность и жёсткость железобетонных конструкций: сб. научн. ст. – М.: НИИЖБ, 1968. – 232 с.
3. Залесов А.С., Фигаровский В.В. Практический метод расчёта железобетонных конструкций по деформациям. – М.: Стройиздат, 1976. – 104 с.
4. Пирадов К.А. Теоретические и экспериментальные основы механики разрушения бетона и железобетона. – Тбилиси, 1998. – 355 с.
5. Карпенко Н.И. Общие модели механики железобетона. – М.: Стройиздат, 1996. – 416 с.
6. Зайцев Ю.В. Механика разрушения для строителей. – М.: Высшая школа, 1991. – 288 с.
7. Lemaitre J. A Course on Damage Mechanics. – Springer-Verlag, 1992. – 210 p.
8. Daniels H. E. The Statistical Theory of the Strength of Bundles of Threads. – I in Proc. R. Soc London A 183, 1945. – P. 405-435.
9. ГОСТ 29167-91 Бетоны. Методы определения характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении: дата введ. 1992-07-01. – М.: Госстрой СССР, 1992. – 38 с.
10. Залесов А.С., Кодыш Э.Н., Лемеш П.Л., Никитин И.К. Расчёт железобетонных конструкций по прочности, трещиностойкости и деформациям. – М.: Стройиздат, 1988. – 320 с.
11. Морозов Е.М., Никишков Г.П. Метод конечных элементов в механике разрушения. – М.: Наука, 1980. – 256 с.

Radaikin O.V. – assistant
E-mail: olegxxii@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

To improve the method of calculating the bending stiffness of reinforced concrete elements without prestressing

Resume

The article is devoted to improving the methodology of calculation of flexural reinforced concrete elements without prestressing. The carried out research focuses on studying the actual behavior of flexural reinforced concrete structures with cracks, which can lead to a decrease in material consumption. This substantiates the relevance of the work.

The author has added some principles in the physical model of deformation of the considered elements, based on modern achievements of fracture mechanics and the theory of damage. This substantiates the scientific novelty of the work.

Presented an improved model allows to determine the stiffness of the element in the operation stage, taking into account the damage, behavior of concrete in tension over a macrocrack, the stress concentration at crack tip, the fracture process zone in it.

In the model adopted by two separate cross-section calculation schemes of element:

- Before a macrocrack starting the tensile zone of normal section of the element is represented by a bundle fibers model related to H. Daniels. They have different tensile R_i, due to the development of the initial shrinkage mesocracks in concrete which have different lengths and are described by a normal distribution law. Additionally, the Kachanov-Rabotnov damage ratio parameter is introduced into design equations;

- After a macrocrack starting is considered the equilibrium of reinforced concrete section with an introduction to a Irwin-Orowan mathematical sharp notch, simulating the macrocrack. Also take into account the microcracking at the top of the notch, using the S.P. Sha fictitious crack model.

The analysis of stiffness calculation results of elements with the various the percentage of reinforcement by the proposed methodology and diagramming method with using various diagrams of concrete deformation was carried out. Found that the greatest influence on the stiffness by concrete behavior in tension above the macrocrack has a load exceeding the cracking moment no more than 30 %, which is especially pronounced in heavily reinforced elements.

Keywords: bending element, reinforced concrete, stiffness, stress-strain diagram, diagram method, calculation method, fracture mechanics of concrete, cracks, damage.

References

1. Manual for the design of concrete and reinforced concrete structures of the heavy concrete without prestressing (to SP 52-102-2003): date of typing 2004-03-01. – M.: TsNIIPromzdany, 2005. – 214 p.
2. Borishansky M.S., Nemirovsky J.M., Nikolaev J.K., Petrova K.V., etc., ed. Gvozdev A.A. Investigation of the stress-strain state of reinforced concrete elements, with the work of the cracked concrete in tension and revision of this calculation based on the theory of deformation and crack opening // Strength and stiffness of reinforced concrete structures: Coll. of sc. art. – M.: NIIZhB, 1968. – 232 p.
3. Zalesov A.S., Figarovsky V.V. A practical method for calculating the deformations of reinforced concrete structures. – M.: Stroiizdat, 1976. – 104 p.
4. Piradov K.A. Theoretical and experimental foundations of fracture mechanics of concrete and reinforced concrete. – Tbilisi, 1998. – 355 p.
5. Karpenko N.I. General models of the mechanics of reinforced concrete. – M.: Stroiizdat, 1996. – 416 p.
6. Zaitsev Y.V. Fracture Mechanics for builders. – Moscow: Vysshaja Shkola, 1991. – 288 p.
7. Lemaitre J.A. Course on Damage Mechanics. – Springer-Verlag, 1992. – 210 p.
8. Daniels H.E. The Statistical Theory of the Strength of Bundles of Threads. – I in Proc. R. Soc London A 183, 1945. – P. 405-435.
9. GOST 29167-91 Concrete. Methods for determining the characteristics of crack resistance (fracture toughness) under static loading: date of typing 1992-07-01. – M.: State Committee for Construction of the USSR, 1992. – 38 p.
10. Zalesov A.S., Kodysh E.N., Lemesh P.L., Nikitin I.K. Calculation of reinforced concrete for strength, fracture toughness and deformation. – M.: Stroiizdat, 1988. – 320 p.
11. Morozov E.M., Nikishkov G.P. The finite element method in fracture mechanics. – M.: Nauka, 1980. – 256 p.

УДК 624.153.6
Сиразиев Л.Ф. – кандидат технических наук, старший преподаватель
E-mail: siraziev100@mail.ru
Богданов Р.Р. – магистр
E-mail: ruslanbogdan@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния двухслойного грунтового основания плитного фундамента при жестком подстилающем слое

Аннотация

Проведены экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния двухслойного грунтового основания плитного фундамента при жестком подстилающем слое. В экспериментах варьировалась слоистость основания, мощности слоев. В результате были получены относительные деформации в массиве грунта и величины осадок каждого слоя.

Ключевые слова: плитный фундамент, слоистое грунтовое основание, жесткий подстилающий слой.

В связи с увеличением применения плитных фундаментов в современных крупных городах возникает необходимость в развитии методики их расчета, определении запасов прочности и деформативности с учетом совместного деформирования со слоистым основанием.

Ввиду развития нелинейных методов расчета оснований, экспериментальные данные становятся основой для создания реальных моделей грунтового основания. Для получения данных по напряженно-деформированному состоянию требуется провести экспериментальные исследования моделей плитных фундаментов на слоистых основаниях.

Испытания проводились в лабораторных лотках объемом 1 $м^3$ кафедры ОФДСиИГ КГАСУ, общий вид которых представлен на рис. 1, 2.

Измерения вертикальных перемещений основания осуществляются относительно реперной системы индикаторами часового типа с ценой деления 0,01 мм и прогибомерами.

При проведении экспериментов напряжения основания определяются с помощью грунтовых датчиков. Показания с грунтовых датчиков снимались с помощью тензометрической станции АИД-4.

Нагрузка на плиту подавалась с помощью гидравлического домкрата при определенных ступенях нагружения 187,5, 250, 500, 750, 1000, 1500 кг.

Модель двухслойного основания образована 2-мя слоями грунтов с различными физико-механическими характеристиками. Высота двухслойного основания – 40 см, а нижнего подстилающего слоя – 50 см.

Двухслойное основание в экспериментах состояло из следующих грунтов:

– глина тугопластичная, непросадочная, со следующими характеристиками, определенными по [1, 2]: c=1,95 $г/см^3$, W=25,14 %, E=12650 кПа, ц=11,3^0, с=12,38 кПа;

– песок мелкий, средней плотности, малой степени водонасыщения со следующими характеристиками: c=1,57 $г/см^3$, W=6,3 %, E=3060 кПа, ц=24,2^0, с=3,75 кПа.

Во всех 4-х экспериментах в качестве нижнего подстилающего слоя была использована глина твердая, непросадочная со следующими характеристиками: c=2,01 $г/см^3$, W=21,69 %, E=32910кПа, ц=11,3^0, с=48,42 кПа.

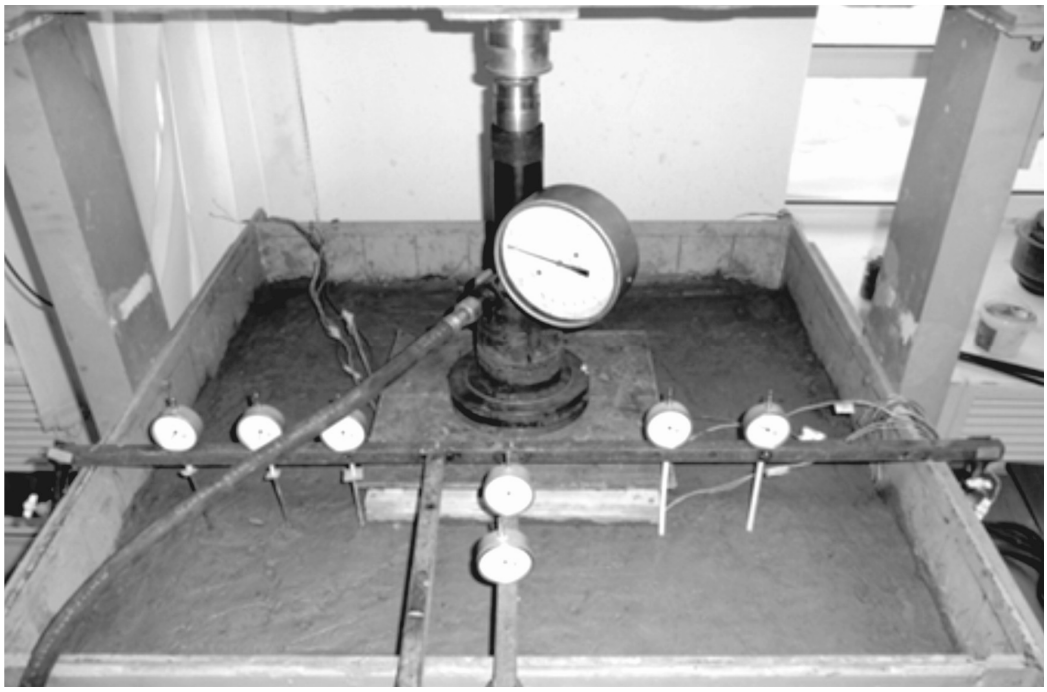


Рис. 1. Общий вид лабораторного лотка при испытании

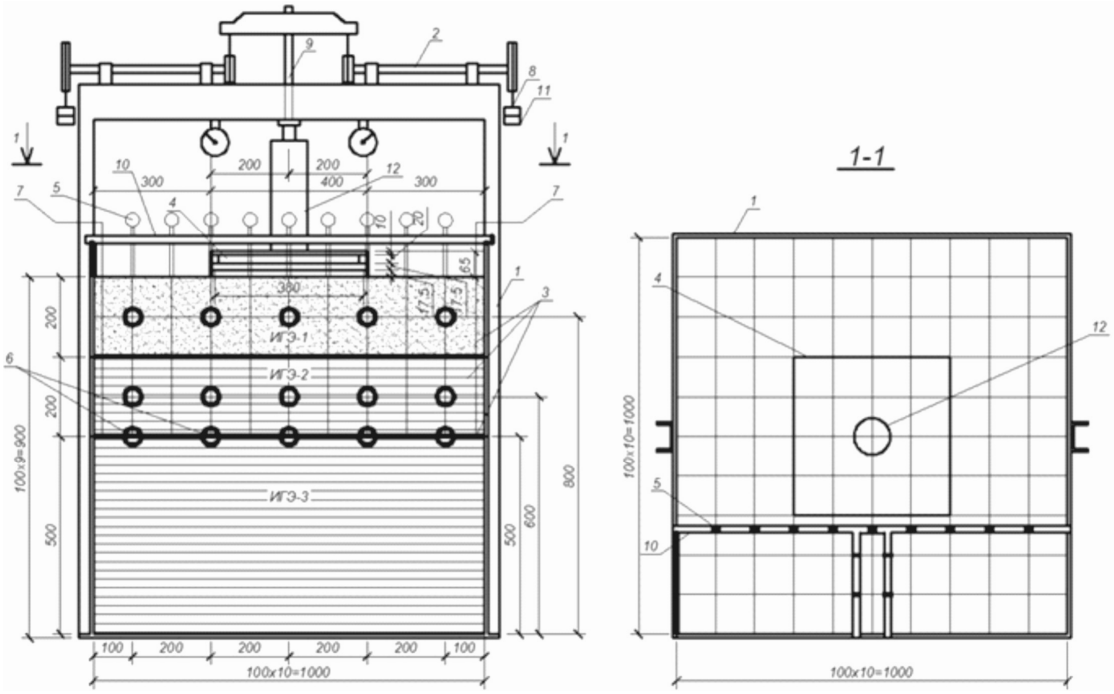


Рис. 2. Схема испытания:
1 – объемный лоток; 2 – загрузочное устройство; 3 – исследуемый грунт основания;
4 – плитный фундамент; 5 – индикаторы часового типа; 6 – грунтовые датчики;
7 – проводка датчиков давления в грунте; 8 – подвес нагружающего устройства;
9 – упорная конструкция нагружающего устройства; 10 – траверса индикаторов часового типа;
11 – грузы; 12 – домкрат

Различие экспериментов между собой состоит в том, что в первых двух экспериментах в модели двухслойного основания, образованной слоем мелкого песка и тугопластичной глины, менялось расположение слоев грунта относительно друг друга. В первом эксперименте ИГЭ-1 – мелкий песок, ИГЭ-2 – тугопластичная глина, мощность каждого слоя 20 см. Во втором эксперименте ИГЭ-1 – тугопластичная глина, ИГЭ-2 –

мелкий песок, мощность слоев аналогична первому эксперименту. В третьем и четвертом экспериментах расположение слоев грунта принято аналогично второму эксперименту, варьировалась лишь их мощность. В третьем эксперименте мощность слоя ИГЭ-1 составляла 13,5 см, ИГЭ-2 – 26,5 см. В четвертом эксперименте мощность слоев ИГЭ-1 и ИГЭ-2 составила 26,5 см и 13,5 см, соответственно.

В объемный лоток засыпался грунт слоями по 10 см, который затем разравнивался и уплотнялся трамбовкой прямоугольного сечения до заданного значения плотности. После уплотнения процедура повторялась. В каждом слое после уплотнения отбирается проба грунта для определения его физико-механических характеристик.

На подготовленную поверхность устанавливается модель плитного фундамента, представляющая собой деревянную плиту размерами 400х400х35 мм.

Были проведены 4 эксперимента, моделирующие плитный фундамент на двухслойном грунтовом основании при жестком подстилающем слое. В результате были получены относительные деформации в массиве грунта и величины осадок каждого слоя.

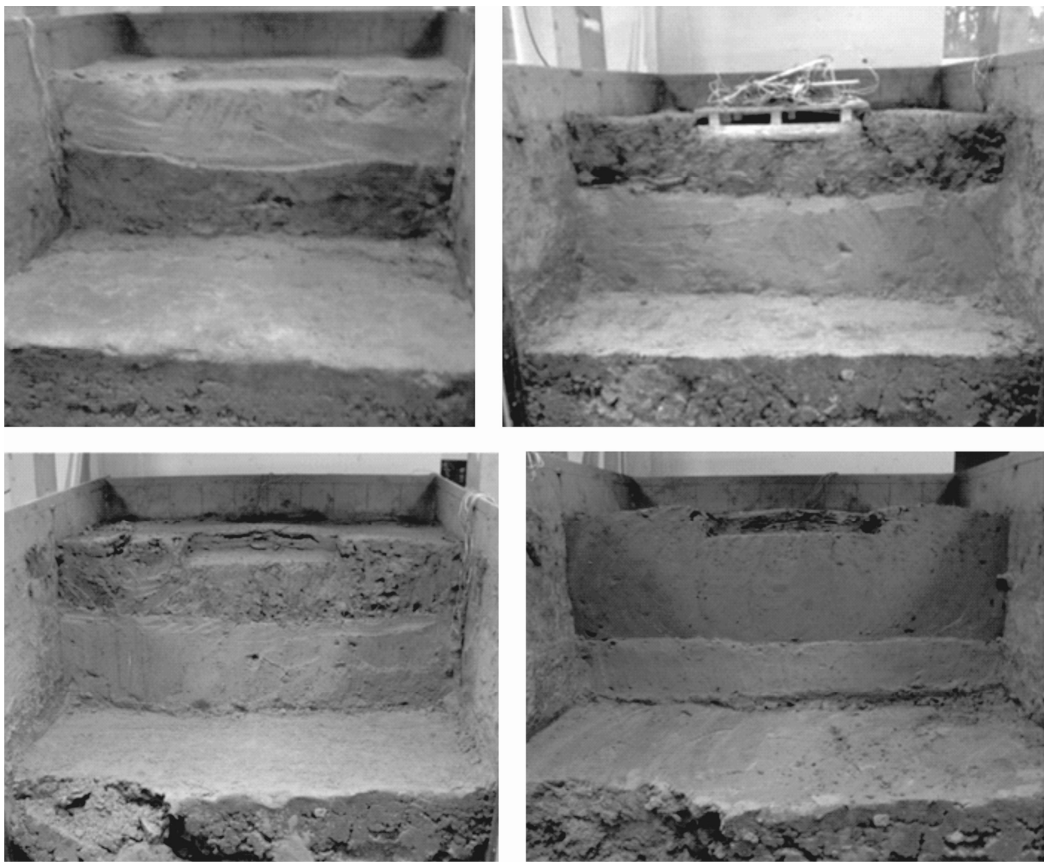


Рис. 3. Разрез двухслойного основания посередине модели плиты в 4-х экспериментах

Во втором и третьем экспериментах на начальных этапах нагружения эпюра напряжений в грунтах под подошвой модели фундаментной плиты имеет классический вид распределения, а именно, седлообразную форму, на последующих этапах эпюра напряжений из седлообразной формы переходит в параболическую и по глубине этот переход более заметен.

В третьем и четвертом эксперименте на всех этапах нагружения эпюра напряжений в грунтах под подошвой модели фундаментной плиты имеет параболический вид распределения, а с увеличением глубины происходит постепенное сглаживание эпюры напряжения под моделью плиты.

Анализируя эпюры напряжений 4-х экспериментов, пришли к следующим выводам: наибольшие напряжения возникают в верхнем слое глины и составляют от 25 кПа до 54 кПа на границе плиты и ее под центром соответственно, что на 20-40 % больше, чем в слое песка.

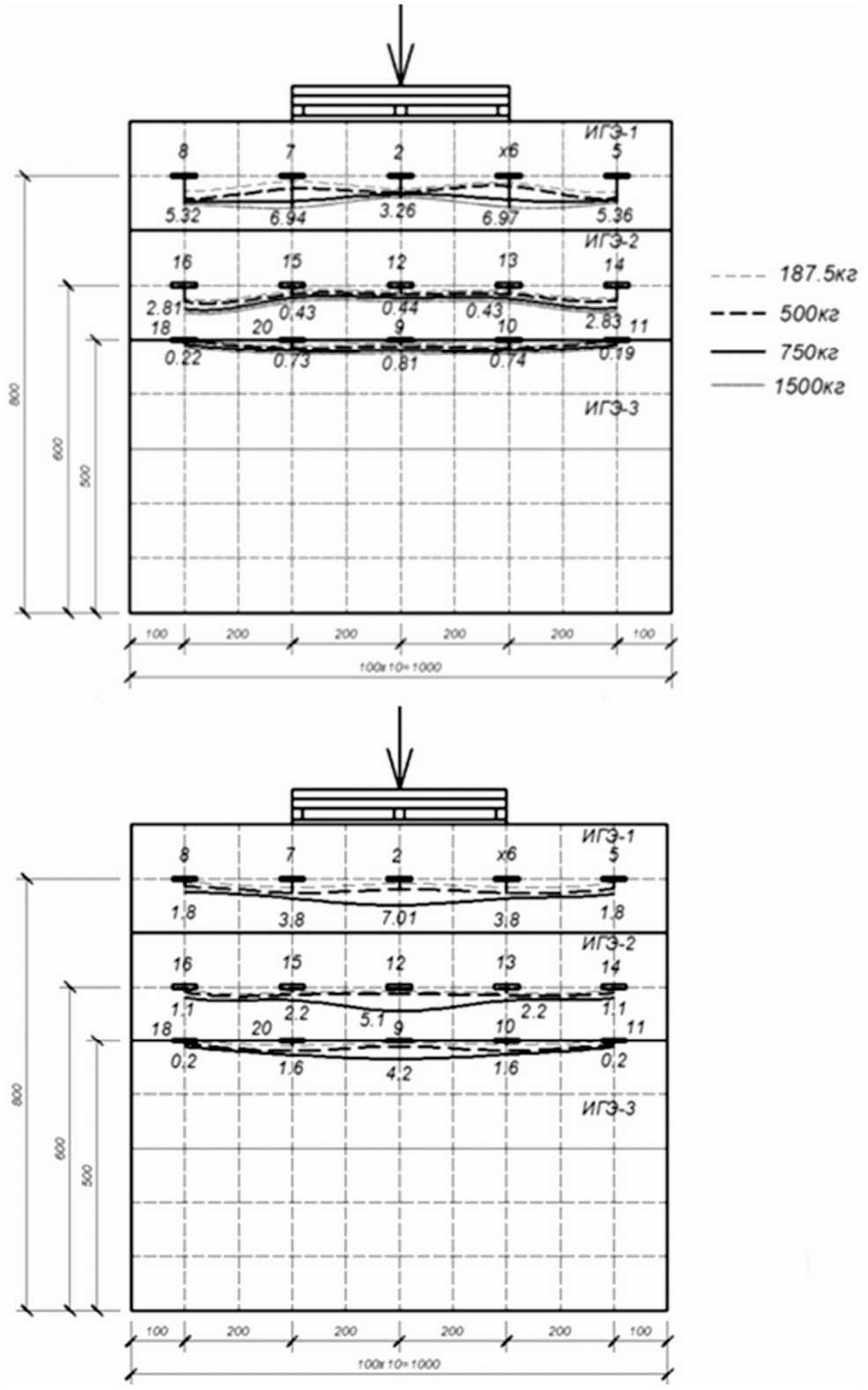


Рис. 4. Эпюры напряжений в грунтах под моделью фундаментной плиты в 1 и 2 экспериментах

На кровле малосжимаемой толщи наблюдается следующая закономерность. В случае, если верхним слоем является глина мощностью более S h (h – мощность двухслойного основания, состоящего из слоя глины и слоя песка), то на кровле малосжимаемой толщи возникают минимальные напряжения порядка 10-19 кПа, а если верхним слоем является песок мощностью не менее S h или слой глины мощностью менее S h, то напряжения выше 2-2,5 раза и составляют 44-52 кПа.

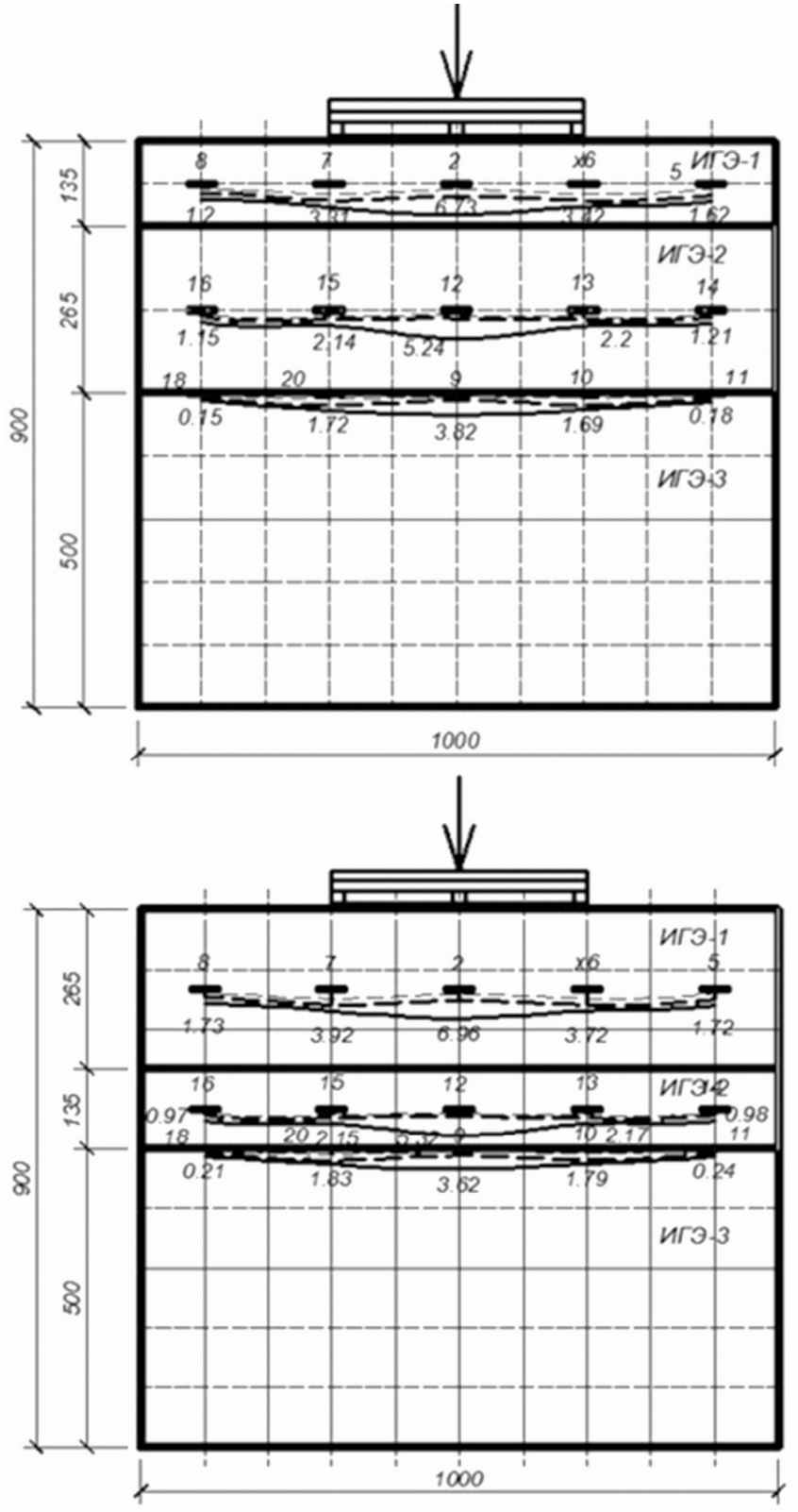


Рис. 5. Эпюры напряжений в грунтах под моделью фундаментной плиты в 3 и 4 экспериментах

При сравнении осадки плиты, полученной по 4-м экспериментам, из графика (рис. 6) видно, что минимальная осадка получена в 1 эксперименте и составляет 7 мм, максимальная во 2 эксперименте – 52 мм, в 3 и 4 экспериментах значения осадок различаются на 30 % и равны 30 и 44 мм, соответственно.

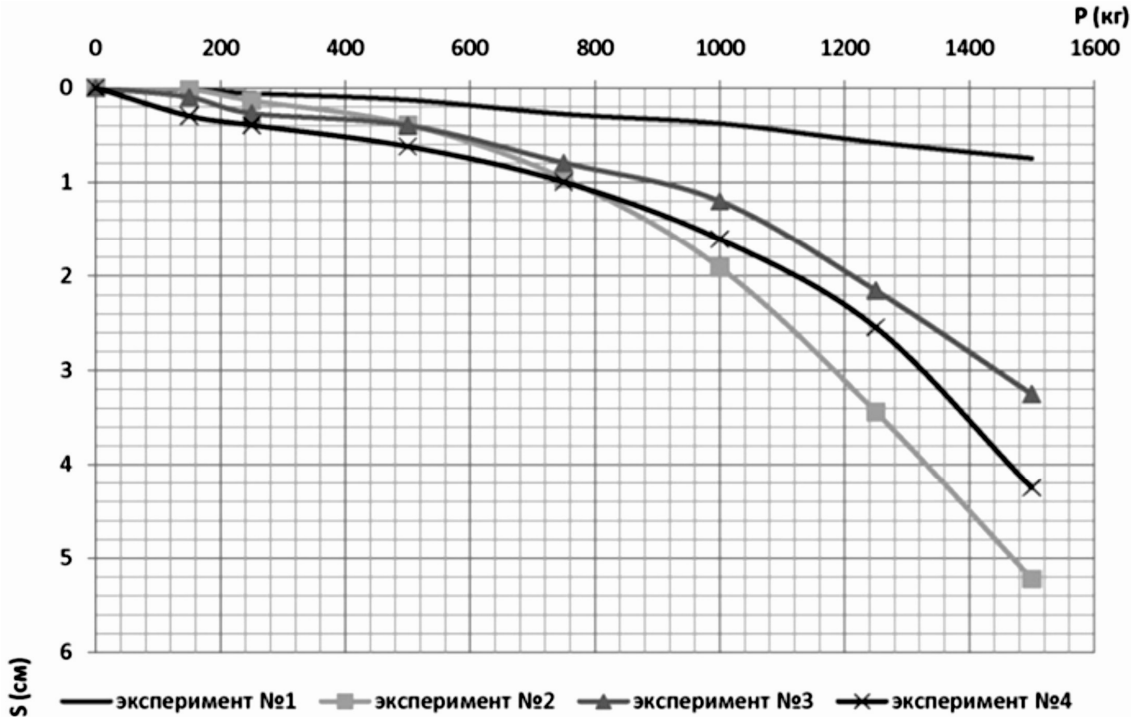


Рис. 6. График зависимости осадки плиты от нагрузки

Выводы:

1. Анализируя характер изменения давлений в отдельных слоях грунта, можно предположить, что величина приращения деформации и приращение давлений находятся в пропорциональной зависимости. При увеличении деформации грунта в несколько раз приращение давления увеличивается во столько же раз.

2. При загружении слоистого основания со слабым слоем основная доля осадки происходит за счет деформации грунтов в области контакта плотного слоя со слабым. Это обуславливает необходимость учета неоднородности сжимаемости грунта в пределах каждого слоя деформируемой зоны.

3. Наличие плотного верхнего слоя в слоистом основании значительно увеличивает распределительную способность последнего и приближает его к расчетной модели линейно-деформируемого полупространства.

Список литературы

1. ГОСТ 30416-96. Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения. – М., 2005. – 11 с.
2. ГОСТ 12248-96. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформативности. – М., 2005. – 56 с.

Siraziev L.F. – candidate of technical sciences, professor
E-mail: siraziev100@mail.ru
Bogdanov R.R. – magister
E-mail: ruslanbogdan@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Experimental researches of deflected mode of double layered soil basis of slab foundation with rigid underlay

Resume

Popular use of slab foundations in big cities has led to the need of developing foundation slabs' design procedures, defining safety margins and foundations' joint deformability with layered ground bases. Experimental studies of slab foundations on layered ground bases were needed to acquire necessary data.

Experimental studies of slab foundations layered ground basis' deflected mode on rigid underlay were conducted. Studies took place in laboratory tray of 1 м3 volume. Double layered ground basis was modeled using clayey soil and sand, slab foundation model's dimensions are 0.4x0.4m. Layers' orders and thicknesses varied in studies conducted, while rigid underlay (bass) remained. Foundation model was loaded using hydraulic jack. As a result of experiment, relative deformations of ground massif and settlements of each layer were acquired. Graphs of ground stresses in each layer and on the border of rigid underlay are presented in the article. As a result of experiments conducted, some conclusions, relating necessity of taking in account nonuniformity of ground, compressed in the range of each layer, were made.

Keywords: slab foundation, layered ground basis, rigid underlay.

References

1. GOST 30416-96. Soils. Laboratory testing. General requirements. – M., 2005. – 11 p.
2. GOST 12248-96. Soils. Laboratory methods for determining the strength and strain characteristics. – M., 2005. – 56 p.

УДК 697.94:621.565.945.2
Аверкин А.Г. – кандидат технических наук, профессор
E-mail:algraw@mail.ru
Еремкин А.И. – доктор технических наук, профессор
E-mail: eremkin@pguas.ru
Родионов Ю.В. – доктор технических наук, профессор
E-mail: dekauto@pguas.ru
Тараканов О.В. – доктор технических наук, профессор
E-mail: zigk@pguas.ru
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Адрес организации: 440028, Россия, г. Пенза, ул. Г. Титова, д. 28

Экспериментальные исследования конвективного теплообмена при охлаждении воздушных потоков различной относительной влажности в оребренном теплообменнике

Аннотация

Приведены результаты экспериментальных исследований по оценке влияния относительной влажности воздушного потока на коэффициент теплоотдачи при его охлаждении в поверхностном оребренном теплообменнике.

Получено регрессионное уравнение, адекватно описывающее конвективный теплообмен при охлаждении воздушных потоков различной относительной влажности. Наибольшее влияние на численное значение коэффициента теплоотдачи оказывает массовая скорость воздушного потока. Значимое влияние на коэффициент теплоотдачи оказывают также относительная влажность воздуха и линейная скорость охлаждаемой воды в трубках теплообменника.

Ключевые слова: эксперимент, оребренный теплообменник, коэффициент теплоотдачи, массовая скорость воздушного потока, относительная влажность воздуха, скорость воды, уравнение регрессии.

В системах вентиляции и кондиционирования воздуха для отбора теплоты от воздушных потоков широко применяют поверхностные теплообменники (воздухоохладители). При конструктивном и поверочном расчетах воздухоохладителей для оценки теплообмена применяют эмпирические формулы [1]:

$$k = A \cdot (rv)^q w^r , \qquad (1)$$

где k – коэффициент теплопередачи, Вт/(м^2·К);

(ρv) – массовая скорость воздуха в канале теплообменника, кг/(м^2·с);

w – линейная скорость охлаждаемой воды, м/с;

A, q, r – коэффициенты, они зависят от конструктивных особенностей теплообменного аппарата: рядности, типа внешнего оребрения и др. (их численные значения приводятся в справочниках и каталогах фирм – производителей теплового оборудования).

Таким образом, в соответствии с ф. 1 интенсивность теплообменного процесса определяется конструктивными параметрами и двумя технологическими величинами (скоростью теплоносителей – воздуха и воды). В то же время фактор влажности воздушной среды (концентрацию водяных паров в воздухе) расчетные зависимости не учитывают.

Для оценки влияния относительной влажности воздуха на конвективный теплообмен при охлаждении воздушных потоков в поверхностном оребренном теплообменнике проведены экспериментальные исследования в лабораторных условиях [2].

Схема экспериментальной установки приведена на рис. 1. Основными элементами являются рекуперативный теплообменник 15 и форсуночная камера 1. В форсуночной камере на стояках закреплено двенадцать механических форсунок 4. Нижняя часть камеры является поддоном 2, который служит для сбора воды. Форсуночная камера при помощи воздуховода 6 соединена с радиальным вентилятором (на рис. 1 не показан).

Расход воздуха в воздуховодах и форсуночной камере регулируется при помощи дроссель-клапана 5. Водяная линия форсуночной камеры состоит из центробежного насоса 8, регулировочного вентиля a_3, манометра 11, ротаметра 10 и перепускного вентиля a_2. При помощи перепускного вентиля регулируется расход воды, подаваемый в форсуночную камеру. Вентиль a_3 служит для регулирования давления в водяной линии. Расход воздуха в воздуховоде измеряется при помощи комбинированного приемника давления 13 с микроманометром 14. Рекуперативный теплообменник 15 соединен с выходным патрубком форсуночной камеры при помощи гибкой полиэтиленовой вставки 16. Гибкая вставка имеет боковой патрубок 17, который служит для ввода внутрь измерительных приборов (психрометра Ассмана, комбинированного прибора «ТКА – ПКМ» [2]). Сверху боковой патрубок герметично закрывается при помощи шнурка.

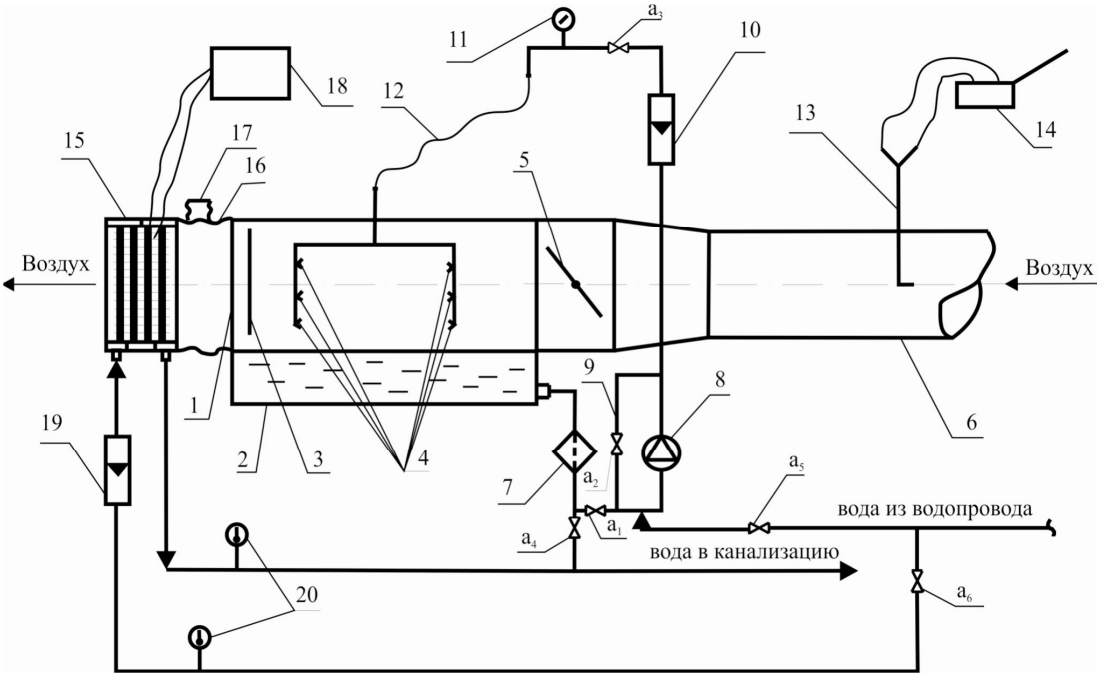


Рис. 1. Схема экспериментального стенда

Рекуперативный теплообменник 15 имеет водяную линию, на которой расположены измерительные приборы: ротаметр 19, стеклянные термометры 20 с ценой деления 0,1 ^{0}С. Теплообменник выполнен двухрядным с наружным оребрением, имеющим вид прямоугольных пластин.

Техническая характеристика теплообменника: коэффициент оребрения – $\eta_р$ = 16,36; живое сечение – $f_в$ = 0,015 м^2; площадь - F = 5,846 м^2; размер трубки – $d_{тр}$ = (9,6 х 0,8) мм.

Установка работает следующим образом. Воздух из помещения радиальным вентилятором подается в форсуночную камеру 1, где увлажняется рециркуляционной водой, распыляемой с помощью механических форсунок 4. Затем воздух через гибкую вставку 16 проходит оребренную поверхность теплообменника 15 и выбрасывается в подсобное помещение. В трубки теплообменника подается вода из водопроводной линии. В результате теплопередачи воздух охлаждается, вода нагревается.

В экспериментальной установке с помощью форсуночной камеры устанавливается необходимая относительная влажность воздушного потока на входе в оребренный теплообменник.

Для определения коэффициента теплоотдачи от воздушного потока к оребренной поверхности теплообменника проведена серия опытов с применением математического метода планирования экспериментов, был реализован план второго порядка Бокса-3 [3].

В качестве независимых переменных (факторов) выбраны следующие режимные параметры теплообменника: массовая скорость воздуха в живом сечении

теплообменника, кг/(м^2·с), – X_1; линейная скорость воды в трубках теплообменника, м/с, – X_2; относительная влажность воздуха на входе в теплообменник, %, – X_3.

Уровни варьирования факторов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Уровни варьирования факторов

Факторы	Уровни варьирования		
	Верхний	Основной	Нижний
X_1 – массовая скорость воздуха, кг/(м^2·с)	12	7	2
X_2 – линейная скорость воды, м/с	1,0	0,55	0,1
X_3 – относительная влажность воздуха, %	90	70	50

В качестве выходной величины – функции отклика – принят коэффициент теплоотдачи от увлажненного воздушного потока к оребренной поверхности теплообменника – *У*. Расчет коэффициента теплоотдачи производился по уравнению Ньютона-Рихмана [4].

Все опыты дублировались и были рандомизированы.

При проведении экспериментов проводились следующие измерения:

● определялось динамическое давление в контрольном сечении (рис. 1) с помощью микроманометра и трубки Пито-Прандтля [5], на его основе вычислялся расход воздуха *G*, кг/с в системе по ф. (2-7):

$$G = L \cdot r\ ; \tag{2}$$

$$r = \frac{353}{t + 273}; \tag{3}$$

$$L = 0{,}785 \cdot d_{\text{В}}^2 n\ ; \tag{4}$$

$$n / v_{\max} = f(\text{Re}_{\max})\,; \tag{5}$$

$$n_{\max} = \sqrt{\frac{2P_d}{r}}\ ; \tag{6}$$

$$P_d = \kappa \cdot g \cdot h\,; \tag{7}$$

здесь L – объемный расход воздуха, м^3/с; ρ – плотность воздуха, кг/м^3; t – температура воздуха на входе в теплообменник, ^{o}С; $d_{\text{В}}$ – внутренний диаметр воздуховода в контрольном сечении воздуховода, м; v – линейная скорость воздуха в контрольном сечении воздуховода, м/с (определяется по ф. 5, исходя из численного значения критерия Рейнольдса при $v_{\max}$ [5]); $v_{\max}$ – максимальная скорость воздуха в контрольном сечении, м/с; P_d – динамическое давление по оси воздушного потока в контрольном сечении, Па;

κ – коэффициент микроманометра; h – отсчет по шкале микроманометра;

● определялась температура воздуха по сухому и мокрому термометру на входе и выходе из теплообменника с помощью психрометров Ассмана;

● определялись параметры воды: расход – с помощью ротаметра РС-5, температуры на входе, выходе из теплообменника – с помощью стеклянных термометров с ценой деления 0,1 ^{o}С;

● определялась температура оребренной поверхности теплообменника со стороны воздушного потока с помощью пяти хромель – копелевых термопар (ХК), которые жестко фиксировались при помощи эпоксидной смолы как на ребрах, так и на боковой поверхности трубок. В качестве вторичного прибора использовался потенциометр типа ФЩЛ 501-14.

На основе данных измерений определялась средняя температура поверхности теплообменника:

$$t_{\text{ср}}^{\text{п}} = \frac{\sum_{i=1}^{5} t_i}{5}; \tag{8}$$

здесь t_i – локальные температуры поверхности стенки в контрольных точках, °С.

Коэффициент теплоотдачи от воздуха к стенке теплообменника определялся по уравнению [3]:

$$a = \frac{q}{t - t_{\text{ср}}^{\text{п}}}, \tag{9}$$

где q – плотность теплового потока, Вт/м^2.

$$q = \frac{Q}{F}; \tag{10}$$

здесь F – площадь наружной поверхности теплообменника, м^2;

Q – тепловой поток, Вт;

$$Q = G \cdot c \cdot (t_{wk} - t_{wн}), \tag{11}$$

где c – удельная теплоемкость воздуха, кДж/(кг·К),

t_{wk}, $t_{wн}$ – температура воды на выходе, входе в теплообменнике, °С, соответственно.

Матрица планирования экспериментов по плану Бокса-3 [5] и результаты ее реализации приведены в табл. 2.

Таблица 2

Матрица планирования экспериментов по плану Бокса-3 и результаты ее реализации

Номер опыта	X_1	X_2	X_3	Функция отклика			s_u^2	$\hat{y}$
				α_1'	α_1''	$\bar{y}$		
1	+	+	+	77,27	88,11	82,69	58,75	79,73
2	–	+	+	30,45	30,03	30,24	0,09	29,77
3	+	–	+	50,20	42,70	46,45	14,06	47,49
4	–	–	+	23,00	21,90	22,45	0,61	23,29
5	+	+	–	47,82	63,70	55,76	126,09	54,93
6	–	+	–	16,55	17,80	17,18	0,77	16,17
7	+	–	–	29,41	15,11	22,26	102,24	22,69
8	–	–	–	8,28	5,28	6,78	4,50	9,69
9	+	0	0	30,78	47,72	39,25	143,48	41,56
10	–	0	0	12,80	11,98	12,39	3,36	10,08
11	0	+	0	39,80	43,55	41,68	6,99	46,91
12	0	–	0	32,39	33,17	32,78	0,30	27,55
13	0	0	+	48,77	42,14	45,45	21,91	46,96
14	0	0	–	30,00	28,56	29,28	1,04	27,76

Здесь α_1', α_1'' – текущие значения коэффициента теплоотдачи в параллельных опытах, Вт/(м^2·К); $\bar{y}$, $\hat{y}$ – средние значения коэффициентов теплоотдачи, Вт/(м^2·К) в опытах и рассчитанные по модели (12); s_u^2 – построчные дисперсии.

На основе регрессионного анализа [5] получено регрессионное уравнение:

$$\hat{y} = 32,47 + 15,74X_1 + 9,68X_2 + 9,60X_3 - 6,65X_1^2 + 4,76X_2^2 + 4,89X_3^2 + 6,44X_1X_2 + 2,80X_1X_3; \quad (12)$$

Уравнение адекватно описывает поверхность отклика при уровне значимости 0,05. Регрессионный анализ показал [3]:

$$F_{ад} = \frac{s^2_{ост}}{s^2\langle\bar{y}\rangle} = \frac{18,22}{17,29} = 1,054 < F_{0,05}(5;14) = 3,0 . \quad (13)$$

Здесь $F_{ад}$ – расчетное значение адекватности; $F_{0,05}(5;14)$ – табличное значение критерия Фишера при уровне значимости 0,05 и числе степеней свободы $f_2 = 5$ и $f_1 = 14$; $s^2_{ост}$ – остаточная дисперсия; $s^2\langle\bar{y}\rangle$ – дисперсия воспроизводимости среднего значения функции.

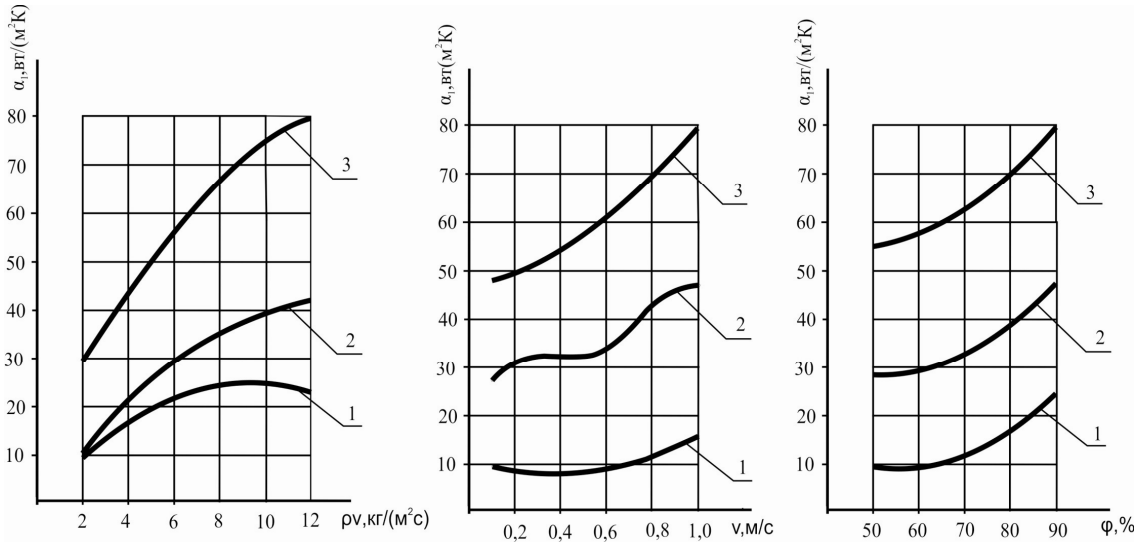
Как видно, все принятые переменные величины оказались значимыми.

Влияние каждого фактора на коэффициент теплоотдачи для наглядности представлено графически. В уравнении 12 два фактора фиксировались на нижнем, на основном, или на верхнем уровне. Полученные зависимости приведены на рис. 2.

Наибольшее влияние на численное значение коэффициента теплоотдачи оказывает массовая скорость воздушного потока.

Видно (рис. 2 а), на основном уровне при увеличении массовой скорости воздуха с 2 до 12 кг/(м^2·с) коэффициент теплоотдачи повысился с 10 до 42 Вт/(м^2·К), что превышает 4-хкратное увеличение; на верхнем уровне повышение коэффициента теплоотдачи составило с 30 до 80 Вт/(м^2·К), т.е. более, чем в 2,6 раза.

Также видно (рис. 2 б), увеличение линейной скорости воды в трубках теплообменника с 0,1 до 1,0 м/с на основном и верхнем уровнях приводило к повышению коэффициента теплоотдачи.



а б в

Рис. 2. Графические зависимости коэффициента теплоотдачи воздушного потока на оребренной поверхности воздухоохладителя: а – от массовой скорости воздуха, б – от линейной скорости воды в трубках теплообменника, в – от относительной влажности воздуха; 1 – на нижнем уровне; 2 – на основном уровне; 3 – на верхнем уровне;

Заметное влияние на коэффициент теплоотдачи воздушного потока к оребренной поверхности оказывала относительная влажность воздуха (рис. 2 в). При ее увеличении с 50 до 90 % в условиях основного уровня α_1 вырос с 28 до 47 Вт/(м^2·К), т.е. повысился в 1,68 раза; на верхнем уровне повышение коэффициента теплоотдачи составило с 55 до 80 Вт/(м^2·К), т.е. 45 %.

На нижнем уровне влияние данных факторов на повышение коэффициента теплоотдачи воздушного потока было слабым, его численное значение соответствует небольшой величине и равнялось 10…23 Вт/(м^2·К).

Приведенный анализ свидетельствует, что все выбранные факторы: массовая скорость воздушного потока на оребренной поверхности, относительная влажность воздуха, линейная скорость воды в трубках воздухоохладителя – обладают эффектом суммации по отношению к коэффициенту теплоотдачи воздушного потока.

Список литературы

1. Кокорин О.Я. Современные системы кондиционирования воздуха: монография. – М.: Физматлит, 2003. – 272 с.
2. Аверкин А.Г. Тепловлажностная обработка воздуха в системах вентиляции и кондиционирования: монография. – Пенза.: ПГУАС, 2011. – 188 с.
3. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии.: учеб. пособие для хим.-технолог. спец. вузов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1985. – 328 с.
4. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи: монография. – М.: Энергия, 1977. – 344 с.
5. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учеб. пособие. – М.: Химия, 1987. – 575 с.

Averkin A.G. – candidate of technical sciences, professor
E-mail:algraw@mail.ru
Eremkin A.I. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: eremkin@pguas.ru
Rodionov Yu.V. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: dekauto@pguas.ru
Tarakanov O.V. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: zigk@pguas.ru
Penza State University of Architecture and Construction
The organization address: 440028, Russia, Penza, G. Titova st., 28

Experimental research of convective heat transfer at cooling air flow of different relative humidity in the finned coil

Resume

The article deals with the results of experimental studies on the effect of relative humidity on the convective heat transfer in the cooling air flow. The laboratory unit is described to create the air flows with a certain content of water vapor in the air current. It is proved that in addition to the well-known factors, enhance finned heat transfer at the boundary surface – air flow mass velocity of the air outside the tube, the linear velocity of the cooling water circulating inside the heat exchange there tubes, is the content of water vapor in the air, in its relative humidity that has a significant influence on the heat transfer coefficient.

The mathematical method of experiment planning is applied, the plan of the second-order Box-3 is implemented.

The mathematical model (regression equation) describing the convective heat transfer in a finned coil surface is developed.

The experimental results have allowed us to estimate the quantitative contribution of the described process parameters and conclude on the effect of summation of these factors under the conditions of forced convective heat transfer.

Keywords: experiment, finned heat exchanger, the heat transfer coefficient, mass air flow rate, relative humidity, water velocity, the regression equation.

References

1. Kokorin O.Ya. Modern air conditioning systems: monograph. Fizmatlit, 2003. – 272 p.
2. Averkin A.G. Heat and air treatment in ventilation and air conditioning: monograph. – Penza.: PGUAS, 2011. – 188 p.
3. Ahnazarova S.L, Kafarov V.V. Methods of optimization experiments in chemical engineering. studies. Manual for him.-technologist. spets. vuzov. 2-nd ed., Revised. and enlarged. – M.: High School, 1985. – 328 p.
4. Mikheev M.A., Mikheeva I.M. Fundamentals of Heat Transfer: monograph. – M.: Energy, 1977. – 344 p.
5. Pavlov K.F., Romankov P.G, Noskov A.A. Examples and problems at the rate of processes and devices of chemical technology. – Moscow: Khimiya, 1987. – 575 p.

УДК 532.5:621.694
Багоутдинова А.Г. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: bagoutdinova@rambler.ru
Нижнекамский химико-технологический институт
Адрес организации: 423570, РТ, г. Нижнекамск, пр. Строителей, 47
Золотоносов Я.Д. – доктор технических наук, профессор
E-mail: zolotonosov@mail.ru
Мустакимова С.А. – ведущий программист
E-mail: mustakim@kgasu.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Моделирование турбулентного течения в прямых пружинно-витых каналах

Аннотация

Работа посвящена математическому моделированию стационарных турбулентных течений вязкой несжимаемой жидкости в пружинно-витых каналах. Разработанная математическая модель основывается на решении осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса, замкнутых при помощи $k-e$ модели турбулентности с учетом характерных особенностей геометрии канала, и может быть использована для оптимизации технологических характеристик и геометрических параметров существующих теплообменных устройств, а также при создании новых перспективных конструкций.

Ключевые слова: турбулентное течение, моделирование, пружинно-витой канал.

Введение

С ростом энергетических мощностей и объема производства все более увеличиваются масса и габариты применяемых теплообменных аппаратов, на изготовление которых расходуется немало средств и материалов. В связи с этим актуальными являются вопросы, связанные со снижением размеров и массы теплообменного оборудования и повышением его эффективности. Одним из перспективных направлений решения этой проблемы является изменение формы и режима движения теплоносителей. В этой связи представляет практический интерес предлагаемый нами класс пружинно-витых каналов [1-4], обладающих высокоэнергетической эффективностью, позволяющих модернизировать и реконструировать существующий парк теплообменной аппаратуры без существенных капитальных затрат.

Однако широкое внедрение подобных аппаратов в производство сдерживается отсутствием надежных данных о гидравлических и тепловых характеристиках пружинно-витых каналов и особенностях протекающих в них процессов. Попытка восполнить имеющийся пробел является предметом настоящих и будущих исследований.

1. Описание геометрии канала и вычисление геометрических характеристик

Рассматриваемый нами канал представляет собой тугую пружину с жестко скрепленными витками [1]. Процесс образования таких каналов может быть реализован путем намотки проволоки произвольного сечения на подложку, выполненную в виде круглого или эллиптического цилиндра. Если намотка плотная, то после микроплазменной или лазерной сварки витков и удаления подложки получается пружинно-витой канал.

В работе [5] рассмотрен общий метод построения поверхностей каналов, образованных движением непрерывной замкнутой кривой $\rho(\varphi)$, вдоль некоторой криволинейной направляющей $\gamma(t)$ (рис. 1).

Если в качестве направляющей кривой выбрать винтовую линию

$$g: x = a\cos t,\ y = a\sin t,\ z = bt,$$

а в качестве образующей – эллипс, с полуосями, равными c и d, то поверхность, вид которой представлен на рис. 2, описывается векторной функцией:

$$\vec{r}(t,j) = x(t,j)\vec{i} + y(t,j)\vec{j} + z(t,j)\vec{k}, \qquad (1)$$

где:

$$x(t,j)=(a-c\cos j)\cos t+\frac{db\sin j\,\sin t}{\sqrt{a^2+b^2}},$$
$$y(t,j)=(a-c\cos j)\sin t+\frac{db\sin j\,\cos t}{\sqrt{a^2+b^2}},$$
$$z(t,j)=bt+\frac{ad\sin j}{\sqrt{a^2+b^2}}.$$

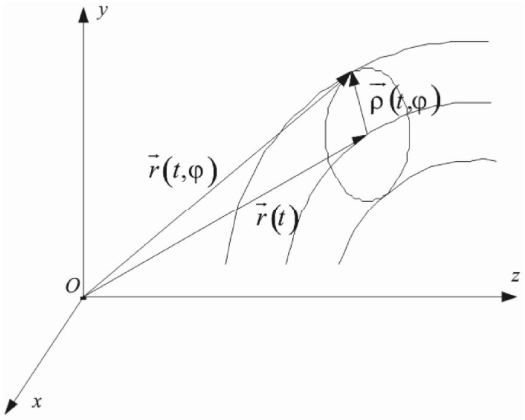


Рис. 1. Схема описания поверхности

Параметр φ задает положение точки на эллипсе ($0 \le \varphi \le 2\pi$), t – положение точки на винтовой линии ($0 \le t \le k\pi$), k – количество витков. Если полуоси эллипса равны, то эллипс трансформируется в окружность. Уравнение поверхности в этом случае записывается в виде (1), где:

$$x(t,j)=(a-R\cos j)\cos t+\frac{bR\sin j\,\sin t}{\sqrt{a^2+b^2}},$$
$$y(t,j)=(a-R\cos j)\sin t+\frac{bR\sin j\,\cos t}{\sqrt{a^2+b^2}},$$
$$z(t,j)=bt+\frac{aR\sin j}{\sqrt{a^2+b^2}}.$$

Эквивалентный диаметр канала можно вычислить по формуле [6]:

$$d_э=4V/S, \qquad (2)$$

где V – объем, S – площадь смоченной поверхности канала.

Площадь внутренней поверхности G, заданной векторной функцией (1), выражается с помощью поверхностного интеграла первого рода:

$$S=\iint_G dG=\iint_{D(t,j)}\left|\frac{\partial \mathbf{r}}{\partial t}\times\frac{\partial \mathbf{r}}{\partial j}\right|dt\,dj, \qquad (3)$$

где координаты (t,j) изменяются в пределах области определения $D(t,j)=\{(t,j)\,|\,0\le t\le kp,\ -p/2\le j\le p/2\}$, а $\frac{\partial \mathbf{r}}{\partial t}\times\frac{\partial \mathbf{r}}{\partial j}$ означает векторное произведение.

Частные производные $\frac{\partial \mathbf{r}}{\partial t}$ и $\frac{\partial \mathbf{r}}{\partial j}$ вычисляются по формулам:

$$\frac{\partial \mathbf{r}}{\partial t}=\frac{\partial x}{\partial t}(t,j)\,\mathbf{i}+\frac{\partial y}{\partial t}(t,j)\,\mathbf{j}+\frac{\partial z}{\partial t}(t,j)\,\mathbf{k}=$$
$$=\left((c\cos j-a)\sin t+\frac{db\sin j\,\cos t}{\sqrt{a^2+b^2}}\right)\mathbf{i}+\left((a-c\cos j)\cos t-\frac{db\sin j\,\sin t}{\sqrt{a^2+b^2}}\right)\mathbf{j}+b\mathbf{k};$$

$$\frac{\partial \mathbf{r}}{\partial j} = \frac{\partial x}{\partial j}(t,j)\mathbf{i} + \frac{\partial y}{\partial j}(t,j)\mathbf{j} + \frac{\partial z}{\partial j}(t,j)\mathbf{k} =$$

$$= \left(c\sin j\,\cos t + \frac{db\cos j\,\sin t}{\sqrt{a^2+b^2}} \right)\mathbf{i} + \left(c\sin j\,\sin t + \frac{db\cos j\,\cos t}{\sqrt{a^2+b^2}} \right)\mathbf{j} + \frac{ad\cos j}{\sqrt{a^2+b^2}}\mathbf{k}.$$

Объем тела, ограниченного замкнутой поверхностью G, определяется с помощью тройного интеграла:

$$V = \iiint_G dxdydz\,. \tag{4}$$

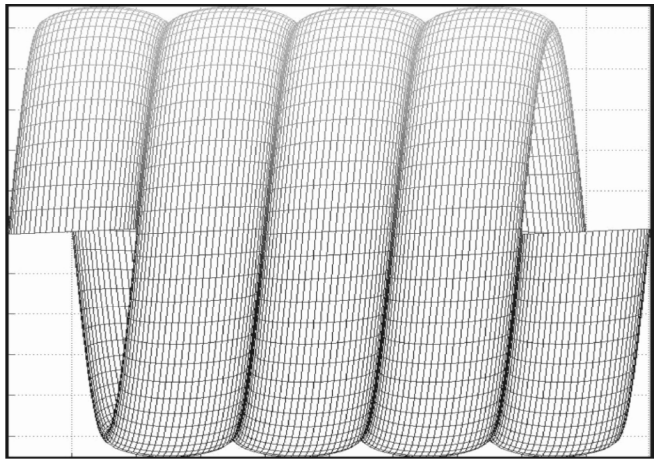


Рис. 2. Поверхность пружинно-витого канала с эллиптическим нормальным сечением

Для упрощения вычисления интеграла (4) выполним замену переменных:

$$x = (r - c\cos j)\cos t + \frac{db\sin j\,\sin t}{\sqrt{r^2+b^2}};$$

$$y = (r - c\cos j)\sin t + \frac{db\sin j\,\cos t}{\sqrt{r^2+b^2}};$$

$$z = bt + \frac{r\,d\sin j}{\sqrt{r^2+b^2}}.$$

Отображение (x, y, z) → (ρ, φ, t) переводит область G в прямоугольный параллелепипед, описываемый неравенствами:

$$d \le r \le a, -\frac{p}{2} \le j \le \frac{p}{2}, 0 \le t \le kp$$

Запишем якобиан отображения:

$$J(r,j,t) = \begin{vmatrix} \cos t + \dfrac{db\,r\sin j\,\sin t}{\sqrt{\left(r^2+b^2\right)^3}} & c\sin j\,\cos t + \dfrac{db\cos j\,\sin t}{\sqrt{r^2+b^2}} & (c\cos j - r)\sin t + \dfrac{db\sin j\,\cos t}{\sqrt{\left(r^2+b^2\right)}} \\ \sin t + \dfrac{db\,r\sin j\,\cos t}{\sqrt{\left(r^2+b^2\right)^3}} & c\sin j\,\sin t + \dfrac{db\sin j\,\cos t}{\sqrt{r^2+b^2}} & (r - c\cos j)\cos t - \dfrac{db\sin j\,\sin t}{\sqrt{r^2+b^2}} \\ \dfrac{b^2 d\sin j}{\sqrt{\left(r^2+b^2\right)^3}} & \dfrac{r\,d\cos j}{\sqrt{r^2+b^2}} & b \end{vmatrix}$$

Интеграл (4) преобразуется к виду:

$$V = \iiint\limits_G dxdydz = \int\limits_d^a \int\limits_{-p/2}^{p/2} \int\limits_0^{kp} \left| J\left(r, j, t\right) \right| d\, r\, d\, j\, dt\,. \tag{5}$$

Полученные интегралы (3), (5) вычисляются приближенно с помощью известных квадратурных формул.

2. Основные уравнения

Процессы турбулентного переноса представляют собой сложное физическое явление, теоретическое изучение которого опирается на основные законы физики, и описываются уравнениями гидродинамики. Основными уравнениями гидродинамики для описания стационарных турбулентных течений являются уравнения Навье-Стокса [8]:

$$r v_j \frac{\partial v_i}{\partial x_j} = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + m \frac{\partial^2 v_i}{\partial x_j \partial x_j}, \tag{6}$$

$$\frac{\partial v_j}{\partial x_j} = 0 \ \left(i = 1,2,3\right). \tag{7}$$

В системе уравнений (6)-(7) и далее подразумевается суммирование по дважды повторяемому в одночленах индексу.

Применяя осреднение по Рейнольдсу, запишем уравнения движения и неразрывности в виде:

$$r \bar{v}_j \frac{\partial \bar{v}_i}{\partial x_j} = -\frac{\partial \bar{p}}{\partial x_i} + m \frac{\partial^2 \bar{v}_i}{\partial x_j \partial x_j} + \frac{\partial}{\partial x_j}\left(-r \overline{v_i' v_j'} \right); \tag{8}$$

$$\frac{\partial \bar{v}_j}{\partial x_j} = 0\,. \tag{9}$$

Система уравнений (8)-(9) является незамкнутой. Для замыкания этих уравнений необходимо использовать модель турбулентности. Несмотря на значительные успехи современных исследователей в вопросах моделирования турбулентности, включая прямое численное моделирование и методы крупных вихрей, до сих пор оптимальной по возможностям использования в инженерных расчетах считается двухпараметрическая дифференциальная модель турбулентности.

Запишем уравнения для турбулентной кинетической энергии k и скорости ее диссипации e [9]:

$$r \bar{v}_j \frac{\partial k}{\partial x_j} = t_{ij} \frac{\partial \bar{v}_i}{\partial x_j} - re + \frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(m + \frac{m_t}{s_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right];$$

$$r \bar{v}_j \frac{\partial e}{\partial x_j} = c_{e1} \frac{e}{k} t_{ij} \frac{\partial \bar{v}_i}{\partial x_j} - c_{e2} r \frac{e^2}{k} + \frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(m + \frac{m_t}{s_e} \right) \frac{\partial e}{\partial x_j} \right];$$

$$m_t = C_m r \frac{k^2}{e};$$

$$t_{ij} = -r \overline{v_i' v_j'} = m_t \left(\frac{\partial \bar{v}_i}{\partial x_j} - \frac{\partial \bar{v}_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} r k d_{ij}\,.$$

Модельные константы:

$$c_{e1} = 1,44;\ c_{e2} = 1,92;\ C_m = 0,09;\ s_k = 1;\ s_e = 1,3\,.$$

$$\bar{v}_j \frac{\partial \bar{v}_i}{\partial x_j} = -\frac{1}{r}\frac{\partial \bar{p}}{\partial x_i} + \frac{m}{r}\frac{\partial^2 \bar{v}_i}{\partial x_j \partial x_j} + \frac{\partial}{\partial x_j}\left[C_m \frac{k^2}{e}\left(\frac{\partial \bar{v}_i}{\partial x_j} - \frac{\partial \bar{v}_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} k d_{ij} \right];\ \frac{\partial \bar{v}_j}{\partial x_j} = 0;$$

$$\bar{v}_j \frac{\partial k}{\partial x_j} = \left[C_m \frac{k^2}{e}\left(\frac{\partial \bar{v}_i}{\partial x_j} - \frac{\partial \bar{v}_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} k d_{ij} \right] \frac{\partial \bar{v}_i}{\partial x_j} - e + \frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\frac{m}{r} + C_m \frac{k^2}{e} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right];$$

$$v_j \frac{\partial e}{\partial x_j} = c_{e1} \frac{e}{k} \left[C_m \frac{k^2}{e}\left(\frac{\partial \bar{v}_i}{\partial x_j} - \frac{\partial \bar{v}_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} k d_{ij} \right] \frac{\partial \bar{v}_i}{\partial x_j} - c_{e2} \frac{e^2}{k} + \frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\frac{m}{r} + C_m \frac{k^2}{s_e e} \right) \frac{\partial e}{\partial x_j} \right].$$

Запишем уравнения в развернутом виде.
Уравнения движения:

$$\bar{v}_1\frac{\partial\bar{v}_1}{\partial x_1}+\bar{v}_2\frac{\partial\bar{v}_1}{\partial x_2}+v_3\frac{\partial\bar{v}_1}{\partial x_3}=-\frac{1}{r}\frac{\partial\bar{p}}{\partial x_1}+\frac{m}{r}\left(\frac{\partial^2\bar{v}_1}{\partial x_1^{\,2}}+\frac{\partial^2\bar{v}_1}{\partial x_2^{\,2}}+\frac{\partial^2\bar{v}_1}{\partial x_3^{\,2}}\right)-\frac{2}{3}\frac{\partial k}{\partial x_1}+$$
$$+C_m\left[\frac{k^2}{e}\left(\frac{\partial^2\bar{v}_1}{\partial x_2^{\,2}}-\frac{\partial^2\bar{v}_2}{\partial x_1\partial x_2}+\frac{\partial^2\bar{v}_1}{\partial x_3^{\,2}}-\frac{\partial^2\bar{v}_3}{\partial x_1\partial x_3}\right)+\left(\frac{\partial\bar{v}_1}{\partial x_2}-\frac{\partial\bar{v}_2}{\partial x_1}\right)\frac{\partial}{\partial x_2}\left(\frac{k^2}{e}\right)+\left(\frac{\partial\bar{v}_1}{\partial x_3}-\frac{\partial\bar{v}_3}{\partial x_1}\right)\frac{\partial}{\partial x_3}\left(\frac{k^2}{e}\right)\right]. \quad (10)$$

$$\bar{v}_1\frac{\partial\bar{v}_2}{\partial x_1}+\bar{v}_2\frac{\partial\bar{v}_2}{\partial x_2}+v_3\frac{\partial\bar{v}_2}{\partial x_3}=-\frac{1}{r}\frac{\partial\bar{p}}{\partial x_2}+\frac{m}{r}\left(\frac{\partial^2\bar{v}_2}{\partial x_1^{\,2}}+\frac{\partial^2\bar{v}_2}{\partial x_2^{\,2}}+\frac{\partial^2\bar{v}_2}{\partial x_3^{\,2}}\right)-\frac{2}{3}\frac{\partial k}{\partial x_2}+$$
$$+C_m\left[\frac{k^2}{e}\left(\frac{\partial^2\bar{v}_2}{\partial x_1^{\,2}}-\frac{\partial^2\bar{v}_1}{\partial x_1\partial x_2}+\frac{\partial^2\bar{v}_2}{\partial x_3^{\,2}}-\frac{\partial^2\bar{v}_3}{\partial x_2\partial x_3}\right)+\left(\frac{\partial\bar{v}_2}{\partial x_1}-\frac{\partial\bar{v}_1}{\partial x_2}\right)\frac{\partial}{\partial x_1}\left(\frac{k^2}{e}\right)+\left(\frac{\partial\bar{v}_2}{\partial x_3}-\frac{\partial\bar{v}_3}{\partial x_2}\right)\frac{\partial}{\partial x_3}\left(\frac{k^2}{e}\right)\right] \quad (11)$$

$$\bar{v}_1\frac{\partial\bar{v}_3}{\partial x_1}+\bar{v}_2\frac{\partial\bar{v}_3}{\partial x_2}+\bar{v}_3\frac{\partial\bar{v}_3}{\partial x_3}=-\frac{1}{r}\frac{\partial\bar{p}}{\partial x_3}+\frac{m}{r}\left(\frac{\partial^2\bar{v}_3}{\partial x_1^{\,2}}+\frac{\partial^2\bar{v}_3}{\partial x_2^{\,2}}+\frac{\partial^2\bar{v}_3}{\partial x_3^{\,2}}\right)-\frac{2}{3}\frac{\partial k}{\partial x_3}+$$
$$+C_m\left[\frac{k^2}{e}\left(\frac{\partial^2\bar{v}_3}{\partial x_1^{\,2}}-\frac{\partial^2\bar{v}_1}{\partial x_1\partial x_3}+\frac{\partial^2\bar{v}_3}{\partial x_2^{\,2}}-\frac{\partial^2\bar{v}_2}{\partial x_2\partial x_3}\right)+\left(\frac{\partial\bar{v}_3}{\partial x_2}-\frac{\partial\bar{v}_2}{\partial x_3}\right)\frac{\partial}{\partial x_2}\left(\frac{k^2}{e}\right)+\left(\frac{\partial\bar{v}_3}{\partial x_1}-\frac{\partial\bar{v}_1}{\partial x_3}\right)\frac{\partial}{\partial x_1}\left(\frac{k^2}{e}\right)\right] \quad (12)$$

Уравнение неразрывности:

$$\frac{\partial\bar{v}_1}{\partial x_1}+\frac{\partial\bar{v}_2}{\partial x_2}+\frac{\partial\bar{v}_3}{\partial x_3}=0\,. \quad (13)$$

Уравнение для турбулентной кинетической энергии:

$$\bar{v}_1\frac{\partial k}{\partial x_1}+\bar{v}_2\frac{\partial k}{\partial x_2}+\bar{v}_3\frac{\partial k}{\partial x_3}=-\frac{2k}{3}\left(\frac{\partial\bar{v}_1}{\partial x_1}+\frac{\partial\bar{v}_2}{\partial x_2}+\frac{\partial\bar{v}_3}{\partial x_3}\right)-\frac{2C_mk^2}{e}\left[\frac{\partial\bar{v}_1}{\partial x_2}\frac{\partial\bar{v}_2}{\partial x_1}+\frac{\partial\bar{v}_1}{\partial x_3}\frac{\partial\bar{v}_3}{\partial x_1}+\frac{\partial\bar{v}_2}{\partial x_3}\frac{\partial\bar{v}_3}{\partial x_2}\right]+$$
$$+C_m\frac{k^2}{e}\left[\left(\frac{\partial\bar{v}_2}{\partial x_1}\right)^2+\left(\frac{\partial\bar{v}_3}{\partial x_1}\right)^2+\left(\frac{\partial\bar{v}_1}{\partial x_2}\right)^2+\left(\frac{\partial\bar{v}_3}{\partial x_2}\right)^2+\left(\frac{\partial\bar{v}_1}{\partial x_3}\right)^2+\left(\frac{\partial\bar{v}_2}{\partial x_3}\right)^2\right]-e+ \quad (14)$$
$$+\left(\frac{m}{r}+C_m\frac{k^2}{e}\right)\left(\frac{\partial^2k}{\partial x_1^{\,2}}+\frac{\partial^2k}{\partial x_2^{\,2}}+\frac{\partial^2k}{\partial x_3^{\,2}}\right)+C_m\left[\frac{\partial k}{\partial x_1}\frac{\partial}{\partial x_1}\left(\frac{k^2}{e}\right)+\frac{\partial k}{\partial x_2}\frac{\partial}{\partial x_2}\left(\frac{k^2}{e}\right)+\frac{\partial k}{\partial x_3}\frac{\partial}{\partial x_3}\left(\frac{k^2}{e}\right)\right].$$

Уравнение скорости диссипации турбулентной кинетической энергии:

$$\bar{v}_1\frac{\partial e}{\partial x_1}+\bar{v}_2\frac{\partial e}{\partial x_2}+\bar{v}_3\frac{\partial e}{\partial x_3}=-c_{e2}\frac{e^2}{k}-c_{e1}\frac{2e}{3}\left(\frac{\partial\bar{v}_1}{\partial x_1}+\frac{\partial\bar{v}_2}{\partial x_2}+\frac{\partial\bar{v}_3}{\partial x_3}\right)+$$
$$+c_{e1}C_mk\left[-2\left(\frac{\partial\bar{v}_1}{\partial x_2}\frac{\partial\bar{v}_2}{\partial x_1}+\frac{\partial\bar{v}_1}{\partial x_3}\frac{\partial\bar{v}_3}{\partial x_1}+\frac{\partial\bar{v}_2}{\partial x_3}\frac{\partial\bar{v}_3}{\partial x_2}\right)+\right. \quad (15)$$
$$\left.+\left(\frac{\partial\bar{v}_2}{\partial x_1}\right)^2+\left(\frac{\partial\bar{v}_3}{\partial x_1}\right)^2+\left(\frac{\partial\bar{v}_1}{\partial x_2}\right)^2+\left(\frac{\partial\bar{v}_3}{\partial x_2}\right)^2+\left(\frac{\partial\bar{v}_1}{\partial x_3}\right)^2+\left(\frac{\partial\bar{v}_2}{\partial x_3}\right)^2\right]+$$
$$+\left(\frac{m}{r}+\frac{C_m}{s_e}\frac{k^2}{e}\right)\left(\frac{\partial^2e}{\partial x_1^{\,2}}+\frac{\partial^2e}{\partial x_2^{\,2}}+\frac{\partial^2e}{\partial x_3^{\,2}}\right)+\frac{C_m}{s_e}\left[\frac{\partial e}{\partial x_1}\frac{\partial}{\partial x_1}\left(\frac{k^2}{e}\right)+\frac{\partial e}{\partial x_2}\frac{\partial}{\partial x_2}\left(\frac{k^2}{e}\right)+\frac{\partial e}{\partial x_3}\frac{\partial}{\partial x_3}\left(\frac{k^2}{e}\right)\right].$$

В качестве условий однозначности для системы уравнений (10)-(15) зададим профили скорости, давления во входном сечении канала, на выходе из канала и граничные условия на стенках:

на входе: все переменные имеют постоянные значения;

на стенках: условия прилипания;

на выходе: «мягкие» условия Неймана.

Решение системы (10)-(15) будем искать в виде:

$$\bar{v}_1 = u_0 F_1(x,y,z),\ \bar{v}_2 = u_0 F_2(x,y,z),$$
$$\bar{v}_3 = u_0 F_3(x,y,z),\ p - p_0 = u_0^2 r P(x,y,z), \qquad (16)$$
$$k = u_0{}^2 K(x,y,z),\ e = u_0 g E(x,y,z),$$

где $x = \frac{x_1}{a}$, $y = \frac{x_2}{a}$, $z = \frac{x_3}{l}$ – безразмерные переменные, $F_1(x,y,z)$, $F_2(x,y,z)$, $F_3(x,y,z)$, $P(x,y,z)$, $K(x,y,z)$, $E(x,y,z)$ – безразмерные функции, g – ускорение свободного падения, u_0 – начальная скорость, a – коэффициент винтовой линии, l – длина канала, d_{eqv} – эквивалентный диаметр канала, $\mathrm{Re} = \frac{u_0 d_{eqv}}{n}$ – число Рейнольдса, $Fr = \frac{u_0{}^2}{g \cdot a}$ – число Фруда.

Подставляя формулы (16) в уравнения (10)-(15), получим безразмерные уравнения.

Уравнения движения:

$$F_1\frac{\partial F_1}{\partial x} + F_2\frac{\partial F_1}{\partial y} + F_3\frac{\partial F_1}{\partial z} = -\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{d_{eqv}}{a\,\mathrm{Re}}\left(\frac{\partial^2 F_1}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 F_1}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 F_1}{\partial z^2}\right) - \frac{2}{3}\frac{\partial K}{\partial x} +$$
$$+C_m Fr\left[\frac{K^2}{E}\left(\frac{\partial^2 F_1}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 F_2}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 F_1}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 F_3}{\partial x \partial z}\right) + \left(\frac{\partial F_1}{\partial y} - \frac{\partial F_2}{\partial x}\right)\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{K^2}{E}\right) + \left(\frac{\partial F_1}{\partial z} - \frac{\partial F_3}{\partial x}\right)\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{K^2}{E}\right)\right]; \qquad (17)$$

$$F_1\frac{\partial F_2}{\partial x} + F_2\frac{\partial F_2}{\partial y} + F_3\frac{\partial F_2}{\partial z} = -\frac{\partial P}{\partial y} + \frac{d_{eqv}}{a\,\mathrm{Re}}\left(\frac{\partial^2 F_2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 F_2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 F_2}{\partial z^2}\right) - \frac{2}{3}\frac{\partial K}{\partial y} +$$
$$+C_m Fr\left[\frac{K^2}{E}\left(\frac{\partial^2 F_2}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 F_1}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 F_2}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 F_3}{\partial y \partial z}\right) + \left(\frac{\partial F_2}{\partial x} - \frac{\partial F_1}{\partial y}\right)\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{K^2}{E}\right) + \left(\frac{\partial F_2}{\partial z} - \frac{\partial F_3}{\partial y}\right)\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{K^2}{E}\right)\right] \qquad (18)$$

$$F_1\frac{\partial F_3}{\partial x} + F_2\frac{\partial F_3}{\partial y} + F_3\frac{\partial F_3}{\partial z} = -\frac{\partial P}{\partial z} + \frac{d_{eqv}}{a\,\mathrm{Re}}\left(\frac{\partial^2 F_3}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 F_3}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 F_3}{\partial z^2}\right) - \frac{2}{3}\frac{\partial K}{\partial z} +$$
$$+C_m Fr\left[\frac{K^2}{E}\left(\frac{\partial^2 F_3}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 F_1}{\partial x \partial z} + \frac{\partial^2 F_3}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 F_2}{\partial y \partial z}\right) + \left(\frac{\partial F_3}{\partial y} - \frac{\partial F_2}{\partial z}\right)\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{K^2}{E}\right) + \left(\frac{\partial F_3}{\partial x} - \frac{\partial F_1}{\partial z}\right)\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{K^2}{E}\right)\right] \qquad (19)$$

Уравнение неразрывности:

$$\frac{\partial F_1}{\partial x} + \frac{\partial F_2}{\partial y} + \frac{\partial F_3}{\partial z} = 0 \qquad (20)$$

Уравнение для турбулентной кинетической энергии:

$$F_1\frac{\partial k}{\partial x} + F_2\frac{\partial k}{\partial y} + F_3\frac{\partial k}{\partial z} = -\frac{2K}{3}\left(\frac{\partial F_1}{\partial x} + \frac{\partial F_2}{\partial y} + \frac{\partial F_3}{\partial z}\right) + \left(\frac{d_{eqv}}{a\,\mathrm{Re}} + C_m Fr\frac{K^2}{E}\right)\left(\frac{\partial^2 K}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 K}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 K}{\partial z^2}\right) +$$
$$-2C_m Fr\frac{K^2}{E}\left[\frac{\partial F_1}{\partial y}\frac{\partial F_2}{\partial x} + \frac{\partial F_1}{\partial z}\frac{\partial F_3}{\partial x} + \frac{\partial F_2}{\partial z}\frac{\partial F_3}{\partial y}\right] +$$
$$+C_m Fr\frac{K^2}{E}\left[\left(\frac{\partial F_2}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial F_3}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial F_1}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial F_3}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial F_1}{\partial z}\right)^2 + \left(\frac{\partial F_2}{\partial z}\right)^2\right] - \frac{E}{Fr} + \qquad (21)$$
$$+C_m Fr\left[\frac{\partial K}{\partial x}\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{K^2}{E}\right) + \frac{\partial K}{\partial y}\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{K^2}{E}\right) + \frac{\partial k}{\partial z}\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{K^2}{E}\right)\right].$$

Уравнение скорости диссипации турбулентной кинетической энергии:

$$F_1\frac{\partial E}{\partial x}+F_2\frac{\partial E}{\partial y}+F_3\frac{\partial E}{\partial z}=-c_{e2}\frac{1}{Fr}\frac{E^2}{K}-c_{e1}\frac{2E}{3}\left(\frac{\partial F_1}{\partial x}+\frac{\partial F_2}{\partial y}+\frac{\partial F_3}{\partial z}\right)+$$
$$+c_{e1}C_m Fr\cdot K\left[-2\left(\frac{\partial F_1}{\partial y}\frac{\partial F_2}{\partial x}+\frac{\partial F_1}{\partial z}\frac{\partial F_3}{\partial x}+\frac{\partial F_2}{\partial z}\frac{\partial F_3}{\partial y}\right)+\right.$$
$$\left.+\left(\frac{\partial F_2}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial F_3}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial F_1}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial F_3}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial F_1}{\partial z}\right)^2+\left(\frac{\partial F_2}{\partial z}\right)^2\right]+ \qquad (22)$$
$$+\left(\frac{d_{eqv}}{a\,\mathrm{Re}}+Fr\frac{C_m}{s_e}\frac{K^2}{E}\right)\left(\frac{\partial^2 E}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 E}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 E}{\partial z^2}\right)+$$
$$Fr\frac{C_m}{s_e}\left[\frac{\partial E}{\partial x}\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{K^2}{E}\right)+\frac{\partial E}{\partial y}\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{K^2}{E}\right)+\frac{\partial E}{\partial z}\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{K^2}{E}\right)\right].$$

Таким образом, система уравнений (17)-(22) с соответствующими граничными условиями представляет собой полную математическую формулировку задачи турбулентного течения вязкой несжимаемой жидкости в прямом пружинно-витом канале.

Заключение

Разработанная математическая модель турбулентного течения вязкой несжимаемой жидкости в пружинно-витом канале позволит установить основные гидродинамические закономерности течения в канале и послужит базой для последующих исследований, а также разработки надежных методов инженерного расчета современной теплообменной аппаратуры с теплообменными элементами в виде пружинно-витых каналов.

Список литературы

1. Золотоносов А.Я., Золотоносов Я.Д. Теплообменный элемент: пат. 64750 на пол. мод. Рос. Федерация. № 2007107173; заявл. 26.02.07; опубл. 10.07.07, Бюл. № 19. – 3 с.
2. Евсеев Е.С., Золотоносов А.Я., Золотоносов Я.Д. Высокоэффективные теплообменные аппараты на базе теплообменных элементов в виде пружинно-витых труб // Тр. Академэнерго, 2008, № 4. – С. 18-33.
3. Антонов С.Ю., Антонова А.В., Золотоносов Я.Д. Определение коэффициента теплопередачи эллиптических пружинно-витых каналов в теплообменных аппаратах // Сб. трудов XVII шк.–семинара молодых ученых и специалистов «Проблемы газодинамики и тепломассообмена в аэрокосмических технологиях». – Жуковский: ЦАГИ, 2009, Т. 1. – С. 280-283.
4. Антонов С.Ю., Антонова А.В., Золотоносов Я.Д. Математическая модель конфигурации эллиптических пружинно-витых каналов теплообменных устройств // Известия КГАСУ, 2009, № 2 (12). – С. 173-178.
5. Багоутдинова А.Г., Золотоносов Я.Д., Мустакимова С.А. Геометрическое моделирование сложных поверхностей пружинно-витых каналов теплообменных устройств // Известия КГАСУ, 2011, № 4 (18). – С. 185-193.
6. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Учеб. пособие для вузов / Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. – Л.: Химия, 1987. – 576 с.
7. Юн А.А. Теория и практика моделирования турбулентных течений. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009.
8. Лойцянский Л.И. Механика жидкости и газа. Изд. 6-е. – М: Наука, 1987.
9. Юн А.А., Крылов Б.А. Расчет и моделирование турбулентных течений с теплообменом, смешением, химическими реакциями и двухфазных течений в программном комплексе Fastest-3D: Учебное пособие. – М.: Изд-во МАИ, 2007. – 116 с.

Bagoutdinova A.G. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: bagoutdinova@rambler.ru
Nizhnekamsk Chemical-Technological Institute
The organization address: 423570, Russia, Nizhnekamsk, Builders st., 47
Zolotonosov Ya.D. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: zolotonosov@mail.ru
Mustakimova S.A. – the leading programmer
E-mail: mustakim@kgasu.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Modelling of turbulent flow in straight line spring-twisted channels

Resume

The article deals with a steady turbulent flow of a viscous incompressible fluid in a twisted spring channel. The surface of this tube is a channel that is used as a taut spring coils is rigidly fastened. The surface of the channel under consideration is described vector-parametric equations derived on the basis of fundamental principles of analysis and differential geometry.

The mathematical model of a viscous incompressible fluid is constructed in the Cartesian coordinate system based on the Reynolds equations, closed by the turbulence model, taking into account the characteristics of the channel geometry. The solution of the resulting system of equations with the boundary conditions will determine the parameters of velocity and pressure in the flow part of the channel and can be used to optimize the technological characteristics and geometric parameters of the existing heat exchangers, as well as creating new and promising designs of heat exchange equipment.

Keywords: turbulent flow, modeling, the spring-twisted channel.

References

1. Zolotonosov A.J., Zolotonosov Ja.D. Heat exchange element: patent 64750 Russian Federation. № 2007107173; It is declared 26.02.07; it is published 10.07.07. The bulletin № 19. – 3 p.
2. Evseev E.S., Zolotonosov A.J., Zolotonosov Ja.D. High-performance heat exchangers based on heat transfer elements in the form of a spring-twisted tubes // Tr. Academenergo, 2008, № 4. – P. 18-33.
3. Antonov S.Ju., Antonova A.V., Zolotonosov Ja.D. Determination of the heat transfer coefficient elliptic spring-twisted channels of heat exchangers. CAGI, Proceedings of the XVII sch.-seminar of Young Scientists and Specialists Problems of Gas Dynamics and Heat and Mass Transfer in aerospace technology. – Zhukovsky: 2009, T. 1. – P. 280-283.
4. Antonov S.Ju., Antonova A.V., Zolotonosov Ja.D. A mathematical model of the configuration of elliptic spring-stranded channel heat exchangers. // News of the. KSUAE, 2009, № 2 (12). – P. 173-178.
5. Bagoutdinova A.G., Zolotonosov Ya.D., Mustakimova S.A. Geometrical modelling of complex surfaces of spring-twisted channels of heat exchangers// News of the KSUAE, 2011, № 4 (18). – P. 185-193.
6. Examples and problems on rate of processes and devices of applied chemistry. Manual for high schools / Pavlov K.F., Romankov P.G., Noskov A.A. – L.: Himija, 1987. – 576 p.
7. Jun A.A. Theory and practice of modelling of turbulent flows. – M.: Knignii dom «Librokom», 2009.
8. Loicanskii L.I. Fluid mechanic. Izd. 6. – M.: Nauka, 1987.
9. Jun A.A., Krilov B.A. Calculation and modelling of turbulent flows with heat exchange, mixture, chemical reactions and two-phase flows in program package Fastest-3D: Manual. – M.: Izd. MAI, 2007. – 116 p.

УДК 671.1 (107,697.03:5(107))
Гилязов Д.Г. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: posohin@kgasu.ru
Валиуллин М.А. – кандидат технических наук, доцент
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Исследование гидравлических сопротивлений приборных узлов из медных труб с трехходовыми и проходными термостатическими клапанами

Аннотация
В современных зданиях применяют вертикальные и горизонтальные системы отопления с использованием унифицированных приборных узлов с обвязкой из медных труб и современной запорно-регулирующей арматурой. В работе экспериментально определяются потери давления в приборных узлах однотрубных систем отопления при различных позициях регулирования расхода теплоносителя трехходовыми и проходными клапанами.
Ключевые слова: приборный узел, медные трубы, термостатический клапан, проходной клапан, приведенный коэффициент местного сопротивления.

В современных зданиях применяют как вертикальные, так и горизонтальные системы отопления. Для эффективной работы этих систем должны быть использованы высокотехнологичные тепловое и насосное оборудования, терморегулирующая арматура и трубы с длительным сроком службы, к которым относятся медные трубы. Кроме того, эти системы должны быть индустриальными, с унифицированными приборными узлами и терморегулирующими клапанами. Применение унифицированных узлов упрощает расчет и ускоряет процесс изготовления трубных заготовок и сборки указанных систем.

Расчет современных приборных узлов с зарубежными термостатическими клапанами по отечественным справочникам либо невозможен, либо не описывает всех исходных данных, позволяющих с пониманием вести необходимые расчеты методом характеристик сопротивления. Выходом из создавшегося положения могут быть экспериментальные исследования, которые позволили бы получить суммарные характеристики унифицированных приборных узлов.

Гидравлическое сопротивление унифицированных приборных узлов складывается из отдельных сопротивлений прямых участков труб, местных сопротивлений элементов узла и сопротивлений термостатических клапанов при различных позициях регулирования.

Потери давления в приборных узлах можно определить по формуле:

$$\Delta P_{узла} = S_{узла} \cdot G^2, \qquad (1)$$

где G – расход воды, кг/ч;

$S_{узла}$ – характеристика гидравлического сопротивления узла, учитывающая потери давления как на трение, так и в местных сопротивлениях, Па/(кг/ч)^2, которая включает в себя характеристики сопротивлений подводок к приборам и замыкающего участка, поэтому их длины не следует учитывать при определении длины этаже-стояка.

Согласно [1]:

$$S_{узла} = P_{уд} \cdot (\frac{l}{d_B} \cdot l + \sum z) = P_{уд} \cdot z_{пр}, \qquad (2)$$

где λ – коэффициент гидравлического трения.

Для медных труб при турбулентном движении, согласно [2, 3]:

$$l = \left\{ \frac{0,5\left[\frac{b}{2} + \frac{1,312(2-b)\lg\frac{3,7\cdot d_B}{K_Э}}{\lg \mathrm{Re}_ф - 1} \right]}{\lg\frac{3,7\cdot d_B}{K_Э}} \right\}^2 . \quad (3)$$

Здесь $\mathrm{Re}_ф = \frac{d_B \cdot V}{u}$ – фактическое число Рейнольдса;

$b = 1 + \frac{\lg \mathrm{Re}_ф}{\lg \mathrm{Re}_{кв}}$ – число подобия режимов течения воды;

$\mathrm{Re}_{кв} = \frac{500 d_B}{K_Э}$ – число Рейнольдса, соответствующее началу квадратичной области гидравлических сопротивлений при турбулентном движении воды;

$K_Э = 1,0 \cdot 10^{-5}$ – коэффициент эквивалентной (равномерно-зернистой) шероховатости, м;

u – кинематическая вязкость воды, м^2/с. При температуре воды $70°C$ $u \cdot 10^6 = 0,415$, м^2/с;

l – длина трубопровода, м;

d_B – внутренний диаметр трубы, м;

$z_{пр}$ – приведенный коэффициент местного сопротивления приборного узла;

z – коэффициент местного сопротивления;

$P_{уд}$ – удельное гидродинамическое давление, возникающее при расходе воды 1кг/ч, Па/(кг/ч)^2, которое определяется как:

$$P_{уд} = \frac{G}{3600^2 \cdot 2p^2 \cdot r \cdot d_B^4} \quad (4)$$

Если при гидравлических расчетах систем отопления принять плотность воды – r постоянной, то в автомодельной области, где имеет место устойчивый турбулентный режим, значения $P_{уд}$, $\frac{l}{d_B}$ и S могут быть определены как постоянные для заданного диаметра труб:

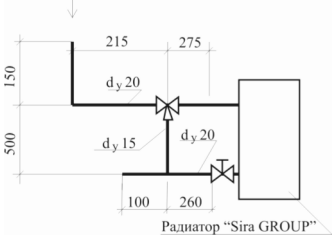
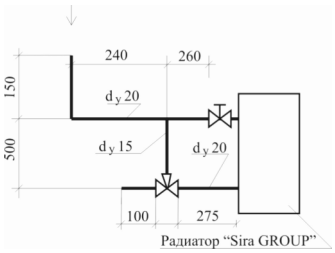
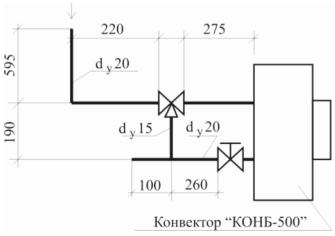
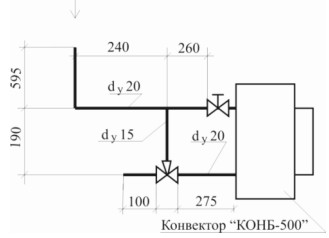
d_B, мм	13	15	20
$P_{уд}$, Па/(кг/ч)^2	$22,86 \cdot 10^{-4}$	$12,8 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$
l/d_B, 1/м	4,6	1,52	1,188
S, Па/(кг/ч)^2	$105,14 \cdot 10^{-4}$	$19,456 \cdot 10^{-4}$	$4,753 \cdot 10^{-4}$

где S – характеристика сопротивления участка трубопровода.

Учитывая тот факт, что приборный узел состоит из нескольких близко расположенных фасонных частей и терморегулирующей арматуры, приведенный коэффициент местного сопротивления $z_{пр}$ узла определяется экспериментальным путем.

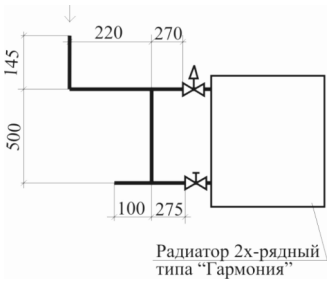
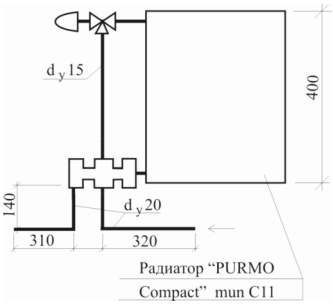
Значения $z_{пр}$ приборных узлов однотрубных систем отопления из медных труб при различных позициях регулирования расхода теплоносителя с использованием трехходовых и проходных клапанов получены экспериментальным методом в лаборатории ТГВ КГАСУ, результаты представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

	Эскиз унифицированного узла	$z_{пр}$ при различных позициях регулирования трехходового термостатического клапана типа «MXO3 3/4 KV4»							
		0	1	3	5	7	9	10	Номера
		0	15	30	45	60	75	90	Градусы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		23,2	26,0	28,0	30,0	26,0	22,5	15,5	
2*		32,3	32,8	33,7	38,0	26,5	18,4	17,14	
3		21,1	23,0	24,0	36,0	22,5	19,0	13,0	
4*		27,43	30,0	31,65	37,49	36,7	20,65	16,66	

*- Трехходовой термостатический клапан работает как смесительный, а в остальных случаях – как распределительный клапан

Таблица 2

	Эскиз унифицированного узла	$z_{пр}$ при различных позициях регулирования проходного клапана с термостатической головкой ГЕРЦ-ДИЗАЙН «МИНИ»						
		*	1	2	3	4	5	Номера
		6,5	12	16	20	24	28	Градусы
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		7,56	7,5	7,3	6,9	6,3	5,5	
2*		183,9	174,88	99,22	83,2	70,5	65,37	
*- Термостатический клапан TS-90 угловой, специальный 1/2×15. Гарнитур подключения ГЕРЦ-2000. Узел подключения с байпасом 1/2×G3/4 (номер заказа 1717301).								

Из таблицы 1 видно, что приведенный коэффициент местного сопротивления приборного узла – $\zeta_{пр}$ зависит от степени открытия трехходового термостатического клапана и от конструкции отопительного прибора. $\zeta_{пр}$ имеет большое значение в том случае, когда ручка трехходового термостатического клапана находится в положении 5, соответствующем 45 градусам.

В этом положении трехходовой термостатический клапан выполняет как распределительную, так и смесительную функции. Однако, значение приведенного коэффициента местного сопротивления приборного узла $\zeta_{пр}$ становится больше в том случае, когда настройка клапана соответствует выполнению смесительной функции, что должно быть учтено при определении потерь давления в приборных узлах из медных труб.

Таким образом, на основе проведенных исследований представляется возможность определить потери давления в унифицированных приборных узлах с трехходовыми и проходными термостатическими клапанами фирмы «Herz».

Список литературы

1. Богословский В.Н., Крупнов Б.А., Сканави А.Н. и др. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. ч. 1 Отопление / Под редакцией И.Г. Староверова и Ю.И. Миллера – 4-е изд. переработ. и доп. – М.: Стройиздат, 1990. – 344 с.
2. СП 40-108-2004. Проектирование и монтаж внутренних систем водоснабжения и отопления зданий из медных труб. – М.: ФГУП ЦПП, 2005. – 31 с.
3. Ганс Росс. Гидравлика систем водяного отопления, 5-е изд. – СПб.: Питер, 2009. – 365 с.

Gulyazov D.G. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: posohin@kgasu.ru
Valiullin M.A. – candidate of technical sciences, associate professor
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Study of hydraulic resistance of heating appliances made of copper tubes with three-way faucets and thermostatic valves

Resume

Modern heating systems have ever-changing thermal conditions during operation. New standards of design, solutions, materials and construction of pipes and shut-off and control valves used today in heating systems are developing these complex dynamic systems. In these circumstances the experts and designers must possess a variety of data and specific applications of modern control valves used in standardized units from pipes of different materials and properties. The calculating method for one-pipe heating systems based on the characteristics of the unit's resistance is not adequately provided with the experimental data and can be used only for steel pipes. Meanwhile, various types of pipes have different mechanical, hydraulic and operational characteristics, which have different effects on the processes of hydrodynamics and the distribution of heat flow in the heating system. A significant influence on these processes is provided by using of thermostatic valves of various designs and heating appliances of foreign firms.

The present paper performs the results of experimental determination of the reduced resistance coefficient of heating appliances with the copper pipes. The test results are given at the different positions of flow controlling armatures with using of three-way valves and one-way valves, produced by the «Hertz» company. These data are important for designers and experts in the field of heating.

Keywords: heating appliance, copper pipes, thermostatic valve, pass valve, reduced coefficient of local resistance.

References

1. Bogoslovskij V.N., Krupnov B.A., Skanavi A.N. and others. Internal sanitary-engineering systems. In three parts. Part 1. Heating / Edited by I.G. Staroverov and Y. Miller, 4-th ed., enlarged and revised edition. – Moscow: Stroiizdat, 1990. – 344 p.
2. SP 40-108-2004. Design and installation of internal water supply and heating systems made of copper pipes. – Moscow: FGUCPP, 2005. – 31 p.
3. Hans Ross. Hydraulics of water heating systems. 5-th ed. – St.-Petersburg: Peter, 2009. – 365 p.

УДК 532.5:621.694
Хайруллин М.Р. – аспирант
E-mail: marat.khairullin@gmail.com
Золотоносов Я.Д. – доктор технических наук, профессор
E-mail: zolotonosov@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Сопряженная задача теплообмена при течении степенной жидкости во вращающемся канале «конфузор-диффузор» овального сечения

Аннотация

В работе рассмотрены особенности реодинамики и теплообмена при течении аномально-вязкой жидкости во вращающемся канале «конфузор-диффузор» овального сечения аппарата типа «труба в трубе». Построена математическая модель сопряженной задачи теплообмена на базе полных уравнений движения, энергии, неразрывности и теплопроводности стенок канала с учетом начальных распределений скорости, давления, температуры на входе в канал и на выходе из него, и граничных условий на стенках канала.

Ключевые слова: реодинамика, сопряженная задача теплообмена, аномально-вязкая жидкость, канал овального сечения.

Вопросам исследования течения вязкой жидкости (ньютоновских сред) жидкости во вращающихся круглых каналах посвящено значительное число работ [1]. Однако в настоящее время в литературе отсутствуют работы, касающиеся исследования процесса течения аномально-вязкой жидкости во вращающихся вокруг своей оси каналах типа «конфузор-диффузор» овального сечения, позволяющих обеспечивать интенсивные процессы теплообмена.

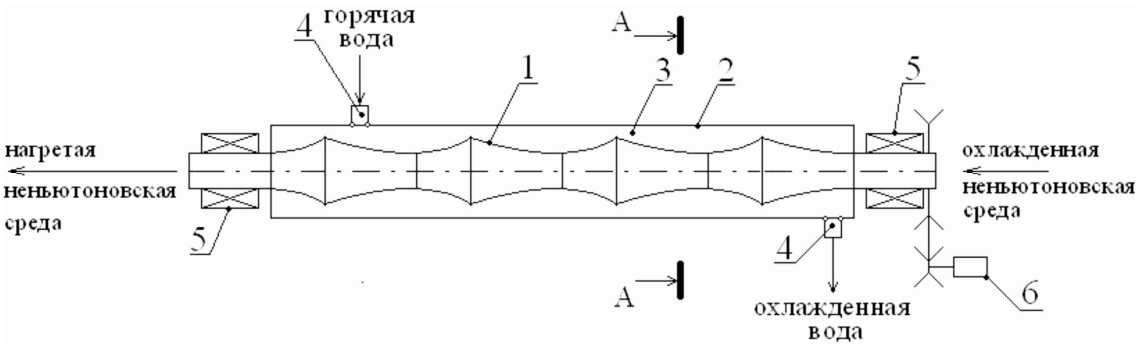


Рис. 1. Аппарат для проведения процесса теплообмена:
1 – вращающийся канал; 2 – неподвижный канал; 3 – межтрубное пространство; 4 – патрубки; 5 – подшипники; 6 – электродвигатель

В качестве модельной среды нами рассмотрены водные растворы карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ), кривые течения которых хорошо описываются в широком диапазоне изменения температур «степенным» законом Освальда-де-Вилла $\phi=k\dot{\varepsilon}^n$, реологические константы и теплофизические характеристики которых представлены в таблице 1 [2, 3].

Структура потока при течении аномально-вязкой среды в круглой трубе, вращающейся вокруг своей оси, имеет ряд специфических особенностей. После входа среды во вращающуюся трубу стенки сообщают закрутку только периферийным частицам среды. Но в связи с высокой консистенцией вращательное движение быстро распространяется на частицы, расположенные ближе к оси. И на незначительном удалении от входа весь поток вращается вместе с трубой по закону твердого тела. В этом случае циркуляция жидкости в

поперечном сечении круглой трубы «подавляется», а процесс теплообмена от стенки к жидкости и далее в ядро потока осуществляется в основном теплопроводностью.

Таблица 1

Реологические константы и теплофизические характеристики раствора КМЦ

Концентрация Na-КМЦ, % масс.	Т, К	n	k, Па·с	Ср,Дж/кг·К	л,Вт/м·К	$a \cdot 10^7$,$м^2/с$
4	293	4,66	4,42	4082,13	0,461	1,115
	313	0,510	2,63	4090,08	0,511	1,242
	333	5,54	1,77	4081,76	0,522	1,276
	353	0,601	1,19	4111,44	0,415	1,017
8	293	0,344	3,244	3916,33	0,456	1,086
	313	0,364	2,829	3935,59	0,493	1,180
	333	0,384	2,379	3945,22	0,474	1,149
	353	0,404	1,423	3969,51	0,336	0,820
11	293	0,335	8,316	3840,27	0,486	1,134
	313	0,354	5,374	3858,55	0,527	1,232
	333	0,374	5,291	3874,05	0,515	1,209
	353	0,394	5,009	3900,84	0,378	0,892
15	293	0,325	38,367	3775,24	0,496	1,134
	313	0,344	26,971	3784,87	0,531	1,232
	333	0,364	17,118	3792,82	0,539	1,209
	353	0,384	14,854	3814,59	0,380	0,892
25	293	0,213	96,352	3709,09	0,505	1,085
	313	0,231	46,719	3722,07	0,544	1,175
	333	0,268	40,81	3735,46	0,522	1,134
	353	0,287	27,226	3776,49	0,368	0,800

В связи с этим для интенсификации процесса теплообмена в канале нами предложено проточную часть конфузорно-диффузорной трубы выполнить в форме овала (рис. 2) [4], что при вращении создает градиент центробежного давления на осях овала, поддерживая вихревую структуру течения и интенсифицируя теплообмен.

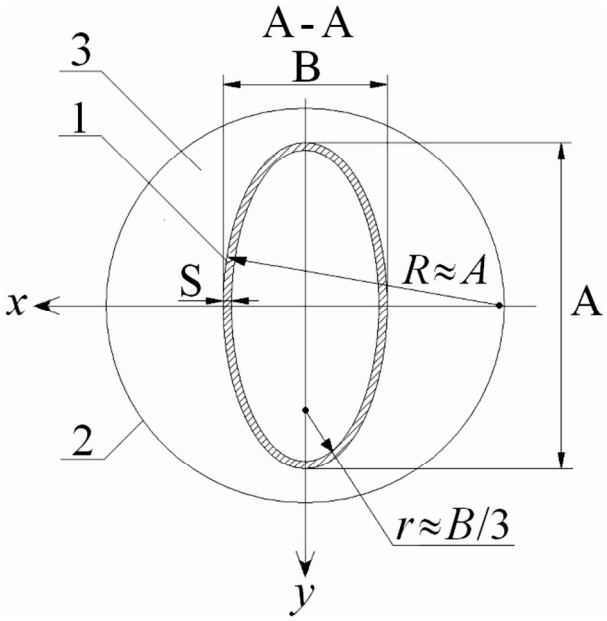


Рис. 2. Радиальное сечение трубы:
1 – вращающийся канал; 2 – неподвижный канал; 3 – межтрубное пространство

Для сравнения рассмотрим геометрические размеры труб овального сечения (рис. 2), представленные в таблице 2 [3]:

Функцию, определяющую овальный профиль сечения трубы, с большой осью A, малой осью B, можно представить в виде геометрического места точек 4 дуг окружностей с центрами в точках $(0; A–B/2)$, $(0; B/2–A)$, $(x_B; 0)$, $(-x_B; 0)$ и радиусами A, A, $A/2–x_B$, $A/2–x_B$ соответственно:

$$F_{спр}(x)=\begin{cases}\pm\left(\sqrt{A^2-x^2}-(A-B/2)\right), & |x|<x_{сопр}\\ \pm\sqrt{\left(A/2-x_B\right)^2-\left(x+x_B\right)^2}, & x\le -x_{сопр}\\ \pm\sqrt{\left(A/2-x_B\right)^2-\left(x-x_B\right)^2}, & x\ge x_{сопр}\end{cases} \quad (1)$$

где $x_{сопр}$ $(x_{сопр}>0)$ – точка сопряжения кривых y_A и y_B; x_B $(x_B>0)$ – абсцисса центра дуги окружности y_B.

Таблица 2

Размеры труб и справочные величины

Размеры, мм [5]		Расчетные коэффициенты уравнения (2), мм		Площадь сечения, см^2	
A	B	K_1	K_2	Справочные значения	Расчетные значения
6	3	2.1060	0.9813	0,1453	0,1454
8	4	1.1846	0.9813	0,2583	0,2585
10	5	0.7582	0.9813	0,4035	0,4040
12	4	-0.6638	0.9966	0,3540	0,3532
	6	0.5265	0.9813	0,5811	0,5817
14	7	0.3868	0.9813	0,7909	0,7918
15	5	-0.4248	0.9966	0.5532	0.5519
18	6	-0.2950	0.9966	0.7965	0.7947
	8	0.1474	0.9798	1.1412	1.1418
	9	0.2340	0.9813	1.3074	1.3088

Неизвестные $x_{сопр}$ и x_B находим, как решения системы уравнений:

$$\begin{cases}y_A(x_{сопр})=y_B(x_{сопр}),\\ (y_A)'_x\big|_{x_{сопр}}=(y_B)'_x\big|_{x_{сопр}},\end{cases}$$

где $y_A=\sqrt{A^2-x^2}-(A-B/2)$, $y_B=\sqrt{\left(A/2-x_B\right)^2-\left(x-x_B\right)^2}$.

Выведем математическое выражения для уравнения овала, как уравнение эллипса, с корректирующим коэффициентом в виде многочлена $K_1x^2+K_2$, где K_1 и K_2 – коэффициенты, характеризующие сжатие и вытягивание овала:

$$F_{рас}(x) = \pm(K_1x^2 + K_2)\sqrt{(B/2)^2 - (B/A)^2 x^2}\ . \quad (2)$$

Ввиду симметричности формы овала (рис. 2), достаточно рассмотреть отрезок [*0;A/2*] для нахождения неизвестных коэффициентов K_1 и K_2. Зададим сетку разбиения отрезка [*0; A/2*] с шагом *h=A/(2(n-1))*:

$$x_i = \frac{A(i-1)}{2(n-1)}, \quad (3)$$

где n – число точек разбиения отрезка.

Последовательно подставляя точки $(x_i;\ F_{спр}(x_i))$ в уравнение (2), получим систему уравнений для нахождения неизвестных коэффициентов K_1 и K_2:

$$\begin{cases} K_1x_1^2 + K_2 = \dfrac{F_{спр}(x_1)}{G(x_1)}; \\ \quad\mathbf{K}\,\mathbf{K} \\ K_1x_i^2 + K_2 = \dfrac{F_{спр}(x_i)}{G(x_i)}; \\ \quad\mathbf{K}\,\mathbf{K} \\ K_1x_n^2 + K_2 = \dfrac{F_{спр}(x_n)}{G(x_n)}, \end{cases} \quad (4)$$

где $G(x) = \sqrt{(B/2)^2 + (B/A)^2 x^2}$.

При n=2 коэффициенты определятся единственным образом. При *n>2* система (4) становится переопределенной, и ее решение находится методом наименьших квадратов.

Используя справочные значения из таблицы 2, в общем каноническом виде уравнение осевого сечения трубы (рис. 3) можно записать следующим образом:

$$\frac{x^2}{\bar{A}^2} + \frac{y^2}{\bar{B}^2} = 1, \quad (5)$$

где $\bar{A}$=A/2; $\bar{B}$=B/2$\cdot\left(K_1x^2 + K_2\right)$; $K_2 \neq 0$.

В частном случае, при $K_1=0$ и $K_2=1$, уравнение (5) становится уравнением эллипса с большой осью *A* и малой – *B*.

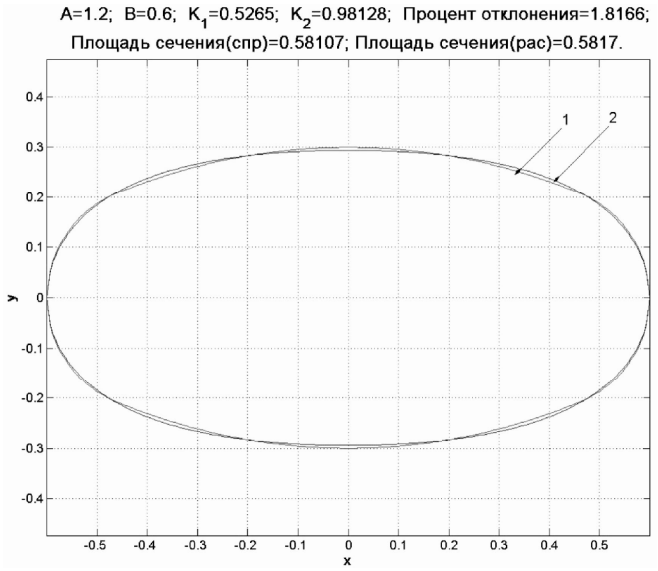


Рис. 3. Графики функций: 1 – $F_{рас}(x)$, 2 – $F_{спр}(x)$

Из данных таблицы 2 и рис. 3 следует, что расчетные значения, полученные из уравнения (2), имеют максимальный процент отклонения от справочных значений менее 2 %, а уравнение (5) является математическим описанием овала с допустимой погрешностью менее 2 %.

Развитие течения степенной жидкости во вращающейся трубе овального сечения будем рассматривать в цилиндрической системе координат *(r, ц, z)*, где нулевое значение радиальной координаты совпадает с осью трубы, координаты *z* – с входным сечением, а угловой координаты *ц* – с радиальным сечением трубы. Тогда уравнения движения, неразрывности и теплопроводности для течения аномально-вязкой жидкости в трубе запишутся в виде [6-9].

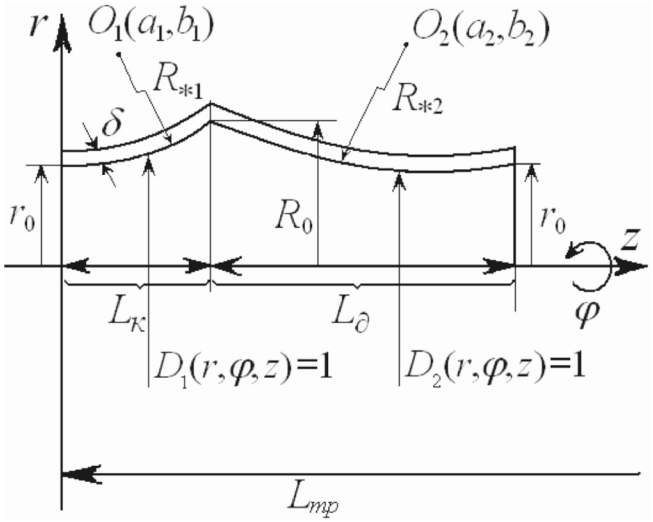


Рис. 4. Фрагмент системы диффузор-конфузор в цилиндрической системе координат

$$
\begin{cases}
V_r\dfrac{\partial V_r}{\partial r}+V_z\dfrac{\partial V_r}{\partial z}-\dfrac{V_j^2}{r}=-\dfrac{1}{r}\dfrac{\partial p}{\partial r}+\dfrac{k}{r}\left[A^{n-1}\left(\dfrac{\partial^2 V_r}{\partial r^2}+\dfrac{\partial^2 V_r}{\partial z^2}+\dfrac{1}{r}\dfrac{\partial V_r}{\partial r}-\dfrac{V_r}{r^2}\right)+2\dfrac{\partial V_r}{\partial r}\cdot\dfrac{\partial A^{n-1}}{\partial r}+\right.\\
\left.+\left(\dfrac{\partial V_z}{\partial r}+\dfrac{\partial V_r}{\partial z}\right)\cdot\dfrac{\partial A^{n-1}}{\partial z}\right];\\
V_r\dfrac{\partial V_j}{\partial r}+V_z\dfrac{\partial V_j}{\partial z}-\dfrac{V_r V_j}{r}=-\dfrac{1}{r\,r}\dfrac{\partial p}{\partial j}+\dfrac{k}{r}\left[A^{n-1}\left(\dfrac{\partial^2 V_j}{\partial r^2}+\dfrac{\partial^2 V_j}{\partial z^2}+\dfrac{1}{r}\dfrac{\partial V_j}{\partial r}-\dfrac{V_j}{r^2}\right)+\right.\\
\left.+\left(\dfrac{\partial V_j}{\partial r}-\dfrac{V_j}{r}\right)\cdot\dfrac{\partial A^{n-1}}{\partial r}+\dfrac{\partial V_j}{\partial z}\cdot\dfrac{\partial A^{n-1}}{\partial z}\right];\\
V_r\dfrac{\partial V_z}{\partial r}+V_z\dfrac{\partial V_z}{\partial z}-\dfrac{V_j^2}{r}=-\dfrac{1}{r}\dfrac{\partial p}{\partial z}+\dfrac{k}{r}\left[A^{n-1}\left(\dfrac{\partial^2 V_z}{\partial r^2}+\dfrac{\partial^2 V_z}{\partial z^2}+\dfrac{1}{r}\dfrac{\partial V_z}{\partial r}\right)+2\dfrac{\partial V_z}{\partial z}\cdot\dfrac{\partial A^{n-1}}{\partial z}+\right.\\
\left.+\left(\dfrac{\partial V_z}{\partial r}+\dfrac{\partial V_r}{\partial z}\right)\cdot\dfrac{\partial A^{n-1}}{\partial r}\right];\\
\dfrac{\partial V_r}{\partial r}+\dfrac{V_r}{r}+\dfrac{\partial V_z}{\partial z}=0;\\
V_r\dfrac{\partial T}{\partial r}+V_z\dfrac{\partial T}{\partial z}=a\left(\dfrac{\partial^2 T}{\partial z^2}+\dfrac{\partial^2 T}{\partial r^2}+\dfrac{1}{r}\dfrac{\partial T}{\partial r}\right)+\dfrac{k}{r\,c}A^{n+1};\\
\dfrac{\partial^2 T_c}{\partial z^2}+\dfrac{\partial^2 T_c}{\partial r^2}+\dfrac{1}{r}\dfrac{\partial T_c}{\partial r}=0;
\end{cases}
\qquad (6)
$$

Условия однозначности системы (6) заданы начальным распределением скорости, давления, температуры на входе в канал и на выходе из него, и граничными условиями на стенках канала.

• Условия на входе в канал $z=0$:

для скорости: $V_r=0;\ V_u,\ =0;\ V_z=u_0$; для температуры жидкости $T=T_0$; для температуры стенки $T_c=T_0$;

• Условия на выходе из канала $z=L_{mp}$:

для скорости: $V_r=0;\ V_j=0;\ V_z=u_m\frac{(3n+1)}{(n+1)}(1-x^2-h^2)$, где $x=\frac{r\cos j}{\bar{A}}$, $h=\frac{r\sin j}{\bar{B}}$, $\bar{B}=B/2\cdot\left(K_1(r\cos j)^2+K_2\right)$, $\bar{A}=A/2$, $u_m=\frac{Q}{S_{сеч}}$; для температуры жидкости $\frac{\partial T}{\partial z}=0$; для температуры стенки $\frac{\partial T_c}{\partial z}=0$.

• Граничные условия при $0<z<L_{mp}$:

– Условие на границе жидкости и внутренней стенки $D_i(r,j,z)=1$:

Для скорости: $V_r=0;V_j=wr;V_z=0;$

Для температуры четвертого рода: $T=T_c;\ l\frac{\partial T}{\partial r}=l_c\frac{\partial T_c}{\partial r}$

– Условие на границе внешней стенки и жидкости третьего рода $D_i(r,j,z)=1\left(A:=A+2d;B:=B+2d;i=1,2\right)$:

$$l_c\frac{\partial T_c}{\partial r}=a_{ж}\left(T_{ж}-T_c\right),$$

где $D_i(r,j,z):=\left(\frac{r\cos j}{R_i(z)}\right)^2+\left(\frac{r\sin j}{B/A\cdot R_i(z)\left(K_1r^2\cos^2 j+K_2\right)}\right)^2=1$ – уравнение боковой поверхности трубы (рис. 2), $R_i(z)=-\sqrt{R_{*i}^2-(z-a_i)^2}+b_i$, R_{*i} – радиус дуги окружности, (a_i,b_i) – координаты центра дуги окружности, по которой построен профиль твердой стенки канала, i = 1 – для диффузора, i = 2 – для конфузора; u_0 – начальная скорость; p_0 – начальное давление; $ш$ – угловая скорость вращения трубы; V_r, V_u, V_z – радиальная, окружная, осевая составляющие скорости; a – коэффициент температуропроводности среды, T – температура жидкости; T_c – температура стенки канала; c – удельная теплоемкость; T_B – температура горячей воды; c – плотность среды; k – характеристика консистентности среды; n – индекс течения, A – интенсивность скоростей деформации:

$$A=\left[2\left(\frac{\partial v_r}{\partial r}\right)^2+2\left(\frac{v_r}{r}\right)^2+2\left(\frac{\partial v_z}{\partial z}\right)^2+\left(\frac{\partial v_j}{\partial r}-\frac{v_j}{r}\right)^2+\left(\frac{\partial v_j}{\partial z}\right)^2+\left(\frac{\partial v_z}{\partial r}-\frac{\partial v_r}{\partial z}\right)^2\right]^{1/2}. \qquad (7)$$

Решение системы (6) будем искать в виде:

$$\begin{aligned} &v_r=u_0f(r,j,z);\quad v_j=wrG(r,j,z);\quad V_z=u_0H(r,j,z);\\ &p=ru_0^2P(r,j,z)+p_0;\quad t=T_0\cdot T(r,j,z);\ q=T_0\cdot T_c(r,j,z); \end{aligned} \qquad (8)$$

Введем в уравнения движения, энергии и теплопроводности стенок канала безразмерные переменные и параметры:

$$\bar{z}=z/L_{mp};\quad \bar{r}=r/R_0;\quad \bar{R}=R_0/L_{mp};\quad \bar{R}=d_э/R_0;\quad \bar{u}=\frac{u_m}{u_0};\quad \bar{A}=\frac{\bar{A}}{R_0};\quad \bar{B}=\frac{\bar{B}}{R_0}; \qquad (9)$$

где L_{mp} – длина трубы; R_0 – входной радиус конфузора; $d_э$ – эквивалентный диаметр трубы.

Тогда краевая задача для безразмерных составляющих скорости, давления, температуры среды и стенок канала примет вид:

$$\begin{cases} f\dfrac{\partial f}{\partial \bar r}+\bar R H\dfrac{\partial f}{\partial \bar z}-\left(\dfrac{N}{R}\right)^2\bar r G^2+\dfrac{N}{R}G\dfrac{\partial f}{\partial j}=-\dfrac{\partial P}{\partial \bar r}+\dfrac{R^n}{\mathrm{Re}}\left[\bar A_0^{n-1}\left(\dfrac{\partial^2 f}{\partial \bar r^2}+\bar R^2\dfrac{\partial^2 f}{\partial \bar z^2}+\dfrac{1}{\bar r}\dfrac{\partial f}{\partial \bar r}-\dfrac{f}{\bar r^2}\right)+\right. \\ \left.+2\dfrac{\partial f}{\partial \bar r}\dfrac{\partial \bar A_0^{n-1}}{\partial \bar r}+\dfrac{\partial \bar A_0^{n-1}}{\partial \bar z}\left(\dfrac{\partial H}{\partial \bar r}+\bar R\dfrac{\partial f}{\partial \bar z}\right)\right]; \\ f\left(2G+\bar r\dfrac{\partial G}{\partial \bar r}\right)+\bar r\bar R H\dfrac{\partial G}{\partial \bar z}=-\dfrac{1}{\bar r}\dfrac{R}{N}\dfrac{\partial P}{\partial j}+\dfrac{R^n}{\mathrm{Re}}\left[\bar A_0^{n-1}\left(3\dfrac{\partial G}{\partial \bar r}+\bar r\dfrac{\partial^2 G}{\partial \bar r^2}+\bar r\bar R\dfrac{\partial^2 G}{\partial \bar z^2}\right)+\right. \\ \left.+\dfrac{\partial \bar A_0^{n-1}}{\partial \bar r}\dfrac{\partial G}{\partial \bar r}+\bar r\bar R\dfrac{\partial \bar A_0^{n-1}}{\partial \bar z}\dfrac{\partial G}{\partial \bar z}\right]; \\ \dfrac{\partial f}{\partial \bar r}+\dfrac{f}{\bar r}+\bar R\dfrac{\partial H}{\partial \bar z}=0; \\ f\dfrac{\partial t}{\partial \bar r}+\bar R H\dfrac{\partial t}{\partial \bar z}=\dfrac{1}{Pe}\left(\dfrac{\partial^2 T}{\partial \bar z^2}+\dfrac{1}{\bar r}\dfrac{\partial t}{\partial \bar r}+\dfrac{\partial^2 t}{\partial \bar r^2}\right)+\dfrac{R^n\bar T}{\mathrm{Re}}\bar A_0^{n+1}; \\ \dfrac{\partial^2 q}{\partial \bar r^2}+\bar R^2\dfrac{\partial^2 q}{\partial \bar z^2}+\dfrac{1}{\bar r}\dfrac{\partial q}{\partial \bar r}=0, \end{cases} \tag{10}$$

с граничными условиями:

$$\begin{aligned} &\bar z=0: && f=0;\ G=0;\ H=1;\ t=1;\ q=1; \\ &\bar z=1: && f=0;\ G=0;\ H=\bar u\frac{(3n+1)}{(n+1)}(1-\bar x^2-\bar h^2), \\ & && \text{где } \bar x=\frac{\bar r\cos j}{A},\ \bar h=\frac{\bar r\sin j}{B};\ \frac{\partial t}{\partial z}=0;\ \frac{\partial q}{\partial z}=1; \\ &0<\bar z<1: \\ &\text{g}\quad D_i(R_0\bar r,j,L_{mp}\bar z)=1: && f=0;\ G=1;\ H=0;\ t=q;\ l\frac{\partial t}{\partial \bar r}=l_c\frac{\partial q}{\partial \bar r}; \\ &\text{g}\quad D_i(R_0\bar r,j,L_{mp}\bar z)=1\ (A=A+2d;\ B=B+2d;\ i=1,2): && \frac{\partial q}{\partial \bar r}=-Bi(q_{ж}-q_c), \end{aligned} \tag{11}$$

где

$$\bar A_0^{n-1}=\left[2\left(\frac{\partial f}{\partial \bar r}\right)^2+2\left(\frac{f}{\bar r}\right)^2+2\left(\frac{\partial H}{\partial \bar r}\right)^2+\left(\frac{N}{R}\frac{\partial G}{\partial \bar z}\right)^2+\left(\frac{\partial H}{\partial \bar r}+\bar R\frac{\partial f}{\partial \bar z}\right)^2\right]^{(n-1)/2};$$

$\mathrm{Re}=\dfrac{r u_0^{2-n}d_э^n}{k}$ – число Рейнольдса; $N=\dfrac{w d_э}{u_0}$ – число закрутки;

$Pe=\dfrac{u_0R_0}{a}$ – число Пекле; $Bi=\dfrac{a R_0}{l_c}$ – число Био.

Заключение

Разработана сопряженная задача теплообмена при течении аномально-вязкой жидкости типа Освальда-де-Виля во вращающемся канале «конфузор-диффузор» овального сечения.

Численная реализация полученной математической модели позволит определить поле скоростей, давления и температур при течении неньютоновских сред в каналах конфузорно-диффузорного типа и уточнить методику инженерного расчета теплообменного оборудования для нагрева сред с широкими реологическими свойствами.

Список обозначений

A – интенсивность скоростей деформации; a – коэффициент температуропроводности, м^2; c – удельная теплоемкость, Дж/(кг·К); $д$ – толщина стенки канала, м; k – характеристика консистентности среды, Па·с; $L_{тр}$ – общая длина канала типа «конфузор-диффузор», м; $L_к$ – длина элемента типа конфузор, м; $L_д$ – длина элемента типа диффузор, м; R_{*i} – радиус дуги окружности диффузора $(i=1)$, конфузора $(i=2)$, м; r_0, R_0 – наименьший и наибольший радиусы канала типа «конфузор-диффузор», м; $d_э$ – эквивалентный диаметр трубы, м; N – число закрутки; n – индекс течения; p – статистическое давление, Па; Pe – число Пекле; Re – критерий Рейнольдса; T – температура нагреваемой среды, К; T_c – температура стенки канала, К; $T_ж$ – температура жидкости, К; V_r, $V_ц$, V_z – радиальная, окружная, осевая составляющие скорости течения, м/с; $б_ж$ – коэффициент теплоотдачи жидкости, Вт/(м^2·К); $л$ – коэффициент теплопроводности среды, Вт/(м·К); $л_c$ – коэффициент теплопроводности стенки, Вт/(м·К); $с$ – плотность, кг/ м^3; $ш$ – угловая скорость вращения, с$^{-1}$.

Список литературы

1. Щукин В.К. Теплообмен и гидродинамика внутренних потоков в полях массовых сил. – М.: Машиностроение, 1970. – 240 с.
2. Бахаева Т.Н., Золотоносов А.Я. Экспериментальные исследования температуропроводности водных растворов карбоксиметилцеллюлозы // Известия вузов. Проблемы энергетики, 2008, № 3-4. – С. 131-133.
3. Бахаева Т.Н., Золотоносов Я.Д., Золотоносов А.Я. Экспериментальные исследования реологических свойств карбоксиметилцеллюлозы методом ротационной вискозиметрии // Известия вузов. Проблемы энергетики, 2006, № 7-8. – С. 111-114.
4. Золотоносов А.Я. Патент на полезную модель РФ №90887 МПК F28D 7/00; 11/04 Аппарат для проведения процесса теплообмена №2009138855/22; заявл. 20.10.09; опубл. 10.03.10. Бюл. № 7.
5. Явнилович Е.А. Трубы стальные, чугунные и баллоны. – М.: Металлургия, 1966. – 371 с.
6. Золотоносов Я.Д. // Известия вузов. Химия и химическая технология, 2002, т. 45, вып. 5. – С. 3-16.
7. Шульман З.П., Зальцгендлер Э.А., Глеб В.К. Сопряженная задача конвективного теплопереноса в рекуперативных теплообменниках с неньютоновским теплоносителем // Сборник «Теплообмен», 1978. – С. 464-475.
8. Мидлман С. Течение полимеров. – М.: Мир, 1971. – 259 с.
9. Смольский Б.М., Шульман З.П., Гориславич В.М. Реодинамика и теплообмен нелинейно вязкопластичных материалов. – Минск: Наука и техника, 1972.

Khairullin M.R. – post-graduate student
E-mail: marat.khairullin@gmail.com
Zolotonosov Ya.D. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: zolotonosov@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaia st.,1

Conjugate heat transfer problem in the flow of power-law fluid in the rotating «confuser-diffuser» channel with oval section

Resume

In this work we considered features of the reodynamics in the flow of abnormal-viscous fluid in the rotating «confuser-diffuser» channel with oval section of the apparatus of the type

«pipe in pipe». On the basis of the complete equations of motion, continuity, energy and thermal conductivity of the channel walls was built mathematical model of conjugate heat transfer problem with the initial distributions of velocity, pressure, temperature at the channel entrance and exit, and the boundary conditions on the channel walls. The subsequent development of a mathematical model of conjugate heat transfer in rotating confuser-diffuser channels oval cross section and its numerical implementation will determine the values of velocities and pressures in the flow part of the channel. Also it will be possible to outline the main directions in the development of engineering methods for calculating heat transfer equipment for the heating of non-Newtonian environment.

Keywords: reodynamics, conjugate heat transfer problem, abnormal-viscous fluid, channel with oval section.

References

1. Shchukin. Heat transfer and hydrodynamics of internal flows in the field of mass forces. – M: Mechanical Engineering, 1970. – 240 p.
2. Bahaeva T.N., Zolotonosov A.Ya. Experimental studies of thermal diffusivity of aqueous solutions of carboxymethyl cellulose // News of high schools. Problems of energy, 2008, № 3-4. – P. 131-133.
3. Bahaeva T.N., Zolotonosov Ya.D., Zolotonosov A.Ya. Experimental studies of the rheological properties of carboxymethyl cellulose by rotational viscometry // News of high schools. Problems of energy, 2006. № 7-8. – P. 111-114.
4. Zolotonosov A.Ya. Patent for useful model RF №90887 MPK F28D 7/00; 11/04 Apparatus for leading heat transfer process №2009138855/22; declar.20.10.09; publish. 10.03.10. Bul. № 7.
5. Yavnilovich E. Steel pipes, iron and cylinders. – M.: Metallurgy, 1966. – 371 p.
6. Zolotonosov Ya.D. // News of high schools. Chemistry and chemical technology, 2002, v. 45, iss. 5. – P. 3-16.
7. Shulman Z.P., Zaltsgendler E.A., Gleb V.K. The conjugate problem of convective heat transfer in a recuperative heat exchangers with Newtonian heat-transfer agent // Collection of heat transfer, 1978. – P. 464-475.
8. Midlman C. The flow of polymers. – M.: Mir, 1971. – 259 p.
9. Smolsky B.M., Shulman Z.P., Gorislavich V.M. Reodynamics and heat transfer of non-linear viscoplastic materials. – Minsk: Science and technology, 1972.

УДК 691.542
Камалова З.А. – кандидат технических наук, профессор
Смирнов Д.С. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: Denis27111974@yandex.ru
Рахимов Р.З. – доктор технических наук, профессор
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Сопротивление теплопередаче стен с сыпучим теплоизоляционным материалом на основе древесных опилок

Аннотация

В статье рассмотрен опыт решения проблем по энергосбережению зданий и сооружений за счет использования эффективных теплоизоляционных материалов в стране и за рубежом. Приводится теплотехнический расчет ограждающих конструкций жилых зданий эконом-класса. В расчетах использованы разработанные авторами статьи составы сыпучих теплоизоляционных материалов на основе древесных опилок. Произведен расчет стационарного температурного поля в ограждении. Установлено ограничение температуры и конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающей конструкции. Рассчитан влажностный режим ограждающих конструкций. Проведена проверка ограждающей конструкции на воздухопроницаемость.

Ключевые слова: сыпучая теплоизоляция, древесные опилки, теплопроводность, ограждающие конструкции, теплотехнический расчет.

Анализ опыта различных стран в решении проблемы энергосбережения показывает, что одним из наиболее эффективных путей ее решения является сокращение потерь тепла через ограждающие конструкции зданий, сооружений, промышленного оборудования, тепловых сетей. В этой связи обращает на себя внимание интенсивное развитие во многих странах промышленности теплоизоляционных материалов. В некоторых странах, таких, например, как Швеция, Финляндия, Германия, США и других, объем выпуска теплоизоляционных материалов на душу населения в 5-7 раз превышает этот показатель для холодной России [1, 2, 3].

Расчеты показывают, что потребность только жилищного сектора строительства в эффективных утеплителях в 2011 году может составить 25-30 млн. $м^3$ и должна быть удовлетворена, в основном, за счет отечественных материалов. Вместе с тем, установленные (проектные) мощности страны по всем видам теплоизоляционных материалов оцениваются в 17-18 млн. $м^3$ в год [1, 2].

В связи с широким развитием индивидуального строительства жилых домов эконом-класса в нашей стране расширилась потребность в доступных и дешевых теплоизоляционных материалах. Одной из широко применяемых разновидностей теплоизоляционных материалов с давних времен являются древесные опилки. Неоспоримое достоинство опилок – низкая цена, экологичность и технологичность в использовании. Недостатком является способность уплотняться со временем, в результате чего теплоизоляция на их основе утрачивает свои первоначальные характеристики. Кроме того, опилки подвержены гниению.

Авторами статьи разработаны составы сыпучих материалов на основе опилок с добавками гипса, извести и антисептических компонентов. Полученный теплоизоляционный материал лишен ранее перечисленных недостатков. Основной областью его возможного применения являются малоэтажные здания каркасного типа, в качестве конструктивных элементов каркаса в которых используется древесина.

В данной работе приводится теплотехнический расчет ограждающих конструкций с использованием разработанного материала оптимального состава. Техническое решение конструкции наружных стен представлено на рисунке. Для полученных составов проведен теплотехнический расчет ограждающих конструкций. Теплотехнический расчет [4] включает определение толщины теплоизоляционного слоя. В данной статье приводятся результаты для

сыпучего теплоизоляционного материала. Проектирование наружных ограждений построено на принципах ограничения количества тепла, теряемого ограждением в отопительный период, и поддержания на внутренней поверхности наружного ограждения температуры, при которой на внутренней поверхности не образуется конденсат.

Теплотехнический расчет начинаем с определения расчетного сопротивления теплопередаче R_0 основной части конструкции ограждения. Необходимым условием является $R_0 \geq R_{reg}$, где R_{reg} – минимально допустимое по санитарно-гигиеническим соображениям сопротивление теплопередаче, принимаемое по табл. 4 [5].

Это условие является необходимым, но недостаточным, т.к. при определении R_0 следует учитывать технико-экономические показатели. Если приведенное сопротивление теплопередаче из условий энергосбережения $R_{пр}^{эн} \geq R_{reg}$, то расчетное сопротивление следует определять по условию $R_0 \approx R_{пр}^{эн}$. В этом случае R_0 больше минимально допустимого R_{reg} и целесообразно в экономическом отношении. Зная R_0 ограждения, необходимо проверить теплозащитные свойства отдельных элементов ограждающих конструкций (стыков, наружных углов, теплопроводных включений и др.). Необходимым и достаточным условием данного расчета является отсутствие конденсата на внутренней поверхности рассматриваемого элемента конструкции.

Для расчета теплопотерь и тепловых условий в помещении следует рассчитывать и приведенное сопротивление теплопередаче $R_0^{пр}$ ограждения, которое учитывает двухмерность температурного поля.

Для этого предварительно рассчитываем градусо-сутки отопительного периода (D_d) [5] по формуле:

$$D_d = (t_{int} - t_{ht})Z_{ht},$$

где t_{int} = +22°С – расчетная температура воздуха внутри помещения, принимается по СНиП 23-01-99 [6]; t_{ht} = –32°С – расчетная зимняя температура наружного воздуха для Казани, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки с коэффициентом обеспеченности 0,92 [3]; Z_{ht} = 215 сут/год – продолжительность отопительного периода [6]. Таким образом $D_d = 5848$.

Далее определяем минимально приведенное сопротивление теплопередаче R_{reg} м^2°С /Вт ограждающих конструкций здания, исходя из условий энергосбережений [5]:

$$R_{reg} = 3{,}5\ м^2°C/Вт$$

Рассчитываем толщину теплоизоляционного слоя в конструкции ограждения $\delta_{из}$, используя выражение:

$$d_{из} = l_{из}\left(R_0 - \frac{1}{a_{\text{int}}} - \sum_{i=1}^{k} R_i - \frac{1}{a_{ext}}\right)$$

где $\sum_{i=1}^{k} R_i$ – сумма сопротивлений теплопроводности конструктивных слоев ограждения:

– для сосновой доски принимаем $R_1 = 0{,}13\ м^2°C/Вт$ (при теплопроводности 0,18 Вт/м°С);

– для ориентировано стружечной плиты (ОСП) принимаем $R_2 = 0{,}045\ м^2°C/Вт$ (при теплопроводности 0,2 Вт/м°С);

– для гипсокартона $R_3 = 0{,}05\ м^2°C/Вт$ (при теплопроводности 0,18 Вт/м°С);

– α_{int} = 8,7 Вт/м^2°С – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения [5];

– α_{ext} = 23 Вт/м^2°С – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждения [5].

Теплопроводность материала определяли с учетом фактической влажности, которая на момент испытаний составила 28 %, а в сухом состоянии после предварительной сушки в первом случае коэффициент теплопроводности составил $\lambda_{из}$ = 0,2 Вт/м °С, во втором $\lambda_{из}$ = 0,08 Вт/м °С.

Подставляя значения в формулу, получаем необходимую толщину теплоизоляционного слоя – $\delta_{из}$ = 25 см для сухого материала. Термическое сопротивление изоляционного слоя $R_4 = 3{,}125\ м^2°C/Вт$.

Действительное термическое сопротивление ограждающей конструкции составило $R_0 = 3{,}51\ м^2°C/Вт$. Таким образом, $R_0 > R_{reg}$, что отвечает требованиям.

При стационарном режиме теплопередачи через ограждение температура в любой плоскости определяется по формуле:

$$t_x = t_{\text{int}} - \frac{t_{\text{int}} - t_{ext}}{R_0} R_{\text{int}-x}, ^{\circ}C$$

где R_{int-x} – сумма термических сопротивлений части конструкций от внутренней поверхности ограждения до рассматриваемой плоскости, $м^2°C/Вт$; $R_0 = 3{,}51$ $м^2°C/Вт$ термическое сопротивление ограждающей конструкции. Тогда:

$$t_{x1} = 22 - \frac{22+32}{3{,}51} \cdot 0{,}115 = 22 - 15{,}38 \cdot 0{,}115 = 20{,}23\,^{\circ}C$$

t_{x2} = 22 – 15,38 · (0,115 +0,05) = 19,46 °С
t_{x3} = 22 – 15,38 · (0,115 + 0,05 +0,045) = 18,77 °С
t_{x4} = 22 – 15,38 · (0,115 +0,05+ 0,045 + 3,125) = –29,3 °С
t_{x5} = 22 – 15,38 · (0,115 + 0,05 + 0,045 + 3,125 + 0,13) = –31,3 °С

График распределения температур представлен на рисунке.

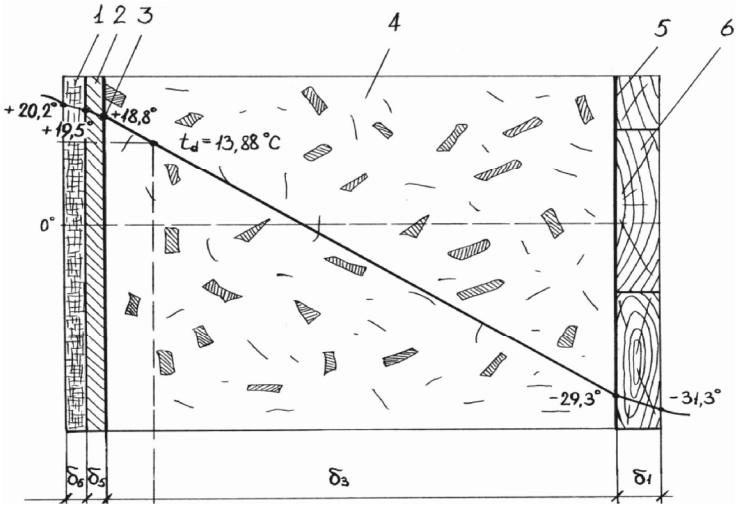


Рисунок. Конструкция наружной стены. График распределения температур.
1. гипсокартон; 2. ОСП; 3. пароизоляция (полиэтилен); 4. теплоизоляция (опилки);
5. ветроизоляция (изоспан А); 6. доска сосновая

Расчетный температурный перепад Δt_0 между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин Δt_n, установленных в табл. 5 [5], и определяется по формуле:

$$\Delta t_n = 4°C$$

$$\Delta t_0 = \frac{n \cdot (t_{\text{int}} - t_{ext})}{R_0 \cdot a_{\text{int}}}$$

где n = 1 – коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху [2]. Подставляя значения в формулу, получим:

$$\Delta t_0 = \frac{1 \cdot (22+32)}{3{,}51 \cdot 8{,}7} = 1{,}79\ ^{\circ}C$$

$\Delta t_0 < \Delta t_n$ условие выполнено.

Температура точки росы t_d при значении расчетной температуры внутреннего воздуха t_{int} = 22 °С и расчетной относительной влажности воздуха в помещении j_{int} = 60 % [5] составляет $t_d = 13{,}88$ °С.

Температура внутренней поверхности стены t_{x1} = 20,23 °*C*. Таким образом, $t_d < t_{x1}$. Следовательно, конденсации влаги на внутренней поверхности стены не будет.

Сопротивление паропроницанию ограждающей конструкции R_{vp} ($м^2$чПа/мг в пределах от внутренней поверхности и до плоскости возможной конденсации (слой утеплителя) определяют как сумму сопротивлений паропроницанию отдельных материальных слоев ограждения по формуле:

$$R_{up} = \sum \frac{d_i}{m_i}$$

где d_i – толщина *i*-го слоя, м; m_I – расчетный коэффициент паропроницаемости материала *i*-го слоя, *мг/мчПа*.

Определяем сопротивления паропроницанию для различных слоев ограждения:

– доска сосновая: μ = 0,06 *мг/мчПа*, δ_1 = 0,024 *м*, R_{vp1} = 0,4 $м^2$*чПа/мг;*

– ветроизоляция (изоспан А): R_{vp2} = 7 $м^2$*чПа/мг;*

– теплоизоляция (опилки): μ = 0,45 *мг/мчПа*, δ_3 = 0,25 *м*,R_{vp3} = 0,55 $м^2$*чПа/мг;*

– пароизоляция (полиэтилен): R_{vp4} = 7,3 $м^2$*чПа/мг;*

– *ОСП*: μ = 0,12 *мг/мчПа*, δ_5 = 0,009 *м*, R_{vp5} = 0,075 $м^2$*чПа/мг;*

– гипсокартон: μ = 0,075 *мг/мчПа*, δ_6 = 0,009 *м*, R_{vp6} = 0,12 $м^2$*чПа/мг;*

Тогда, R_{vp} = 0,12+0,075+7,3+0,55 = 8,045 $м^2$*чПа/мг.*

Согласно [2] найденное значение сопротивления паропроницанию R_{xp} должно быть не менее наибольшего из двух нормируемых сопротивлений паропроницанию – R_{up1}^{reg} и R_{up2}^{reg}.

Нормируемое сопротивление паропроницанию R_{up1}^{reg} из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации определяется по формуле:

$$R_{up1}^{reg} = \frac{(e_{\text{int}} - E) \cdot R_{up}^{B}}{(E - e_{ext})},$$

где e_{int} – парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, Па;

$$e_{\text{int}} = \frac{j_{\text{int}}}{100} \cdot E_{\text{int}},$$

E_{int} = 2644 Па – парциальное давление насыщенного водяного пара воздуха помещения при расчетной температуре t_{int} = +22°С внутреннего воздуха [7];

e_{ext} = 450 Па – среднее парциальное давление водяного пара за годовой период [5];

R_{up}^{B} – сопротивление паропроницанию части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью и плоскостью возможной конденсации (для сосны поперек волокон μ = 0,06 *мг/мчПа*).

$$R_{up}^{B} = \frac{d}{m} = \frac{0{,}024}{0{,}06} = 4 м^2 чПа / мг$$

j_{int} = 60 % – относительная влажность воздуха в помещении [5].

$$e_{\text{int}} = \frac{60}{100} \cdot 2664 = 1586 МПа$$

Находим продолжительность зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов года *(z)*, а также соответствующие им средние температуры *(t_{ext})* [3]:

– Зимний период z_1 = *4* месяца $t_{ext}^{1} = -10{,}9$ °*C*;

– Весенне-осенний период z_2 = *3* месяца $t_{ext}^{2} = +3{,}3$ °*C*;

– Летний период z_3 = *5* месяца $t_{ext}^{3} = +15{,}4$ °*C*.

Температуру в плоскости возможной конденсации вычисляем по формуле:

$$t_{n-x} = t_{\text{int}} - \frac{t_{\text{int}} - t_{ext}}{R_k} \cdot \Sigma R_{\text{int}-x}, \text{ °C}$$

$\Sigma R_{int\text{-}x}$ = 0,115+0,05+0,045+3,125=3,335 $м^2$°*C/Вт*

где R_k – термическое сопротивление ограждающей конструкции с последовательно расположенными однородными слоями, $м^2$°*C/Вт.*

$$R_k = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 0,05+0,045+3,125+0,13 = 3,35\ м^2°C/Вт.$$

Тогда, для зимнего периода:

$$t_{n-x} = 22 - \frac{22+10,9}{3,35} \cdot 3,335 = -10,75\ °C$$

в соответствии с приложением С [4] определяем упругость насыщенного водяного пара:

$$E_1 = 240\ МПа$$

для весенне-осеннего периода:

$$t_{n-x} = 22 - \frac{22-3.3}{3,35} \cdot 3,335 = +3,39\ °C$$

$$E_2 = 780\ МПа$$

для летнего периода:

$$t_{n-x} = 22 - \frac{22-15,4}{3,35} \cdot 3,335 = +15,43\ °C$$

$$E_3 = 1750\ МПа$$

Определяем парциальное давление насыщенного водяного пара в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации:

$$E = \frac{(E_1 z_1 + E_2 z_2 + E_3 z_3)}{12} = \frac{240 \cdot 4 + 780 \cdot 3 + 1750 \cdot 5}{12} = 1004\ МПа$$

Подставляя полученные значения в исходную формулу, определяем R_{up1}^{reg}:

$$R_{up1}^{reg} = \frac{(1586-1004) \cdot 4}{(1004-450)} = 4,2\ м^2чПа/мг$$

Нормируемое сопротивление паропроницанию R_{up2}^{reg} определяем из условия ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными месячными температурами наружного воздуха и рассчитываем по формуле:

$$R_{up2}^{reg} = \frac{0,0024 \cdot z_0 \cdot (e_{\text{int}} - E_0)}{r_w \cdot d_w \cdot \Delta W_{aJ} + h},$$

где $z_0 = 156$ *сут.* – продолжительность периода влагонакопления, принимается равной периоду с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха [6].

Средняя температура наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами составляет $t_0^{ext} = -8,7\ °C$, которой соответствует среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами $e_0^{ext} = 291\ МПа$.

Среднюю температуру наружного воздуха в плоскости возможной конденсации вычисляем по ранее приведенной формуле:

$$t_{n-x} = 22 - \frac{22+8,7}{3,35} \cdot 3,335 = -8,56\ °C$$

$E_0 = 295\ Па$ – парциальное давление водяного пара в плоскости возможной конденсации [4]; η – коэффициент, определяемый по формуле:

$$h = \frac{0,0024 \cdot (E_0 - e_0^{ext}) \cdot z_0}{R_{up}^B} = \frac{0,0024 \cdot (295-291) \cdot 156}{4} = 0,374,$$

где $r_w = 300\ кг/м^2$ – плотность материала увлажняемого слоя; $d_w = 0,25\ м$ – толщина увлажняемого слоя (слоя утеплителя); $\Delta W_{a\vartheta} = 3\ \%$ – предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в материале увлажняемого слоя, за период влагонакопления $z_0 = 156$ *сут.*[5].

Подставляя значения в формулу, получим:

$$R_{up2}^{reg} = \frac{0,0024 \cdot 156 \cdot (1586-295)}{300 \cdot 0,25 \cdot 3 + 0,374} = 2,14\ м^2чПа/мг$$

Наибольшее из двух нормируемых сопротивлений паропроницанию меньше сопротивления паропроницанию ограждающей конструкции, что отвечает требованиям.

$$R_{up1}^{reg} = 4,2\ м^2чПа/мг < R_{vp} = 8,045\ м^2чПа/мг.$$

При проверке ограждения на воздухопроницание сравниваются величины нормируемого R_{inf}^{reg} ($м^2 ч \cdot Па/кг$) и фактического R_{inf}^{des}, ($м^2 ч \cdot Па/кг$) сопротивления воздухопроницанию.

Определяем нормируемое сопротивление воздухопроницанию R_{inf}^{des}:

$$R_{\text{inf}}^{des} = \frac{\Delta P}{G_n},$$

где G_n = 0,5 $кг/м^2 \cdot ч$ – нормативная проницаемость ограждающей конструкции [2]; ΔP – разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций определяем по формуле:

$$\Delta P = 0{,}55 \cdot H \cdot (\gamma_{ext} - \gamma_{int}) + 0{,}03 \cdot \gamma_{ext} \cdot v^2,$$

где $H = 10$ $м$ – высота здания (от уровня пола первого этажа до верха вытяжной шахты), $м$; $v = 7{,}5$ $м/с$ – максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, повторяемость которых составляет 16 % и более [3]; γ_{ext}, γ_{int} – плотность $Н/м^3$, соответственно, наружного и внутреннего воздуха, определяемая по значению их температуры по формуле:

$$g = \frac{3463}{273 + t}$$

Тогда

$$g_{ext} = \frac{3463}{273 - 32} = 14{,}37 \ Н/м^3, \ g_{\text{int}} = \frac{3463}{273 + 22} = 11{,}74 \ Н/м^3$$

$$\Delta P = 0{,}55 \cdot 10 \cdot (14{,}37 - 11{,}74) + 0{,}03 \cdot 14{,}37 \cdot 7{,}5^2 = 14{,}465 + 24{,}25 = 38{,}715 \ Па$$

$$R_{\text{inf}}^{reg} = \frac{38{,}715}{0{,}5} = 77{,}43 м^2 \ ч \cdot Па/кг$$

Фактическое сопротивление воздухопроницанию конструкции R_{inf}^{des} находим по формуле:

$$R_{\text{inf}}^{des} = \Sigma Ru_i$$

Сопротивление воздухопроницанию для различных слоев ограждения Ru, $м^2 \ ч \cdot Па/кг$ определяем по СНиП II-3-79*:

доска сосновая	$Ru_1 = 1{,}5 \ м^2 \ ч \cdot Па/кг;$
ветроизоляция (изоспан А)	$Ru_2 > 2000 \ м^2 \ ч \cdot Па/кг;$
теплоизоляция (опилки)	$Ru_3 = 0;$
пароизоляция (полиэтилен)	$Ru_4 > 2000 \ м^2 \ ч \cdot Па/кг;$
ОСП	$Ru_5 = 3{,}3 \ м^2 \ ч \cdot Па/кг;$
гипсокартон	$Ru_6 = 20 \ м^2 \ ч \cdot Па/кг;$
обои	$Ru_7 = 20 \ м^2 \ ч \cdot Па/кг;$

$$R_{\text{inf}}^{des} > 4000 \ м^2 \ ч \cdot Па/кг$$

Сравнивая полученные значения $R_{\text{inf}}^{des} > R_{\text{inf}}^{reg}$, делаем вывод о том, что ограждающая конструкция отвечает требованиям по воздухопроницанию.

Таким образом, в результате проведенных расчетов установлено, что применение разработанного материала в качестве теплоизоляции в ограждающих конструкциях позволяет обеспечить все теплотехнические характеристики здания при толщине стены не более 26 см. Как было установлено ранее, минимально приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций здания, исходя из условий энергосбережений для нашего региона, составляет $R_{reg} = 3{,}5$ $м^2 °C /Вт$. Для обеспечения только этого показателя толщина наружной стены из древесины составляет уже не менее 63 см, а в случае применения керамического кирпича с теплопроводностью 0,52 $Вт /м^2 °C$ – около 1,8 м. Это более чем в два раза превышает толщину стены с теплоизоляцией на основе разработанного материала в первом случае и почти в 7 раз – во втором.

Список литературы

1. Овчаренко Е.Г., Артемьев В.М. О приоритетных направлениях научно-технического развития в теплотехническом строительстве. // Монтажные и строительные работы в строительстве, 1998, № 10. – С. 11-12.
2. Овчаренко Е.Е., Артемьев В.И. и др. Тепловая изоляция и энергосбережение. // Энергосбережение, 1999, № 2.
3. Рахимов Р.З., Шелихов Н.С. Современные теплоизоляционные материалы. Учебное пособие. – Казань: КГАСУ, 2006. – 392 с.
4. Замалеев З.Х., Осипова Л.Э., Валиуллин М.А., Сафиуллин Р.Г. Примеры расчетов по отоплению и вентиляции жилых зданий: Учебное пособие. / Под общей редакцией Посохина В.Н. – Казань: КГАСУ, 2007. – 176 с.
5. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. – М.: Госстрой РФ, 2003.
6. СНиП 23-01-99. Строительная климатология. – М.: Госстрой РФ, 2000.
7. СП 23-101-2004. Свод правил по проектированию и строительству.
8. Проектирование тепловой защиты зданий. – М.: ОАО ЦНИИпромзданий, ФГУП ЦНС, 2004.

Kamalova Z.A. – candidate of technical science, professor
Smirnov D.S. – candidate of technical science, associate professor
E-mail: Denis27111974@yandex.ru
Rachimov R.Z. – doctor of technical science, professor
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Thermal resistance of walls with insulation materials loose on the basis of sawdust

Resume

The article describes the experience of the problems of energy saving buildings and structures through the use of effective thermal insulation materials in the country and abroad. The authors of the articles are designed compositions of bulk materials based on filings with the addition of gypsum, lime and antiseptic ingredients. The resulting heat-insulating material is rot and caking, inexpensive, easy to manufacture and environmentally safe. The main area of its possible applications are low-rise buildings frame type, as structural elements of the framework that use metal or wood. In this paper we present a calculation of the Thermal walling using material developed by the optimum composition. Thermal calculation includes the determination of thickness of the insulation layer. Design exterior fences built on the principles of limiting the amount of heat lost by the enclosure during the heating season and to maintain the inner surface of the outer enclosure temperature at which the inner surface of no condensation. This paper presents a technical solution design exterior walls. The calculation of steady-state temperature field in the enclosure. A limitation of temperature and moisture condensation on the inner surface of the cladding. Calculated moisture conditions walling. Checking the cladding on the air permeability showed that it meets the requirements. As a result of the calculations indicated that the application of the developed material as an insulator in protecting designs can provide all the thermal performance of the building with wall thickness not exceeding 26 cm.

Keywords: loose insulation, wood chips, thermal conductivity, building envelope, heat engineering calculations.

References

1. Ovcharenko E.G., Artemyev V.M. About priority directions of scientific and technological development in the thermo-building. // Installation and construction work in construction, 1998, number 10. – P. 11-12.
2. Ovcharenko E.E., Artemiev V.I. and other thermal insulation and energy conservation. // Energy savings, 1999, № 2.
3. Rakhimov R.Z., Shelikhov N.S. Modern insulation materials. Study Guide. – Kazan: KGASU, 2006. – 392 p.
4. Zamaleev Z.K., Osipova L.E., Valiullin M.A., Safiullin R.G. Examples of calculations for heating and ventilation of residential buildings: Tutorial. / Edited by Posokhin V.N. – Kazan: KGASU, 2007. – 176 p.
5. SNiP 23-02-2003. Thermal protection of buildings. – M.: Russian State Committee for Construction, 2003.
6. SNiP 23-01-99. Building climatology. – M.: Russian State Committee for Construction, 2000.
7. SP 23-101-2004. The Code of Practice for design and construction.
8. Design of thermal protection of buildings. – M.: OAO CNIIpromzdany, FSUE CNS, 2004.

УДК 539.375
Магдеев У.Х. – доктор технических наук, профессор
E-mail: usman.magdeev@mail.ru
ЗАО Научно-исследовательский проектно-технологический институт «Стройиндустрия»
Адрес организации: 105058, г. Москва, ул. Ткацкая, 46
Морозов В.И. – доктор технических наук, профессор
E-mail: morozov@spbgasu.ru
Пухаренко Ю.В. – доктор технических наук, профессор
E-mail: tsik@spbgasu.ru
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 190005, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4

Трещинообразование дисперсно-армированных бетонов с позиций механики разрушения

Аннотация
В статье представлены результаты исследования процесса деформации армированного бетона на стадии формирования микротрещин и эффекта применения армоцемента с позиции трещинообразования при изменении интенсивности напряжений. Применяя методы теории трещинообразования и механики разрушения, была построена адекватная модель процесса образования микротрещин в дисперсно-армированном бетоне (фибробетон, армоцемент, тяжелый армоцемент).
Ключевые слова: дисперсно-армированные бетоны, трещинообразование, микротрещины, цементный камень.

Дисперсно-армированные бетоны: фибробетон, армоцемент, тяжелый армоцемент (ТАЦ) [1], – как известно, обладают по сравнению с традиционно армированными бетонами повышенной трещиностойкостью на протяжении всего жизненного цикла: от зарождения микротрещин и их развития до стадии, предшествующей разрушению самой конструкции.

Появлению магистральных трещин предшествуют, как известно, процессы микротрещинообразования, которые наблюдаются в областях так называемого предразрушения. Описание процессов деформирования и трещинообразования бетона на этой стадии стало возможным благодаря использованию методов механики разрушения и теории трещин. Можно с удовлетворением отметить, что благодаря исследованиям Ю.В. Зайцева, П.И. Васильева, В.Г. Орехова, А.П. Пака, Е.Н. Пересыпкина, Л.П. Трапезникова и других ученых, выполненным еще в 70-80-е годы 20 века, приоритет отечественной науки в области механики разрушения бетона сегодня общепризнан. В нашей стране прошла первая в мире крупная конференция по механике разрушения бетона (г. Севастополь, 1984 г.).

Перспективы, которые открывает применения методов механики разрушения в исследовании бетонов, в настоящее время хорошо известны. Применительно же к армированным средам обнаруживаются существенные резервы в части использования методов механики разрушения и теории трещин для построения адекватных расчетных моделей, описывающих процессы деформирования и трещинообразования в железобетоне [2].

Реализация методов механики разрушения начинается с выбора критерия. Вероятно, в таком сложном по строению материале, как бетон, эффективнее не одно-, а двух- или многопараметрические критерии, когда, используя одно или несколько критериальных уравнений, удается описать весь спектр наблюдаемых механизмов разрушения. Данный подход разработан Л.П. Трапезниковым [3] применительно к бетону.

В железобетоне задача усложняется. Под влиянием арматуры процесс трещинообразования может существенно меняться. Здесь, применительно к теоретическим методам исследования трещин, можно сказать, ломаются известные каноны: трещина может раскрываться, сохраняя при этом свою длину. В связи с этим деформации в вершине ее становятся большими. На рис. 1 с большой долей условности показана схема

возможного раскрытия трещины без ее роста [4]. Значительное превышение угла α над β свидетельствует о наличии конечного поворота, что затрудняет использование методов, основанных на допущениях о малых деформациях. В связи с этим обусловлено использование коэффициентов интенсивности напряжений (КИН), которые служат мерой сингулярности напряжений около вершины трещины, то есть области предразрушения. Вопрос выбора деформационного или силового критерия в данном случае не так актуален, поскольку критический коэффициент интенсивности (ККИН) эквивалентен критерию предельной деформации бетона в вершине трещины, то есть критерию трещиностойкости.

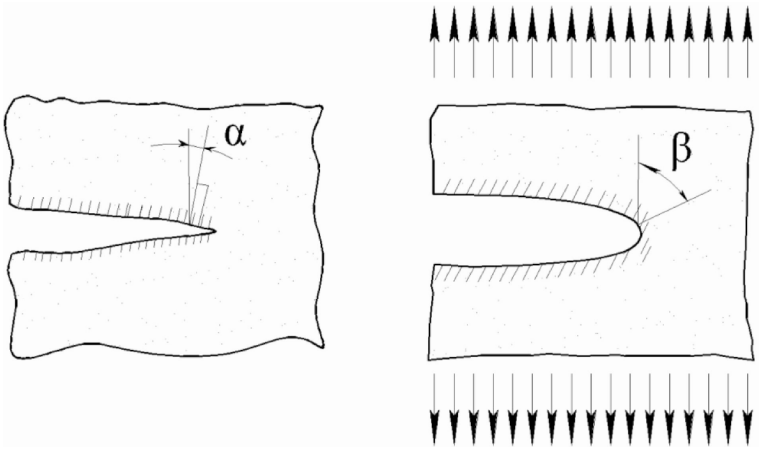


Рис. 1. Схема раскрытия трещины без изменения ее длины

Для любых задач теории упругости поля напряжений и смещений вблизи вершины трещины имеют почти одинаковую структуру. Действительно, выражения для перемещения в условиях нормального отрыва и напряжений схожи:

$$u_x = \frac{k_I}{G} \cdot \sqrt{\frac{r}{2 \cdot \pi}} \cdot \cos\frac{\theta}{2} \cdot \left(1 - 2 \cdot \mu + \sin\frac{\theta}{2}\right)$$
$$\sigma_x = \frac{k_I}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot r}} \cdot \cos\frac{\theta}{2} \cdot \left(1 - \sin\frac{\theta}{2} \cdot \sin\frac{3}{2}\theta\right) \qquad (*)$$

Первыми это поняли Ирвин и Вильямс [4].

Одними из первых вопрос о торможении трещин в данном контексте поставили Рамуальди и Батсон при исследовании фибробетона [5]. В основе теоретического объяснения принципа действия механизма торможения трещин арматурой лежит «концепция промежутков», построенная с помощью модифицированной Ирвиным теории Гриффитса. В процессе решения, однако, авторы столкнулись с известной сложностью при определении усилия, оказывающего давление на берега трещины и возникающего в результате совместной работы бетона и арматуры на их контакта. Вместе с тем сама идея о принципе торможения привлекла внимание специалистов в области механики разрушения.

Так, В.З. Партоном и Е.М. Морозовым [6] заложен данный механизм в оценку кинетики трещин при наличии специальных ребер жесткости, прикрепленных заклепками к бесконечной упругой пластине с начальной трещиной. Однако усилия, создающие ребрами через заклепки благоприятное поле напряжений, сдерживающее развитие трещины, считаются заданными, хотя очевидно, что они будут зависеть, помимо прочего, от действующих нагрузок и, строго говоря, сами являются искомыми. Несмотря на это, авторы убедительно демонстрируют качественное изменение характера трещинообразования в зависимости от расположения ребер жесткости по отношению к трещине.

Исследованиями Е.Н. Пересыпкина [7] заложены определенные принципы, позволяющие качественно по-иному подойти к проблеме развития трещин и деформирования изгибаемых и внецентренно загруженных элементов.

В [8] с использованием [5] и [7] рассмотрен процесс развития трещин в армоцементе. Наряду с общепринятыми в [8] используются два дополнительных допущения, существенно упрощающие решение задачи. Во-первых, считается, что длина начальной трещины равна размеру ячейки арматурной сетки, во-вторых, усилие, создающее благоприятное «обжатие» трещины, известно и равно по величине усилию в арматуре. Тем самым исчезает необходимость, в отличие от [5], поиска фактического усилия, сдерживающего развитие трещины.

Аналогичный подход применительно к изгибаемому железобетонному элементу с одиночной начальной трещиной использован в [9], однако автора интересовал в большей мере собственно критический коэффициент интенсивности напряжения железобетонного элемента, который определялся без детализации характера сцепления, в связи с чем оценить влияние дисперсности армирования на развитие трещины при таком подходе затруднительно.

Качественную оценку влияния армирования на трещинообразование в данной работе выполним с помощью теории трещин [10]. На рис. 2 показана расчетная схема армированного элемента с микротрещиной. Усилия приложены к бетону на бесконечности. Сцепление его с арматурой абсолютное.

Решение, полученное с помощью рядов Л. Лорана [10], приведено на рис. 3. Здесь в первом случае (рис. 3 а) изгибная жесткость арматуры равна нулю, а во втором (рис. 3 б) – соответствует конечному значению соответствующего профиля.

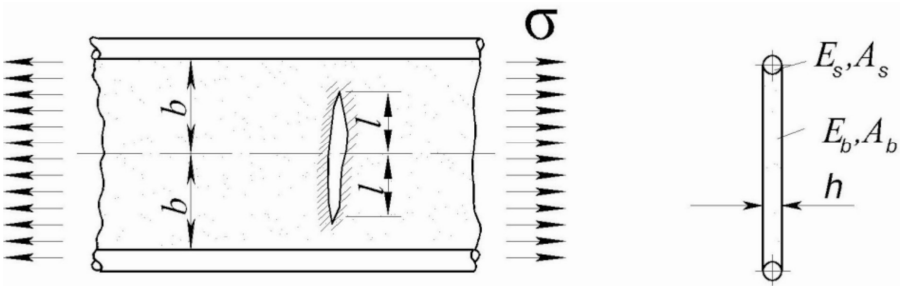


Рис. 2. Растяжение пластины с микротрещиной

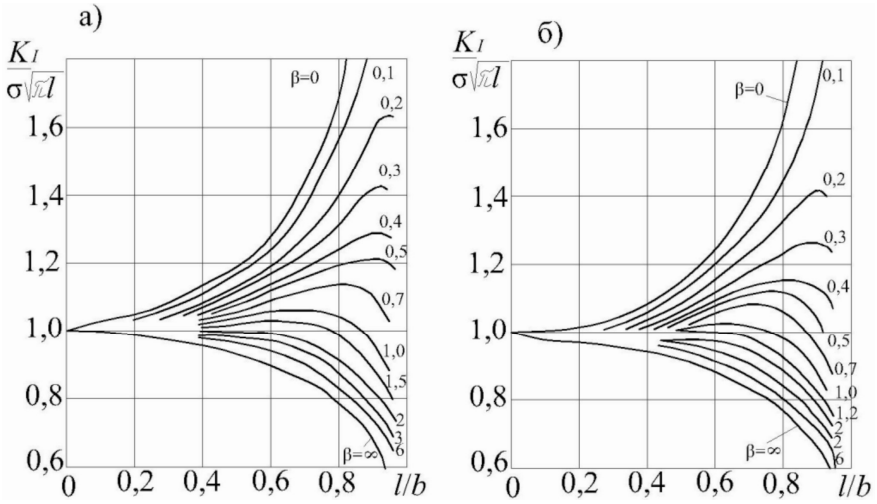


Рис. 3. Зависимость КИН от отношения длины микротрещины и расстояния между стержнями. $\beta=E_sA_s/E_bA_b$

Аналогично решена задача для случая растяжения периодически армированной пластины с усилиями, приложенными к обоим материалам (рис. 4). Случай, характерный для ТАЦ, показан пунктиром.

Таким образом, с увеличением жесткости арматуры и с уменьшением ее шага (т.е. увеличением дисперсности армирования) КИН уменьшается, причем в случае с ТАЦ это весьма ощутимо. Следовательно, усилие трещинообразования, согласно критерию

Ирвина, будет возрастать. Приведенные результаты, как видно из рисунков, аналогичны, но вместе с тем могут рассматриваться применительно к ТАЦ и фибробетону лишь в качественном аспекте, так как не учитывают особенности сцепления бетона и арматуры.

Рассмотрим схему, приведенную на рис. 5. При решении задачи об определении напряжений, при которых микротрещина начнет продвигаться, упростим по сравнению с [5], с одной стороны, методику определения «благоприятного» воздействия арматуры на трещину, с другой стороны, откажемся от двух отмеченных выше предпосылок, принятых в [8], с целью уточнения расчетной модели. Считаем, что пластина (железобетон, фибробетон, армоцемент или другой армированный материал), имеющая начальную микротрещину, растягивается на бесконечности равномерной нагрузкой.

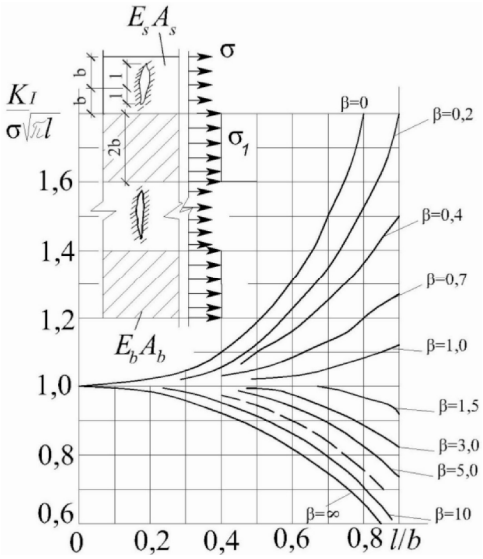


Рис. 4. Растяжение периодически армированной пластины с системой трещин

Очевидно, что в сечении с трещиной усилие в арматуре наибольшее; по мере удаления от него плавно уменьшается за счет сцепления. Последнее будем считать решающим фактором, положительно влияющим на сдерживание роста трещины*.

Для нахождения величины усилия сцепления примем характер изменения напряжений в арматуре на участке l_{an} виде:

$$\sigma_s = \sigma_s^{crc} + \frac{\sigma_s^0 - \sigma_s^{crc}}{2} \cdot \left(1 - \cos\frac{\pi}{l_{an}} \cdot y\right) \qquad (1)$$

Заметим, что выбор такой формы удобен чисто в математическом отношении, а, кроме того, не противоречит здравому смыслу и удовлетворяет условиям на границах y = 0; y = ± l_{an}. Вопрос же количественного выбора l_{an} оставим пока открытым, хотя в качестве такого параметра может выступать, по-видимому, и зона активного сцепления.

Из условия равновесия элементарного отрезка арматуры найдем напряжения сцепления:

$$\tau_{fr} = \frac{\delta}{4} \cdot \frac{d\sigma_s}{dy}, \qquad (2)$$

где δ – диаметр арматуры.

* Очевидно, что при отсутствии сцепления имеем классическую задачу о растяжении однородной пластины с трещиной и, наоборот, при бесконечно прочном сцеплении имеем схему, аналогичную рис. 7.40 в [10].

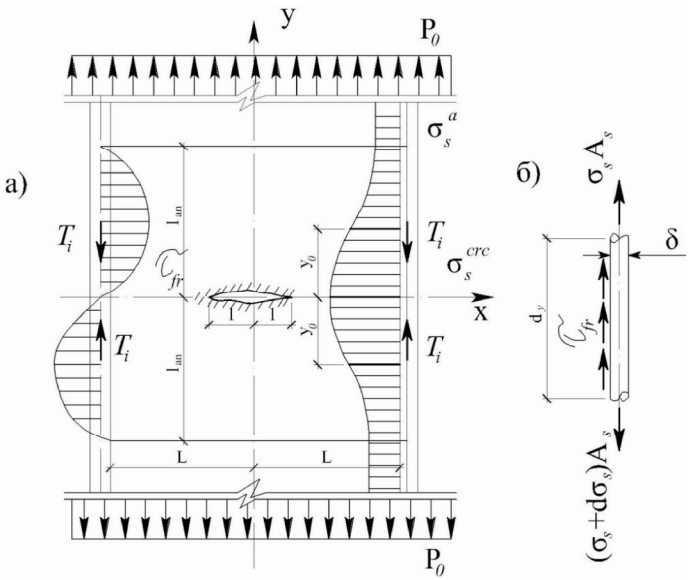


Рис. 5. Расчетная схема элемента дисперсно-армированного бетона с микротрещиной

Учитывая (1), получим:

$$\tau_{fr} = \frac{\pi \cdot \sigma}{8 l_{an}} \cdot \left(\sigma_s^0 - \sigma_s^{crc}\right) \cdot \sin\left(\frac{\pi}{l_{an}} \cdot y\right) \tag{3}$$

Для нахождения погонного суммарного усилия сцепления проинтегрируем (3) в границах зоны l_{an}:

$$T_i^0 = \pi \cdot \delta \cdot \int_0^{l_{an}} \tau_{fr} \cdot dy = \frac{\pi \cdot \delta^2}{4} \cdot \left(\sigma_s - \sigma_s^{crc}\right)$$

Фактическая величина сцепления, оказывающая влияние на данную микротрещину, на каждом из четырех участков арматуры (учитывая соседние ячейки) будет:

$$T_i = \frac{T_i^0}{2} = \frac{\pi \cdot \delta^2}{8} \cdot \left(\sigma_s - \sigma_s^{crc}\right) \tag{4}$$

Для определения влияния сцепления на характер напряженного состояния в сечении y = 0 воспользуемся фундаментальным решением Буссинеска для полуплоскости под действием касательного усилия [11]. Суммируя известные решения, получаем распределение нормальных напряжений в сечении y = 0 в виде:

$$\sigma_y(x) = -\frac{4 \cdot T_i}{\pi} \cdot y_0^3 \cdot \left\{ \frac{1}{\left[(L-x)^2 + y_0^2\right]^2} + \frac{1}{\left[(L+x)^2 + y_0^2\right]^2} \right\} \tag{5}$$

Дальнейшие операции сводятся к определению КИН под заданным воздействием. Для случая изолированной трещины имеем [7]:

$$k_I = 2\sqrt{\frac{l}{\pi}} \cdot \int_0^l \frac{\sigma_y(x) \cdot dx}{\sqrt{l^2 - x^2}} \tag{6}$$

Если (5) подставить в (6), проинтегрировать его, воспользовавшись критерием Ирвина [7, 10], то получим:

$$\frac{P_0}{k_{IC}} = \left\{1 - \frac{2 \cdot l \cdot \Delta}{\pi} \cdot y_0^3 \cdot \left\{ \frac{1}{\left[\left(L - \frac{l}{2}\right)^2 + y_0^2\right]^2} + \frac{1}{\left[\left(L + \frac{l}{2}\right)^2 + y_0^2\right]^2} \right\} \right\} \cdot \frac{4\sqrt{l}}{\sqrt{3 \cdot \pi}}, \qquad (7)$$

где k_{IC} – критический КИН, значение которого, вообще говоря, задано.

Заметим, что разность напряжений в арматуре может быть определена, исходя из элементарных представлений о выключении из работы бетона в сечении: у = 0 на участке, занятом трещиной, т.е. с использованием метода сечений:

$$\sigma_s - \sigma_s^{crc} = P_0 \cdot \frac{8 \cdot l_{an} \cdot \Delta}{\pi \cdot \delta^2},$$

где Δ – толщина пластины.

Таким образом, полученное в замкнутом виде выражение (7) позволяет определить напряжения на бесконечности, при которых начальная трещина начнет расти.

На рис. 6 приведены в безразмерных параметрах графики для ТАЦ (1-4) и обычного армоцемента (5).

Наличие восходящего участка кривых при сближении арматуры друг с другом свидетельствует о возрастании сопротивляемости материала растяжению и «торможению» микротрещин. Микротрещина в этом случае развивается устойчиво, поскольку для ее поддержания в подвижно равновесном состоянии напряжение должно возрасти.

Очевидно, оценка устойчивости развития микротрещин здесь возможна по критерию $\partial k_I / \partial l < 0$.

В противном случае, микротрещина может пересечь арматуру и превратиться в магистральную.

Таким образом, при достаточно частом армировании (то есть высокой дисперсности) действие арматуры сказывается в появлении качественного эффекта стабилизации микротрещин.

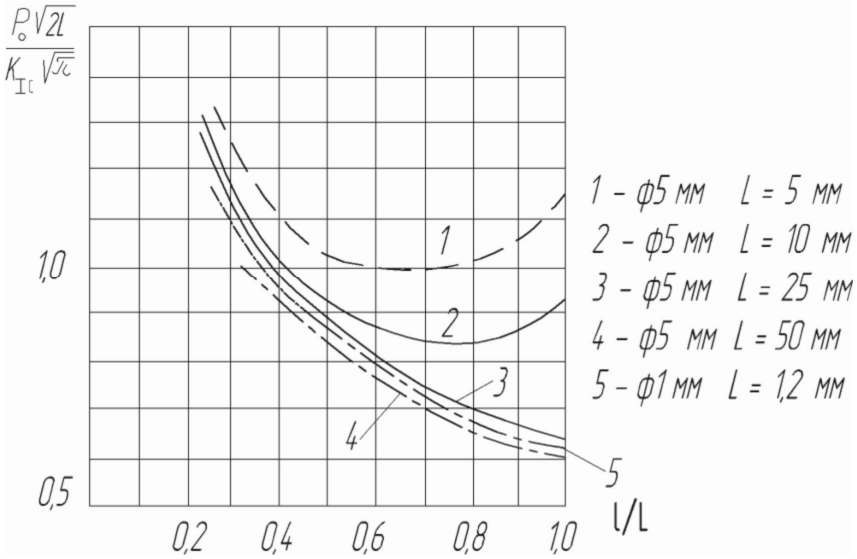


Рис. 6. Зависимость критического напряжения от соотношения l/L

Полученный результат отражает и согласие с опытными данными. Так, при испытании тяжелого армоцемента замечено [1], что при изменении расстояния между стержнями с 1,63 см (коэффициент армирования 12 %, диаметр арматуры 5 мм) до 0,99 см (соответственно 12 % и 3 мм) растяжимость увеличилась с $19x10^{-5}$ до $36x10^{-5}$ отн.ед. Заметим, что приведенные результаты согласуются с данными, опубликованными в дискуссионных статьях (в февральском номере Journal of the. Engineering Mechanic Division, 1964 г.) Б. Бромса, С. Ша и А. Абеля, где, в частности, говорится (с. 167) о заметном влиянии арматуры на растяжимость при расстоянии между стержнями менее 0,6 дюйма. В этом отношении есть хорошее согласие и с опытами, результаты которых обсуждаются в [5]. На рис. 7 приведены опытные данные, полученные на балках с распределенной арматурой в растянутой зоне, и теоретическая кривая.

Построенная таким образом модель в целом адекватна процессам, наблюдаемым в опытах, а также в определенном смысле отличается «демократичностью», способностью к совершенствованию по мере накопления сопутствующих данных, в частности, назначение исходного размера начального дефекта, фактического значения K_{IC}, параметров сцепления, в том числе уточнения усилия T_i и y_0.

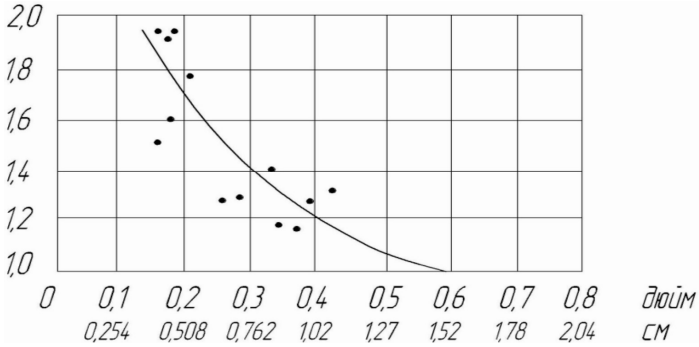


Рис. 7. Зависимость критических относительных напряжений от расстояния между стержнями

Выбор начальной длины микротрещины следует оговорить. Согласно исследованиям Л.П. Трапезникова [3], если размер трещины меньше максимальной крупности заполнителя, то чувствительность к разрушению снижается вплоть до того, что прочность такого образца может быть не меньше прочности образца без разреза. В данном материале, где используется песчаный бетон, максимальная крупность зерна заполнителя колеблется в пределах 2,5÷5 мм. Естественно допустить, что такая песчинка может оказаться в материале без сцепления с цементным камнем в силу, например, недостаточной чистоты ее поверхности. В этом случае она станет выполнять роль указанного дефекта и, таким образом, может быть заложена в практические расчеты.

Список литературы

1. Морозов В.И. Корпуса высокого давления из тяжелого армоцемента для энергетических и строительных технологий: Дис. … д-р. техн. наук. – Л.: ЛИСИ, 1994. – 533 с.
2. Карпенко Н.И. Общие модели механики железобетона. – М.: Стройиздат, 1996. – 413 с.
3. Трапезников Л.П. Температурная трещиностойкость массивных бетонных сооружений. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 272 с.
4. Сведлоу Дж. Вычислительные методы в механике разрушения. – М.: Мир, 1990. – 331 с.
5. Romualdi J.P., Batson G.B. Mechanics of Crack Arrest in Concrete // Eng. Mechanics Div. Proceeding of the American Society of Civil Eng. J., 1963. – P. 147-168.
6. Партон В.З., Морозов Е.М. Механика упруго-пластического разрушения. – М.: Наука, 1974. – 416 с.
7. Пересыпкин Е.Н. Напряженно-деформированное состояние стержневых железобетонных элементов с трещинами: Дис. … д-р. техн. наук. – Л.: ЛИСИ, 1984. – 339 с.
8. Турукалов Б.Ф. Влияние трещин на напряженно-деформированное состояние армоцемента и железобетонных элементов: Дис. … канд. техн. наук. – Л.: ЛИСИ, 1986. – 222 с.

9. Пирадов К.А. Критический коэффициент интенсивности напряжений железобетона // Бетон и железобетон, 1992, № 12. – С. 20-22.
10. Механика разрушения и прочность материалов. Т.2. / Под ред. В.В. Панасюка. – Киев: Наукова думка, 1988. – 620 с.
11. Демидов С.П. Теория упругости. – М.: Высшая школа, 1979. – 432 с.

Magdeev U.K. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: usman.magdeev@mail.ru
UAB Research Design and Technological Institute «Building Industry»
The organization address: 105058, Moskow, Tkatskaia st., 46
Morozov V.I. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: morozov@spbgasu.ru
Puharenko Iu.V. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: tsik@spbgasu.ru
Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering
The organization address: 190005, S.-Peterburg, 2-ia Krasnoarmeiskaia st., 4

Cracking of dispersion-reinforced concrete in terms of fracture mechanics

Resume

The task of assessing the nature of cracking and deformation of dispersion-reinforced concrete, receiving the tensile, bending and compressive forces, is one of the most urgent. Its solution can be achieved with the use of the provisions contained in the well-known theory of cracks and fracture mechanics methods. But first you must determine the criteria. It is clear that in such a complex material like concrete not one but two-and multi-parameter criteria are more effective.

Along with the standard terms of fracture mechanics to reinforced concrete-dispersion it is necessary to make two assumptions. First, we assume that the initial crack length is equal to the size of the cell reinforcing weave and, secondly, the force that creates a «compression» crack is known and equal to the force in the dispersed reinforcement. Taking into account these assumptions, the solution of equations for the calculation scheme reinforced the element of micro-crack is performed using the Laurent series. This allows us to establish that an increase in stiffness of reinforcement and the decrease of the step (i.e., increase dispersion of the reinforcement), the stress intensity factor decreases and the effort to crack, according to Irwin's criterion, will increase.

Keywords: dispersion-reinforced concrete, cracks forming process, micro cracks, cement stone.

References

1. Morozov V.I. For the pressure of wire mesh reinforced concrete for energy and building technology, Dr. Sci. ... Dr. of tech. sciences. – L.: LISI, 1994. – 533 p.
2. Karpenko N.I. General models of the mechanics of reinforced concrete. – M: Stroiizdat, 1996. – 413 p.
3. Trapeznikov L.P. Temperature fracture toughness of massive concrete structures. – M.: Energoatomizdat, 1986. – 272 p.
4. Svedlou J. Numerical methods in fracture mechanics. – M.: World, 1990. – 331 p.
5. Romualdi J.P., Batson G.B. Mechanics of Crack Arrest in Concrete // Eng. Mechanics Div. Proceeding of the American Society of Civil Eng. J., 1963. – P. 147-168.
6. Parton V.Z., Morozov E.M. The mechanics of elastic-plastic fracture. – M.: Nauka, 1974. – 416 p.
7. Peresypkin E.N. The stress-strain state of the core elements of reinforced concretewith cracks: Dis. ... Dr.of tech. sciences. – L.: LISI, 1984. – 339 p.
8. Turukalov B.F. The influence of cracks on the stress-strain state of reinforced concrete elements and armotsementa: Dis. ... Candidate. of tech. sciences. – L.: LISI, 1986. – 222 p.
9. Piradov K.A. The critical stress intensity factor is reinforced // Concrete and reinforced concrete, 1992, № 12. – P. 20-22.
10. Fracture mechanics and strength of materials. Volume 2-nd. – K.: Naukova Dumka, 1988. – 620 p.
11. Demidov S.P. The theory of elasticity. – M.: Higher School, 1979. – 432 p.

УДК 668.3:539.4
Строганов В.Ф. – доктор химических наук, профессор
E-mail: svf08@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Проблемы адгезионной прочности при склеивании высокоэнергетических субстратов

Аннотация

Изложены теоретические основы проблем адгезии и адгезионной прочности при склеивании высокоэнергетических субстратов (бетонов, металлов и др.). С позиций структурной организации сетчатых полимеров рассмотрены практические решения обозначенных проблем для одного из наиболее эффективных классов полимерных адгезивов – эпоксидных полимеров. Эти решения основываются на изменении химической структуры традиционных эпоксидных адгезивов и получении на их основе модифицированных полимер-полимерных систем с повышенными показателями когезионной и адгезионной прочности.

Ключевые слова: адгезионная прочность, высокоэнергетические поверхности субстратов, химическая структура, полимер-полимерная модификация адгезивов.

Введение

Реализация инновационных проектов в строительстве стимулирует применение новых нетрадиционных клеесварных, клеевых технологий и решение сложных задач, связанных с проблемами адгезии, адгезионной прочности при склеивании высокоэнергетических поверхностей-субстратов (металлов, бетонов и др.).

Целью данной статьи является рассмотрение теоретических основ проблем адгезии и адгезионной прочности, а также возможностей их практического решения на примере одного из наиболее известных классов адгезивов – эпоксиполимерных клеев.

Адгезия (связь двух поверхностей по границе контакта) обеспечивает склеивание твердых тел – субстратов с помощью клеящих веществ – адгезивов. Механическую прочность клеевых соединений (адгезионную прочность) принято определять методом разрушения клеевых пар: перпендикулярной поверхности контакта испытание на нормальный отрыв – $\sigma_{р.о.}$) или параллельно ей (испытание на сдвиг – $\tau_{сдв.}$) и находят как отношение разрушающей нагрузки к площади контакта. Для объяснения существа адгезионных явлений предложен ряд теорий. По мере получения экспериментальных данных и развития теоретических представлений стало очевидно, что любой односторонний подход к явлению адгезии не может объяснить его достаточно полно. В настоящее время исследователи отмечают факт сближения ряда теорий по некоторым основным положениям [1].

Теоретические аспекты проблемы

В проблеме адгезии наиболее важными являются два вопроса: формирование и природа адгезионной связи на границе адгезив-субстрат, и оценка прочности адгезионной связи. При изучении этих вопросов первый – традиционно относят к теории адгезии и смежным областям физической химии, а второй – к физике и механике. Необходимо иметь в виду, что любая система «адгезив-субстрат» характеризуется не только величиной адгезионной прочности, но и характером разрушения клеевых соединений. Общепринятой является следующая классификация видов разрушения адгезионных (клеевых) соединений: когезионное (по объему адгезива или субстрата), адгезионное и смешанное [2-3]. При склеивании субстратов с высокой энергией поверхности (металлы, бетон, керамика и пр.) характерны только когезионный и смешанный виды разрушения, что свидетельствует о существенном вкладе в адгезионную прочность молекулярного строения полимерных адгезивов. Другой важной составляющей адгезионной прочности является структура

пограничных слоев (ПС) адгезивов, предположение о существовании которых, по-видимому, впервые опубликовано в работах Слонимского [4] и Бикермана [5].

Кратко освещая теоретические основы ПС, отметим, что первые концепции строились на гипотезе их дефектности [6-7], обусловленной наличием примесей на границе раздела «полимер-субстрат». В дальнейшем развитие получили химическая и физическая гипотезы [8-10]. Химическая гипотеза учитывает адсорбцию молекул на поверхности субстратов, при которой происходит селективная (избирательная) адсорбция компонентов полимерной композиции на активных центрах поверхности. На структуру ПС влияет большое число факторов, начиная со степени смачивания адгезивом субстрата [7]. Согласно физико-химической гипотезе, изменение структуры ПС может происходить вследствие стерических эффектов, ограничивающих подвижность макромолекул или их сегментов, в результате ориентирующего влияния твердой поверхности, а также некоторых других факторов. Резюмируя изложенные теоретические подходы необходимо отметить, что изменения свойств пограничных полимерных слоев в основном объясняют происходящими изменениями энергии активации взаимодействия систем «полимер-твердая поверхность» и потерей подвижности сигментов полимера во время и в результате отверждения адгезивов. Однако, зная причины снижения адгезионной прочности, можно их значительно нивелировать или вообще исключить. Рассмотрим эти возможности на примере регулирования свойств традиционных эпоксидных клеев (адгезивов), аминного «холодного» (без подвода тепла -20±5 ^{0}C) отверждения, ангидридного «горячего» (100-150 ^{0}C) и каталитического «умеренного» (50-80 ^{0}C) отверждения.

Экспериментальная часть

• Эпоксидные соединения:

- эпоксидно-диановые смолы: ЭД-22 (Эп. число 23,0 %), ЭД-20 (21,50 %), ЭД-8 (9,50 %), (ГОСТ 10587-84);

- алифатические смолы: ДЭГ-1 (27,54 %) на основе диэтиленгликоля, (ТУ 6-05-1832-77) и Э-181 (25,2 %) на основе, (ТУ 6-05-1447-76);

- блоколигомеры УП-563 (8,5 %) на основе взаимодействия ЭД-20 с олигоэфиром УП-554 (ТУ 6-05-1869-79).

• Олигоэфирциклокарбонаты – продукты каталитического взаимодействия эпоксиолигомеров с диоксидом углерода [11-12]: дициклокарбонат (ДЦК) на основе эпоксидной смолы ЭД-20-ДЦК-1 (Тв. масса, желтого цвета, остаточное содержание эп. групп – 0,1 %, число омыления 452 мг КОН/г, $T_{пл}$ = 55 ^{0}C), ТУ 6-05-24-476-85; ДЦК-2 на основе эпоксидной смолы ДЭГ-1 (низковязк. жидкость, остаточн. содерж. эп. групп – 0,17 %, число омыления 552 мг КОН/г); содерж. эп. группы – 0,1 %, число омыления 524 мг КОН/г), ТУ 6-05-241-476-85.

• Эпоксиаллиловые полимеры – получали на основе эпоксидианового олигомера ЭД-20 (эп. число 21,5 %) и полимероспособного АО-1 при соотношении олигомеров ЭД-20: АО-1=70:30 и 50:50 мас.ч. В качестве отверждающих систем использовали изо-метилтетрагидрофталевый ангидрид (ангидридное отверждение) и комплексы трехфтористого бора (BF_3) с аминами: УП-605/1р и УП-605/3р. Для полимеризации АО-1 использовали пероксид дикумила (ф. Геркулес, Голландия).

• Методы исследования: динамическо-механическая спектроскопия (определения α и β – релаксационных переходов), ЯМР и ИК-спектроскопия (поглощения и МНПВО).

Прочностные характеристики: прочность и относительное удлинение при растяжении – $\sigma_р$ и $\varepsilon_р$, прочность при равномерном отрыве – $\sigma_{р.о.}$ и сдвиг – $\tau_{сдв.}$

Обсуждение результатов

Определяющей взаимосвязью материаловедения, в частности полимерного материаловедения, является «структура-свойство». С позиций структурной организации сетчатых полимеров [13-14] известны общие подходы и разработан ряд адгезионных модифицированных олигомерных систем. Для решения обозначенных выше проблем

адгезионной прочности их влияние должно проявляться, прежде всего, в изменении химической структурой адгезивов, например:

- с целью повышения адгезионной прочности необходимо дополнительно к сетке химических связей в структуре полимера иметь полярные группы: NH-, -OCO-, - OH и др., обеспечивающие образование и дополнительный вклад в общую когезионную прочность физической сетки за счет межмолекулярных взаимодействий и водородных связей;

- с целью предотвращения образования слабых пограничных слоев высокополярных субстратов необходимо в полимерном адгезиве иметь соединения или группы, способные препятствовать избирательной сорбции компонентов адгезива;

- с целью снижения уровня остаточных напряжений, образующихся в процессе формирования и эксплуатации адгезионных соединений, облегчающих протекание релаксационных процессов, необходимых иметь в структуре полимера дополные релаксаторы (по сравнению с матрицей немодифицированных полимеров: ЭП и др.) за счет введения эластичных фрагментов сетки (уретановых, гидроксиуретановых и др. групп).

Анализируя указанные выше причины снижения адгезионной и когезионной прочности полимеров, а также теоретические подходы к решению этих задач путем изменения химической структуры полимерных адгезивов, нами в статье рассматриваются варианты модификации олигомеров, обеспечивающие получение высоких показателей характеристик ($\sigma_{р.}$, $\sigma_{р.о.}$ и $\tau_{в}$) на примере получения эпоксиуретановых (ЭПУС) и эпоксиаллиловых (ЭА) полимер-полимерных систем.

Получение и исследование эпоксиаминных и эпоксиуретановых систем

Известно, что эпоксиаминные полимеры (ЭПАП) на основе эпоксидиановых олигомеров (ЭД-20, ЭД-22 и др.) и отвердителей «холодного» отверждения (ДЭТА, ПЭПА и др.) отличаются хрупкостью (относительное удлинение при растяжении – $\varepsilon_{р}\leq$ 0,1-1,0 %) и сравнительно низкими показателями когезионной (при растяжении $\sigma_{р.}$ = МПа) и адгезионной (при сдвиге – $\tau_{сдв.}$ = МПа) прочностями. Объяснения причин хрупкости, связанные с особенностями формирования эпоксиаминных сетчатых структур [15-17], обусловлены особенностями низкотемпературной разветвленной поликонденсации процессами самоторможения [18] и диффузионными ограничениями фрагментов макромолекулы [13, 15, 18-21].

Наиболее наглядно процессы, происходящие в ЭПАП продемонстрированы в работах [20, 22] по исследованию молекулярной подвижности при получении эпоксиаминных полимеров, содержащих объемные каркасные фрагменты адамантана, в которых сильное торможение реакции поликонденсации при образовании ЭП обуславливает стеклование системы при низких степенях превращения (до гелеобразования). Для полимеров, содержащих объемные каркасные фрагмента адаманта (ММ 136.24), установлен ранее неизвестный факт образования метастабильной структуры с большей температурой стеклования и меньшей кинетической подвижностью (физическая сетка), чем для предельноотвержденных полимеров. Кроме того, впервые для густосетчатых эпоксидных полимеров обнаружены признаки полихроматичности процесса отверждения, проявляющиеся в увеличении конверсии и температуры стеклования пропорционально логарифму времени [23-24].

Модификация ЭПАП гидроксиуретановыми фрагментами

Процесс получения эпоксигидроксоуретановых сетчатых (ЭПУС) полимеров основан на взаимодействии циклических карбонатов [25-27] и эпоксиолигомеров с аминами. Формирование структуры ЭПУС определяется условиями протекания двух основных конкурирующих реакций: «эпоксид-амин», с образованием сетчатой структуры и «циклокарбонат-амин» с образованием линейных гидроксоуретановых фрагментов. Исходные олигоэфирциклокарбонаты получают в результате олигомераналогичного превращения соответствующих эпоксиолигомеров при их взаимодействии с CO_2 [28].

Продолжая анализ причин хрупкости эпоксиаминных полимеров, их низкой адгезионной прочности, рассмотрим влияние химической модификации эпоксиаминных

композиций олигоэфирциклокарбоната (ОЭЦК) ароматической структуры (ОЭЦК-1) на основе эпоксидиановых оигомеров (ЭД-20) и алифатической структуры (ОЭЦК-2) на основе эпоксидного диэтиленгликолевого олигомера (ДЭГ-1). Влияние межмолекулярных взаимодействий, вклад сетки физических связей, их проявление в стеклообразном и высокоэластическом состояниях характеризуют экспериментальные данные по модификации эпоксиаминных полимеров ОЭЦК в результате конкурирующих реакций «ЭО-амин» и «ЦК-амин».

Изучение релаксационных процессов в интервале (-100 ^{0}C) – 200 ^{0}C: β – релаксация при (-70 ^{0}C) – 100 ^{0}C и α-релаксации (>100 ^{0}C) показало, что вырождение β-перехода, увеличение значений M_2 ЯМР – поглощения и резкое падение деформационно-прочностных характеристик (в случае композиции: ЭД-20-ДЦКЭД-20-ДЭТА) свидетельствует о снижении молекулярной подвижности в стеклообразном состоянии и увеличении её в высокоэластическом. Это, очевидно, обусловлено вращением водородосвязанных гидроксиуретановых фрагментов при размораживании движений ароматических ядер (при α – релаксационном процессе), что проявляется в увеличении интенсивности пика α – релаксационного перехода и появлении при $T>T_c$ второго (более длинного) времени ЯМР-релаксации. Введение ароматического ОЭЦК – 1 приводит к резкому сокращению деформационных резервов полимера (несмотря на уменьшение частоты сшивки), что сопровождается падением физико-механических характеристик полимера: σ_p составляет всего 20,0 МПа, а ε_p – 0,3 % (табл. 1), т.е. существенно ниже, чем для немодифицированного предельноотвержденного полимера ЭО-ДЭТА (табл. 2) и значительно отличаются от варианта модификации алифатическим ОЭЦК-2 [29-30]. Полученные результаты достаточно убедительно демонстрируют возможности регулирования когезионной и адгезионной прочности ЭАМ (табл. 1 и 2).

Таблица 1

Деформационно-прочностные свойства полимеров на основе эпоксидных композиций, модифицированных ОЭЦК и отвержденных ДЭТА

Тип ОЭЦК	Значения σ_p (МПа) / ε_p (%) полимеров при соотношении ЭО: ОЭЦК				
	100:0	90:10	80:20	70:30	60:40
Ароматический (ОЭЦК-1)	72,5/2,5	42,0/0,8	20,0/0,3	8,0/-	-
Алифатический (ОЭЦК-2)	72,5/2,5	82,5/2,3	88,3/4,4	77,0/2,8	55,0/5,0

Таблица 2

Физико-механические свойства полимеров, полученных при различных режимах отверждения эпоксидноаминных композиций

Композиция	Режим отверждения	Физико-механические свойства				
		σ_p (МПа)	ε_p (%)	$\tau_в$, МПа	$\sigma_{р.о.}$ (МПа)	T_c, ^{0}C
ЭО-ДЭТА	22 ^{0}C 7 суток	20,7	0,6	4,6	8,8	45
	22 ^{0}C 1 сутки + 100 ^{0}C /10 час	72,5	2,5	12,5	28,0	108
ЭО-ОЭЦК-2-ДЭТА	22 ^{0}C 7 суток	75,2	5,2	15,8	30,5	41
	22 ^{0}C 1 сутки + 100 ^{0}C /10 час	88,3	4,4	22,8	50,0	68

Для определения вклада составляющей по оценке адгезионной прочности пограничных слоев методом ИК-спектроскопии поглощения и МНПВО установлено, что для немодифицированной композиции количество эпоксидных групп в полимере составляет: в блоке – 72 %, а в пограничном слое – 36 %. Для композиций, модифицированных алифатическим ОЭЦК-2, значения степени конверсии – α близки – 72 и 62 %, соответственно. Эти данные позволяют понять причины повышения адгезионной

прочности, а результаты исследований аминолиза циклокарбонатов – представить возможный механизм упрочнения пограничных слоев. Он заключается в том, что уже на первых минутах совмещения олигомеров с аминным отвердителем в системе образуется значительное количество уретановых групп, которые способны блокировать активные центры твердой поверхности субстрата при нанесении на него адгезива, что препятствует избирательной сорбции ЭО и образованию слабых пограничных слоев.

Анализ литературных данных, результаты исследований по модификации эпоксидноаминных композиций жесткими циклоалифатическими фрагментами, ароматическими ОЭЦК позволяют выделить одну из основных причин низких когезионных свойств немодифицированных эпоксидноаминных ЭП, отверждаемых при 20-25 ^{0}С. Она заключается в образовании жестких упорядоченных структур за счет универсального межмолекулярного взаимодействия ароматических, алициклических ядер, способствующих «раннему» стеклованию эпоксидноаминных систем. Модификация эпоксидноаминных композиций реакционноспособными алифатическими соединениями обеспечивает повышение деформационно-прочностных и адгезионных характеристик полимеров, например, для ОЭЦК – 2 в 1,5-2,5 раза. Модифицирующий эффект, как в случае эпоксиуретановых полимеров, так и в случае введения «жестких» каркасных фрагментов, реализуется при сочетании в структуре полимера «жестких» и «гибких» фрагментов – релаксаторов.

Важна также роль высокополярных, например, уретановых и других групп, которые могут блокировать активные центры высокоэнергетических поверхностей, препятствуя избирательной сорбции компонентов адгезива и формированию неотвержденного пограничного слоя (очень характерного для немодифицированных эпоксидноаминных адгезивов).

Получение эпоксиаллиловых полимеров (ЭАП) при модификации сложноэфирными аллиловыми блоколигомерами

Формирование структуры ЭАП определяется условиями отверждения олигомеров (ЭО и АО-1) по независимым механизмам с образованием взаимопроникающих структур (ВПС), степень взаимопроникновения которых и их химическое строение определяют диапозон прочностных – когезионных и адгезионных характеристик (табл. 3).

Таблица 3

Влияние соотношения ЭА полимер-полимерных систем на структурные (ν_c) и прочностные характеристики ($E_в$, $\tau_{сдв.}$, $\sigma_{р.о.}$)

Соотношение компонентов, масс. ч.			T_c, ^{0}С	$E_в$, МПа	Y_c, моль/см^3·10^3	$\tau_в$, МПа	$\sigma_{р.о.}$, МПа
Катализатор	ЭД-20	АО-1					
УП-605/3р	-	100	127	40,9	4,17	14,8	31,8
3 % от массы	20	80	78	28,7	3,34	22,0	47,8
ЭО	40	60	87	22,8	2,59	26,5	64,7
	50	50	65	21,3	2,56	26,2	59,2
	60	40	92	38,1	4,25	22,6	59,8
	80	20	103	44,9	4,87	13,5	44,6
	100	-	118	51,2	5,34	20,3	38,9
УП-605/1р	-	100	127	40,9	4,17	19,4	28,4
3 % от массы	20	80	77	33,2	3,86	24,4	43,0
ЭО	40	60	45	7,5	0,96	25,9	36,0
	50	50	67	17,9	2,15	26,1	45,9
	60	40	86	34,6	3,93	14,5	17,3
	80	20	97	49,7	5,47	9,3	6,8
	100	-	127	58,4	5,95	-	2,2

* концентрация ПДК составляет 2 % от массы АО-1

Взаимное проникновение сеток различной природы стерически препятствует достижению полной конверсии реакционноспособных функциональных групп, следствием чего является взаимный пластифицирующий эффект [31], проявляющийся в

снижении температуры стеклования (T_c) от 120 (для гомополимеров) до 45-65 ^{0}C. Описанный эффект одновременно обуславливает понижение модуля высокоэластичности ($E_в$), эффективной плотности сшивки (ν_c) и увеличение $\tau_{сдв.}$ с 14-19 МПа до 25-26,5 МПа и $\sigma_{ро.}$ С 28-31 МПа до 46-64 МПа.

Как отмечалось выше, наряду с изменением (увеличением) молекулярной подвижности структуры ВПС важной составляющей является избирательная сорбция компонентов смеси полимерных адгезивов, процесс которой контролировали по содержанию функциональных групп в процессе отверждения эпоксиаллиловых композиций 50:50 и 70:30 мас.ч. по данным ИК-спектроскопии поглощения и МНПВО при 20±2 ^{0}C и последующем доотверждении при 120 ^{0}C/1 час. Исследования эффекта избирательной сорбции эпоксиангидридной составляющей ЭА композиции показали, что конверсия функциональных групп (α) существенно зависит от вида ангидридного отвердителя: малеинового (МА) или изо-МТГФА. В случае применения МА (композиция: ЭД-20-МА+АО-1-ПДК) значение α в пограничном слое составляет 18-20 %, а в блоке 40-45 %. Отверждение данной композиции в течение 20±2 ^{0}C/3 суток значений α в ПС и блоке не изменяют. Однако применение ускорителя ангидридного отверждения УП-606/2 при том же режиме позволяет обеспечить полное отверждение. В случае отсутствия ускорителя УП-606/2 полное отверждение достигается при режиме 120 ^{0}C/4 часа + 150 ^{0}C/4 часа. Другим вариантом увеличения конверсии функциональных групп является применение жидкого отвердителя изо-МТГФА: в композиции с ускорителем при 20±2 ^{0}C/1 сут. конверсия достигает значений до 80 %, а без ускорителя – до 60-65 %. Следует заметить, что изменение содержания функциональных групп в поверхностном слое протекает более ускоренно, чем в блоке. Доотверждение при 120 ^{0}C/2-4 часа обеспечивает полное расходование функциональных групп.

В случае каталитического отверждения комплексом BF_3 с амином УП-605/3р эффект сорбции при соотношении олигомеров 50:50 мас. ч. (кр. 1,1′ рис. 1) и 70:30 мас. ч. (рис. 2).

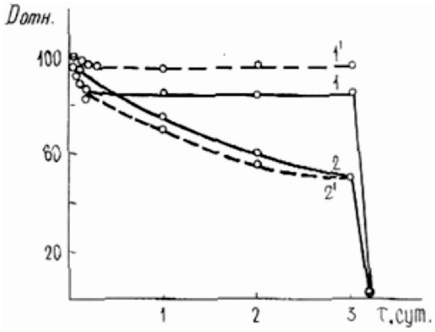


Рис. 1. Изменение содержания функциональных групп
в процессе отверждения эпоксиаллиловой композиции 50:50 мас.ч. ПДК
и комплексами трехфтористого бора с УП-605/3р (1, 1′) и с УП-605/1р (2, 2′)
по данным ИК-спектроскопии поглощения (1, 2) и МНПВО (1′, 2′) при 20±2 ^{0}C/3сут
и доотверждении при 120 ^{0}C/1час

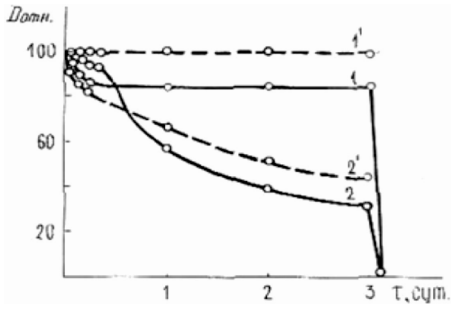


Рис. 2. Изменение содержания функциональных групп
в процессе отверждения эпоксиаллиловой композиции 70:30 мас.ч. ПДК
и комплексами трехфтористого бора с УП-605/3р (1, 1′) и с УП-605/1р (2, 2′)
по данным ИК-спектроскопии поглощения (1, 1) и МНПВО (1′, 1′) при 20±2 ^{0}C/3сут
и доотверждении при 120 ^{0}C/1час

Применение более активного отвердителя BF_3 с УП-605/1 р (кр. 2,2′) существенно ускоряет отверждение, как в поверхностном слое, так и в блоке – до 70-820 % за 3 суток.

Выполненные исследования показали, что применение олигомеров в полимерных эпоксиаллиловых системах, содержащих общий эпоксидиановый структурный фрагмент, оказывает положительное влияние, очевидно, по причине сближения (выравнивания) их сорбционной активности. Использование катализаторов, отвердителей, температуры отверждения позволяет регулировать скорость процессов отверждения, изменение молекулярной подвижности фрагментов формирующейся сетки, что увеличивает превращение функциональных групп в пограничных слоях на 20-40 % и более. Рассмотренные факторы в наибольшей мере ответственны за адгезионную прочность, что и подтверждают полученные высокие адгезионные и когезионные характеристики: $\sigma_{р.о.}$ = 60-75 МПа, $\tau_{сдв.}$ = 25-30 МПа.

Выводы

Таким образом, показано, что для повышения адгезионной прочности при склеивании высокоэнергетических субстратов в случае применения сетчатых полимерных адгезивов эффективными путями являются: 1) увеличение молекулярной подвижности формирующихся фрагментов сетки (за счет введения в структуру полимера дополнительных релаксаторов и полярных групп: -NH-, -OCO-, -OH и др.) и 2) предотвращение (уменьшение) процесса образования слабых пограничных слоев за счет блогирования активных центров поверхности субстратов и регулирования скорости процессов отверждения.

Эти пути достаточно убедительно и эффективно продемонстрированы на примерах олигомер-олигомерной модификации при получении полимер-полимерных систем: эпоксиуретановых и эпоксиаллиловых, что позволило повысить адгезионные и деформационные харктеристики эпоксидных адгезивов в 2-3 раза и обеспечило возможность расширения их технических и конструкционных возможностей.

Список литературы

1. Фрейдин А.С. Прочность и долговечность клеевых соединений. – М.: Химия, 1981. – 272 с.
2. Шилдз Дж. Клеящие материалы: Справочник. – М.: Машиностроение, 1980. – 368 с.
3. Воюцкий С.С. Адгезия // Энциклопедия полимеров. Т. 1. – М.: Сов. энциклопедия, 1972. – С. 22-29.
4. Слонимский Г.Л. О состоянии теории прочности связи между элементами многослойного изделия // Прочность связи между элементами резино-тканевых многослойных изделий в производстве и эксплуатации. – М.: Госхимиздат, 1956. – С. 5-15.
5. Bikerman I.I. Causes of poor adhesion: Weak boundary lauers // Jnd. Engn. Chem., 1967, v. 59, № 9. – P. 40-44.
6. Бикерман Я.О. Новые представления о прочности адгезионных связей полимеров // Успехи химии, 1972, т. 41, вып. 8. – С. 1431-1464.
7. Bikerman I.I. The Science of adhesive Joints. – N-Y, London: Acad. press, 1968. – 349 p.
8. Малинский Ю.М. О влиянии твердой поверхности на процессы релаксации и структурообразования в пристенных слоях полимеров // Успехи химии, 1970. т. 39, вып. 8. – С. 1511-1530.
9. Липатов Ю.С. Физическая физика наполненных полимеров. – М.: Химия, 1977. – 304 с.
10. Семенович Г.М., Липатов Ю.С. Структура и свойства гнипичных слоев полимеров // Физико-химия полимерных систем. Т. 1. – Киев: Наук. думка, 1986.– С. 186-221.
11. Строганов в.Ф., Савченко В.Н., Омельченко С.И. Циклокарбонаты и их применение для синтеза полимеров. – М.: НИИТЭХИМ, 1984. – 22 с.
12. Строганов В.Ф., Савченко В.Н., Козлова Л.В. и др. // Пластмассы, 1984, № 5. – С. 6-7.
13. Иржак В.И., Розенберг Б.А., Ениклопян Н.С. Сетчатые полимеры (синтез, структура, свойства). – М.: Наука, 1979. – 248 с.
14. Иржак В.И., Розенберг Б.А. Особенности кинетики формирования сетчатых полимеров // Высокомолек. соед., 1985, т. 27А, № 9. – С. 1795-1808.

15. Арутюнян Х.А., Тоноян А.О., Давтян С.П. и др. Особенности реакции эпоксидных соединений с ароматическими аминами на глубоких стадиях//Докл. АН СССР, 1973, т. 212, № 5. – С. 1128-1130.
16. Сафонов Г.В., Самсонова Т.И. Исследование кинетики отверждения эпоксидных смол с помощью изотермической колориметрии // Высокомолек. соед., 1975, т. 17Б, № 11. – С. 837-839.
17. Barton I.M. Kinetics of cure of epoxy resin system bisphenol. A diglicidylether di (4-aminophenyl) – sulphone // Polymer, 1980, v. 21, № 6. – P. 603-606.
18. Олейник Э.Ф., Маршаль Е.М., Руднев С.Н. и др. Молекулярное движение в густосетчатых полимерных сетках // Докл. АН СССР, 1977, т. 233, № 4. – С. 626-628.
19. Саломатина Ю.Б., Акопян Е.Л., Руднев С.Н. и др. Температура стеклования и структура густосетчатых эпоксиаминных сеток // Высокомолек. соед., 1983, т. 25А, № 1. – С. 179-195.
20. Horie K., Hiura H., Sawada M., Mito J., Kambe H. Calorimetric Investigation of Polymerization Reactions // J. Polym. Sci., 1970, v.8, № 6. – P. 1357-1372.
21. Пахомова Л.К., Саломатина О.Б., Артеменко С.А. и др. Особенности кинетики химических реакций в сетчатых полимерах // Высокомолек. соед., 1978, т. 20Б, № 9. – С. 554-558.
22. Smith J.T. The mechanism of the cross inking of epoxide resins by amines // Polymer, 1961, v. 2, № 1. – P. 95-108.
23. Строганов В.Ф., Строганов И.В. Эпоксидные полимеры на основе адамантана / Сб. Обзорных статей. Успехи химии адамантана. Панорама современной химии. – М.: Химия, 2007. – 320 с. – С. 153-195.
24. Строганов В.Ф., Михальчук В.М., Ланцов В.М. и др. Исследование молекулярной подвижности в процессе отверждения системы, дигмундиловый эфир дифенилолпропана-1,3-бис (аминометил) адаманта // ДАН СССР, 1986, т. 291, № 4. – С. 903-912.
25. Строганов В.Ф., Савченко В.Н., Тицкий Г.Д. и др. Аминолиз 1-фенокси-2.3-пропиленкарбоната бензиламином в хлорбензоле // ЖОРХ, 1988, т. 24, вып. 3. – С. 501-504.
26. Строганов В.Ф., Савченко В.Н., Зайцев Ю.С. Изучение процессов дискорбанирования циклокарбонатов // Синтез, свойства и методы исследования реакционноспособных олигомеров. – М.: НИИТЭХИМ, 1985. – С. 28-34.
27. Строганов В.Ф., Савченко В.Н., Омельченко С.И. Циклокарбонаты и их применение для синтеза полимеров: Обзор. – М.: НИИТЭХИМ, 1984. – 22 с.
28. Строганов В.Ф., Савченко В.Н., Козлова Л.В. Синтез циклокарбонатов на основе глицидиловых эфиров // Пласт. массы, 1984, № 5. – С. 6-7.
29. Строганов И.В., Строганов В.Ф. Особенности структурообразования и свойства изоцианатных эпоксиуретановых полимеров // Клеи. Герметики. Технологии, 2005, № 7. – С. 12-17.
30. Stroganov V.F., Stroganov I.V. Structualization and Properties of Nonisocianate Epoxyurethane Polymers, Polymer Science, Ser. C, 2007, vol. 49, № 3. – P. 257-263.
31. Строганов В.Ф., Михальчук В.М., Зайцев Ю.С., Маклаков Л.И., Липатов Ю.С. Взаимная пластификация полимер-полимерных систем с высокой удельной функциональностью / Докл. АН СССР, 1987, т. 292, № 3. – С. 670-673.

Stroganov V.F. – doctor of chemical sciences, professor
E-mail: svf08@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Problems of adhesion when bonding high energy substrates

Resume

In this article theoretical aspects of a problem of durability of adhesive communication are considered at pasting of high-energy substrates. In a problem of adhesion there are two most important questions: formation of structure of polymeric adhesive, and also the nature and estimation of durability of adhesive communication on border «adhesive-substrate». The

important role of making structure of polymeric adhesive-structure of interfaces has marked. From a position of the structural organization of cross-linked polymer effective methods of chemical updating of traditional epoxy adhesives «cold» (without heat supply) and «moderated» curing are considered. These methods allow in addition to a grid of chemical bonds in polymer structure to enter polar groups: NH-, -OCO-, -OH and others which cause possibility of increase of adhesive durability and prevent formation of weak interfaces and reduce level of residual strength by updating of hydroxyurethane and compound ether fragments. Data on dependence of molecular mobility, relax processes of cross-lined epoxyhydrourethane and epoxyallyl polymers from the cumulative contribution of chemical and physical grids is cited. These researches have allowed to solve one of the basic problems of adhesive durability – braking of reactions of curing and formations of «fragile» polymers and it is essential to raise cohesive and adhesive durability of epoxypolymer adhesives.

Keywords: adhesive strength, high-energy surface of substrates, the chemical structure of polymer-polymer modified adhesives.

References

1. Frejdin A.S. The strength and durability of adhesive joints. – M.: Chemistry, 1981. – 272 p.
2. Shilds J. Adhesive materials: Directory. – M.: Mechanical engineering, 1980. – 368 p.
3. Vojutskiy S.S. Adhesion // Encyclopedia of polymer. – M.: Soviet Encyclopedia, 1972. – V.1. – P. 22-29.
4. Slonimskiy G.L. On the state of the theory of bond strength between the elements of laminated products // The bond strength between the elements of multi-layer rubber-fabric products in production and operation. – M.: Goskhimizdat, 1956. – P. 5-15.
5. Bikerman I.I. Causes of poor adhesion: Weak boundary lauers // Jnd. Engn. Chem., 1967, t. 59, № 9. – P. 40-44.
6. Bikerman Ya.O. New ideas on the strength of adhesive bonds of polymers // Progress of Chemistry, 1972, v. 41, is. 8. – P. 1431-1464.
7. Bikerman I.I. The Science of adhesive Joints. – N-Y, London: Acad. press, 1968. – 349 p.
8. Malinskiy Y.M. The effect of solid surfaces on the relaxation processes and structure formation in the near-wall layers of polymers // Progress of Chemistry, 1970, v. 39, is. 8. – P. 1511-1530.
9. Lipatov Y.S. Physical physics of filled polymers. – M.: Chemistry, 1977. – 304 p.
10. Semenovich G.M., Lipatov Y.S. Structure and properties of gnipic polymer layers / / Physics and Chemistry of Polymer Systems. – Kiev: Nauk. Dumka, 1986, v. 1. – P. 186-221.
11. Stroganov V.F., Savchenko V.N., Omelchenko S.I. Cyclocarbonates and their application to the synthesis of polymers. – M.: NIITAKHIM, 1984. – 22 p.
12. Stroganov V.F., Savchenko V.N., Kozlova L.V. and oth. // Plastics, 1984, № 5. – P. 6-7.
13. Irzhak V.I., Rozenberg B.A., Yenikolpian N.S. Network polymers (synthesis, structure, properties). – M.: Nauka, 1979. – 248 p.
14. Irzhak V.I., Rozenberg B.A Features of the kinetics of formation of cross-linked polymers // High molecular weight compound, 1985, v. 27A, № 9. – P. 1795-1808.
15. Arutunian H.A., Tonian A.O., Davtian S.P. and oth. Features of the reaction of epoxy compounds with aromatic amines in the deep stages of // Reports AS USSR, 1973, v. 212, № 5. – P. 1128-1130.
16. Safonov G.V., Samsonova T.I. Research of the kinetics of curing of epoxy resins using isothermal colorimetry // High molecular weight compound, 1975, v. 17Б, № 11. – P. 837-839.
17. Barton I.M. Kinetics of cure of epoxy resin system bisphenol. A diglicidylether di (4-aminophenyl) – sulphone // Polymer, 1980, v. 21, № 6. – P. 603-606.
18. Oleynik E.F., Marshal E.M., Rudnev S.N. and oth. Molecular motion in interpenetrating polymer networks / Report AS USSR, 1977, v. 233, № 4. – P. 626-628.
19. Salomatina Y.B., Akopian E.L., Rudnev S.N. and oth. The glass transition temperature and structure densely net apoxy-amin nets // High molecular weight compound, 1983, v. 25A, № 1. – P. 179-195.
20. Horie K., Hiura H., Sawada M., Mito J., Kambe H. Calorimetric Investigation of Polymerization Reactions // J. Polym. Sci., 1970, v. 8, № 6. – P. 1357-1372.

21. Pakhomova L.K., Salomatina O.B., Artemenko S.A. and oth. Features of the kinetics of chemical reactions in the cross-linked polymers // High molecular weight compound, 1978, v. 20Б, № 9. – P. 554-558.
22. Smith J.T. The mechanism of the cross inking of epoxide resins by amines // Polymer, 1961, v. 2, № 1. – P. 95-108.
23. Stroganov V.F., Stroganov I.V. Epoxy polymers based on adamantane, Proc. Review articles. Advances adamantane chemistry. Panorama of modern chemistry. – M.: Khimiya, 2007. – 320 p. – P. 153-195.
24. Stroganov V.F., Mikhalchuk V.M., Lantsov V.M. and oth. Research of molecular mobility during curing systems, air digmundiling diphenylolpropane-1,3-bis (aminomethyl) adamant // DAS USSR, 1986, v. 291, № 4. – P. 903-912.
25. Stroganov V.F., Savchenko V.N., Titskiy G.D. and oth. Aminolysis of 1-phenoxy-2.3-propylene benzylamine in chlorobenzene // ZHORH, 1988, v. 24, is. 3. – P. 501-504.
26. Stroganov V.F., Savchenko V.N., Zaitsev Y.S. The study of processes diskorbanirovaniya tsiklokarbonatov // Synthesis, properties and methods of reactive oligomers. – M.: NIITEKHIM, 1985. – P. 28-34.
27. Stroganov V.F., Savchenko V.N., Omelchenko S.I. Ciklokarbonaty and their application to the synthesis of polymers: Review. – M.: NII`, 1984. – 22 p.
28. Stroganov V.F., Savchenko V.N., Kozlova V.N. Synthesis of ciklokarbonats based on glycidyl ethers // Plastic material, 1984, № 5. – P. 6-7.
29. Stroganov I.V., Stroganov V.F. Features of structure and properties of isocyanate epoksiuretan polymers // Klei. Germetiki. Technology., 2005, № 7. – P. 12-17.
30. Stroganov V.F., Stroganov I.V. Structualization and Properties of Nonisocianate Epoxyurethane Polymers, Polymer Science, Ser. C, 2007, vol. 49, № 3. – P. 257-263.
31. Stroganov V.F., Mikhalchuk V.M., Zaitsev Y.S., Maklakov L.I., Lipatov Y.S. Mutual plasticization of polymer-polymer systems with high specific functionality // Report AS USSSR, 1987, v. 292, № 3. – P. 670-673.

УДК 678.643.425.033:620.193.8
Строганов В.Ф. – доктор химических наук, профессор
E-mail: svf08@mail.ru
Куколева Д.А. – ассистент
E-mail: daria-zd@rambler.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1
Перушкина Е.В. – кандидат технических наук, доцент
Казанский национальный исследовательский технологический университет
Адрес организации: 420015, Россия, г. Казань, ул. К. Маркса, 68

Сравнительное исследование влияния микроорганизмов и сред, моделирующих продукты жизнедеятельности микроорганизмов, на цементно-песчаный раствор

Аннотация

Выполнены исследования влияния модельных растворов органических кислот – метаболитов жизнедеятельности микроорганизмов, которые сопоставлены с влиянием активных опытных систем микроорганизмов на цементно-песчаный раствор (ЦПР). Оценку степени биологической коррозии проводили по уровню снижения прочности образцов из ЦПР.

Ключевые слова: биоразрушение, биокоррозия, активный ил, сероокисляющие бактерии, цементно-песчаный раствор.

Введение

Проблема биологического повреждения изделий из минеральных материалов – одна из актуальнейших проблем строительной отрасли в настоящее время. Первым шагом для решения этой проблемы является ее исследование, в том числе разработка доступных методов оценки биостойкости строительных материалов, изделий и конструкций.

В настоящее время оценка биостойкости материалов производится по ГОСТ 9.048-89, предполагающему 4 метода оценки. В качестве тест-организмов используется ряд микроорганизмов, поставлямых из Всероссийской Коллекции Микроорганизмов АН РФ: Aspergillus oryzae (Ahlburg) Cohn, Aspergillus niger van Tieghem, Aspergillus terreus Thom, Chaetom globusom Kunze; Paicicilomyces variotii Bainier; Penicillium funiculosum Thom; Penicillium chrysogenum Thom; Penicillum cyclopium Westling; Trichodermas viride Pers. Ex. Fr. Суть стандартных методов заключается в заражении материалов суспензией вышеуказанных микроорганизмов и выдерживании в условиях, благоприятных для их развития в течение предписанного времени. Данные методы позволяют установить факт: является ли исследуемый материал фунгицидным, биостойким или небиостойким. Оценка устойчивости к воздействию микроорганизмов производится в баллах от 0 до 5. Однако, определить степень воздействия микроорганизмов на прочностные характеристики исследуемого материала затруднительно, ввиду необходимости обработки материала дезинфицирующим составом.

В этой связи нами в работе рассматривается возможность альтернативной (косвенной) оценки биостойкости строительных материалов, при их экспозиции в среде, моделирующей воздействие продуктов жизнедеятельности микроорганизмов [1-3]. Известно, что биологическому повреждению материалов способствуют не столько сами микроорганизмы, сколько продукты их метаболизма. Сильнейшими агрессивными метаболитами микроорганизмов являются органические кислоты, которые могут вызывать деструкцию различных материалов.

Известно, что из культур плесневых грибов различных родов [4] удалось выделить более 40 различных органических кислот. Необходимо отметить, что в наибольших количествах плесневые грибы образуют следующие кислоты: фумаровую, янтарную, яблочную, лимонную, глюконовую, молочную, щавелевую, уксусную.

Кратко рассмотрим основные органические кислоты – продукты метаболизма микроорганизмов, рассматривая их в порядке увеличения основности.

Уксусная кислота (одноосновная) является одним из главных промежуточных метаболитов, выделяемых плесневыми грибами различных родов, выполняющих как структурную, так и энергетическую функцию в обмене веществ.

К двухосновным кислотам относятся следующие: щавелевая, глюконовая, янтарная, яблочная и фумаровая.

Щавелевая кислота может накапливаться в культурах плесневых грибов в значительных количествах. Способность образовывать эту кислоту свойственна самым различным грибам. Наиболее подробно изучен синтез щавелевой кислоты в культурах плесневых грибов, принадлежащих к родам *Aspergillus, Mucor* и *Penicillium.* Характерной особенностью этого процесса является то, что щавелевая кислота образуется из самых разнообразных веществ: углеводов, пептона, глицерина, солей уксусной, винной, янтарной, фумаровой, лимонной, яблочной и других кислот. Весьма интенсивное образование щавелевой кислоты при культивировании плесеней на пептоне объясняется, по-видимому, накоплением в среде значительного количества аммиака. Щавелевая кислота – продукт неполного окисления сахара плесневыми грибами, поэтому может подвергаться дальнейшему окислению с образованием, в конечном итоге, диоксида углерода и воды.

Глюконовая кислота продуцируется многими видами микромицетов, среди которых особенно активны Aspergillus niger, A.oryzae, Pennicillium glaucum, P. Purpurogenum и P. Cristaceum. Глюконовая кислота широко применяется в фармацевтической промышленности и медицине. Поэтому процесс превращения глюкозы в глюконовую кислоту, происходящий под влиянием микроорганизмов, исследован довольно хорошо.

Янтарная кислота образуется большинством плесневых грибов, выращиваемых на средах, содержащих углеводы. Относительно большое ее накопление характерно для грибов родов Fusarium, Rhizopus и некоторых представителей родов Penicillium и Aspergillus.

Яблочная кислота выделена в небольших количествах из многих культур грибов, в которых она присутствует обычно в смеси с другими кислотами.

Фумаровая кислота обнаруживается у большинства грибов, усваивающих углеводы, ее накопление в больших количествах характерно для мукоровых грибов и особенно для грибов рода Rhizopus.

Стоит также отметить, что фумаровая, яблочная и янтарная кислоты могут взаимно превращаться друг в друга под влиянием плесневых грибов. Так, в культурах грибов *Rhizopus* или *Mucor*, образующих фумаровую кислоту, со временем последняя исчезает, а количество яблочной кислоты, накапливающейся в молодых культурах в небольшом количестве, постепенно возрастает. Обратимое превращение фумаровой кислоты в яблочную происходит под действием фермента фумаратгидратазы. Яблочная кислота легко синтезируется также в культурах *Aspergillus niger* из янтарной кислоты.

Лимонная кислота (трехосновная) является лучшим продуцентом Aspergillus niger, используемых для ее промышленного производства. Кроме того, значительное количество лимонной кислоты образуют Aspergillus glaucus, A. Clavatus, A. Fumaricus, A. Awamori, A. Aureus, Penicillium glaucum, P. Arenarium и др. Решающими факторами, от которых зависит накопление лимонной кислоты в культурах плесневых грибов, являются подходящий штамм гриба и достаточная аэрация культуры.

С учетом информации по кислотам, а также с учетом их химического строения для определения необходимой среды, моделирующей действие продуктов жизнедеятельности микроорганизмов, нами выбрано по одному представителю кислоты каждого класса (одно-, двух- и трехосновных), являющихся наиболее распространенными метаболитами микроорганизмов: уксусная, щавелевая и лимонная. Мы полагаем, что испытания в такой среде позволят понять общую картину воздействия всех органических кислот на материалы.

Для моделирования воздействия метаболитов на образцы ЦПР нами выполнены исследования по определению уровня снижения прочностных характеристик (кубиковая прочность на сжатие) в средах с различным соотношением между компонентами среды (табл. 1).

Таблица 1

Влияние карбоновых кислот на прочностные характеристики

Серия образцов	Кубиковая прочность на сжатие, $R_{сж;}$ МПа				
	Среда 1*	Среда 2	Среда 3	Среда 4	Среда №5
1	13,75	14,36	11,7	14,6	14,6
2	12,50	15,06	10,7	14,6	12,5
3	14,50	16,25	12,5	13,8	14,8

*- состав сред описан в ранее опубликованной работе [3].

С целью подтверждения обоснованности выбранного состава модельной среды проведены исследования, заключающиеся в оценке воздействия микроорганизмов на прочностные характеристики (кубиковая прочность на сжатие $R_{сж}$) материалов, выполненные совместно с кафедрой промышленной биотехнологии КНИТУ (КХТИ).

Экспериментальная часть

Объектами исследований являлись ассоциации сероокисляющих микроорганизмов ЕА2, ЕА3*, выделенные Перушкиной Е.В. и Сироткиным А.С. из активного ила биологических очистных сооружений (БОС) ОАО «Казанский завод синтетического каучука» на питательных средах Бейеринка и Thio (таблица 2), и активный ил, отобранный с БОС «Казанский завод органического синтеза».

Активный ил опытная система (ОС-1) – это взвешенная в воде активная биомасса, осуществляющая процесс очистки сточных вод в аэротенках и являющаяся сложным сообществом микроорганизмов различных систематических групп и некоторых многоклеточных животных. По внешнему виду представляет собой хлопья светло-серого, желтоватого или темно-коричневого цвета, густо заселенные микроорганизмами, заключенными в слизистую массу. Средний размер хлопьев 1-4 мм, но в зависимости от условий в аэротенке он может изменяться от долей миллиметра до 30-40 мм.

Для оценки степени биологической коррозии бетонных материалов в процессе культивирования ассоциаций сероокисляющих микроорганизмов и активного ила использовались бетонные образцы из цементно-песчаного раствора (ЦПР) размером 80 $см^3$.

Исследование биологической коррозии бетонных материалов в процессе культивирования ассоциаций микроорганизмов ЕА2 и ЕА3 на питательных средах производилось следующим образом.

Предварительно готовили стандартные среды Бейеринка и питательную среду для ЕА3 (Thio) согласно таблице 3. Питательные среды автоклавировали при 0,5 атм в течение 30 минут. Растворы $Na_2S_2O_3{\times}5H_2O$, $NaHCO_3$, $FeCl_3{\times}7H_2O$ автоклавируют отдельно и вносят в стерильную питательную среду перед засевом микроорганизмов.

В опытных системах ОС2 и ОС3 (табл. 3) производили засев суспензии сероокисляющих микроорганизмов ассоциаций ЕА2 и ЕА3 в количестве 20 % от объема ПС. Затем в стерильных условиях в опытные системы вносили образцы бетона, стерилизованные в дистиллированной воде способом автоклавирования при избыточном давлении 1 атм.

Периодическое культивирование сероокисляющих микроорганизмов осуществляли на перемешивающем устройстве (n = 100 об/мин (скорость 14)) при температуре культуральной жидкости 28 °С.

В процессе культивирования анализировали потребление основного субстрата – тиосульфата натрия, содержание сульфат – ионов, рост микроорганизмов по концентрации белка микробной биомассы и изменение pH среды с периодичностью отбора проб 2-3 суток. Отбор проб (7 $см^3$) для аналитических исследований осуществляли в стерильных условиях.

Таблица 2

Состав питательных сред (ПС) и сточных вод (СВ)

Название питательных сред	Состав питательной среды г/дм^3 дистиллированной воды	Назначение среды
Бейеринка	$Na_2S_2O_3 \times 5H_2O$* – 5; $NaHCO_3$* – 1; NH_4Cl – 0,1; $Na_2HPO_4 \times 12H_2O$ –2; $MgCl_2 \times 6H_2O$ – 0,1; $FeSO_4 \times 7H_2O$ - следы	Для выделения сероокисляющих бактерий ЕА2
Thio	$Na_2S_2O_3 \times 5H_2O$* – 0,5; NH_4Cl – 0,5; $MgCl_2 \times 6H_2O$ – 0,1; $CaCl_2$ - 0,05; KH_2PO_4 – 0,085; K_2HPO_4 - 0,11; CH_3COONa* – 0,5; $Na_2S_2O_3 \times 5H_2O$ - 0,5; $FeSO_4 \times 7H_2O$* (следы), ЭДТА (следы).	Для выделения сероокисляющих бактерий ЕА3
Сточная вода (конц.) ОАО «Казанский завод СК»	ХПК, не более 450000 мг/дм^3 Содержание взвешенных веществ, не более 350 мг/дм^3 Концентрация формаля, не более 10 мг/дм^3 формальдегида, не более 40 мг/дм^3 общей серы, не более 25000 мг/дм^3 сульфатов, не более 100 мг/дм^3 сульфидов, не более 3000 мг/дм^3 pH, до 12,5	Для культивирования активного ила

* – компоненты стерилизуются отдельно от ПС и вносятся в виде стерильных растворов перед засевом микроорганизмов.

Таблица 3

Характеристики опытных систем (ОС) в контейнерах для культивирования микроорганизмов объемом 1 дм^3

Состав испытательных сред	ОС1	ОС2	ОС3
Питательна среда и СВ (для ОС 1), см^3	200	230	230
Инокулят, см^3	60	46	46

Для поддержания оптимальной концентрации восстановленных соединений серы в объеме питательной среды проводили дозирование раствора тиосульфата натрия после его полного окисления в ПС микроорганизмами. Например, при культивировании ассоциации ЕА2 добавляли раствор субстрата на 12 и 24 сутки культивирования.

Кроме того, вследствие длительности эксперимента (28 суток) производили периодическое культивирование микроорганизмов с дозированием новых порций питательных компонентов, не содержащих соединения серы (например, в случае испарения водной фазы в питательной среде).

Исследование биологической коррозии бетонных материалов в процессе культивирования сероокисляющих микроорганизмов активного ила на сточной воде осуществлялись следующим образом:

- В ОС1 с предварительно разбавленной в 100 раз сточной водой (200 см^3) вносили суспензию активного ила в количестве 30 % от объема СВ и образцы бетона.
- Культивирование активного ила проводили в периодических условиях с подачей воздуха с помощью специального устройства – аэратора.
- Дозирование новой порции тиокольной СВ проводили через 1 сутки в количестве 100 см^3.
- В процессе культивирования анализировали содержание сульфатов, изменение pH среды с периодичностью отбора проб 2-3 суток.

По окончании экспозиции исследуемые образцы ЦПР подвергали испытаниям на прочностные характеристики (кубиковая прочность на сжатие – $R_{сж}$).

Обсуждение результатов

Исследования биостойкости ЦПР в присутствии микроорганизмов позволили установить уровень снижения прочностных характеристик (табл. 4).

Таблица 4

Снижение кубиковой прочности на сжатии при воздействии микроорганизмов на образцы ЦПР

Серия образцов	Кубиковая прочность на сжатие, $R_{сж}$, МПа		
	ОС1	ОС2	ОС3
1	12,50	10,00	9,58
2	12,08	8,75	9,58
3	10,00	9,58	8,75

Для оценки биостойкости строительных материалов наибольший интерес представляет среда ОС1 ввиду видового разнообразия микроорганизмов, содержащихся в активном иле. При сравнении результатов экспериментов по экспозиции образцов ЦПР в модельных (табл. 1) и испытательной ОС1 (табл. 2) средах, можно сделать вывод о том, что на прочностные характеристики исследуемого материала идентичное воздействие оказывает модельная среда из ранее выбранных органических кислот определенной концентрации и относительного содержания в смеси (табл. 5).

Таблица 5

Предлагаемый состав среды

Наименование компонента	Концентрация, %	Содержание в смеси,
Уксусная кислота	1 %	35 %
Щавелевая кислота	0,1 %	49 %
Лимонная кислота	1 %	16 %

Таким образом, в работе исследовано влияние одно-, двух- и трехосновных органических кислот (уксусная, щавелевая, лимонная) и их смесей, а также ассоциаций сероокисляющих бактерий и активного ила на прочностные характеристики ЦПР. Анализ полученных результатов позволил определить оптимальный состав среды, а также подтвердить ее моделирующее действие, аналогичное продуктам жизнедеятельности микроорганизмов.

Список литературы

1. Stroganov V.F. Biodeterioration of polymers and polymer copmposite materials /V.F. Stroganov, D.A. Kukoleva, A.S. Akhmetshin, I.V. Stroganov // Polymer Science. Ser. D, 2009, vol. 2, number 3. – P. 164-166.
2. Stroganov V.F. Comparative analysis of methods investigating polymer biocorrosion proccesses / V.F. Stroganov, D.A. Kukoleva, A.S. Akhmetshin, I.V. Stroganov, I.G. Khabibullin // Polymer Science. Ser. D, 2009, vol. 2, number 3. – P. 167-169.
3. Строганов В.Ф., Куколева Д.А. Методика испытаний минеральных строительных материалов на биостойкость // Известия КГАСУ, 2011, № 3 (17). – С. 150-156.
4. Заикина Н.А. Образование органических кислот, выделяемых с объектов, пораженных биокоррозией / Н.А. Заикина, Н.В. Деранова // Микология и фитопатология, 1975, Т. 9, № 4. – С. 303-306.

Stroganov V.F. – doctor of chemical science, professor
E-mail: svf08@mail.ru
Kukoleva D.A. – assistant
E-mail: daria-zd@rambler.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420023, Kazan, Zelenaya st., 1
Perushkina E.V. – candidate of technical science, associate professor
Kazan National Research Technological University
The organization address: 420015, Kazan, K. Marks st., 68

A comparative investigation of the influence of micro-organisms and environments modeling the waste products of microorganisms in the cement-sand grout

Resume

The problem of biological damage (due to the action of various micro-organisms) of building constructions at the present time is relevant. This work is dedicated to providing methodological problems of biological corrosion of building materials, products and constructions. The standard method has several disadvantages, which do not permit to use it widely, so it became necessary to find alternative methods of testing building materials for biopersistence. It is known that the causes of biological destruction of building constructions are not the microorganisms, but their metabolic products. An assessment of the influence of strains sulfur-oxidizing bacteria and active sludge on the strength characteristics of cement-sand mortar. By the way, a lower level of strength characteristics of samples of cement-sand mortar, when exposed to a mixture of solutions of organic acids (acetic, oxalic and citric) was designated. Comparative analysis of the results has carried out, which allowed us to determine the composition of the model medium, with an impact on patterns of cement-sand grout, similar microorganisms in activated sludge. The model medium is a mixture of organic acids in the following proportions: acetic acid (1 %) – 2 parts by weight, oxalic acid (0,1 %) – 3 parts by weight, citric acid (1 %) – 1 mass part.

Keywords: biodeterioration, biocorrosion, active sludge, sulfur-oxidizing bacteria, cement-sand grout.

References

1. Stroganov V.F., Kukoleva D.A., Akhmetshin A.S., Stroganov I.V. Biodeterioration of polymers and polymer copmposite materials // Polymer Science. Ser. D, 2009, vol. 2, number 3. – P. 164-166.
2. Stroganov V.F., Kukoleva D.A., Akhmetshin A.S., Stroganov I.V., Khabibullin I.G. Comparative analysis of methods investigating polymer biocorrosion proccesses // Polymer Science. Ser. D, 2009, vol. 2, number 3. – P. 167-169.
3. Stroganov V.F., Kukoleva D.A Method of test building materials on biodeterioration // News of the KSUAE, 2011, № 3 (17). – P. 150-156.
4. Zaikina N.A., Deranova N.V. The formation of organic acids, available from the sites affected by biocorrosion // Mikilodiya and fitopatologiya, 1975, V.9, № 4. – P. 303-306.

УДК 658.012, 691.2
Харисов А.Р. – студент
Коклюгина Л.А. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: the-lusy@mail.ru
Коклюгин А.В. – доцент
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Исследование существующих методов определения продолжительности строительства промышленных объектов

Аннотация

В статье исследуются проблемы несоответствия реальной продолжительности строительства объектов с нормативными данными. Выявляются причины отставания от директивных сроков на примере строительства объекта нефтеперерабатывающей промышленности. Перед началом производства строительно-монтажных работ подрядные организации должны иметь календарный график как обязательное приложение к договору о подряде, в котором указывается срок строительства объекта или предоставляемых услуг. Если в процессе строительства возникают несоответствия выполненных работ проекту, то следствием является частая переделка, следовательно, страдает качество, происходит удорожание работ, а результатом – срыв сроков строительства, нарушение договора и штрафные санкции. Очевидно, что необходимы значительные преобразования в системе управления строительным производством, обеспечивающие эффективное взаимодействие всех звеньев строительного комплекса, начиная с подготовки производства и заканчивая сдачей объектов в эксплуатацию.

Ключевые слова: календарный план, продолжительность строительства, управленческое решение, финансирование объекта.

Существует ошибочное мнение, что все проблемы в строительстве, в частности, срыв сроков сдачи объектов в эксплуатацию, качество выполненных работ, возникают от недостатка финансирования. Однако, далеко не всегда задержка, недостаток или неритмичность финансирования являются основными причинами нарушения директивных и нормативных сроков строительства.

За основу исследования данного вопроса были приняты объекты строительства с устойчивым и четким финансированием нефтяной и нефтеперерабатывающей промышленности. Было выявлено, что основной причиной отставаний и срывов сроков сдачи объектов стало принятие неэффективных или неправильных управленческих решений.

Организация строительства – важнейшая область строительной деятельности. То, каким образом она осуществляется, оказывает влияние на своевременность выполнения работ, качество и себестоимость конечной строительной продукции.

Во многих зарубежных и отечественных статьях отмечается, что в современных условиях типичные российские строительные фирмы существенно уступают по важнейшим показателям работы многим зарубежным компаниям. Причем, речь идет об отставании не только от компаний наиболее развитых стран, к чему многие уже привыкли, но и тех стран, которые до недавнего времени к числу развитых не относились (например, Турции, Бразилии и др.). В связи с этим возникает ряд вопросов. Каковы причины отставания? Что нужно делать, чтобы существующий разрыв сокращался?

Продолжительность строительства является одним из основных показателей на всех этапах экономической, проектной, плановой и организационной подготовки и осуществления строительства. Поэтому в данной статье ставятся следующие задачи:

1. Исследование существующих методов определения продолжительности строительства.
2. Изучение расчетного метода для определения продолжительности строительства.
3. Выявление продолжительности строительства объекта на основе полученных данных расчетным методом.

4. Исследование соответствия вычисленных сроков с планируемой и фактической продолжительностью строительства.
5. Необходимость введения поправок в расчетный метод.

В качестве объектов исследования были выбраны следующие объекты:

1. Промпарк газофракционирующей установки (ГФУ).
2. Промпарк ловушечного нефтепродукта.
3. Насосная при промпарке ГФУ.
4. Ремонтно-механический цех с АБК и холодным складом.
5. Бытовой корпус со столовой.
6. Пожарное депо на 6 машин.
7. Трансформаторная подстанция.
8. Теплоцентр.

Таблица 1

Продолжительность строительства объектов с момента начала строительства до сдачи в эксплуатацию

Наименование объекта	Плановая продолжительность строительства по календ. графику в мес.	Фактическая продолжительность строительства в мес.	Отклонение от нормативных сроков строительства, мес.
1. Промпарк ГФУ	14	29	15
2. Промпарк ловушечного нефтепродукта	18	26	8
3. Насосная при промпарке ГФУ	10	22	12
4. РМЦ с АБК и холодным складом	14	33	19
5. Бытовой корпус со столовой	14	24	10
6. Пождепо на 6 машин	13	28	15
7. Трансформаторная подстанция	7	20	13
8. Теплоцентр	21	21	-

Рассмотрим причины такого несоответствия по каждому объекту:

1. **Промпарк ГФУ.** Начало строительства 01.06.08 г. Общестроительные работы были завершены к 01.06.09 г. Однако объект был сдан 10.11.10 г. Это связано с задержкой выполнения специальных работ, неувязками проекта в связи с параллельным проектированием, а также из-за неготовности в срок подводящих эстакад. Т.о., реальное строительство без учета задержек составило 14 месяцев (разница составила 15 месяцев).

2. **Промпарк ловушечного нефтепродукта.** Работы по строительству объекта были начаты 01.10.08 г. В течение первого месяца было завершено устройство свайного фундамента. Далее работы были приостановлены в связи с заменой организации, выполняющей строительство данного объекта. Работы были возобновлены 01.07.09 г. Т.о., реальные сроки строительства составили 18 месяцев (разница составила 8 месяцев).

3. **Насосная при промпарке ГФУ.** Начало строительства 01.10.08 г. Общестроительные работы были завершены к 01.06.09 г. Объект был сдан 03.08.10 г. Причины – в задержке выполнения специальных работ, неувязках проекта в связи с параллельным проектированием, а также задержки в поставках оборудования. Т.о., реальное строительство без учета задержек составило 10 месяцев (разница составила 12 месяцев).

4. **РМЦ с АБК и холодным складом.** Начало строительства 01.04.08 г. Общестроительные работы были практически завершены к 01.06.09 г. Далее объект был заморожен на 5 месяцев из-за желания заказчика изменить назначение объекта.

Возобновленное выполнение работ шло медленными темпами из-за запоздания проекта. Т.о., объект был сдан 20.12.10 г. и строительство без учета задержек составило 14 месяцев (разница составила 19 месяцев).

5. **Бытовой корпус со столовой.** Начало строительства 01.07.08 г. Общестроительные работы были завершены к 01.09.09 г. Специальные работы были завершены к 01.06.10 г. Объект был сдан 30.06.10 г. и строительство без учета задержек составило 14 месяцев (разница составила 10 месяцев).

6. **Пожарное депо на 6 машин.** Начало строительства 01.06.08 г. Общестроительные работы были завершены к 01.06.10 г. Задержки сдачи объекта в эксплуатацию связаны с невозможностью подключения объекта из-за неготовности подводящих эстакад. Объект был сдан 19.09.10 г. и строительство без учета задержек составило 13 месяцев (разница составила 15 месяцев).

7. **Трансформаторная подстанция.** Начало строительства 01.03.09 г. Задержка сдачи объекта связана с отсутствием электротехнической части проекта. Полный проект был выдан в июне 2010 г. Объект был сдан 30.10.10 г.

8. **Теплоцентр.** Начало строительства 01.04.09 г. Строительство каркаса шло медленно, что связано с большими неувязками проекта в разделе КМ.

Расчетный метод определения продолжительности строительства объектов, не имеющих прямых норм в [1]

Определим продолжительность строительства зданий и сооружений по [1].

Для подсчета расчетным методом сметную стоимость приводим к ценам 1985 г.

Расчетный метод определения продолжительности строительства объектов $T_н$ основан на функциональной зависимости её от стоимости строительно-монтажных работ.

Таблица 2

Сводная таблица сравнения нормативной и фактической продолжительностей строительства

Наименование объекта	Продолжительность по календарному плану, мес. / Нормативная продолжительность, мес.	Продолжительность, определенная расчетным методом, мес.	Фактическая продолжительность, мес.
1.Промпарк ГФУ*	$\frac{17}{14}$	25	29
2. Промпарк ловушечного нефтепродукта	18	13	26
3. Насосная при промпарке ГФУ	10	10	22
4. РМЦ с АБК и холодным складом	14	29	33
5. Бытовой корпус со столовой	14	13	24
6. Пождепо на 6 маш.	13	16	28
7. Отдельностоящая трансформаторная подстанция*	$\frac{7}{7}$	-	20
8. Теплоцентр	21	20	21

*- объекты, которые имеют прямые нормы в [1]. Объекты рассчитываются с целью проверки значений, приведенных в [1].

Для основных отраслей народного хозяйства эта зависимость выражается в виде функций:

$T_н = A_1\sqrt{C} + A_2 C$ Нефтеперерабатывающая промышленность (1)

$T_н = A_1\sqrt{C} + A_2$ Нефтедобывающая промышленность (2)

$T_н = A_1 C + A_2$ Материально-техническое снабжение (3)

где С – объем строительно-монтажных работ, млн. руб, в ценах, действующих с 1984 г.;

A_1, A_2 – параметры уравнения, определенные по данным статистики.

По данным таблицы 2 можно сделать следующий вывод: продолжительность строительства, определенная расчетным методом, а также нормативная и по календарному плану резко отличаются от фактической продолжительности строительства. Однако для крупных объектов, таких как промпарк ГФУ, РМЦ с АБК, расчетный метод дает более точные результаты ближе к реальным срокам. Имеющаяся разница обусловлена тем, что расчетный метод требует уточнения табличных данных (значения коэффициентов, интервалов объемов СМР) для современных условий строительства.

Анализ причин несоответствия фактического и планового сроков строительства

Как отмечалось выше, основными причинами неувязок в сроках строительства для исследуемых объектов являются:

- неувязки проекта строительства и выполняемых строительных работ, в связи с параллельным проектированием;
- задержки в выполнении специальных работ;
- замена заказчиком подрядной организации, выполняющей строительство;
- задержки в поставках оборудования;
- неготовность в срок подводящих эстакад.

Очевидно, что это связано с неправильной организацией строительства.

Эта проблема носит комплексный характер, затрагивает самые различные аспекты строительной деятельности, но, в конечном итоге, все сводится к небольшому числу известных факторов:

- серьезные проблемы с организацией строительного производства и управлением им в отечественной строительной отрасли;
- ошибки менеджмента при разработке решений организации строительства и технологии производства работ;
- отсутствие самостоятельной специализации управленческого труда – планировщиков работ (Schedulers) – в отечественных строительных фирмах.

Строительство каждого объекта допускается осуществлять только на основе предварительно разработанных решений по организации строительства и технологии производства работ, которые должны быть приняты в проекте организации строительства и проектах производства работ.

При строительстве исследуемых объектов заказчиком была выбрана традиционная схема организации взаимодействия участников строительства, которая оказалась нецелесообразной в данном случае.

Согласно [2] при организации строительного производства должны обеспечиваться:

- согласованная работа всех участников строительства объекта с координацией их деятельности генеральным подрядчиком, решения которого по вопросам, связанным с выполнением утвержденных планов и графиков работ, являются обязательными для всех участников независимо от ведомственной подчиненности;
- комплектная поставка материальных ресурсов из расчета на здание, сооружение, узел, участок, секцию, этаж, ярус, помещение в сроки, предусмотренные календарными планами и графиками работ;
- выполнение строительных, монтажных и специальных строительных работ с соблюдением технологической последовательности технически обоснованного совмещения;
- соблюдение правил техники безопасности;
- соблюдение требований по охране окружающей природной среды.

Подробности излагаются в организационно-технологической документации на конкретный проект. Эти уточнения необходимо разрабатывать с учетом последних достижений техники, технологии и управления.

Выводы:

1. Основной причиной изменения сроков строительства является неправильный выбор управленческих решений.
2. Для более точного результата следует проводить вариантную проработку с использованием различных методов определения продолжительности.
3. Нормативная продолжительность строительства, определенная по [1], дает достоверные результаты при условии: а) проектирование объекта завершено в полном объеме, экспертиза проведена, согласование получено; б) строительство ведется традиционным (генподрядным) способом.
4. При строительстве рассмотренных объектов использовалось параллельное проектирование и ведение строительно-монтажных работ, т.е. работы начинались без законченной и утвержденной проектно-сметной документации, а определение нормативных сроков строительства производилось традиционным способом.
5. Сопоставление проектной и фактической продолжительности строительства дает основание полагать, что определение нормативных сроков строительства традиционным методом дает точные результаты при традиционном (генподрядном) способе строительства. При выполнении строительства другими способами при использовании расчетного метода определения продолжительности достоверные результаты возможны в двух вариантах: 1) Установление ориентировочного срока окончания строительства с указанием твердой стоимости объекта в договоре подряда; 2) Установление твердого срока окончания строительства объекта с установлением ориентировочной стоимости объекта и оплаты выполненных работ по фактическим затратам.

Изменение сроков строительства, заранее не определенное в проектно-сметной документации, потребует безусловного привлечения дополнительных ресурсов (материальных, людских, финансовых), независимо от того, кто и за чей счет в конечном итоге будет проводить их привлечение.

Список литературы

1. СНиП 1.04.03-85* Часть 1, 2. Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений. – М., 1991. – 271 с.
2. СП 48.13330-2011. Актуализированная редакция. – М., 2011. – 12 с.

Harisov A.R. – student
Kokliugina L.A. – candidate of the technical sciences, associate professor
E-mail: the-lusy@mail.ru
Kokliugin A.V. – associate professor
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The research of existing duration determining methods in the industrial projects

Resume

Duration of construction building is one of the basic indicators at all stages of economic, design, planned and organizational preparation and building realization/

Article examines the discrepancy between actual terms of construction and normative data. By the example of petroleum-refining buildings this article identifies the reasons for backlog from directive terms.

Principal cause of change of building terms is the wrong choice of administrative decisions. For more exact result it is necessary to spend alternative study with use of various duration definition methods. Design comparison and actual building duration suggests standard building terms definition by a traditional method yields exact results at «General Contractor» way. At building performance by other ways using a settlement method of duration authentic

results definition are possible in two variants: 1) the Establishment of a rough termination date of building with instructions of a firm project cost in the turnkey contract 2) An establishment of a firm termination date of object building. with an establishment of an estimated cost of object and payment of the executed works on actual expenses. It is obvious that considerable transformations to a control system of the building manufacture, providing effective interaction of all links of a building complex are necessary, since preparation of manufacture and finishing delivery of objects in operation.

Keywords: calendar planning, duration of construction, administrative decision, cash flow.

References

1. SNiP 1.04.03-85* Norms of duration of building and reserve in enterprise building, buildings and constructions (1991) parts 1, 2. – 271 p.
2. SP 48.13330-2011 Staticized edition. – 12 p.

УДК 691.33:621.039.1
Нигматуллин В.С. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: nigmatulliniv@mail.ru
Нигматуллин Н.И. – бакалавр
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Взгляд на проблемы и перспективы ядерной энергетики

Аннотация

XX век ознаменовался значительными достижениями в области техники и технологии – от конной и паровой тяги до космических кораблей и кораблей с силовыми ядерными установками. Немаловажную роль в осуществлении технологического прогресса может сыграть ядерная энергетика. Специалисты, в определённой мере, научились использовать колоссальную ядерную энергию на пользу человечеству, однако полностью обуздать эту энергию во внештатных ситуациях пока не удалось («Три-Майл-Айленд», Чернобыль, Маяк, Фукусима-1 и т.д.). Бесконтрольное накапливание ядерного оружия и радиоактивных отходов может привести к непредсказуемым последствиям. Возникает вопрос: надо ли развивать ядерную энергетику при нынешнем уровне её безопасности до тех пор, пока не будут найдены способы безопасного захоронения и утилизации радиоактивных веществ?

Ключевые слова: атомные станции, радиоактивные отходы, утилизация, захоронение, перспективы.

Крупные, тяжелые аварии, произошедшие на «Три-Майл-Айленд» (США), предприятии «Маяк» (Челябинская область, Россия), Чернобыльской АЭС (Россия-Украина) и «Фукусима-1» (Япония), показали, что «Мирный атом» не стал таковым в реальности.

Естественно возникает вопрос: является ли объективной необходимостью развитие ядерной энергетики на современном уровне безопасности АЭС или существует альтернатива?

Вопрос сложный, требует серьёзной проработки специалистами: ядерщиками, экологами, экономистами, а также специалистами по геомеханике, геодинамике, геологии, геофизики, гидрогеологии и космосу.

В противном случае, если смотреть на проблему с одной точки зрения, например экономической безопасности, ответ может быть положительным, а если с точки зрения экологической безопасности – отрицательный.

На наш взгляд, на данный момент ядерная энергетика, по всей вероятности, будет развиваться по одному из трёх сценариев:

1. Продолжать развитие в том же направлении, в каком оно идёт сейчас.
2. Запретить (международными соглашениями) строительство новых АЭС и определить сроки окончательного вывода из эксплуатации действующих АЭС.
3. Разрешить, на определённый период, строительство АЭС с подземным расположением реакторов, исключающим распространение радиоактивных веществ в геологическую среду и выход их на поверхность земли [1], как при эксплуатации, так и при любой тяжести аварии. При этом основополагающим принципом должно быть решение вопроса безопасного захоронения отходов на длительный (неограниченный) срок.

Аргументом сторонников первой концепции являются неутешительные прогнозы добычи углеводородного топлива и отсутствие альтернативного источника энергообеспечения в необходимых объёмах.

Так, например, запасы углеводородного топлива с каждым годом уменьшаются.

Средние объёмы запасов новых месторождений нефти не превышают 2-3 млн. т, тогда как в 1970 году оно было на порядок больше. На протяжении последних 10-12 лет происходит систематическое отставание прироста разведанных запасов от объёма её добычи [2].

В газовой отрасли с сырьевой базой ситуация несколько лучше.

За период 2000-2006 годов происходил медленный рост добычи газа (не более 2 % в год). В перспективе этот незначительный прирост, по всей вероятности, будет поглощаться расходом органического топлива населением, улучшающим комфортность своей жизни [3].

В будущем, на основных крупных запасах объём добычи будет снижаться. Вводимые новые месторождения характеризуются значительно меньшими объёмами. При этом их разработка будет происходить в сложных условиях (в том числе, на шельфе северных морей и полуострове Ямал).

В настоящее время 70 % электроэнергии вырабатывается за счёт сжигания газа [4]. Темпы спроса на электроэнергию увеличиваются на 2-2,5 % в год, тогда как вводимые мощности составляли не более 1 % от имеющихся.

Ситуация усугубляется ещё тем, что мощности генерирующего оборудования, газо- и нефтеперерабатывающих станций, магистральных трубопроводов имеют значительный износ (до 30-40 %). Последнее приводит к авариям и дополнительным материальным и трудовым затратам.

По разным оценкам специалистов, проблемы с энергоресурсами возникнут через 30-40 лет. К тому времени должны быть введены соответствующие мощности АЭС. Но, по заявлению В.Ф. Цибульского (РНЦ «Курчатовский институт»): «Атомная энергетика инерционна в своём развитии и в столь короткие сроки не в состоянии кардинально изменить ситуацию». Кроме того, у специалистов и учёных нет ясного представления о достаточности запасов урана для атомных станций, особенно в свете последних заявлений атомных держав: Россия собирается в ближайшее время построить 30 атомных станций, Индия – 40, Китай – 100. В подтверждение вышеизложенного, в России согласно прогнозу (рис.) темпы роста производства электроэнергии всеми электростанциями опережают темпы роста ее производства атомными станциями [5].

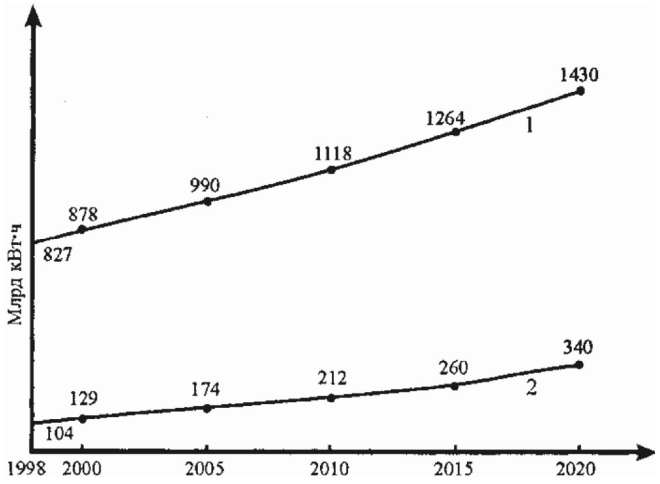


Рис. Прогноз производства электроэнергии в России: 1 – всего; 2 – на АЭС

Одним словом, вопрос замены органических энергоносителей ядерным топливом остаётся открытым.

Наиболее сложной задачей для обеих концепций (развитие и полное закрытие АЭС) остаётся проблема снятия АЭС с эксплуатации и захоронения их отходов.

По состоянию на 2005 год в 17 странах мира выведены или находятся на этапе вывода из эксплуатации (ВЭ) около 100 АС. В России на 10 АС эксплуатируется 30 энергоблоков. В ближайшие 30 лет заканчивается нормативный срок всех АС России. К этому времени будут выведены из эксплуатации также десятки АС в остальных странах, использующих атомную энергию. Так что проблема вывода из эксплуатации АС имеет общемировое значение и требует объединения усилий (вышеуказанных) специалистов [4].

Насколько сложным и трудоемким является этот процесс, можно проследить по реабилитации радиоактивно-загрязнённых объектов и территорий РНЦ «Курчатовский институт» [6].

За 2002-2006 годы были ликвидированы 10 старых хранилищ отходов, расположенных на спецплощадках института. 2900 м³ извлечённых отходов переданы на полигон специализированного предприятия МосНПО «Радон» для длительного хранения, около 250 т низкоактивных отходов в виде металлического лома отправлено на переплавку на предприятие ЗАО «Экомет-С» в Сосновый Бор.

Из-за сложности технологии утилизации и захоронений за последние полвека на Земле образовались десятки миллиардов Кюри радиоактивных отходов [6], и эта цифра продолжает расти с каждым годом. Если перед Второй мировой войной во всем мире имелось 10-12 т полученного в чистом виде естественного радиоактивного вещества радия, то в настоящее время один средний реактор производит 10 т искусственного радиоактивного вещества. Ежегодно на АЭС образуется большое количество жидких радиоактивных отходов. Большинство из них сливаются в открытые водоемы, превышая нормы разбавления.

Часть твердых РАО выдерживаются в специальных бассейнах с водой в течение трех лет, где их активность снижается в тысячу раз. Затем на радиохимических заводах их разрезают ножницами и растворяют в горячей азотной кислоте. Образуется десятипроцентный раствор жидких высокоактивных отходов. Таких отходов производится порядка 1000 т в год по всей России. Твердые РАО подлежат непосредственному хранению или захоронению.

Известно несколько способов захоронения радиоактивных отходов: захоронение в горных породах, глубокое геологическое, приповерхностное, плавление горных пород, прямое закачивание жидких РАО, удаление в море, удаление под морское дно, удаление в зоны подвижек, захоронение в ледниковые щиты, удаление в космическое пространство.

Ни один из этих способов не обеспечивает экологическую безопасность, экономическую целесообразность, или того и другого вместе взятых.

Земля находится в постоянном движении. При определенных условиях (глубинные землетрясения, смещение литосферных плит, тендерных и периодических колебаний) может расшириться зона радиоактивного заражения со всеми вытекающими деструктивными последствиями.

В ядерных странах имеется полный комплекс технологий, позволяющий эффективно и относительно безопасно перерабатывать радиоактивные отходы, но нигде в мире не выбран метод окончательного захоронения РАО. Технический цикл обращения с РАО не является замкнутым [7].

В России к 2010 году накопилось 1500 площадок временного хранения РАО общей массой 550 млн. т. Серьезная правовая база по хранению РАО отсутствует.

Современная концепция безопасности АЭС базируется на принципе многоэшелонной защиты. В результате АЭС все более усложняется, соответственно возрастает стоимость их сооружения и эксплуатации, а гарантировать 100 % безопасность невозможно [8].

Академик А.Д. Сахаров в 1979 г. (за 7 лет до Чернобыля) писал: «Безопасность ядерной электростанции при существующей схеме получения электроэнергии создать принципиально невозможно, возможность аварии с катастрофическими последствиями есть органический и неустранимый порок самой этой схемы, и поэтому автор считает, что обеспокоенность населения развитием ядерной энергетики, несмотря на все уверения ученых, вполне обоснована» [9].

Аналогичный взгляд на ядерную энергетику высказал кэн, чл. корр. МАИ, академик В.М. Юровицкий: «Существующая ядерная энергетика – величайшая инженерная ошибка в истории человечества. Так считают сотни миллионов людей во всем мире [9]. На сегодняшний день всеобще признано (в том числе и МАГАТЭ), что наиболее эффективным и безопасным решением проблемы окончательного захоронения РАО является их захоронение в могильниках на глубине не менее 300-500 м. В глубинных геологических формациях с соблюдением принципа многобарьерной защиты» [9]. Э. Теллер, один из ведущих разработчиков оружия будущего с космическим базированием, заявил, что в ближайшие десятилетия все наземные АЭС могут стать сверхуязвимыми объектами от оружия будущего и требовал только подземного размещения ядерного реактора [10].

Выводы

Несмотря на отдельные преимущества (высочайшая энергоемкость, превышающая энергоемкость химического топлива в тысячи раз; отсутствие потребности в атмосферном воздухе), ядерное топливо обладает существенными недостатками:

- потенциальная возможность аварии с самыми катастрофическими последствиями глобального характера;
- выделение опасных отходов, которые сохраняют свои свойства в течение сотен и тысяч лет;
- сложность ликвидации ядерного энергетического объекта;
- является потенциальным источником распространения ядерного оружия;
- незащищенность от терроризма с катастрофическими последствиями.

В сложившейся ситуации в качестве временной альтернативы может служить подземное расположение ядерных реакторов, при этом площадка для захоронения РАО должна быть выбрана (на стадии изыскания) в горном массиве с антифильтрационными свойствами.

На стадии проектирования должны быть разработаны (реально выполняемые) мероприятия, обеспечивающие 100 % гарантию безопасности среды обитания при любой внештатной ситуации.

Список литературы

1. Патент 2408788 (РФ) Способ защиты от ударной воздушной волны и продуктов взрыва/ В.С. Нигматуллин, И.В. Нигматуллин, А.В. Вишнев. – Опубл. в Б.И. 2011 № 1.
2. Пяткова Н.П., Чельсов М..Е. Надежность энергоснабжения: тенденции изменения потенциальных возможностей отраслей ТЭК. // Известия Академии наук. Энергетика, 2009, № 5. – С. 8-13.
3. Сендеров С.М., Рябчук В.И., Пяткова. Н.И. Анализ выполнения требований энергетической безопасности при реализации различных направлений развития ТЭК страны до 2020. // Известия Академии наук. Энергетика, 2009, № 5. – С. 17-23.
4. Цибульский В.Ф. (РНЦ «Курчатовский институт»). Атомная энергетика для России. // Энергия: экономика, техника, экология, 2008, № 7. – С. 2-9.
5. Дубровский В.Б., Лавданский П.А., Енговатов И.А. Строительство атомных электростанций. Учебное издание. – М.: Изд-во АСВ, 2006. – 336 с.
6. Волков В.Г., Зверков Ю.А., Иванов О.П., Музрукова В.Д., Семенов С.Г., Степанов В.Е., Чесноков А.В., Шиша А.Д. Реабилитация радиоактивнозагрязнённых объектов и территорий РНЦ «Курчатовский институт» // Энергия: экономика, техника, экология, 2008, № 9. – С. 35-41.
7. URL: http://zab.chita.ru/admin/pictures/424 (дата обращения 15.05.2011).
8. Муратов О.Э., Тихонов М.Н. Antiatom.ru Безопасность и экология. Ноябрь 2007. К вопросу об устойчивости объектов атомной энергетики.
9. Юровицкий В.М. Подземная ядерная энергетика. – Небит-Даг, 2002. //www.yur.ru/technics/AtomStation.htm – С1.
10. Юровицкий В.М. Атомное тепло России. // Современный литературный журнал «Млечный путь», 2002. //www.milkywaycenter.com/works/yurovitsky1.html. – С1.

Nigmatullin V.S. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: nigmatulliniv@mail.ru
Nigmatullin N.I. – bachelor
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 42004, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

A look at the problems and prospects of nuclear power

Resume

The end of the XXth and the beginning of the XXIst century were marked by large technogenic and natural cataclysms (Chernobyl, Sajano-Shushinskaja hydroelectric power station, Fukushima-1, etc.).

The constant exhaustion of natural stocks of hydrocarbonic sources puts a topical problem before scientists and experts – to find reliable replacement by long-term prospect to decreasing power resources.

Atomic energy has been offered as the last; available powerful advantages (the highest power consumption exceeding power consumption of chemical fuel in thousand of time, absence of requirement for atmospheric air). But the nuclear fuel possesses essential lacks:

- potential possibility of failures with catastrophic consequences;
- a dangerous nuclear waste;
- complexity of liquidation of nuclear object;
- nuclear energy, as well as a source of distribution of the nuclear weapon;
- availability to terrorism;

E. Teller, one of developers of the nuclear weapon of the future with space basing has declared that the next decades, all land atomic power stations can become supervulnerable objects from the future weapon, and demanded only underground placing of a nuclear reactor.

Not in favor of development of nuclear power the developer and the founder of a hydrogen bomb A.D. Sakharov, and also a number of other outstanding scientists acted.

As an exception, temporarily they supposed nuclear energy use in an underground variant.

Keywords: nuclear stations, radioactive waste, recycling, burial place, prospects.

References

1. Patent 2408788 (RF) method of protection against shock air wave and explosion products / V.S. Nigmatulin, I.V. Nigmatulin, A.V. Vishnev - publ. in BI 2011 № 1.
2. Pyatkova N.P., M.E. Chelsov Security of energy supply: trends in the potential of fuel and energy complex. // Proceedings of the Academy of Sciences. Energy, 2009, № 5. – P. 8-13.
3. Silvestrov L.K. Global reserves of oil and its extraction rates. // Energy: Economics, Technology, Ecology, 2008, № 10. – P. 30-34.
4. Cybulski V.F. Dr. (RRC «Kurchatov Institute»). Atomic Energy of Russia // Energy: Economics, Technology, Ecology, 2008, № 7. – P. 2-9.
5. Dubrovsky V.B. Lavdansky P.A., Engovatov I.A. Construction of nuclear power plants. Textbook. – Moscow: Izdatel'stvo ASV, 2006. – 336 p.
6. Volkov V.G., Zverkov Y.A., Ivanov O.P., Muzrukova V.D., Semenov S.G., Stepanov V.E., Chesnokov A.V., Shisha A.D. Rehabilitation of the radioactive polluted objects and territories, RRC «Kurchatov Institute» // Energy: Economics, Technology, Ecology, 2008, № 9. – P. 35-41.
7. URL: http://zab.chita.ru/admin/pictures/424 (reference date: 15.05.2011 date).
8. Muratov O.E., Tikhonov M.N. Antiatom.ru safety and the environment. November 2007. On the stability of nuclear power plants.
9. Yurovitsky V.M Underground nuclear power Nebit Doug, 2002. //www.yur.ru/technics/AtomStation.htm. – P.1.
10. Yurovitsky V.M. The atomic heat of Russia. // Modern literary magazine «The Milky Way», 2002. //www.milkywaycenter.com/works/yurovitsky1.html. – P.1.

УДК 332.1:330.322 (470.41)
Евстафьева А.Х. – кандидат экономических наук, доцент
E-mail: evalsu@yandex.ru
Сычев М.И. – аспирант
E-mail: deathsmi@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Инновационный потенциал региона и механизмы его роста (на примере Республики Татарстан)

Аннотация
В представленной статье проведена оценка инновационного потенциала Республики Татарстан за 2006-2009 гг. Выделены факторы, препятствующие развитию инновационного потенциала. Особое внимание уделено условиям, необходимым для развития инновационной деятельности в регионе.
Ключевые слова: инновационное развитие, инновационная политика, регион, инновационный потенциал.

Инновационное развитие – это путь к экономическому развитию и к более совершенным формам организации общества и государства, так как инновации затрагивают все стороны современной жизни. В целях эффективного использования инноваций требуются все более определенные и решительные шаги в области формирования правового обеспечения, регулирующего инновационную сферу.

Государственная инновационная политика является частью социально-экономической политики и направлена на совершенствование государственного регулирования, развитие и стимулирование инновационной деятельности. Она реализуется с помощью экономических, нормативно-правовых и иных механизмов государственной поддержки.

Комплексной характеристикой способности субъекта к инновационной деятельности является его инновационный потенциал. Он выступает одним из важнейших факторов, играющих решающую роль в инновационном развитии субъекта (региона, отрасли, предприятия).

Инновационный потенциал позволяет субъекту обеспечить конкурентоспособность и стать лидером за счет опережающего или единоличного выпуска новых видов продукции, новшеств, основанных на требованиях рынка. В экономической системе следует рассматривать инновационный потенциал на микро-, меза-, макроуровнях (предприятия, регион, комплексные институты, инновационная экономика).

Структуру инновационного потенциала можно представить как совокупность условий, ресурсов и факторов, отражающих готовность региона к инновационной деятельности.

Существуют различные факторы, препятствующие развитию инновационного потенциала. Их можно разделить на две группы:

- трансформационные факторы (ресурсные, определяющие качественное содержание инновационного потенциала);
- трансакционные факторы (характеризующие готовность региона осуществлять инновационную деятельность и определяющие границы существования и реализации инновационного потенциала).

К первой группе факторов относятся: кадровые, научные, финансовые ограничения, высокий экономический риск, высокая стоимость нововведений, недостаток квалифицированного персонала, слабая научно-техническая база и устаревшие технологии.

Институциональные, организационные и информационные ограничения, такие как: неразвитость нормативно-правовой базы инновационной деятельности; неразвитость

инновационной инфраструктуры; недостаточное количество налоговых льгот и субсидий для стимулирования инновационной активности предприятий; отсутствие эффективных механизмов взаимодействия государства с предпринимательским сектором экономики, инновационной культуры; недостаток информации о новых технологиях, рынках сбыта; низкая конкурентоспособность страны на мировом рынке; неэффективная интеграция научной, производственной и образовательной составляющих в структуре инновационной системы – составляют вторую группу факторов.

Величина инновационного потенциала является параметром, позволяющим региону оценить возможности его инновационной деятельности и определить стратегию инновационного развития. От инновационного потенциала зависят управленческие решения по выбору и реализации инновационной стратегии, вследствие чего необходима его комплексная оценка.

Развитие инноваций является приоритетной деятельностью для успешного функционирования любого региона.

Для формирования инновационной экономики необходимо развивать инфраструктуру, а именно: технопарки, бизнес-инкубаторы, свободные экономически зоны.

Республика Татарстан является одним из наиболее развитых в экономическом отношении регионов России. Республика расположена в центре крупного индустриального района РФ и обладает богатыми природными ресурсами, развитой топливной, нефтехимической, машиностроительной отраслями промышленности, высоким интеллектуальным потенциалом и квалифицированной рабочей силой.

По общему объему инвестиций в основной капитал республика занимает первое место среди регионов ПФО и шестое – в масштабах всей страны. Наибольшая доля в структуре инвестиций приходится на отрасли энергетики и нефтегазохимии, из которых 60 % приходится на комплекс «ТАНЕКО».

Инновационная инфраструктура в Республике Татарстан отличается развитой научно-технической и научно-образовательной сферой [1].

В Республике Татарстан функционируют: Особая экономическая зона «Алабуга» [2], Технополис «Химград», Инвестиционно-венчурный фонд РТ, 9 технопарков, 4 индустриальных парка, 6 бизнес-инкубаторов.

Для Республики Татарстан венчурное инвестирование является главным условием развитиям инновационного производства. В Татарстане большинство крупных венчурных инвесторов представлено государственными структурами

За 2005-2009 годы на создание и развитие инфраструктуры поддержки предпринимательства выделено 6 883 162 тыс. рублей (табл. 1).

В Республике Татарстан в 2009-2010 учебном году образовательную деятельность осуществляли 22 государственных высших учебных заведения и 27 их филиалов, 12 негосударственных высших учебных заведений и 26 их филиалов. Общая численность студенческого контингента составила 221,6 тыс. человек, из них 165 тыс. человек обучается в государственных вузах, 56,6 тыс. человек – в негосударственных. За последние 10 лет число студентов увеличилось в 2 раза. Численность аспирантов (вузы и НИИ) в 2009 году составляла 3 946 человек, из них 907 по отрасли технических наук. Увеличение по сравнению с 2005 годом составляет соответственно 18 % и 22,9 %. По данным исследования Всемирного Банка, число аспирантов в процентах от населения республики составляет незначительную долю (одну восьмую) от среднего числа аспирантов по стране.

В настоящее время на территории республики реализуются свыше 30 зарубежных программ, содействующих интеллектуальной иммиграции в ведущие западные страны (реклама на сайтах вузов). Большинство из них через систему грантов привлекают студентов и молодых специалистов к научной работе за границей (в том числе получение ученых степеней, защита кандидатских диссертаций в иностранных вузах). При этом в республиканских вузах количество аспирантов по техническим специальностям, по сравнению с системой советского образования, сократилось на 80-90 %.

Таблица 1

Сведения о финансировании создания и развития объектов поддержки предпринимательства Республики Татарстан [3]

Наименование объекта	Всего, тыс. руб.	Из них:			
		федеральный бюджет	бюджет РТ	ИВФ РТ*	ИТ «Идея»**
Индустриальный парк «Мастер», г. Набережные Челны	990 332,0	490 332,0	200 000,0	300 000,0	
Технопарк «Камские поляны»	498 280,0	498 280,0			
Камский индустриальный парк «Мастер», г. Набережные Челны	240 000,0				240 000,0
Бизнес-инкубатор «Свияга», г. Казань	72.000,0	36 000,0	36 000,0		
Поволжский бизнес-инкубатор легкой промышленности, г. Казань	36 339,0	18 170,0		18 170,0	
Бизнес-инкубатор г. Набережные Челны	36 220,0	18 110,0		18 110,0	
Бизнес-инкубатор г. Чистополь	30 120,0	15 060,0		15 060,0	
Бизнес-инкубатор г. Елабуга	18 000,0	9 000,0		9 000,0	
Технопарк «Идея Юго-Восток», г. Лениногорск	15 000,0				15 000,0
Создание технопарков в сфере высоких технологий, всего, в т.ч.:	4 946 881,0	2 030 277,9	2 916 603,1		
IT-парк, г.Казань	2 645 686,2	1 316 592,7	1 329 093,5		
Технополис «Химград», г. Казань	1 147 454,8	713 685,2	433 769,6		
Нераспределенные средства	1 153 740,0		1 153 740,0		
ИТОГО	6 883 162,0	3 115 219,9	3 152 603,1	360 340,0	255 000,0

* Инвестиционно-венчурный фонд РТ
** Инновационный технопарк «Идея»

Объем профинансированных научных исследований в республике в расчете на одного жителя в 2009 году составил 556 рублей, вместо запланированных 3000 рублей [4].

В сфере инновационной деятельности создание инновационной системы относится к числу главных приоритетов. Эта система должна обеспечить рост конкурентоспособности экономики на основе сбалансированного развития и эффективного использования как уникальных природных ресурсов, так и имеющихся научно-технического, образовательного и промышленного потенциала республики.

Поскольку величина инновационного потенциала в существенной степени предопределена величинами составляющих его сегментов и секторов, необходимо иметь методологический аппарат, который позволил бы осуществить корректные оценки такого параметра, как достаточность размера инновационного потенциала.

Каждый из составляющих инновационный потенциал сегментов можно оценивать по абсолютной величине, по относительной величине и по реальной величине.

Абсолютную величину научно-технического сегмента инновационного потенциала определяют как количество новшеств, которые могут быть предложены в каждый конкретный момент времени к введению в сферу практического использования макросистемы.

Относительную величину научно-технического сегмента инновационного потенциала определяют количеством новшеств, которые можно ввести в сферу практического использования макроэкономической системы при наличии существующих ресурсных ограничений.

Реальную (фактическую) величину научно-технического сегмента инновационного потенциала определяют тем количеством новшеств, которое фактически может быть применено для практического использования.

Величина образовательного сегмента инновационного потенциала характеризует возможности макросистемы по использованию созданных новшеств. Он состоит из нескольких показателей:

- Общее число специалистов, которых можно подготовить для использования нововведений;
- Возможность переподготовки специалистов для использования нововведений;
- Число специалистов, которые могут практически использовать новшества [5].

Для определения величины инновационного потенциала Республики Татарстан обратимся к мнению Г.И. Жица, который доказывает, что величина инновационного потенциала представляет собой коэффициент, величина которого изменяется в пределах от 0 до 1.

Его величина определяется как произведение ряда показателей, характеризующих инновационный потенциал, выраженный следующей формулой:

$$P_i^s = \left(\frac{R_i}{R_0}\right) * \left(\frac{N_i}{N_0}\right),$$

где P_i^s – величина инновационного потенциала системы;

R_i – количество (стоимость ресурсов, используемых системой, которые можно считать нововведениями;

R_0 – общее количество (стоимость) ресурсов, которыми располагает система для обеспечения своего функционирования;

N_i – количество (стоимость) новшеств, экспортируемых за рубеж;

N_0 – общее количество (стоимость) продукции, производимой в системе;

$\left(\frac{R_i}{R_0}\right)$ – показатель инновационной восприимчивости;

$\left(\frac{N_i}{N_0}\right)$ – степень востребованности новшеств.

Размер инновационного потенциала системы, оцениваемый в виде относительного показателя, рассчитывается как произведение доли новых ресурсов, обеспечивающих функционирование системы, на долю новшеств, экспортируемых за рубеж. В идеале этот показатель равен единице, что позволяет главное требование к формирующим его параметрам, которое записывается следующим образом:

$$P_i^s = \lim\left(\frac{R_i}{R_0}\right) * \left(\frac{N_i}{N_0}\right) \to 1.$$

Однако эту формулу мы не можем применить из-за недостатка статистических данных. Необходимо заменить часть показателей доступными для региона.

За показатель N_i примем показатель N^{Rii}, показывающий общее количество (стоимость) реализованных инновационных товаров, которые являются значительно измененными или вновь внедренными.

За показатель N_0 примем N^{R0}, показывающий общее количество (стоимость) инновационных товаров, производимых в республике.

Таким образом, получаем адаптированную формулу расчета величины инновационного потенциала региона:

$$P_i^R = \left(\frac{R_i}{R_0}\right) * \left(\frac{N^{Rii}}{N^{R0}}\right),$$

где P_i^R – величина инновационного потенциала системы;

R_i – количество (стоимость ресурсов, используемых системой, которые можно считать нововведениями;

R_0 – общее количество (стоимость) ресурсов, которыми располагает система для обеспечения своего функционирования;

N^{Rii} – количество (стоимость) реализованных инновационных товаров, которые являются значительно измененными или вновь внедренными;

N^{R0} – общее количество (стоимость) инновационных товаров, производимых в республике.

В идеале этот показатель, как и в предыдущем случае, равен единице [5]:

$$P_i^R = \lim\left(\frac{R_i}{R_0}\right) * \left(\frac{N^{Rii}}{N^{R0}}\right) \to 1.$$

Произведем расчет инновационного потенциала региона за 2006-2009 гг., используя исходные данные таблицы 2.

Таблица 2

Исходные данные для расчета инновационного потенциала Республики Татарстан

Показатели	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
Количество поданных заявок на изобретения и полезные модели, ед.	1446	1696	1747	1483	1438
Использование объектов интеллектуальной собственности, ед.	-	551	631	592	595
Объем отгруженных инновационных товаров, ед.	-	109063	127077,3	132817,1	152225,9
Продукция вновь внедренная, ед.	-	14287,7	21084,3	27446,7	33307,6

$$P_{2006}^R = \left(\frac{(1446+551)}{1696}\right) * \left(\frac{14287.7}{109063}\right) = 1.177 * 0.131004 = 0.15$$

$$P_{2007}^R = \left(\frac{(1696+631)}{1747}\right) * \left(\frac{21084.3}{127077.3}\right) = 1.332 * 0.16591 = 0.22$$

$$P_{2008}^R = \left(\frac{(1747+592)}{1483}\right) * \left(\frac{27446.7}{132817.1}\right) = 1.577 * 0.206650 = 0.32$$

$$P_{2009}^R = \left(\frac{(1483+595)}{1438}\right) * \left(\frac{33307,6}{152225,9}\right) = 1.445 * 0.2188037 = 0.32$$

Согласно полученным данным построим рисунок, на котором видна динамика изменения величины инновационного потенциала Республики Татарстан за анализируемый период. Необходимо отметить о тенденции роста инновационного потенциала, на увеличение которого, безусловно, повлиял ряд принятых законов, как на федеральном, так и на региональном уровнях.

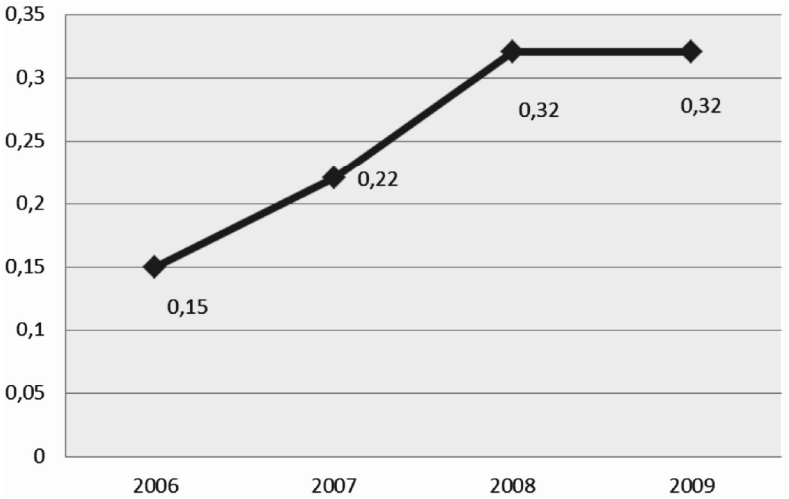


Рис. Динамика изменения величины инновационного потенциала Республики Татарстан за 2006-2009 гг.

Возникающие трудности в осуществлении инновационной деятельности в регионе связаны с недостатком собственных средств, высокой конкуренцией, высоким уровнем налогообложения, длительным сроком окупаемости нововведений, высоким экономическим риском, нехваткой квалифицированных кадров, несовершенством регулирующих и стимулирующих нормативно-правовых документов.

Для развития инновационной деятельности в регионе необходимы благоприятные условия, которые должны создать региональные власти:

- разработать направления развития инновационной деятельности (технологические колледжи – технологические вузы, инкубаторы инновационных проектов, строительство новых производств);
- сформировать нормативно-правовые акты инновационной деятельности;
- организовать подразделение – регулятор инновационной политики в администрации региона;
- предоставить информационное обеспечение в виде единого банка данных по округу РФ;
- подготовить кадры для инновационной деятельности региона.

Список литературы

1. Загидуллина Г.М., Клещева О.А. Развитие инновационной инфраструктуры инвестиционно-строительного комплекса // Известия КГАСУ, 2011, № 2. – С. 271-277.
2. Евстафьева А.Х., Туйчина Ю.А. Влияние особых экономических зон на развитие региона (на примере ОЭЗ ППТ «АЛАБУГА») // Вестник экономики, права и социологии, 2011, № 1. – С. 33-36.
3. Отчет счетной палаты Республики Татарстан о результатах аудита эффективности использования государственных средств, направленных на поддержку среднего и малого предпринимательства, стимулирование инвестиционной активности и развитие инновационной деятельности в 2010 г.
4. Государственный доклад «Об итогах инновационной деятельности в Республике Татарстан в 2009 году».
5. Гончарова Е.Б. В посках способа оценки инновационного потенциала региона (на примере Волгоградской области) // Инновации, 2010, № 8 (142). – С. 38-43.

Evstafieva A.Kh. – candidate of economic sciences, associate professor
E-mail: evalsu@yandex.ru
Sychev M.I. – post-graduate student
E-mail: deathsmi@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The innovative potential of the region and the mechanisms of its growth (for example, the Republic of Tatarstan)

Resume

The Republic of Tatarstan is one of the most economically developed regions of the Russian Federation with a powerful industrial potential, stable agriculture, and sustainable dynamics of economic development. One of the factors of regional development is the formation and effective use of regional innovation capacity. Every member of the Russian Federation is interested in assessing the innovative potential, as the result gives a more complete view and understanding of the overall development of the region, and strategic decision making. Management decisions on selection and implementation of innovative strategies depend on the state of the innovative potential of the region so that it requires a comprehensive assessment.

Keywords: innovative development, an innovative policy (politics), region, innovative potential.

References

1. Zagidullina G.M., Klescheva O.A. The development of innovation infrastructure of investment-building complex // News of the KSUAE, 2011, № 2. – P.271-277.
2. Evstafieva A.H., Tujchina Y.A. The impact of special economic zone on region development as exemplified by industrial production special economic zone «ALABUGA» // the Bulletin of economy, the right and sociology, 2011, № 1. – P. 33-36.
3. The report of accounting chamber of the Republic of Tatarstan on results of audit of efficiency of use of the public funds directed on support of average and small business, stimulation of investment activity and development of innovative activity in 2010.
4. The State report «About results of innovative activity in the Republic of Tatarstan in 2009».
5. Goncharova E.B. In search a way of an estimation of innovative potential of region (by the example of the Volgograd area) // Innovations, 2010, № 8 (142). – P. 38-43.

УДК 332.1
Ершова В.Ю. – аспирант
E-mail: migerka81@bk.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Индикативная модель вхождения малого города в региональный кластер

Аннотация

Важнейшей проблемой устойчивого социально-экономического развития России, ее будущего, становится проблема малых городов. Особенность малого города – его скромные размеры. В малых городах отсутствует урбанистическая среда, характерная для крупных мегаполисов, с присущими ей громадными промышленными, транспортными и жилыми сооружениями. В статье рассмотрена экономико-математическая модель вхождения малого города в кластер. Разнообразие и относительная доступность внутри кластера различных источников технологических знаний и связей облегчает комбинирование факторов производства и становится предпосылкой эффективной инновации, а для малого города становится еще и вариантом эффективного развития.

Ключевые слова: регион, малый город, кластер.

Разнообразие и специфика российских регионов приводит к тому, что каждому региону нужно стремиться к созданию своего индивидуального имиджа, исходя из структурных составляющих, которые смогут оказать благоприятное воздействие на решения инвесторов. Бесспорно, что некоторые регионы более «раскручены», что позволяет за счет своего креативного и позитивного имиджа получать различные выгодные инвестиционные предложения и развиваться в полном объеме. Очевидно, работа по созданию и формированию, поддержке и оптимизации имиджа ведется сегодня не только для различных персон, фирм, предприятий, но и для государств, а также регионов стран и мира. Широкое развитие и глобализация информационных коммуникаций, стремление вывести региональный рынок на международный, мощная системная поддержка решений обусловили резкий рост значимости работы все большего числа структур и организаций по созданию имиджа.

Стабильное поступательное развитие экономики Казани связано со многими факторами, в том числе с выгодным географическим положением города. Этот фактор определяет роль Казани как торгового посредника между Востоком и Западом, что сказывается не только на экономических связях, но и играет немаловажную политическую роль, а также влияет на развитие международных отношений. Для стимулирования инновационной экономики и инвестиционного движения необходимы целенаправленные методы государственной поддержки и регулирования. Вложения в инновационные разработки являются наиболее прибыльными проектами, поэтому государству необходимо разработать планы мероприятий, стратегические направления по привлечению дополнительного капитала для разработки и внедрения новшеств. Выбор наиболее эффективных путей технического и технологического развития, основанный на долгосрочном прогнозировании, сопоставлении внешних и внутренних факторов, учете ресурсных ограничений, представляет собой инновационную стратегию. Работа по привлечению инвестиционного капитала должна быть направлена, прежде всего, на разработку нормативных актов и методов по созданию благоприятного инвестиционного климата в городе, защиту интересов инвесторов, подготовку документов, регламентирующих взаимоотношения администрации малых городов и предприятий, привлекающих бюджетные средства, которые координируют деятельность по созданию новых объектов инфраструктуры, мониторинг деятельности инвестиционных фондов малых городов и компаний, анализ эффективности инвестиционных вложений и проектов, изыскание методов аккумуляции денежных средств населения в целях инвестирования в развитие малых городов, в том числе – через ипотечное инвестирование [3].

Для развития экономики города, а успешное развитие экономики предопределяет улучшение качества жизни, формирование финансового потенциала и является решающим фактором позитивных сдвигов в социальном комплексе, в наращивании культурно-архитектурного богатства города, в выходе из кризиса и дальнейшем процветании города в целом, нужно повышать инвестиционную привлекательность городской экономики, формировать эффективную конкурентную среду, создавать информационную базу ресурсов города [2].

Главной целью стратегии развития малых городов, как правило, объявляется обеспечение высокого качества или уровня жизни населения (табл. 1).

Таблица 1

Стратегические направления в развитии малых городов

ГЛАВНАЯ ЦЕЛЬ РАЗВИТИЯ Повышение уровня жизни населения и улучшение качества среды обитания за счет обеспечения устойчивого экономического роста	
МИССИЯ ГОРОДА Последовательное повышение качества жизни, снижение социального неравенства, сохранение и приумножение культурных ценностей в городе на благо живущих сегодня и для будущего поколения	
1-е направление	Формирование благоприятного хозяйственного климата и развитие многопрофильной экономики. Задачи: 1.1. Развитие существующего экономического потенциала города; 1.2. Развитие новых отраслей; 1.3. Развитие малого бизнеса; 1.4. Формирование потребительского рынка; 1.5. Создание эффективной системы межбюджетных отношении и управления муниципальными финансами; 1.6. Формирование современной системы стратегического планирования; 1.7. Совершенствование нормативно-правовой базы для привлечения инвестиций.
2-е направление	Создание высококвалифицированного кадрового потенциала. Задачи: 2.1. Развитие системы подготовки высококвалифицированных специалистов, ориентированной на потребности экономики; 2.2. Формирование системы сохранения высококвалифицированных специалистов и привлечение их в город.
3-е направление	Развитие городской инфраструктуры. Задачи: 3.1. Развитие жилищного хозяйства и системы услуг; 3.2. Совершенствование инфраструктуры коммунального хозяйства; 3.3. Совершенствование инфраструктуры развития города; 3.4. Повышение эффективности использования муниципального имущества; 3.5. Улучшение состояние окружающей среды.
4-е направление	Создание условий для проживания с гарантированным обеспечением основных жизненных параметров. Задачи: 4.1. Защита граждан от преступных посягательств; 4.2. Улучшение состояния здоровья населения; 4.3. Развитие образовательной сферы; 4.5. Развитие досуговой сферы.

Малые и средние города особенно ощутимы в политической, социально-экономической и культурной жизни России. Из 15 000 муниципальных образований, действующих на территории РФ, малые и средние города, а также поселки городского типа составляют абсолютное большинство. Малых городов с населением менее 50 000 человек в России насчитывается свыше 7500. Для устойчивого экономического роста города важно, чтобы в нем сформировались и получили развитие отрасли, наиболее эффективно использующие местную специфику, и появились новые виды производств.

Министерство экономики Республики Татарстан разработало концепцию территориальной экономической политики [1]. Оценка пространственной организации республики показала, что население на территории региона распределено неравномерно. Выявленный дисбаланс социально-экономического развития районов становится основным препятствием в развитии республики, способствует углублению диспропорций территориального развития, затрудняет достижение высокого качества среды жизнеобеспечения населения во всех муниципальных и городских округах и районах.

Стратегия активизации развития городов включает детальное исследование на уровне каждого малого города основных предпосылок и ограничений в развитии каждой территории. Нахождение возможного ядра активизации развития экономики территории должно стать результатом обоснования направлений развития города с позиции интересов социально-экономической системы данной территории и интересов области в целом. Разработка и реализация инвестиционной политики должна опираться на использование всех научно-технических достижений в этой области. Реализуемость стратегии определяется наличием механизма формирования финансовых ресурсов для ее осуществления. Основными источниками финансирования инвестиций являются собственные средства предприятий, средства местного бюджета, средства областного бюджета, заемные средства, средства частных инвесторов. Новое направление в регулировании экономического развития регионов представляет собой кластерный подход. Анализ региональных кластерных механизмов является первоочередной стадией разработки и применения механизмов кластеризации экономической политики. Преимущества анализа кластерной системы оценки региона состоят в том, что сам анализ не ограничивается традиционной классификацией отдельных производственных отраслей, то есть рассматривает привлекательность региона не с одной позиции, которая наиболее развита (нефтяная, туристическая, социальная и другие), а объединяет все производственные мощности и отрасли региона, на которые ранее не в полном объеме обращалось внимание, тем самым создавая более крупную систему оценки привлекательности региона для создания масштабных кластерно-инновационных проектов, которые в будущем могут способствовать дальнейшему развитию региона.

Мировой опыт кластероориентированной политики демонстрирует примеры роста территориальной конкурентоспособности. Во многих странах с развитой экономикой отраслевые кластеры стали типичной формой организации взаимодействия бизнес-структур. Кластерные системы характеризуются такими особенностями, как наличие крупного предприятия – лидера (якорного предприятия), определяющего долговременную хозяйственную, инновационную и иную стратегию всей системы; территориальная локализация основной массы субъектов экономики; устойчивость внутренних и внешних связей субъектов – участников кластерной системы; долговременная координация взаимодействия субъектов – участников кластерной системы в рамках производственных программ ее развития и функционирования, инновационные процессы многоуровневых систем управления, ориентация продукции кластеров на экспорт или импортозамещение.

Кластерный подход предполагает обеспечение промышленного развития хозяйствующих субъектов кластера с помощью органов власти всех уровней управления при помощи создания условий для развития бизнеса [6].

Преимущества кластеров очевидны: для администрации – увеличивается количество налогоплательщиков и налогооблагаемая база (центры управления малым и средним бизнесом, как правило, находятся на той же территории, что и сам бизнес, в отличие от вертикальных корпораций), появляется удобный инструмент для взаимодействия с бизнесом, снижается зависимость от отдельных бизнес-групп, появляются основания для диверсификации экономического развития территории.

Учитывая особенности татарстанской экономики, ее производственных, кооперационных и межрегиональных связей, имеющегося ресурсного потенциала, кроме уже существующих автомобилестроительного, нефтехимического и энергетического

кластеров, необходимо направить усилия государственного управления на создание кластеров в области IT-технологий и электроники, в сферах АПК и строительства [4, 5].

Рассмотрим особенности территориально-экономического развития малых городов Республики Татарстан в контексте стратегии кластероориентированного развития экономических зон Республики Татарстан и социально-экономического развития за 2010 год малых городов Казанской агломерации г. Зеленодольска и г. Казани, находящихся на расстоянии менее 60 км от г. Казани на основе 12 индикаторов.

Ряд индикаторов сравнивается со средним показателем по РТ или Казани. Уровень данных показателей считается выше среднего и при 100-балльной шкале индикаторов средние значения для РТ и/или г.о. Казани принимаем равными 80 баллов. Тогда, выраженные в балльной оценке, показатели экономического развития малых городов Казанской агломерации – г. Зеленодольска и г. Лаишево – имеют значения, представленные в таблице 2.

Таблица 2

Показатели экономического развития малых городов Казанской агломерации

Город / индикаторы (баллы)	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7	I_8	I_9	I_{10}	I_{11}	I_{12}	$I_{ср}$
г. Зеленодольск	71	61	70	52	92	56	44	97	92	95,6	23	48	66,7
г. Лаишево	13,5	86	6,7	40	81	95	22,5	89	84	98,6	87,8	54	58,7

где I_i – показатели социально-экономического развития города,

I_1 – уровень зарегистрированной безработицы, %;

I_2 – средний уровень доходов (среднемесячная зарплата работников средних и крупных предприятий);

I_3 – численность занятых в производстве;

I_4 – здравоохранение (число врачей и медработников среднего звена на 10000 чел.);

I_5 – обеспечение граждан жильем (общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя);

I_6 – валовый товарный продукт ВТП (на одного работающего);

I_7 – сельское хозяйство (основной объем производства продукции животноводства, тонны);

I_8 – транспортные коммуникации (отношение расстояния до ближайшего крупного города к протяженности автодорог);

I_9 – связь, доступ к интернету (доля предприятий, использующих интернет);

I_{10} – просроченная задолженность по зарплате (на одного работника, перед которым имеется задолженность);

I_{11} – инвестиционная активность (инвестиции в основной капитал на 1 чел.);

I_{12} – образование, культура и спорт (количество образовательных учреждений, учреждений культуры и спорта на 10000 жителей).

Интервалы: $0 < I_i < 25$ показатель низкий, $25 < I_i < 50$ – ниже среднего, $50 < I_i < 75$ – выше среднего, $75 < I_i < 100$ и выше – показатель высокий.

Третий уровень системы показателей предполагает расчет сводного индекса социально-экономического состояния городов, как среднеарифметического значения 12 показателей.

$$I_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^{12} I_i}{12}.$$

На основании данных о динамике развития малых городов РТ в ближайшей среднесрочной перспективе (табл. 3), построим график, отображающий зависимость «ранг-размер» (Закон Ципфа) (рис. 1).

Таблица 3

Динамика развития малых городов РТ в ближайшей среднесрочной перспективе

Город	R (ранг)	Ln R	LnP	Зоны роста	Группы малых городов РТ	Группы малых городов РТ в среднесрочной перспективе
г. Зеленодольск	1	0	4,6	1	1	1
г. Бугульма	2	0,69	4,5	2	2	1
г. Елабуга	3	1,1	4,26	1	1	1
г. Лениногорск	4	1,39	4,2	2	2	1
г. Чистополь	5	1,61	4,1	2	2	1
г. Заинск	6	1,71	3,7		3	2
г. Азнакаево	7	1,95	3,54	2	3	1
г. Нурлат	8	2,08	3,5	2	3	1
г. Бавлы	9	2,2	3,1		3	2
г. Менделеевск	10	2,3	3,1		3	2
г. Буинск	11	2,4	3,02		2	2
г. Агрыз	12	2,48	2,96		3	2
г. Арск	13	2,565	2,89		2	2
г. Мензелинск	14	2,64	2,8		3	3
г. Мамадыш	15	2,7	2,65		3	3
г. Тетюши	16	2,79	2,4		2	2
г. Болгар	17	2,83	2,1		3	3
г. Лаишево	18	2,89	2,07		2	1

1 – Точка экономического роста в ближайшей среднесрочной перспективе (I этап)

2 – Точка экономического роста в ближайшей среднесрочной перспективе (II этап)

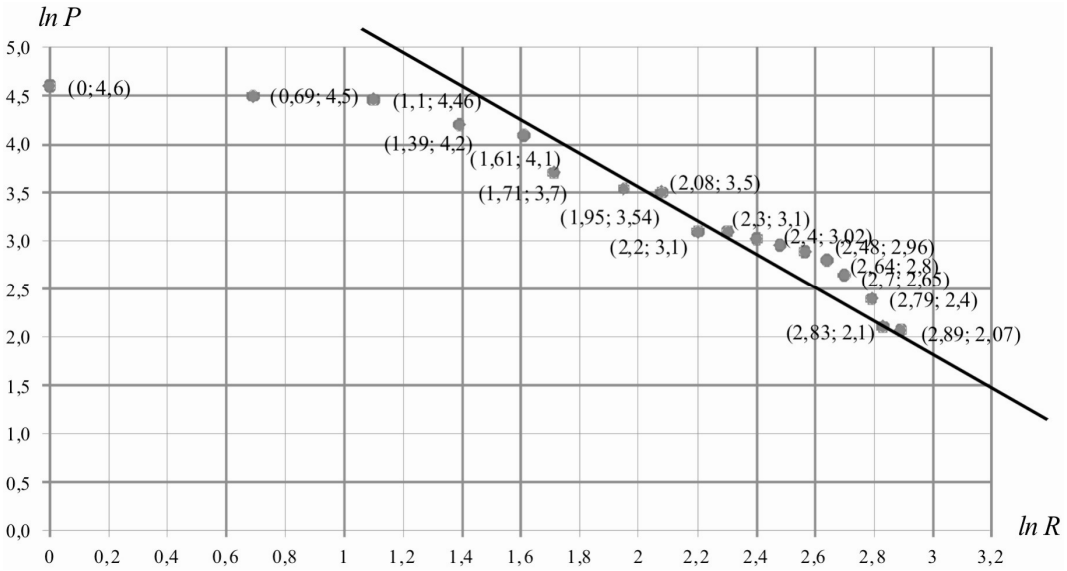


Рис. 1. Зависимость «Ранг-размер» по группе малых городов РТ, по данным численности населения в 2010 г.

Из графика следует, что группа из городов Зеленодольск, Елабуга, Бугульма, Лениногорск не подчиняется закономерности Ципфа «ранг-размер», выявленной для малых городов, что подтверждает тенденцию их роста и развития, соответствующую закономерности роста и развития средних и крупных городов.

На основании показателей социально-экономического развития можно выделить четыре группы малых городов РТ:

1 – города-лидеры;

2 – города, уровень развития которых выше среднего;

3 – города, уровень развития которых ниже среднего;
4 – города в состоянии стагнации (в Республике Татарстан их не выявлено).

Таблица 4

Группы малых городов

Группы малых городов РТ	Доля малых городов в настоящее время, %	Доля малых городов в ближайшей среднесрочной перспективе, %
1	11	44.4
2	39	38.9
3	50	16.7
4	-	-

Таким образом, в ближайшей и среднесрочной перспективе будет наблюдаться значительное увеличение доли малых городов в 1 и 2 группах (рис. 2) в связи с реализацией стратегии развития территориального развития Республики Татарстан.

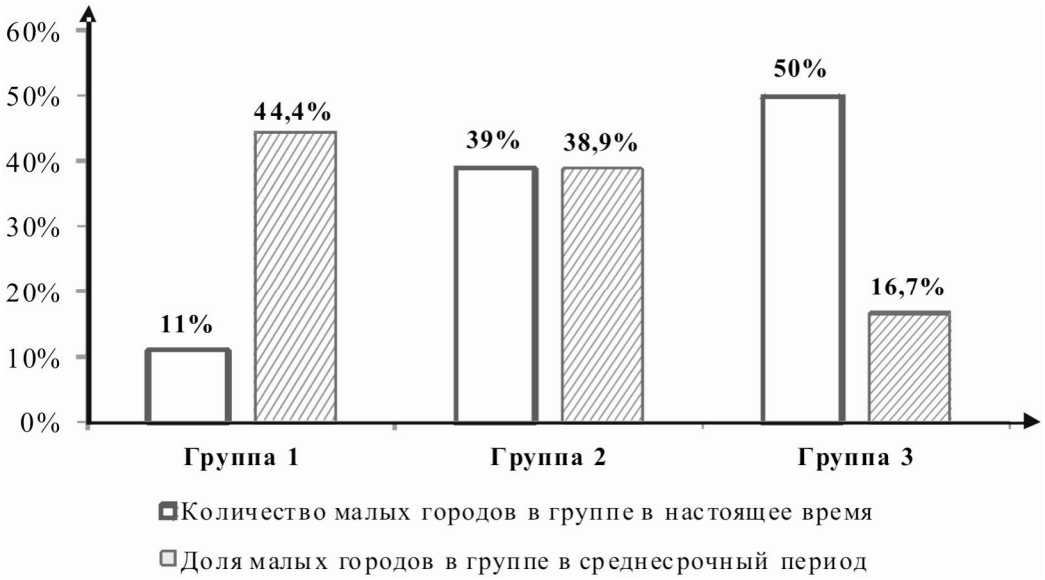


Рис. 2. Динамика развития малых городов РТ в ближайшей среднесрочной перспективе

Итак, формирование новых «точек роста» приведет к снижению регионального неравенства и уменьшению сверх концентрации экономических ресурсов в городских агломерациях. При этом в качестве необходимого условия снятия инфраструктурных ограничений экономического роста будет обеспечено ускоренное развитие энергетической и транспортной инфраструктуры, сектора телекоммуникаций.

Список литературы

1. Концепция территориальной экономической политики Республики Татарстан: Министерство экономики РТ. Управление территориального развития, 2009.
2. Романова А.И., Боровских О.Н., Монетова Е.М. Стимулирование внебюджетных инвестиций в региональный жилищно-коммунальный комплекс // Вестник ИНЖЭКОНа, 2010, № 5. – С. 81-85.
3. Романова А.И., Хабибулина А.Г. Методика аккумуляции денежных средств частных инвесторов в рамках реализации программ воспроизводства жилого фонда и оплаты жилищно-коммунальных услуг. // Известия КГАСУ, 2011, № 3. – С. 235-246.
4. Российский статистический ежегодник: Стат. сб. / Госкомстат России. – М., 2010. – 687 с.

5. Формирование рейтингов инновационного развития регионов России и выработка рекомендаций по стимулированию инновационной активности субъектов Российской Федерации // www.urban-planet.org/article_13.html.
6. Цихан Т.В. Кластерная теория экономического развития // Теория и практика управления, 2003, № 5.

Ershova V.U. – post-graduate student
E-mail: migerka81@bk.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Indicative model of the occurrence of a small town in the regional cluster

Resume

Regional innovation policy should be directed to the productive competitiveness of various industries to ensure production of innovative products and high technologies in the market, enhancing economic growth in the industry. Further development of the region requires a highly technological, informational, economic environment, which has to be formed from the bottom in many Russian cities.

It is obvious that in present conditions of globalization and industrialization the ability to clearly and quickly respond to changes in external and internal environment of industry, mobilization of all raised funds and the use of innovative activity to the activation of the investment potential of the region is important for any indication of the priority of stability and economic independence of the region.

To identify and for concentration of competitive advantage in all social and economic indexes rather than individual indicators, each city has to use its unique combination of factors, resources and cost-effective potential, global industrial relations systems and specialized control systems more efficient and productive.

Keywords: region, a small town, a cluster.

References

1. The concept of territorial policy of the Republic of Tatarstan: Ministry of Economy of the Republic of Tatarstan. Management of territorial development., 2009.
2. Romanova A.I., Borovskikh O.N., Monetova E.M. Stimulating investment in extra-regional housing and communal complex // Herald ENGECON, 2010, № 5. – P. 81-85.
3. Romanova A.I., Khabibulina A.G. Technique of accumulation of money resources of private investors within the limits of realization of programs of reproduction of available housing and payment of housing and municipal services // News of the KSUAE, 2011, № 3. – P. 235-246.
4. Russian Statistical Yearbook: Stat. Sat / Goskomstat of Russia. – M., 2010. – 687 p.
5. Formation of ratings of innovative development of Russian regions and make recommendations to stimulate innovative activity of the Russian Federation // www.urban-planet.org/article_13.html.
6. Chihan T. Cluster Theory of Economic Development // Theory and practice of management, 2003, № 5.

УДК 3.3.8.0.1.2
Загидуллина Г.М. – доктор экономических наук, профессор
Зарипова А.В. – ассистент
E-mail: zaripovaan@yandex.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Инновационный аспект инвестиционно-строительного кластера Республики Татарстан

Аннотация

В настоящее время обеспечение конкурентоспособности наукоемких производств в долгосрочной перспективе требует использования действенных инструментов реализации стратегических инновационно-ориентированных программ кластерной модели развития отраслей экономики. Предприятия инвестиционно-строительного комплекса в соответствии со своей стратегией инновационного развития в динамично изменяющейся среде определяют цели и задачи для устойчивого успеха, конкурентных преимуществ и прогрессивного инновационного развития в долгосрочной перспективе. Достижение поставленной цели в инвестиционно-строительном комплексе возможно путем образования кластера с учетом интенсивного развития всех его компонентов, а также инновационного развития.

Ключевые слова: анализ, инновационный потенциал, инвестиционно-строительный кластер, метод последовательного включения, графическая модель.

Экономика России характеризуется возрастающей дифференциацией регионов по основным показателям социально-экономического развития и имеющемуся инновационному потенциалу. Последний как одно из основных понятий инновационной теории находится на стадии разработки и изучения российскими и зарубежными учеными, занимающимися проблемами инновационного развития. Особенно в работах последних лет наблюдается интерес исследователей к понятию «инновационный потенциал» и к факторам, оказывающим влияние на инновационную деятельность. Поэтому есть основания уточнить содержание понятия «инновационный потенциал» и резюмировать, что это не только возможность создания новшеств, осуществления инноваций, но и готовность воспринять эти нововведения для последующего эффективного использования; оценка возможности инновационной деятельности и определение уровня инновационного развития.

От состояния инновационного потенциала зависят управленческие решения по выбору и реализации инновационной стратегии, в связи с этим необходима его комплексная оценка. Выделяют два подхода к оценке инновационного потенциала: детальный, при котором инновационный потенциал оценивается по системе показателей с целью выявления возможности осуществления конкретного проекта; диагностический, заключающийся в анализе состояния предприятий по ряду внешних и внутренних параметров.

Нередко предлагаемые методики оценки инновационного потенциала не отражают его структуры, поэтому анализ получается неполным. Вместе с тем, это требует дальнейшего исследования и применения новых подходов научной методологии.

В настоящее время актуализируется проблема интеграции научного и технического потенциала на базе развития кооперационных связей не только крупных предприятий инвестиционно-строительного комплекса, но и за счет горизонтальной интеграции предприятий смежных производств с активным вовлечением малого и среднего бизнеса, научно-исследовательских институтов, информационных, финансовых организаций, органов государственной власти. Данное взаимодействие достигается путем создания отраслевого кластера, предполагающего поддержку, стимулирование и организационное обеспечение развития кластера в наукоемких отраслях [1].

В этой связи авторами предложена структура отраслевого кластера в Республике Татарстан, а также рассмотрены предполагаемые участники кластера. В соответствии со сформированной структурой, с учетом потенциала кластеризации, инвестиционно-строительный кластер с центром «лидирующие предприятия ИСК» может иметь следующую структуру (рис. 1).

Рис. 1. Структура отраслевого кластера Республики Татарстан

Важными элементами инвестиционно-строительного кластера выступают финансовые организации, учреждения, осуществляющие подготовку высококвалифицированных специалистов, соответствующих современным требованиям инновационной экономики. Кроме того, элементами кластера должны быть государственные органы управления на разных уровнях, организации, владеющие интеллектуальной собственностью, образовательные и консалтинговые структуры. Успешное функционирование кластера невозможно без вовлечения и постоянного развития информационно-коммуникационных, логистических, торговых, кредитно-финансовых, юридических, аудиторских, маркетинговых и других организаций. Так, в Республике Татарстан действует ряд научно-исследовательских институтов, имеющих постоянные устойчивые связи с предприятиями строительной отрасли Республики Татарстан.

На основе общей схемы формирования инвестиционно-строительного кластера с центром «лидирующие предприятия», обладающим высоким инновационным потенциалом по проведению инновационных разработок для отраслевых предприятий и использующим для этих целей потенциал научно-исследовательских институтов, авторами рассмотрена структура его инвестиционного обеспечения.

Система инвестиционного обеспечения инвестиционно-строительного кластера должна строиться на основе государственной поддержки его деятельности на всех стадиях инновационного цикла, а также при широком использовании механизма частно-государственного партнерства, принципа софинансирования, консолидации ресурсов в целях коммерциализации научно-технических разработок и реализации инновационных проектов [2].

Необходимым условием развития инвестиционно-строительного кластера является возможность оценки ключевых параметров инновационного потенциала отрасли.

Сложность диагностики количественных параметров инновационной деятельности заключается в необходимости учета многовариантных факторов, одним из которых является интеграция инвестиционного и инновационного процессов, учитывающих взаимодействие между участниками инвестиционно-строительного кластера. В связи с этим авторами предложена графическая модель, демонстрирующая параметры оценки инновационного потенциала инвестиционно-строительного комплекса через статистическое описание интеграции инвестиционного и инновационного процессов в отрасли (рис. 2).

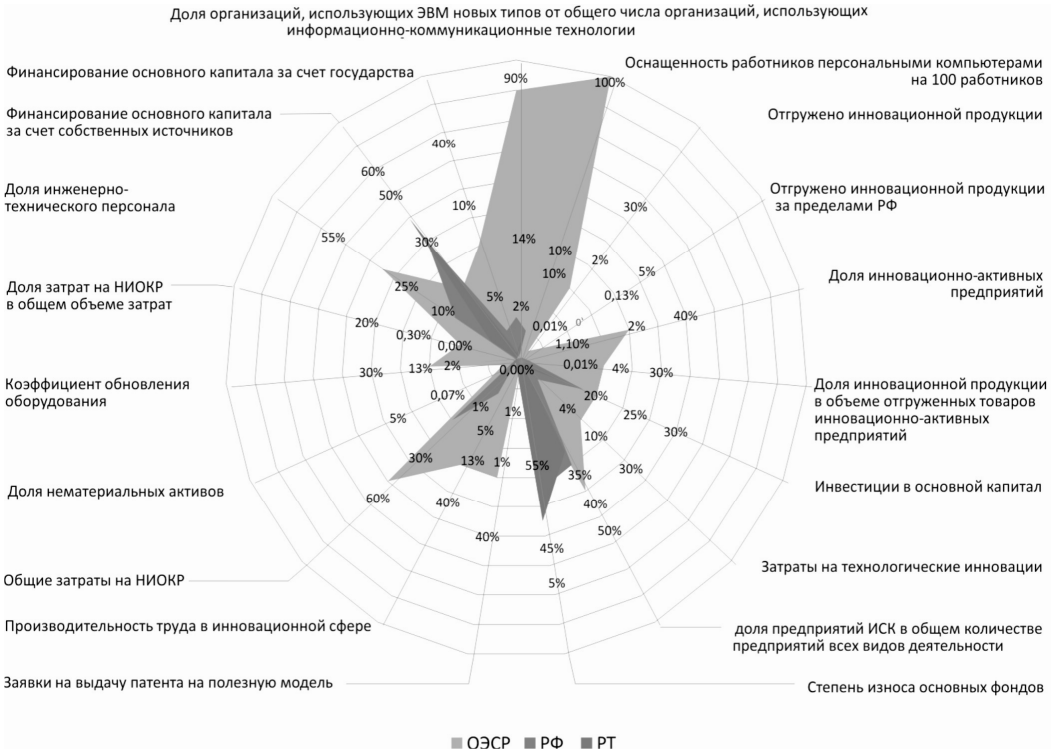


Рис. 2. Графическая модель оценки инновационного потенциала инвестиционно-строительного комплекса Республики Татарстан в сравнении с международным уровнем (средние значения за 2010-2011 гг.)

Разработанная автором графическая модель оценки инновационного потенциала инвестиционно-строительного комплекса Республики Татарстан предполагает использование количественных параметров инновационной деятельности для обоснования объемов финансирования инвестиционного и инновационного процессов в отраслевом кластере.

Для проведения анализа и построения графической модели оценки инновационного потенциала инвестиционно-строительного комплекса Республики Татарстан авторами использованы данные статистического сборника «Наука в Республике Татарстан», Ежегодный отчет по Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), а также сведения официальных статистических органов Российской Федерации и Республики Татарстан [3].

Лепестковая диаграмма оценки инновационного потенциала демонстрирует масштабы отставания в качестве и глубине инновационных процессов в отрасли, каждый луч которой соответствует отдельному показателю и отражает его вклад в суммарный показатель инновационного потенциала инвестиционно-строительного комплекса Республики Татарстан.

Низкие значения предложенных показателей инновационной деятельности свидетельствуют о низком уровне потенциала инвестиционно-строительного комплекса Республики Татарстан в области инноваций, развития технологической и экономической структур.

В анализируемом периоде наблюдается существенная дифференциация в инвестировании основного капитала предприятий инвестиционно-строительного комплекса Республики Татарстан. Однако нельзя вывести зависимость размера доли инновационной продукции от объемов финансирования предприятий. В структуре финансирования предприятий инвестиционно-строительного комплекса Республики Татарстан, так же, как и в Российской Федерации в целом, преобладают собственные источники финансирования, что указывает на недостаточную поддержку со стороны государства. Это приводит к тому, что многие предприятия инвестиционно-строительного комплекса не могут выделить необходимых средств для осуществления инновационных проектов. Таким образом, на инновационное развитие инвестиционно-строительного комплекса существенное влияние оказывает внешняя среда его функционирования [4].

Построенная на основе систематизированных показателей лепестковая диаграмма оценки инновационного потенциала позволяет сравнивать состояние научно-технологической и инновационной сфер инвестиционно-строительного комплекса Республики Татарстан и Российской Федерации для определения объемов финансирования инновационной деятельности, а также принятия управленческих решений по стимулированию инновационной активности предприятий инвестиционно-строительного комплекса.

Анализ показал, что более выгодные условия в конкурентном взаимодействии достигаются в рамках кластеров. Ключевым фактором успеха конкурентоспособного отраслевого кластера является синергетический эффект, возникающий при объединении и взаимодействии самостоятельных организаций, способствующий повышению инновационной деятельности внутри кластера и оказывающий положительное влияние на экономику республики в целом. Поэтому создание эффективно действующего кластера повышает инновационный потенциал страны, а также общие показатели экономической деятельности, отраслевой кластер будет способствовать более быстрому и технологически развитому строительству что необходимо для более успешного развития других кластерообразующих отраслей и повышения инвестиционной привлекательности и конкурентоспособности региона.

Список литературы

1. Зарипова А.В. Венчурное инвестирование как фактор инновационного развития страны // Известия КГАСУ, 2011, № 2 (16). − С. 278-284.
2. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2011 / Стат. сб. // Росстат. – М., 2011. – С. 981.
3. Сиразетдинов Р.М. Моделирование инновационного развития инвестиционно-строительного комплекса (на примере Республики Татарстан) // Известия КГАСУ 2011, № 3 (17). – С. 158-168.
4. Федоренко О.С., Файзуллин И.Э. Развитие регионального инвестиционно-строительного комплекса на основе кластерного подхода // Российское предпринимательство, 2009, № 5, вып. 1 (134). – С. 159-163.

Zagidullina G.M. – doctor of economics sciences, professor
Zaripova A.V. – assistant
E-mail: zaripovaan@yandex.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Innovative aspect of investment-building cluster of the Republic of Tatarstan

Resume

Relevance of the article is that the increase of innovative potential of the enterprises of investment-building cluster can become one of the basic conditions of formation of its competitive strategic prospect.

The author has defined the quantity indicators characterizing innovative potential of the enterprises of an investment-building complex of the Republic of Tatarstan.

According to the object in view the author has solved the following problems:

• theoretical preconditions creations branch cluster are considered;

• the indicators characterizing innovative potential of an investment-building complex are revealed;

• the author spends an estimation of innovative potential of investment-building cluster, based on calculation of a total regional product depending on indicators of innovative activity of the enterprises of a building complex;

• the structure of investment-building cluster in the Republic of Tatarstan and a way of activization of innovative activity are defined.

The analysis has shown that creation of effectively operating cluster raises innovative potential of the country, and also the general indicators of economic activities.

Keywords: innovative potential, an investitsionno-building cluster, method of consecutive inclusion, graphic model.

References

1. Zaripova A.V. Venture investment as the factor of innovative development of the country // News of the KSUAE, 2011, № 2 (16). − P. 278-284.
2. Regions of Russia. Social and economic indexes. 2011 / Stat. coll.//Rosstat. – M., 2011. – P. 981.
3. Sirazetdinov R.M. Modelling of innovative development of the investment-construction complex (on the example of Tatarstan Republic)) // News of the KSUAE 2011, № 3 (17). – P. 158-168.
4. Fedorenko O.S., Fajzullin I.E. Development of a regional investment-construction complex on the basis of the cluster approach // The Russian business, 2009, № 5, vyp. 1 (134). – P. 159-163.

УДК 3.3.8.0.1.2
Зарипова А.В. – ассистент
E-mail: zaripovaan@yandex.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Анализ инновационного потенциала инвестиционно-строительного комплекса

Аннотация

В настоящее время роль инноваций в экономике возросла. В рыночной экономике инновации представляют собой эффективное средство конкурентной борьбы и ведут к созданию новых потребностей, к снижению себестоимости продукции, к притоку инвестиций, к повышению имиджа производителя новых продуктов, к открытию новых рынков.

Предприятия инвестиционно-строительного комплекса в соответствии со своей стратегией инновационного развития в динамично изменяющейся среде определяют цели и задачи для устойчивого успеха, конкурентных преимуществ и прогрессивного инновационного развития в долгосрочной перспективе. Средствами достижения целей в такой ситуации служит как интенсивное развитие всех компонентов, элементов организации, так и их инновационное развитие, а также объединение отраслей экономики в кластер.

Ключевые слова: анализ, инновационный потенциал, инвестиционно-строительный комплекс, кластер, интегральный показатель.

В настоящее время переход российской экономики на путь инновационного развития ознаменован появлением новых требований к организации инновационной деятельности и характеризуется такими процессами, как обновление основных фондов, разработка и внедрение новых технологий, усиление технологической конкуренции, спрос на прикладные и фундаментальные исследования с учетом отраслевых особенностей. Учитывая данное обстоятельство, можно утверждать, что каждому субъекту Российской Федерации необходимо формировать стратегию инновационного развития, включающую в себя экономические и социальные особенности, конкурентоспособность и возможности инновационного потенциала отраслей экономики.

Наиболее актуальной и, тем не менее, мало исследованной проблемой является оценка инновационного потенциала страны на основе кластерного подхода, в то время как это могло бы повысить производительность и увеличить конкурентоспособность различных секторов экономики. До сих пор в методике оценки инновационного потенциала отсутствует комплексное использование кластерного подхода, учитывающее многообразие факторов, а также информационная и образовательная поддержка развития кластеров; не разработаны механизмы инвестирования инновационного развития кластеров; не учтены риски снижения инновационного потенциала при создании кластера.

На современном этапе развитие инновационного потенциала отраслей экономики определяется как стартовыми условиями и институциональными особенностями страны, так и преимуществами и недостатками национальной инновационной системы РФ в целом.

Существует потребность в определении и реализации приоритетов развития инвестиционно-строительного комплекса, на которых будут сосредоточены усилия государства и бизнеса, впоследствии определяющие конкурентоспособность и эффективность экономики на современном этапе развития. Одним из важнейших направлений структурной модернизации отрасли является ее развитие на основе кластерного подхода.

Для определения возможности создания отраслевого кластера в инвестиционно-строительном комплексе Республики Татарстан необходимо проанализировать основные индикаторы развития отрасли, его инвестиционные и инновационные ресурсы.

Важным показателем, входящим в перечень основных индикаторов оценки социально-экономического положения Республики Татарстан, является доля инвестиций в основной капитал в валовом региональном продукте.

По отчетным данным за 2011 г., доля инвестиций в основной капитал в ВРП несколько снизилась по сравнению с предыдущим годом, однако величина регионального показателя (25,6 %) по-прежнему существенно (в 1,5 раза) превышает соответствующий показатель по Российской Федерации в целом [1].

В то же время, стабильно демонстрируя высокие объемные показатели инвестиционной деятельности, Республика Татарстан отстает по динамическим характеристикам инвестиционной активности. Так, в частности, по темпам роста инвестиций в основной капитал за период 2006-2011 гг. (136,9 %) республика занимает лишь 11 место по Приволжскому федеральному округу, уступая при этом не только тем регионам округа, в которых масштабы инвестиционной деятельности совсем невелики, но также и достаточно мощным в инвестиционном отношении Нижегородской и Самарской областям. В целом по Российской Федерации объем инвестиций в основной капитал в 2011 г. по отношению к 2010 г. также увеличился более существенно, чем в Республике Татарстан – возрастая ежегодно в среднем на 10,2 %. В результате темпы прироста капиталообразующих инвестиций в Республике Татарстан выглядят недостаточно убедительно, как на фоне других регионов ПФО, так и на среднероссийском фоне [2].

В структуре инвестиций в основной капитал по отраслям экономики наибольший удельный вес в Республике Татарстан традиционно имеет промышленность, на долю которой пришлось свыше 1/3 всех инвестиций. В указанный период произошло также снижение удельного веса инвестиций в строительство (рис. 1). Напротив, интенсивное привлечение инвестиций отмечается в таких отраслях, как транспорт, связь и торговля.

Рис. 1. Динамика инвестиций в основной капитал РТ

В итоге структура инвестиций в основной капитал РТ по видам экономической деятельности характеризуется следующими параметрами: максимальный удельный вес имели транспорт и связь – 21,2 %, на долю обрабатывающих производств приходилось 19 %, а на долю добычи полезных ископаемых – 11,3 % от всех инвестиций в основной капитал региона. В торговлю было направлено 5,4 %, в производство и распределение электроэнергии – 4,2 %, в сельское хозяйство – 3,7 %, а в строительство – 3,9 % от всех инвестиций в основной капитал РТ, на научные исследования и разработки выделено 0,7 % [3].

Для поиска и оценки взаимосвязей между показателями инновационной деятельности в инвестиционно-строительном комплексе воспользуемся статистическими методами на основе рядов динамики за исследуемый период. Применим корреляционный анализ, являющийся объективным инструментом измерения многопараметрических связей и позволяющий количественно оценить показатели.

Оценим корреляционную связь между параметрами инновационно-инвестиционного процесса в строительной отрасли Республики Татарстан (табл. 1).

Таблица 1

Показатели, характеризующие инновационную деятельность в инвестиционно-строительном комплексе Республики Татарстан

показатель (в % к предыдущему году)	годы				
	2007	2008	2009	2010	2011
Валовой региональный продукт, %	121,1	119,3	125,6	94,4	101,8
Инвестиции в основной капитал, %	118,1	153,1	108,5	108,1	115,2
Объем работ по договорам строительного подряда, %	121,1	143,2	126,5	105,2	117,3
Инвестиции в строительство, %	118,6	139,7	291,8	41,4	78,6
Число предприятий, %	101,4	104,1	103,8	94,4	102,5
Затраты на инновационную деятельность, %	103,5	108,9	128,5	25,4	76,8
Объем отгруженной инновационной продукции, %	110,9	116,8	103,9	115,6	112,6
Удельный вес инновационной продукции, %	115,9	84,2	97,2	110,1	104,8

Основной задачей производимого корреляционного анализа является определение влияния факторов на величину результативного признака, для чего выбирается соответствующий тип функциональной зависимости, оптимальным образом отражающий характер изучаемой связи.

Проведен наглядный анализ рядов динамики за исследуемый период (рис. 2).

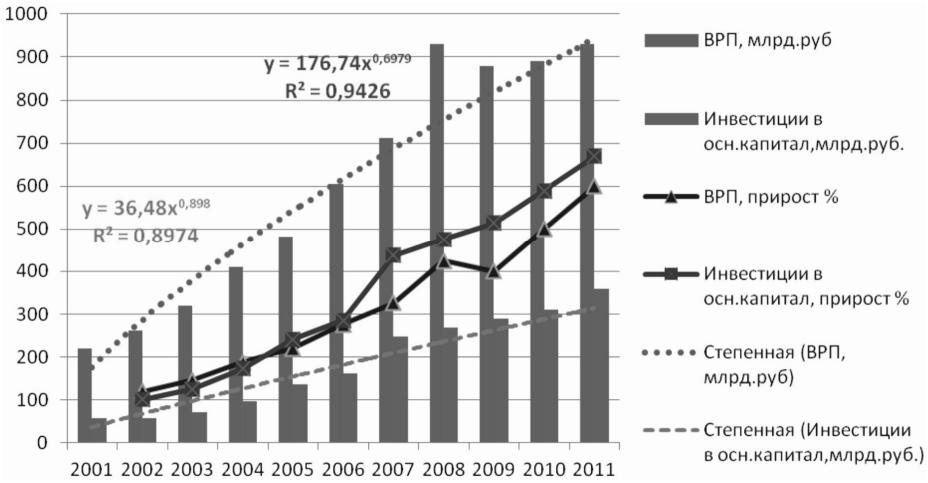


Рис. 2. Динамика и прирост ВРП и инвестиций в основной капитал

Анализ рядов динамики за исследуемый период показал вариацию каждого изучаемого признака как взаимосвязь и взаимодействие с другими признаками, характеризующими исследуемую совокупность единиц. Возможность получения дополнительной информации об этом взаимодействии, его границах и степени близости параметров может обеспечить корреляционный анализ данных.

В связи с этим нами проведена оценка инновационного потенциала инвестиционно-строительного комплекса, базирующаяся на определении состояния валового регионального продукта в зависимости от показателей инновационной деятельности предприятий строительного комплекса: инвестиции в основной капитал (x_1), объем работ по договорам строительного подряда (x_2), инвестиции в строительство (x_3), число предприятий (x_4), затраты на инновационную деятельность (x_5), объем отгруженной инновационной продукции (x_6), удельный вес инновационной продукции (x_7), количество инновационно-активных

предприятий и организаций (x_8), количество полученных авторских свидетельств и патентов на изобретения (x_9), затраты на технологические инновации (x_{10}), объем вновь внедренной и усовершенствованной инновационной продукции (x_{11}), стоимость основных фондов (x_{12}); численность занятых в сфере инноваций (x_{13}) и др.

На основе многофакторного корреляционно-регрессионного анализа, расчета и перебора различных моделей выявлено и обосновано удовлетворяющее установленным критериям уравнение зависимости валового регионального продукта от системы показателей, характеризующих инновационную активность инвестиционно-строительного комплекса.

Используя метод последовательного включения, установлено, что наиболее приемлемой является 5-факторная модель, имеющая следующий вид:

$$y = 193749 + 9269x_1 + 14{,}73x_2 + 3{,}52x_4 + 735{,}12x_5 + 97{,}36x_6$$

О тесной связи между выявленными факторами и валовым региональным продуктом свидетельствует высокий уровень коэффициента корреляции (R = 0,98). Вариабельность у на 96 % объясняется изменениями включенных в уравнение показателей-факторов x_1, x_2, x_4, x_5 и x_6, о чем можно судить по коэффициенту детерминации (D = 0,9583). На долю прочих факторов, не учтенных в уравнении регрессии, приходится всего лишь 4 %.

Проанализировав полученные коэффициенты корреляции и выделив из них наиболее информативные, отмечено, что представленные условия свидетельствуют о прямой зависимости и тесной связи анализируемых параметров. Также интересна тенденция обратной зависимости затрат на инновационную деятельность и объема отгруженной инновационной продукции. Результаты анализа показали, что инвестиции на инновационные процессы осуществляются в основном из собственных средств отрасли.

Для выявления зависимости инновационного потенциала РТ от показателей инновационной активности инвестиционно-строительного комплекса и определения степени его инновационности проведено исследование с помощью средств компьютерного анализа данных Statistical Package for the Social Science (рис. 3).

Графическая модель отображает зависимость между исследуемыми показателями Поверхности и линии равного уровня, что позволяет оценить совместное влияние факторов у и x_3 на функцию x_{11}: с увеличением обоих факторов функция также возрастает. Этот же вывод следует из линейного уравнения регрессии.

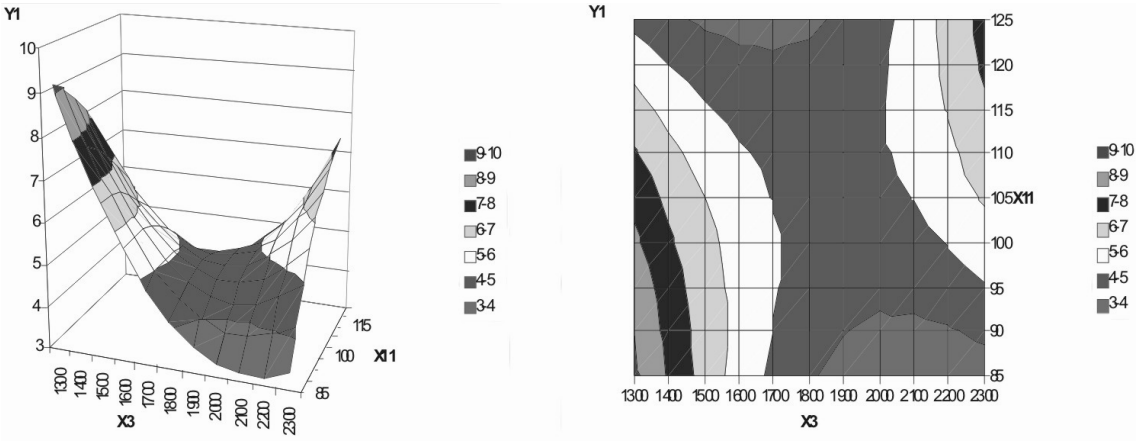


Рис. 3. Поверхности равного уровня и линии равного уровня взаимного влияния факторов: инвестиции в строительство (x_3) и объем вновь внедренной и усовершенствованной инновационной продукции (x_{11}) на ВРП (y_1)

Формализация связей между инвестиционными, инновационными и производственными возможностями позволила сформулировать условие инновационного функционирования предприятия строительной отрасли. Это условие учитывает как внутренний эффект, образуемый в процессе, так и внешний по отношению к процессу, возникающий в результате использования в экономике конечного продукта инновационно-строительного процесса.

Обобщение результатов проведенного исследования позволяет представить SWOT-анализ инновационного потенциала ИСК Республики Татарстан (табл. 2).

Таблица 2

SWOT-анализ инновационного потенциала ИСК Республики Татарстан

Сильные стороны	Слабые стороны
1. Стабильный социально-экономический рост как условие ресурсного обеспечения инновационных процессов и активизации инновационной деятельности ИСК; 2. Поддержка в РТ инновационного бизнеса, эффективная государственная поддержка инновационной активности ИСК; 3. Значительный ресурс венчурного капитала, позволяющий переориентацию инвестиционных портфелей и снижение инновационных рисков в ИСК; 4. Системная кадровая политика, использование передового опыта, создание информационного поля инновационной деятельности ИСК	1. Недостаточно проработанное нормативно-правовое обеспечение инновационной деятельности ИСК, приводящее к совмещению критериев инвестиционных и инновационных проектов; 2. Поддержка более поздних стадий инновационного процесса ИСК; 3. Доминирование интересов получения прибыли над стратегией финансирования рисковых, радикальных инновационных проектов ИСК; 4. Низкая мотивация бизнеса ИСК на проведение собственных ИиР; отсутствие ресурсов для полноправного участия в венчурном бизнесе.
Возможности	Угрозы
1. Активизация взаимодействия научного, инвестиционного секторов, малого и среднего бизнеса, крупных предприятий ИСК путем создания кластера; 2. Участие в инвестиционных конкурсах, привлечение венчурного капитала в ИСК.	1. Снижение конкурентоспособности научного сектора, исчерпание научного потенциала; 2. Повышение зависимости от иностранных технологий, увеличение разрыва между наукой и производством.

Предложенный SWOT-анализ инновационного потенциала ИСК Республики Татарстан направлен на поиск и реализацию резервов инвестиционно-строительного комплекса, повышение его инновационного потенциала, конкурентоспособности, способности адаптироваться к изменяющимся условиям.

Проведенные исследования и анализ показателей, характеризующих инновационное развитие инвестиционно-строительного комплекса, обосновывающих формирование кластера, позволяют утверждать, что инвестиционно-строительный кластер будет способствовать более технологически развитому строительству, что необходимо для более успешного развития экономики и повышения инновационного потенциала, инвестиционной привлекательности и конкурентоспособности Республики Татарстан.

Для определения возможности формирования инвестиционно-строительного кластера нами проведена оценка потенциала кластеризации инвестиционно-строительного комплекса Республики Татарстан (рис. 4).

Результаты проведенного исследования показывают, что для инвестиционно-строительного комплекса наиболее актуально применение кластера регионального уровня, вследствие необходимости тесного контакта между участниками кластера, что предполагает некоторое территориальное ограничение.

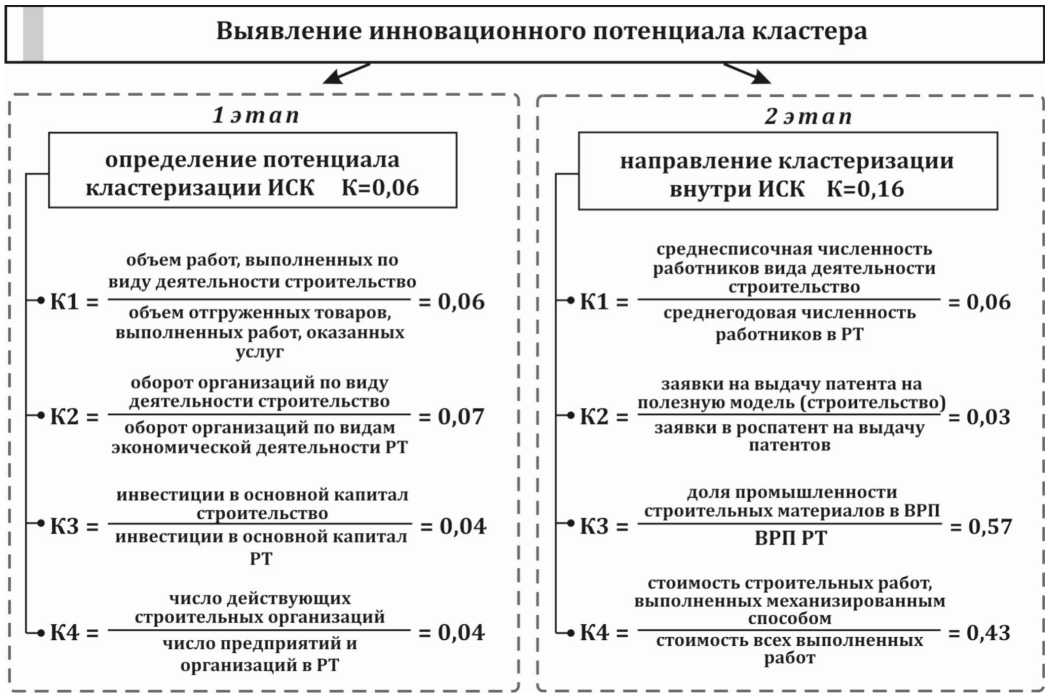


Рис. 4. Система показателей для обоснования инновационного потенциала кластеризации инвестиционно-строительного комплекса

При формировании инвестиционно-строительного кластера Республики Татарстан необходимо учитывать динамику интегрального коэффициента, так как увеличение значения показателя свидетельствует о возможных перспективах роста кластера, а снижение – об отсутствии перспектив развития кластера.

Как показывает практика, более выгодные условия в конкурентном взаимодействии достигаются в рамках кластеров, которые обеспечивают устойчивые конкурентные позиции не только на отраслевом и региональном, но и на национальном и межнациональном уровне. Республика Татарстан обладает конкурентными преимуществами в смежных отраслях экономики, что позволяет образовать кластер.

Формирование инвестиционно-строительного кластера позволит создать в Республике Татарстан инновационную инфраструктуру, обеспечивающую формирование непрерывной цепочки: «идея – опытный образец – инвестиционный проект – внедрение – коммерциализация» [4]; обеспечить концентрацию интеллектуальных, материальных и финансовых ресурсов на повышении конкурентоспособности строительной продукции и услуг; содействовать развитию сектора исследований и разработок, укреплению материально-технической базы научных и образовательных организаций; повысить экономическую эффективность инвестирования инновационной деятельности за счет создания условий качественной подготовки, отбора и сопровождения; развивать научно-технологическую базу предприятий машиностроения, их поставщиков и обслуживающих предприятий; обеспечить экономику области квалифицированными специалистами в сфере инновационного бизнеса.

Список литературы

1. Клещева О.А. Совершенствование процесса внедрения инноваций в строительном комплексе Республики Татарстан // Региональная экономика: теория и практика, 2010, № 31 (166). – С. 22.
2. Регионы России. Социально-экономические показатели, 2011 / Стат. сб. // Росстат. – М., 2011. – С. 981.

3. Романова А.И., Загидуллина Г.М., Миронова М.Д. Инновационные подходы в управлении ЖКХ // Вестник Казанского государственного технологического университета, 2009, № 3. – С. 45-49.
4. Сиразетдинов Р.М. Моделирование инновационного развития инвестиционно-строительного комплекса (на примере Республики Татарстан) // Известия КГАСУ, 2011, № 3 (17). – С. 158-168.

Zaripova A.V. – assistant
E-mail: zaripovaan@yandex.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The analysis of innovative potential of an investment-building complex

Resume

Relevance of the article is that the increase of innovative potential of the enterprises of investment-building cluster can become one of the basic conditions of formation of its competitive strategic prospect, deduction and expansion of a market niche.

The author has analyzed factors influencing innovative potential of the enterprises of an investment-building complex.

According to an object in view the author has solved following problems:

• theoretical bases of a category «innovative potential» are considered;

• the factors influencing innovative potential of an investment-building complex are revealed;

• the value of creation of investment-building cluster in economic activities of managing subjects and a way of activization of innovative activity are defined.

The author has revealed that working out of the complex approach covering legislative area, macroeconomic regulation, institutional development, standartization processes is necessary for increase the innovative potential in the Republic of Tatarstan. Such approach will promote development of innovative activity and competitiveness in an investment-building complex. Moreover, active development of these processes as in the country, and internationally will serve achievement of the major state purposes: to improvement of innovative sphere and its conformity to world level, strengthening of competitiveness of the Russian economy by an exit on the world high technology markets.

Keywords: the analysis, innovative potential, an investment-building complex, cluster, an integrated indicator.

References

1. Klescheva O.A. Enhancement of process of introduction of innovations in a building complex of the Republic of Tatarstan // Regional economy: the theory and practice, 2010, № 31 (166). – P. 22.
2. Regions of Russia. Social and economic indexes. 2011 / Stat. col. // Rosstat. – M., 2011. – P. 981.
3. Romanova A.I., Zagidullina G.M., Mironova M.D. Innovative approaches in housing and communal services management // The Bulletin of the Kazan state technological university, 2009, № 3. – P. 45-49.
4. Sirazetdinov R.M. Modelling of innovative development of the investment-construction complex (on the example of Tatarstan Republic)) News of the KSUAE, 2011, № 3 (17). – P. 158-168.

УДК 338.467.4
Ильина Е.В. – ассистент, аспирант
E-mail: Ilina19091982@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Экономический механизм сопряжения электронного и традиционного рынка услуг

Аннотация
Современная экономика стала активно развиваться в последние годы под воздействием информационных технологий. В этих условиях особую роль приобретает предоставление интернет-услуг. Российское общество акцентирует внимание на потребности в качественно новом уровне предоставления и получения услуг, а также качественных товаров, обуславливая необходимость разработки государственными структурами программы развития информационного общества для установления возможности оперативного реагирования на изменение конъюнктуры рынка.
Ключевые слова: информационные технологии, Интернет, производство услуг, участники электронного рынка.

Успешность современной экономики сегодня во многом определяется развитием информационных технологий и, в частности, развитием системы интернет-услуг. В этой связи прослеживается широкомасштабная интеграция основных участников экономики (крупные промышленные предприятия, государственные учреждения и организация, а также представители малого и среднего бизнеса) в информационную среду сети интернета.

Такой подход к ведению финансово-хозяйственной деятельности предполагает качественные изменения в функционировании всех предпринимательских структур, что не может не отразиться на конечных результатах: извлечение максимальной прибыли, расширение производства, диверсификация деятельности и выход на международный рынок.

Необходимо отметить, что интернет-услуги позволяют предприятиям и организациям расширить межфирменное взаимодействие, сократить отклик производителя товаров и услуг на спрос потребителя обоснованными изменениями соответствующих параметров своих предложений, сформировать разновозрастные группы потребителей, повысить качество производства товаров и предоставления услуг, увеличить количество продаж, минимизировать существующие издержки на производстве и в сфере предоставления услуг за счет основного современного экономического ресурса – информации.

Вопросы развития и потребления информации, а также распространяющейся информационной революции, которая сегодня наблюдается в современном обществе и экономике, упоминались в работах многих известных ученых, например, таких как: Э. Тофлер, У. Мартин, И. Масуд и др.

Работы ученых над описанием перспективы развития будущего общества и информационных технологий нашли отражение в определении (названии) общества, которое, по их мнению, будет более четко характеризовать происходящие процессы и соответствовать его современному облику. Именно в этой связи мы предлагаем проанализировать динамику названий современного общества, которые были применены учеными с целью уточнения его основных характеристик в развивающейся глобальной экономической системе (табл. 1).

В последнее время наше общество все чаще подчеркивает потребность в качественно новом уровне предоставления и получения услуг, а также качественных товаров, обуславливая необходимость разработки государственными структурами программы развития информационного общества для установления возможности оперативного реагирования на изменение конъюнктуры рынка.

На наш взгляд, экономический рост хозяйствующего субъекта во многом зависит от производства и эффективного использования информации и знаний. Именно в этих условиях раскрывается высокая экономическая значимость трудовых ресурсов, обогащенных знаниями и участвующих в формировании производственных процессов

(производство услуг), способствуя дальнейшему развитию материального и информационного производства. Основным системным элементом экономики знаний, в данном случае, будет выступать сеть Интернет, которая с помощью общедоступного глобального инструмента – инфокоммуникаций – будет способствовать развитию электронного бизнеса, коммерции, рынка и т.д.

Практическое применение в экономике сети Интернет способствует объединению национальных, локальных и частных сетей в единую глобальную структуру, формирующую костяк электронного бизнеса [1]. Однако, при очевидном и эффективном позиционировании интернет-бизнеса среди участников экономических процессов, сети Интернет не смогут предоставить, по ряду объективных причин или заинтересованности одной из сторон, полную картину текущей ситуации или обеспечить полную информативную ясность проходящих коммерческих сделок без воздействия институционального фактора. С нашей точки зрения, вследствие тяжелой адаптации применения инновационных технологий в сети Интернет наиболее сложным будет считаться управление инновациями.

Таблица

Генезис современного общества как глобальной экономической системы

№ п/п	Автор	Название современного общества
1	З. Бжезинский	технотронное общество
2	Э. Тоффлер	общество третьей волны
3	А. Турен	технократическое программированное общество
4	К. Томинага	информативное общество
5	А. Этциони	активное общество
6	Т. Тиболд	кибернетическое общество
7	Ж. Фурастье	общество услуг
8	М. Моришима	электронное общество
9	У. Бек	общество риска
10	Дж. Рисман	постпотребительское общество
11	Дж. Рифкин	пострыночное общество
12	Т. Умесао и Д. Лион, Г.М. Маклюэн, И. Масуда, Дж. Макгейл, А. Норманн	информационное общество
13	Л. Сейкс, М. Фаин	экспериментальное общество
14	М. Кастельс	информациональное общество, сетевое общество
15	Р. Инглехарт	общество постматериальных ценностей

Вариантов включения в производственный процесс сферы услуг информационных технологий может быть три, согласно осуществляемому виду экономической деятельности, например, в соответствии с предлагаемым делением производства услуг:

– предприятия по выпуску товаров народного потребления, предназначенных для личного потребления (ткани трикотажные и швейные изделия, обувь, а также бытовая техника, радио- и телеустройства/аппаратура, автомобили, мотоциклы, велосипеды, мебель и т.д.);

– организации/учреждения сферы услуг (торговля промышленными товарами и продуктами питания, предприятия общественного питания и бытового обслуживания, транспортных услуг и услуг связи, жилищно-коммунальных услуг, услуг детских учреждений, а также услуги учреждений культуры, туризма и спорта, курортных и некоторых лечебных учреждений и т.д.);

– офисные организации/учреждения (проектные, финансово-кредитные и административные организации, юридические консультации и нотариальные конторы и т.д.).

Для каждого предложенного вида деятельности будут существовать определенные специфические различия в осуществлении производства услуг, поэтому представим обобщенный вариант влияния информационных технологий через использование предприятиями и организациями сети Интернет для усиления делового взаимодействия в сфере услуг (рис. 1).

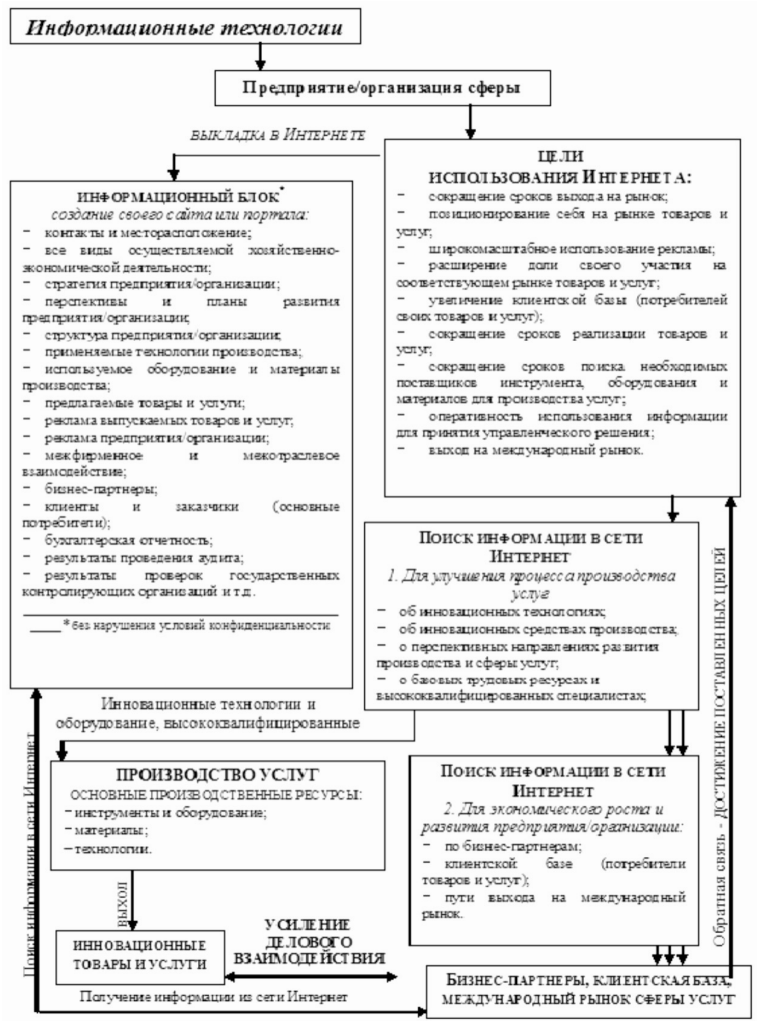


Рис. 1. Модель влияния информационных технологий
на усиление делового взаимодействия предприятий/организаций в сфере услуг

Усиление делового взаимодействия предприятий/организаций в сфере услуг через сети Интернет способствует сопряжению традиционного рынка с электронным рынком. Формирование эффективного сопряжения представленных рынков осуществляется через создание собственного сайта, портала с актуальной информацией, характеризующей прозрачность ведения бизнеса, качество товаров и услуг или блока рекламы для ознакомления широкого круга пользователей сети Интернет с осуществляемой деятельностью, предоставляемых услугах, выгодных акциях и предложениях.

Информационные технологии позволяют максимально использовать имеющийся экономический потенциал, создавая внешнее и внутреннее сопряжение представленных рынков сферы услуг, для достижения высокого уровня экономического развития, в частности, для выравнивания основных групп показателей по всей административно-территориальной единице:

1. производство совокупного общественного продукта материальных благ, национального дохода на душу населения;
2. структура общественного производства (доля промышленности и сельского хозяйства в народном хозяйстве; удельный вес производства средств производства; доля, объём и темпы развития прогрессивных отраслей народного хозяйства);
3. количественный и качественный уровень занятости населения;
4. уровень использования природных ресурсов (вовлечение в хозяйственный оборот земельных, топливно-энергетических ресурсов, полезных ископаемых и т.д.);
5. организация и эффективность общественного производства (уровень производительности труда, специализация и концентрация, качество продукции).

Сети Интернет и развивающаяся в них информационно-сетевая экономика представляют собой глобальную систему со сложно организованной многоуровневой структурой взаимоотношений между экономическими участниками – покупателями и продавцами товаров и услуг, что позволяет объединить процессы горизонтальных и

вертикальных уровней экономики, активно используя методы управления знаниями и сущность информационно-электронной сферы.

Производство услуг может осуществляться как в отдельно взятой отрасли, объединяющей горизонтальные уровни экономики, так и в межотраслевом пространстве с использованием точек электронной коммерции (межотраслевые порталы, биржи, аукционы). Также активно происходит внедрение государственных услуг в сети Интернет, которые способствуют усилению взаимодействия бизнеса с государственными и административными структурами, предоставляя возможность проводить правительственные закупки, исключая проведение тендеров и конкурсов из данного процесса [2].

Итак, организации, осуществляя свою деятельность, находятся в постоянном поиске индивидуальных потребителей предлагаемых услуг, именно поэтому в современных информационных технологиях мы видим широкие возможности реализации виртуальной розничной торговли, а также прямых продаж, например, транспортных, туристических, банковских, финансовых, учебных или других услуг.

Основой реализации услуг является электронный коммерческий материал, представленный в виде электронных каталогов, рекламы, аукционов с применением инноваций и современных технических возможностей, который позволяет пересекаться в электронном бизнесе таким взаимодействиям, как «бизнес-бизнес», «бизнес-потребитель», «потребитель-бизнес», «потребитель-потребитель», «бизнес-государственные структуры», «потребитель-государственные структуры». Эти пересечения участников электронного рынка расширяют число потребителей не только в электронном бизнесе, но и способствуют дальнейшему продвижению традиционного рынка сферы услуг.

Для наилучшего понимания процесса экономического роста и приумножения капитала не только для отдельно взятого предприятия/организации, но и в целом для административно-территориальной единицы представим экономический механизм взаимодействия всех участников электронного рынка (рис. 2).

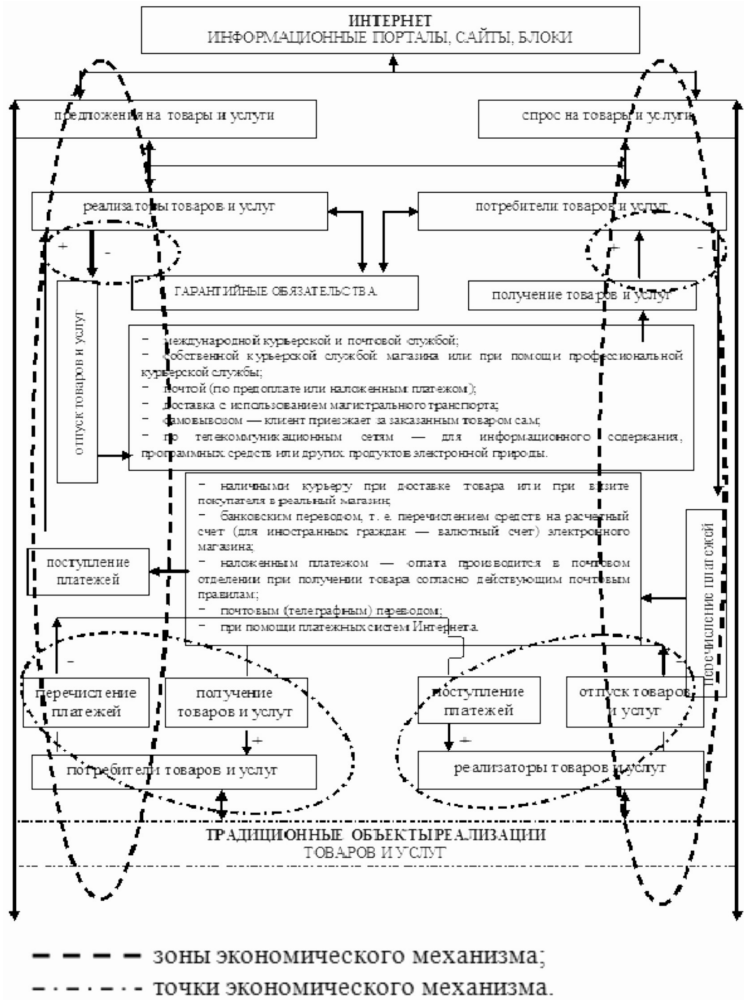


Рис. 2. Экономический механизм сопряжения электронного и традиционного рынка услуг

Формирование экономического механизма зависит во многом от распространения персональных компьютеров на предприятиях/организациях и среди потребителей, требуя от них определенного профессионального образования, квалифицированной специализации знаний по использованию существующих возможностей сети Интернет, характеризующие особенности потребительского поведения. Немаловажную роль в этом механизме играет разветвленность и надежность действующей серверной системы распределения в сочетании с индивидуальными возможностями по обеспеченности сетью Интернет и т.д.

Нами предлагается исследование электронной коммерции и применение электронных средств коммуникации и информационных инструментов на электронном рынке с целью выявления экономически целесообразных и выгодных позиций как для продавца продукции сферы услуг, так и для их покупателей.

Итак, информационные технологии позволяют покупателям через оперативный поиск в сети Интернет определять и уточнять качества и параметры необходимых для удовлетворения их потребностей товаров и услуг, а затем осуществлять процесс купли-продажи на выгодных, по субъективному мнению, условиях, поскольку явление современной электронной коммерции и основные потребности общества находятся в тесной взаимосвязи и взаимозависимости.

Список литературы

1. Акимова Е.Н. Интернет как информационно-сетевая инфраструктура экономики // Российское предпринимательство, 2010, № 8. – С. 24-28.
2. Иванов Д.В. Виртуализация общества // Издательство СПб. «Петербургское востоковедение», 2000. – 96 с.

Ilina E.V. – assistant, postgraduate student
E-mail: Ilina19091982@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The economic mechanism between electronic and traditional services market

Resume

Last years modern economy actively began to develop under the influence of information technologies. In these conditions special role is given to the Internet – services provision. In this connection, our society even more often emphasizes the need (requirement) for qualitatively new level of granting and reception of services, and also the qualitative goods, causing necessity for the state structures to develop the program of information society development to establish the opportunity of a rapid response to changing market condition. Effective use of information through the Internet increases the economic value of human resources having knowledge and promotes the development of electronic business and commerce.

In these circumstances, the scope of information technology allows customers through a local Internet to define and refine freely and readily available the quality of goods and services, as well as to carry out the process of sale and purchase on favorable terms to the consumer.

Keywords: information technology, Internet, production services, e-market participants.

References

1. Akimov E.N. Internet as information – network infrastructure of the economy // Russian entrepreneurship, 2010, № 8. – P. 24-28.
2. Ivanov D.V. Virtualization society // publ. Spb. Petersburg Oriental Studies, 2000. – 96 p.

УДК 332.872.43
Мещерякова О.К. – кандидат экономических наук, доцент
E-mail: onora@list.ru
Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д. 84

Проблемы формирования системного подхода к реформированию ЖКХ

Аннотация

Проводится критический анализ проблем ЖКХ, связанных с отсутствием четкого механизма действий государства в процессе реформирования ЖКХ. Предложены возможные направления эффективных преобразований в рассматриваемой сфере экономики. Отмечается, что для успешной реализации реформ в системе ЖКХ необходимо на законодательном уровне разделить жилищную и коммунальную составляющие, при этом развитие конкуренции возможно и оправдано лишь в сфере управления жилым фондом. Преобразования в коммунальной подсистеме требуют особого подхода, учитывающего ее естественно-монопольный характер.

Ключевые слова: жилищно-коммунальное хозяйство, управляющая организация, конкуренция, газоснабжение, реформирование, инвестиции.

Введение.

Для судьбы России и россиян сегодня не существует более значимой политической проблемы, чем проблема реформирования ЖКХ. Без ЖКХ нет поселений, а без поселений нет государств. Однако практически все проекты, которые были реализованы в сфере ЖКХ в последнее десятилетие, не меняли ситуацию в лучшую сторону, а лишь усугубляли ее. Разрушается инфраструктура, растет износ основных фондов, увеличиваются потери в системах тепло-, водо- и газоснабжения. Постоянный рост цен не приводит к повышению качества обслуживания. Отсутствует единая, последовательная и непротиворечивая концепция реформирования российского ЖКХ. Об этом свидетельствуют неоднократная смена приоритетов, многочисленные поправки в законодательство, перенос сроков реализации основных норм Жилищного кодекса, законодательные и нормативные пробелы в регулировании жилищной и коммунальной подсистем.

Не до конца разработан ряд ключевых проблем в концепции реформирования ЖКХ, к которым относятся разделение естественно монопольной и потенциально конкурентной подсистем; специфика коммунальной сферы и ее отличия от жилищной; дифференциация страны по климатическим поясам и экономическим зонам и др.

В связи с этим необходимо рассматривать перспективы рыночных преобразований в сфере ресурсоснабжения.

1. Проблемы рыночных преобразований в ЖКХ. Для успешной реализации реформ в системе ЖКХ необходимо на законодательном уровне разделить жилищную и коммунальную составляющие. К жилищной подсистеме относятся: управление жилищным фондом, ремонт домов, содержание лифтового оборудования, уборка подъездов, придомовой территории и пр. Коммунальная подсистема включает снабжение энергоресурсами (водой, газом, электричеством, теплом), а также содержание и ремонт инфраструктуры (подводящих сетей и внутридомовых коммуникаций).

Единый подход к реформированию жилищной и коммунальной подсистем общего комплекса ЖКХ, принудительное встраивание управляющих организаций в коммунальные отношения, делегирование им функций реализации энергоресурсов и обслуживания коммунальной инфраструктуры могут свести на нет позитивные тенденции развития рынка управления жилым фондом.

Развитие конкуренции возможно и оправдано лишь в сфере управления жилым фондом. Преобразования в коммунальной подсистеме требуют особого подхода, учитывающего ее естественно-монопольный характер. Следует критически оценивать перспективы передачи управляющим организациям функций снабжения энергоресурсами и обслуживания коммунальной инфраструктуры [1].

Эффективным экономическим отношениям в сфере снабжения ресурсами препятствует то, что нормы Жилищного кодекса РФ, посвященные правовому регулированию коммунальной подсистемы ЖКХ, являются «сырыми», недоработанными и не соответствуют специфике отношений в сфере поставки энергоресурсов. Кроме того, принятые законы не учитывают региональную специфику и общий уровень экономического развития страны.

Самой большой недоработкой нового законодательства в сфере ЖКХ являются противоречия между Жилищным и Гражданским кодексами. Противоречия усугубляются тем, что Жилищный и Гражданский кодексы являются законами одного уровня.

Фактически в лице управляющей организации появляется перепродавец энергоресурсов – еще одно звено в цепочке снабжения. При этом управляющая организация не сможет заработать на разнице в цене приобретения и продажи коммунального ресурса, так как тарифы и нормативы жестко регламентированы. Обилие дополнительных расходов приведет к повышению стоимости коммунальных услуг для населения за счет оплаты работы посредника.

Сама концепция управляющих организаций недоработана. В законе не дано четкого определения понятия «управляющая организация», не обозначен ее статус и зона ответственности, не разработаны критерии оценки деятельности частного оператора. Это может привести к появлению большого количества компаний-мошенников, что выльется в перебои в снабжении жизненно необходимыми коммунальными услугами.

Государство повторяет ошибки, которые уже были совершены при проведении преобразований в других сферах, к примеру, монетизации льгот, в ходе которой отсутствие необходимой разъяснительной работы с гражданами полностью привело к тому, что принятые решения стали неприятным откровением для части населения уже при их применении на практике. Стоит согласиться с мнением профессора Ланцова В.М., что «разрушение ЖКХ на уровне национальных и региональных государственных народных хозяйств является типичной проблемой многих государств и связано с попытками возникновения и развития олигархии – главного способа быстрого несправедливого обогащения» [2, с. 340].

Остро стоит проблема безопасности обслуживания коммунальной инфраструктуры, особенно внутридомового газового оборудования (ВДГО). В соответствии с новым законодательством ответственность за содержание и ремонт ВДГО возложена на управляющие организации (в случае выбора жильцами этой формы управления многоквартирным домом), а не на специализированную организацию, которая имеет соответствующую лицензию.

Основные источники неопределенности и рисков реформирования коммунальной сферы связаны с политикой государственных органов власти – государство просто пытается устраниться от решения проблем, перекладывая их на плечи граждан. Однако такая политика избавляет от проблем лишь в краткосрочной перспективе. В среднесрочной же перспективе подобный подход оборачивается резким ростом политических рисков.

Новый Жилищный кодекс делегирует ответственность за жилищно-коммунальную реформу на нижнюю ступеньку вертикали власти – на уровень муниципалитетов. Именно они рискуют стать конечным субъектом риска в случае возникновения значительных проблем в этой сфере.

К основным направлениям преодоления рисков можно отнести:

– выведение коммунальной подсистемы из сферы ответственности управляющих организаций. В первую очередь, это касается газоснабжения населения и обслуживания газовых коммуникаций, которые связаны с высокой опасностью и требуют от поставщика и эксплуатирующих организаций высокой профессиональной квалификации;

– разработка и принятие специального пакета законов для регулирования коммунальной сферы: «Об управляющих компаниях», «О саморегулируемых организациях», «О финансовом оздоровлении предприятий ЖКХ», а также доработка закона «О концессионных соглашениях», в частности внедрение типовой формы договора между частным оператором и собственником сетей;

– дополнительное нормативное регулирование сферы ЖКХ: создание единого реестра управляющих организаций, выработка критериев оценки деятельности частных операторов, разработка и внедрение системы страхования рисков в сфере ЖКХ, утверждение порядка технического обслуживания и ремонта внутридомовых коммунальных сетей.

2. Реформирование с позиций конечного продукта ЖКХ. Реформа ЖКХ должна начинаться «с конца», при этом необходимо четко представлять себе конечный продукт. Сегодня нет ответов на самые актуальные вопросы: количество сетей, которые должны быть отремонтированы или построены, сроки, источники и механизмы финансирования преобразований, механизм инвентаризации жилищного фонда и т.п. Продуманной последовательности шагов в реформировании коммунальной сферы нет. Проведение реформы не было просчитано в категориях рисков.

Государство должно выдать социальный заказ на коммунальные услуги. Необходимо четко сформулировать цели реформирования с позиций потребителя, продукта, конечного результата, конечной ситуации [3].

Государство должно сформировать социальный заказ на качественные услуги ЖКХ, показать индикаторы (конечный результат реформы, выраженный в цифрах), предложить регламент и осуществлять надзор за исполнением. Участники потенциального рынка коммунальных услуг не имеют четкого представления о планируемых результатах реформы, кроме предложенных идеологических установок на либерализацию, не понимают целей и задач преобразований и механизмов реформирования.

В концепции реформирования системы ЖКХ отсутствует системность, целостность. Не учтен ряд принципиальных моментов: территориальная специфика страны, специфика коммунальной сферы, ее принципиальное отличие от жилищной [4].

3. Опыт работы управляющих организаций в коммунальной сфере. Сегодня в большинстве случаев выход управляющих компаний на рынок происходит не на основе конкурентной борьбы, а при помощи административного ресурса. На практике сегодня выбор формы управления многоквартирным домом подменился навязыванием управляющих организаций. Существенно ограниченные в сроках местные власти в спешном порядке стали создавать управляющие организации. Выделяются три основных способа выхода частных управляющих организации на рынок ЖКХ:

1. «Смена вывесок». Отсутствие четкой нормативно-правовой базы и методических рекомендаций, а также бюджетных средств для проведения конкурсов на управление домом является главной причиной, вынуждающей местные власти применять административные рычаги при создании управляющих организаций. В подавляющем большинстве случаев управляющие организации создаются на базе действующих МУПов или ДЕЗов. После этого проводится активная агитационная кампания за выбор управляющей организации. Активисты из числа работников муниципального предприятия, лояльных жильцов проводят поквартирный обход многоквартирных домов, призывают жителей принять участие в заочном голосовании и выбрать муниципальную управляющую организацию. Главным аргументом «за» приводятся гарантии власти. В аргументации активно используется противопоставление данной управляющей организации и частных управляющих организаций (которых иногда даже и нет на рынке). Частные управляющие организации представляются капиталистами, цель которых повысить стоимость услуг, получить прибыль и исчезнуть.

В итоге между жильцами и новой управляющей организацией (бывшим МУПом или ДЕЗом) заключается договор. Подписав его, люди, разочарованные в предыдущих рыночных преобразованиях и не понимающие новых, уставшие вникать в суть системных изменений в ЖКХ, получают гарантию, что ничего принципиально не изменится.

Муниципальные власти избавляются от проведения конкурсов, проблем с трудоустройством сотрудников МУПа и сохраняют позиции главного оператора на рынке ЖКХ. МУП получает возможность дополнительного заработка в качестве частной компании. В итоге обслуживание дома осуществляет тот же МУП, с тем же руководящим составом, но под другой вывеской. Происходит своеобразное «консервирование» привычных отношений в сфере ЖКХ.

Если не произойдет существенных изменений, в ближайшие годы ситуация будет развиваться именно по пути «смены вывесок».

Большинство домов, переданных муниципальным управляющим организациям, построено более тридцати лет назад, частично относятся к ветхому жилищному фонду. В этих домах коммунальные сети изношены, энергопотери достигают 50 %, общедомовые

приборы учета не установлены. Поэтому управляющие организации стараются не брать на себя ответственность за обеспечение коммунальными услугами, а в основном занимаются оказанием жилищных услуг.

2. «Управление новостройкой». У приобретателей жилья в новостройках часто нет возможности выбрать способ управления. Организация-застройщик либо сама создает ТСЖ или управляющую организацию, либо заключает договор с частной управляющей организацией. Приобретая жилье, покупатели сразу же заключают договор на обслуживание дома с конкретной организацией.

Как правило, стоимость обслуживания дома такими управляющими организациями достаточно высока.

В некоторых случаях застройщики перекладывают на плечи покупателей квартир и ликвидацию собственных строительных недоделок. В этом случае для застройщиков средства граждан являются источником дополнительного дохода, позволяют относительно легальным путем и за чужой счет провести строительные и отделочные работы.

Подобные ситуации потенциально конфликтны, так как ущемляют права собственников жилья. Уже сегодня известно несколько примеров споров собственников и застройщиков по поводу способа управления домом.

Управление новостройками является прибыльным бизнесом, так как новый дом не требует больших вложений в поддержание инфраструктуры и ремонт. Поэтому частные управляющие организации стремятся взять в управление новые дома. Однако если управляющим организациям придется оказывать коммунальные услуги и нести ответственность за их качество и оперативность, число желающих работать даже на рынке новостроек заметно сократится [5, 6].

Оказание коммунальных услуг особенно выгодно в тех новостройках, где созданы индивидуальные котельные, так как они позволяют точно измерять количество поставленных энергоресурсов, а новые коммуникации гарантируют низкие энергопотери в сетях. Но индивидуальные котельные, как правило, строятся в домах бизнес-класса. Большинство же новостроек эконом-класса получают энергоресурсы по изношенным сетям. Поэтому и в формате «Управление новостройкой» управляющая организация в большинстве случаев также оказывает только жилищные услуги.

3.«Новая монополия». В этом формате реализуется модель, при которой управляющая организация оказывает как жилищные, так и коммунальные услуги. Как правило, управляющая организация одновременно является и ресурсоснабжающей организацией. Крупный частный оператор может позволить себе проведение показательных акций (ремонт подъезда, благоустройство территории, установка общедомового прибора учета и т.п.). Чтобы окупить инвестиции и получить прибыль, частный оператор берет в обслуживание большой объем жилья. В случае реализации этого сценария существует угроза, что крупный частный оператор вытеснит других, менее крупных, фактически станет монополистом и сможет диктовать жильцам свои условия. При постоянном спросе на жилищные и коммунальные услуги отсутствие конкуренции неминуемо приведет к росту цен.

Практика показывает, что в большинстве случаев управляющие организации не заинтересованы и не стремятся работать в сфере оказания коммунальных услуг (за исключением тех случаев, когда они сами являются поставщиками коммунальных ресурсов). Они намеренно обходят законодательство, стараясь работать в более понятной – жилищной сфере.

Прогнозы о перспективах работы управляющих организаций в сфере предоставления коммунальных услуг совпадают с практикой. В тех случаях, когда частные операторы брались за предоставление коммунальных услуг, проблемы возникали сразу же. Можно выделить следующие проблемы, с которыми уже столкнулись потребители:

1. *Мошенничество*. В условиях, когда практически отсутствует государственный контроль за вхождением частных компаний на рынок, угроза мошенничества резко возрастает: возможны злоупотребления со стороны управляющих организаций в отношениях с собственниками жилья и элементарное воровство.

Существует опасность, что управляющие организации будут «однодневками»: собрав деньги с населения на ремонт, например, крыши, они просто исчезнут.

В дальнейшем можно прогнозировать распространение злоупотреблений в сфере

ЖКХ. Пробелы в законодательстве позволяют недобросовестным управляющим организациям распространять фальшивые квитанции на оплату коммунальных услуг, проводить манипуляции с показаниями общедомовых приборов учета и т.п.

Следовательно, должен быть выработан механизм защиты, страхования рисков, регистрации управляющих организаций.

2. *У*величение стоимости коммунальных услуг. В ряде регионов управляющие организации начали взимать с населения проценты за прием платежей, что фактически привело к удорожанию коммунальных услуг для населения. В условиях постоянного роста тарифов, который опережает рост доходов населения, можно прогнозировать рост недовольства потребителей услуг.

3. Снижение уровня безопасности в обслуживании внутридомовых сетей, в частности ВДГО. В этом пункте прогнозы также подтверждаются практикой. В соответствии с новыми правилами обслуживание ВДГО возложено на управляющие организации. Однако у них нет ни специалистов, ни средств для профессионального обслуживания и ремонта ВДГО. Внутридомовые сети стали, по сути, бесхозными и потенциально опасными. В дальнейшем можно прогнозировать рост числа аварий, в том числе с трагическими последствиями.

4. Направления эффективного реформирования жилищно-коммунального хозяйства. С учетом существующих проблем в жилищно-коммунальном хозяйстве сформулируем направления его эффективного реформирования:

1. *Разделение жилищной и коммунальной составляющих ЖКХ на уровне законодательных актов.* Коммунальная сфера требует индивидуального подхода. Для регулирования отношений в коммунальной сфере необходимо учитывать ограниченные возможности конкуренции, специфику разных отраслей коммунального хозяйства (энергетики, газоснабжения, водоснабжения), уровень износа инфраструктуры и т.п. Необходимы отдельные законы о водоснабжении, газоснабжении, электроснабжении.

2. Рассмотрение целесообразности передачи управляющим организациям функций по снабжению наиболее опасными ресурсами.

В первую очередь, это касается газоснабжения населения, которое связано с высоким уровнем опасности и требует от поставщика высокой профессиональной подготовки и ответственности. Требуется внести поправки в законодательство, вывести газоснабжение из сферы компетенции управляющих организаций и сохранить существующую систему газоснабжения.

3. Выработка четкого представления о конечном результате реформирования коммунальной сферы. Концепция реформирования коммунальной сферы должна содержать четкое описание конечного результата, представленного в цифрах и фактах. Причем, эта концепция должна быть понятна не только профессионалам, но и населению.

Четко сформулированная цель позволит выбрать адекватные методы преобразований, выстроить последовательность мероприятий. Концепция реформирования коммунальной сферы должна быть подробным бизнес-планом.

4. Создание центра мониторинга ситуации и аналитического центра для осуществления постоянной обратной связи и контроля развития ситуации в регионах.

5. Учет региональной специфики. Необходимо учитывать региональные особенности и предоставить большую свободу действий и даже законодательную инициативу региональным властям.

6. Централизованная подготовка профессиональных управленческих кадров в сфере ЖКХ.

Заключение. Несмотря на углубление системных противоречий, процессы реформирования ЖКХ остаются ориентированными на безубыточность и привлекательность отрасли для бизнеса, развитие конкурентных отношений, обеспечение региональных стандартов содержания жилья. При этом системный подход к регулированию сферы ЖКХ и реализация рыночных механизмов могут коренным образом изменить формы и результативность управления жилищно-коммунальным комплексом.

Список литературы

1. Мищенко В.Я. Проблемы содержания и обновления жилищного фонда. – Воронеж: ВГАСУ, 2004. – 165 с.
2. Ланцов В.М., Шаймарданова А.Н., Киреева Т.М., Устинов А.Э. Жилищно-коммунальное хозяйство: основы теории и критический анализ российского опыта. – Казань: ЗАО «Новое знание», 2008. – 504 с.
3. Руководство для мэра по организации и управлению городским хозяйством / Под ред.: П.Г. Грабового, Л.Н. Чернышова. – М.: Реалпроект, 2004. – 528 с.
4. Хрусталев Б.Б., Кузин Н.Я., Толстых Ю.О., Шунин И.С. Управление объектами недвижимости в жилищно-коммунальном комплексе. – Пенза: ПГУАС, 2007. – 189 с.
5. Мещерякова О.К., Хрусталев А.Б. Проблемы инновационно-инвестиционной привлекательности жилищно-коммунального хозяйства // Вестник Государственного университета управления. Серия: Государственное и муниципальное управление, 2010, № 8. – С. 108-112.
6. Мещерякова О.К., Хрусталев А.Б. Механизмы формирования инвестиционной привлекательности инновационной деятельности в жилищно-коммунальной сфере // Вестник Государственного университета управления. Серия: Государственное и муниципальное управление, 2010, № 10. – С. 132-136.

Meshcheryakova O.K. – candidate of economical sciences, associate professor
E-mail: onora@list.ru
Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
The organization address: 394006, Voronezh, ul. 20-th Anniversary of October, 84

Problems of formation of system approach to housing and communal service reform

Resume

For successful reform of the management area of municipal services in an acute shortage of housing and high levels of wear and tear it is necessary to develop and implement the concept, covering all stages of the processes occurring in the housing sector, allowing to implement the effective regulation of these processes. Studies on the development of housing and communal services, the efficiency of investment, reconstruction, modernization and maintenance of housing facilities conducted in our country for many years and to this day are relevant, but questions of innovative development of housing and communal services remain poorly understood. To improve the efficiency of development and reform of housing it is necessary to carry out more thorough analysis of all available resources, as well as the elaboration of the possible ways of attracting investment in the housing and utilities sector from different sources.

In the current unstable economic situation today there is a special need to conduct fundamental theoretical research, teaching materials and the development of practical recommendations on innovative management of housing and communal sphere. The article identified the problems and prospects for development of housing and communal services, attempt to develop proposals for improving governance in public utilities.

Keywords: housing and communal services, management company, reform, investments.

References

1. Mishchenko V.Ya. Problems of housing maintenance and updating. – Voronezh: VGASU, 2004. – 165 p.
2. Lantsov V.M., Shaimardanova A.N., Kireeva T.M., Ustinov A.E. Housing and utilities: basic theory and critical analysis of the Russian experience. – Kazan JSC «New knowledge», 2008. – 504 p.

3. Guidelines for major on urban service organization and management / ed. by P.G. Grabovoy, L.N. Chernyshov. – Moscow: Realproekt, 2004. – 528 p.
4. Khrustalev B.B., Kuzin N.Ya., Tolstykh Yu.O., Shunin I.S. Real estate management in housing and communal services. – Penza: PGUAS, 2007. – 189 p.
5. Meshcheryakova O.K., Khrustalev A.B. Problems of innovation and investment attraction of housing and communal services // Herald of State University of Management. Series: State and municipal management, 2010, № 8. – P. 108-112.
6. Meshcheryakova O.K., Khrustalev A.B. Mechanisms of formation of investment attraction of innovation activity in housing and communal services // Herald of State University of Management. Series: State and municipal management, 2010, № 10. – P. 132-136.

УДК 334
Харисова Г.М. – кандидат экономических наук, доцент
E-mail: rida@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Взаимодействие бизнеса и государства в инвестиционно-инновационной деятельности компаний реального сектора экономики

Аннотация

Статья посвящена взаимодействию государства и бизнеса в реальном секторе экономики, которое должно осуществляться через основные направления деятельности отрасли – это инвестиционная и инновационная. Рассмотрению этих вопросов уделено основное внимание в статье. Государственное регулирование инновационной деятельности в стране осуществляется в виде инновационной политики и законодательной основы ее реализации. Инновационная политика является составной частью социально-экономической политики, которая включает в себя совокупность форм, методов и направлений воздействия государства на производство с целью стимулирования выпуска новой продукции и технологий, расширения рынков сбыта отечественных товаров и повышения конкурентоспособности.

В статье определены нормативные акты и законы, повышающие эффективность развития инвестиционно-инновационной деятельности нефтяных компаний, функции государственных органов в формировании и реализации инновационной политики реального сектора экономики. Рассмотрена целесообразность разработки и реализации программы промысловых испытаний и освоения современных методов увеличения нефтеотдачи.

Ключевые слова: инновационная политика, государственное регулирование экономики, инновации, инвестиционные проекты, бизнес, налоговые льготы, нефтеотдача.

В рыночной экономике государство призвано не управлять, а только регулировать и направлять экономические процессы, дополняя рыночный механизм, создавая условия для функционирования хозяйственного комплекса. Под государственным регулированием экономики обычно понимается системное воздействие государства в лице государственной власти на экономические процессы в стране для достижения экономических, социальных и экологических целей общества. Государство обязано согласовывать между собой интересы различных групп и слоев общества, стимулировать их в проявлении активности для достижения эффективных результатов, сорганизовывать совместные действия всех участников экономической политики. Все направления экономической политики (кредитно-денежная, бюджетно-финансовая, антимонопольная и другие) тесно взаимосвязаны между собой и требуют организации и координации взаимодействия государственных органов власти между собой.

Инновационная сфера становится инвестиционно привлекательной, возрастает рентабельность инновационных инвестиций, повышается деловая активность, прогрессивность экономики, улучшается качество жизни населения. Взаимодействие субъектов государства и бизнеса в реальном секторе экономики должно осуществляться через основные направления деятельности отрасли – это инвестиционная и инновационная.

В современных условиях применение инновационных технологий является одним из источников повышения технологического уровня нефтяных компаний, что дает им новые конкурентные преимущества в борьбе на рынках. Нефтяной комплекс занимает особое место в национальной экономике – большое количество всех энергоресурсов в России производится с использованием нефти, он является фундаментом российской экономики, так же, как и в любой стране, стремящейся получить определенный эффект от возможностей добычи нефти и их переработки.

Добычу нефти в стране осуществляют более 150 компаний, из которых 10 вертикально-интегрированных нефтедобывающих холдингов, включая ОАО «Газпром», обеспечивают около 92,5 % всего объема добычи.

На рынке нефти и нефтепродуктов предложение товаров осуществляется крупными нефтяными компаниями, которые сформировались в результате неоднократных слияний, поглощений, раздела: ОАО НК «Роснефть», ОАО НК «ЛУКОЙЛ», ОАО «Сургутнефтегаз», ОАО «Татнефть», ОАО «Газпром», в том числе ОАО «Газпром нефть», а также рядом независимых нефтеперерабатывающих заводов и компаний. Постепенно государственное регулирование экономики и нефтегазового рынка снижало степень своего влияния в пользу рыночных методов регулирования нефтяной отрасли. В условиях мирового финансового кризиса, падения цен на нефть нефтяные компании сталкиваются с рядом проблем, в частности с нехваткой средств на реализацию важных проектов.

В условиях кризиса финансовой системы 2008 года роль государств в мировой и национальных экономиках возросла, особенно в отношении государственной поддержки крупных коммерческих организаций и банков, чей размер капиталов наиболее зависим от колебаний фондовых и сырьевых рынков. Усложнение структуры мирового нефтяного бизнеса на фоне повышения рисков его развития вызывает необходимость повышения инновационной составляющей как главного импульса развития в условиях неопределенности. Для российских нефтяных компаний в области инноваций отмечаются следующие тенденции:

– используемое в отрасли оборудование устарело и зачастую неэкономично;

– отмечается низкий объем финансирования НИОКР;

– наблюдается низкая доля затрат на инновации в общем объеме отгруженной продукции;

– заметна низкая доля инновационной продукции нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятий в общем объеме отгруженной продукции;

– основной объем финансирования НИОКР направляется в сегмент разведки и добычи, в недостаточной степени – и в нефтепереработку.

Оценить рыночную привлекательность идеи, определить оптимальные пути ее реализации, привлечь заинтересованных инвесторов, продвинуть продукт на рынок, превратить его в успешный бизнес – это основное направление деятельности компании по управлению инновациями.

Для реализации инвестиционно-инновационной стратегии развития нефтяной отрасли на всем производственно-технологическом цикле (от геологоразведки и добычи до создания конечной высокотехнологичной продукции нефтехимии) возникает объективная необходимость государственного регулирования.

Государственное регулирование инновационной деятельности в стране осуществляется в виде формирования инновационной политики и законодательной основы ее реализации. Инновационная политика является составной частью социально-экономической политики и включает в себя совокупность форм, методов и направлений воздействия государства на производство с целью стимулирования выпуска новой продукции и технологий, расширения на этой основе рынков сбыта отечественных товаров и повышения их конкурентоспособности. В ходе формирования государственной инновационной политики принципиально важным является выбор главного вектора ее движения, что позволяет выделить две модели инновационной политики:

– нацеленность на выполнение научно-технических программ и проектов общенационального значения. Основа здесь – развитие положительных возможностей, которые есть в приоритетных сферах;

– распространение научно-технических знаний. Цель – повышение способности осваивать новые технологии, расширять технологические возможности отраслей в экономике. Это касается совершенствования инфраструктуры, системы образования, профессиональной подготовки.

Основные функции государственных органов в формировании и реализации инновационной политики представлены на рис. [1, с. 2]. В целях сокращения технического и технологического отставания экономики России от развитых стран и создания условий для роста инновационного производства в стране разработана и утверждена «Стратегия развития науки и инноваций на период до 2015 г.» [2, с. 25]. Она должна способствовать формированию сбалансированного сектора исследования и разработке эффективной инновационной системы в стране, обеспечивающих технологическую модернизацию экономики и повышение ее конкурентоспособности на основе передовых технологий.

Рис. Основные функции государственных органов
в формировании и реализации инновационной политики

Положительным является и то, что в настоящее время уже сформирован пакет из 12 высокотехнологичных федеральных целевых программ. К ним относятся: «Национальная техническая база», «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 гг.» и др. Аналогичные программы разработаны и в субъектах федерации. Так, например, в Республике Татарстан утверждена стратегия развития научной и инновационной деятельности в РТ до 2015 г. В настоящее время в республике созданы и действуют Фонд НИОКР, Инвестиционно-венчурный фонд РТ, Центр инновационных технологий, 14 технопарков [3]. Достаточно развитая инновационная инфраструктура позволяет существенно увеличить вклад Татарстана в инновационное производство России. Среднегодовой темп прироста объемов производства инновационной продукции (37,5 %) превысил аналогичный показатель по промышленности в целом (5,1 %).

В целях дальнейшего совершенствования законодательства в инвестиционной сфере РТ и повышения эффективности республиканской инвестиционной политики Министерством экономики было инициировано внесение изменений в Закон Республики Татарстан «Об инвестиционной деятельности в Республике Татарстан». Результатом данной работы стало принятие Закона Республики Татарстан от 30 июля 2009 г. № 39-ЗРТ «О внесении изменений в Закон Республики Татарстан «Об инвестиционной деятельности в Республике Татарстан». С учетом принятых поправок некоторые меры государственной поддержки, в частности налоговые льготы, будут предоставляться только тем хозяйствующим субъектам, которые осуществляют свою производственную деятельность в соответствии с приоритетными направлениями инвестиционной политики Республики Татарстан, определяемыми программой социально-экономического развития Республики Татарстан и инвестиционным меморандумом Республики Татарстан.

В целях повышения эффективности взаимодействия участников инвестиционной деятельности в Республике Татарстан Министерством экономики разработан Инвестиционный меморандум Республики Татарстан на 2010 г., устанавливающий основные приоритеты развития инвестиционной деятельности в республике. Приоритетами государственной инвестиционной политики на 2010 г. были определены направления на развитие инфраструктуры инвестиционной деятельности, усиление мер по переориентации потоков инвестиций в наукоемкие высокотехнологичные отрасли, информационная, кадровая поддержка инвестиционной деятельности.

С целью придания республиканской инвестиционной политике адресного и акцентированного характера меморандумом определены приоритетные инвестиционные проекты Республики Татарстан.

В Инвестиционный меморандум включены более 147 инвестиционных проектов на общую сумму свыше 1 трлн. рублей, в том числе инвестиционные проекты:

– ОАО «ТАНЕКО» «Комплекс нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов в г. Нижнекамске»;

– ОАО «ТАИФ-НК» «Строительство комплекса по глубокой переработке тяжелых остатков нефтеперерабатывающего завода ОАО «ТАИФ-НК» ОАО;

– «Нижнекамскнефтехим» «Строительство полефинового комплекса эП-1000 и производных (полиэтилен – 600 тыс. тонн в год, полипропилен – 370 тыс. тонн в год). В поддержку инвесторам, реализующим инвестиционные проекты, от государства предусмотрено снижение ставки налога на прибыль, зачисляемого в бюджет Республики Татарстан, до 13,5 % и снижение налоговой ставки до 0,1 % на имущество, вновь созданное или приобретенное организацией для реализации проекта.

В 2009 г. налоговыми льготами воспользовались 28 предприятий, некоторые из них представлены в табл.

Таблица

Перечень предприятий, реализующих инвестиционные проекты с предоставлением налоговых льгот в соответствии с Законом РТ «Об инвестиционной деятельности в Республике Татарстан»

№	Наименование предприятия (название инвестиционного проекта)	Стоимость проекта (млн. руб.)	Создание новых рабочих мест	Налоговые поступления за 2009-2011 гг. (млн. руб.)	Период предоставления налоговых льгот
1	ОАО «Татнефть» («Стабилизация добычи нефти в ОАО «Татнефть» за счет ввода в эксплуатацию новых добывающих скважин, оборудованных цепными приводами»)	3 668,70	285	178,8	3 кв. 2006 г. – 2 кв. 2011 г.
2	ОАО «ТАНЕКО» «Комплекс нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов в г. Нижнекамск»)	265900	3000	1847,8	3 кв. 2006 г. – 2012 г.
3	ОАО «РИТЭК» («Развитие нефтедобычи в Республике Татарстан в 2006-2008 гг.»)	2293,6	120	198,3	4 кв. 2006 г. – 4 кв. 2011 г.
4	ОАО Нижнекамскнефтехим» («Строительство установки полистиролов (3-я очередь) мощностью 50000 т в год»)	1479,6	43	55	4 кв. 2008 г. – 1 кв. 2014 г.
5	ОАО Нижнекамскнефтехим» («Строительство установки полипропилена мощностью 180000тн/год и поэтапная модернизация этиленового комплекса. Этап 1»)	7 559,60	290	929,4	2 кв. 2007 г. – 2010 г.
6	ОАО «ТАИФ-НК» «Создание новых производственных мощностей нефтеперерабатывающего комплекса ОАО «ТАИФ-НК» в г. Нижнекамск»	7911,9	865	995,1	2009-2011 гг.

Реализация данных программ будет способствовать дальнейшему развитию материально-технической базы организаций, занимающихся исследованиями и разработками. Уже в ближайшем будущем федеральный сектор науки должен включать в себя порядка 400-700 организаций, обеспечивающих результативную и бюджетно-эффективную реализацию функций государства в сфере науки.

Исследовательское «ядро» государственного сектора науки составят 100-200 передовых научных организаций, а инфраструктурную компоненту государственного сектора науки – примерно 300-500 организаций.

В Татарстане также ведется работа по инновационноемкому направлению: по сбору, очистке и переработке попутного нефтяного газа. В Программе социально-экономического развития Республики Татарстан на 2010-2015 годы» заложен соответствующий проект на 2 квартал 2012 года.

Следует отметить, что зачастую компании покупают дорогие зарубежные технологии, не замечая при этом отечественных более дешевых разработок, а если и используют отечественные технологии, то не стимулируют создание более эффективных. Поэтому необходимо активизировать:

– мониторинг отечественных разработок по повышению эффективности нефтедобычи и последующей транспортировки и переработки;

– сотрудничество научных учреждений для своевременного обмена инновационными разработками, а также комплексного анализа уже внедренных и готовящихся к внедрению разработок;

– сотрудничество частного сектора нефтедобычи с научными учреждениями (в том числе и непрофильными) в целях эффективного использования трудноизвлекаемых запасов нефти.

Одной из основных проблем повышения нефтеотдачи является несистемный подход к применению методов повышения нефтеотдачи, отсутствие крупных проектов по применению методов повышения нефтеотдачи. Повышение коэффициента извлечения нефти признано одним их основных факторов стабилизации и роста нефтедобычи в России, целесообразно в рамках развития нефтяной отрасли до 2020 года разработать и реализовать программу промысловых испытаний и освоения современных методов увеличения нефтеотдачи. В рамках программы нужно предусмотреть создание центра внешней оценки эффективности применения методов повышения нефтеотдачи, а также включить разработку методов повышения нефтеотдачи в государственный заказ на НИОКР. В программу поддержки инноваций также необходимо включить софинансирование на принципах частно-государственного партнерства наиболее наукоемких работ в области повышения нефтеотдачи и освоения трудноизвлекаемых запасов и природных битумов.

При этом фундаментальные и прикладные научно-исследовательские и проектные работы финансировать за счет государства, а исследования на скважинах – за счет добывающей компании. Для этих целей Татарстаном предлагается разработать и внедрить национальный стандарт «Инновационное проектирование разработки нефтяных и нефтегазовых месторождений» на 2011-2013 годы.

В целом, методы государственного регулирования нефтяного рынка должны быть направлены на создание динамичных, гибких, способных к быстрой адаптации нефтяных территориально-производственных комплексов.

Список литературы

1. Мальгин В.А. Государственное регулирование инновационной деятельности в современных условиях. – Казань: Изд-во «Таглимат» ИЭУП, 2009.
2. Инновационная деятельность / Законодательство субъектов РФ/ Республика Татарстан/ «Инновационный меморандум Республики Татарстан на 2008-2010 годы»: Инновации и предпринимательство.

Kharisova G.M. – candidate of economic sciences, associate professor
E-mail: rida@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Interaction of business and state in innovation-investment activity of the companies of the real economy sector

Resume

The article is devoted to the interaction between government and business in the real economy, which should be carried out through the main activities of the industry - investment and innovation. To address these issues is the focus of the article. State regulation of innovation activities in the country is in the form of innovation policy and legislative framework for its implementation. Innovation policy is an integral part of social –and- economic policy, which includes a set of forms, methods and areas of state control in order to stimulate the production of new products and technologies, expanding markets for local goods and competitiveness. In this article the regulations and laws that increase the efficiency of investment - innovation activities of oil companies, the functions of government in shaping and implementing innovative policy of the real sector of the economy. We consider the feasibility of developing and implementing a program of field trials and development of modern methods of enhanced oil recovery.

Keywords: innovation policy, government regulation housekeeper, innovation, investment projects, business, tax exemptions, oil recovery.

References

1. Malgin V.A. State regulation of innovation in the modern world. – Kazan: Izd. «Taglimat» IEUP, 2009.
2. Innovation activity / Legislation of the RF subjects / Republic of Tatarstan / «Innovation Memorandum of Tatarstan for 2008-2010»: Innovation and Entrepreneurship.

УДК 377
Вильданов И.Э. – кандидат педагогических наук
E-mail: vildan@kgasu.ru
Сафин Р.С. – доктор педагогических наук, профессор
Корчагин Е.А. – доктор педагогических наук, профессор
Абитов Р.Н. – кандидат педагогических наук
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Проектирование основной образовательной программы в строительном университете

Аннотация
В статье рассматриваются процесс и условия проектирования основных образовательных программ на примере двух направлений профессиональной подготовки: 270800 – Строительство и 051000 – Профессиональное обучение (по отраслям). С учетом видов и задач профессиональной деятельности даны методические рекомендации по проектированию профессиональных модулей.
Ключевые слова: основная образовательная программа (ООП), проектирование, профессиональный модуль, направление подготовки, государственный образовательный стандарт (ГОС).

В соответствии с Федеральным законом «Об образовании», одним из основных элементов российской образовательной системы является совокупность преемственных образовательных программ и государственных образовательных стандартов.

Под термином «образовательная программа» (ОП) понимается целостная программа определенного уровня образования, классифицированного в качестве образовательного ценза. Если на данном уровне образования, как это, например, имеет место в профессиональном образовании, имеются различные направления подготовки или специальности, определяемые профилем работы будущего специалиста, то по каждому такому направлению или специальности формируется своя, основная образовательная программа (ООП). Все они относятся к одному образовательному уровню. Такая сущность образовательных программ делает их базовым элементом (первым элементом) российской системы образования. Иерархическая лестница уровней образования в России построена на базе соответствующих образовательных программ. В ней имеются одиннадцать ступеней, относящихся к шести уровням образования.

На уровне высшего образования имеются три ступени. Поднявшись на одну из них, по образовательной программе длительностью не менее четырех лет можно получить квалификацию бакалавра. На последующих двух – соответственно квалификацию специалиста или магистра. Согласно федеральному закону «О высшем и послевузовском профессиональном образовании» образовательные программы, ведущие к квалификации «специалист» и «магистр», могут реализовываться как по ступеням, так и непрерывно, причем минимальный срок освоения первой из них составит пять лет, а второй – шесть. Лица, имеющие начальное или среднее профессиональное образование соответствующего профиля, могут получить высшее профессиональное образование по сокращенным ускоренным программам.

Программы подготовки специалиста и магистра не имеют иерархических отношений и не находятся в отношении «последующая – предыдущая». Различия между ними заключаются в том, что программа подготовки специалистов более практически ориентированная, а программа подготовки магистров акцентирована на научно-педагогический вид деятельности выпускника.

Отметим, что ни одна образовательная программа не является тупиковой. Существует преемственность между образовательными программами всех уровней, дающая возможность продолжать обучение на последующем уровне вплоть до самого

высшего. Основным инструментом, обеспечивающим на национальном уровне качество и преемственность образовательных программ, является государственный образовательный стандарт (ГОС). На основе требований ГОС образовательным учреждением самостоятельно разрабатывается и утверждается учебно-методическая документация, определяющая организацию учебного процесса (основная образовательная программа, ее разбивка по учебным курсам и годам обучения). Отметим, что ГОС является единственным нормативным документом в этой сфере, обязательным для выполнения образовательными учреждениями. Все остальные носят характер примерных, ориентирующих работу вузов по созданию на их базе своей учебно-методической документации [4].

Проектирование ООП осуществляется на основе компетентностного подхода и включает в себя три уровня: стратегический, концептуально-организационный и структурно-компонентный [1, 3].

Стратегический уровень определяет правовую базу и целевую направленность проектирования ООП. Этот уровень представлен в следующих документах. Федеральный государственный стандарт высшего профессионального образования (ФГОС ВПО, примерные основные образовательные программы (ПООП), разработанные учебно-методическими объединениями вузов (УМО). Эти документы содержат основные термины и определения, касающиеся образовательного процесса, обеспечивающие единство понятийного аппарата в условиях реформирования образовательной системы России.

На ***концептуально-организационном (тактическом) уровне*** проектирования основная образовательная программа рассматривается в различных аспектах: социальном, педагогическом, экономическом, маркетинговом и управленческом. Полнота учета всех указанных аспектов при проектировании ООП в конечном итоге будет определять ее конкурентоспособность.

Структурно-компонентный уровень проектирования ООП включает в себя следующие элементы:

1. Общие положения. В них содержится обоснование ООП, указываются цели, области, виды, объекты профессиональной деятельности.
2. Компетентностная модель выпускника, включающая общекультурные и профессиональные компетенции (требования к результатам освоения выпускником ООП, ВПО).
3. Рабочий учебный план и календарный учебный график.
4. Программы учебных дисциплин и модулей.
5. Программы практик.
6. Программы и требования к промежуточной и итоговой аттестации.
7. Требования к условиям реализации ООП бакалавриата (кадровое обеспечение, учебно-методическое и информационное обеспечение, материально-техническое обеспечение).
8. Рекомендации по использованию образовательных технологий.
9. Требования к проведению итоговой государственной аттестации и разработке соответствующих специальных средств.

Отметим *особенности проектирования ООП*. Во-первых, проектирование ООП ведется с участием работодателя. Состав компетенций уточняется им. Как правило, требования работодателя должны содержаться в профессиональных стандартах. Но, к сожалению, профессиональные стандарты в строительной отрасли еще не разработаны.

Во-вторых, новые ФГОС ВПО предоставляют вузам большие академические свободы, так, на вариативную часть подготовки отводится до 50 % учебного времени. Увеличение самостоятельности вуза в проектировании вариативной части имеет свои недостатки. В частности, это может привести к значительным расхождениям в учебных планах подготовки бакалавров в различных вузах, что, в свою очередь, вызовет значительные трудности с переводом в другие вузы и поступлением бакалавров в магистратуру из других городов [2].

Это обстоятельство учло УМО по строительному образованию. На совещании проректоров строительных вузов было принято решение разделить вариативную компоненту на две части: основную и по выбору студентов. Основная часть содержит

дисциплины (модули), рекомендованные УМО к включению в проектируемые учебные планы. По объему времени основная часть составляет 2/3 от вариативной компоненты. Такое решение позволяет сохранить мобильность студентов, облегчает, в случае необходимости, их переход из одного вуза в другой. Часть по выбору студентов позволяет учитывать интересы и познавательные возможности студентов и обеспечивает реализацию педагогических принципов индивидуализации и дифференциации обучения.

Достижение готовности бакалавра к профессиональной деятельности по выбранному профилю обеспечивается проектированием содержания образования как основной, так и части по выбору студента по модульному принципу.

В качестве примера в табл. приведены объёмы учебного времени вариативной компоненты и модулей по блокам Б2 и Б3 ФГОС ВПО для двух профилей и двух направлений подготовки, реализуемых на факультете инженерных систем и экологии университета.

Таблица

Распределение учебного времени в вариативной части по видам занятий бакалавров

Компоненты учебного плана	Направление подготовки и профиль	
	270800 «Строительство», профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция»	051000 «Профессиональное обучение» (по отраслям), профиль «Строительство»
Вариативная компонента, час	3744	4032
Дисциплины по выбору студента	1188	1368
Модули: Блок Б2 (час)	756	432
Блок Б3 (час)	1404	1512

Педагогами высшей школы модуль обычно понимается как часть дисциплины, как учебная дисциплина или как группа родственных дисциплин, объединенных по тематическому принципу теоретического или практического обучения. В нашем понимании, модуль – это совокупность умений, навыков по тому или иному виду учебной деятельности студентов, направленная на формирование профессиональных компетенций.

Модули блока Б2, направленные на формирование общепрофессиональных компетенций, являются поддерживающими по отношению к естественно-научной подготовке бакалавров. Это модули основной части вариативной компоненты: «Механика», «Инженерное обеспечение строительства»; и модули по выбору студента – «Теоретические основы теплотехники», «Термодинамическая эффективность теплового оборудования», «Процессы тепломассопереноса в ограждающих конструкциях зданий и сооружений», «Интенсификация тепло-массообмена в аппаратах систем ТГВ», «Основы технической гидромеханики» по профилю «Теплогазоснабжение и вентиляция» (ТГВ).

Известно, что применение модулей наиболее эффективно в профессиональном цикле учебного плана. В соответствии с новыми ГОСами, объёмы профессиональных модулей увеличиваются в 2-3 раза. Они разрабатываются с учётом объектов, видов и задач профессиональной деятельности выпускников.

Например, согласно ГОС объектами профессиональной деятельности бакалавров по профилю «Теплогазоснабжение и вентиляция» являются:

- промышленные, гражданские здания и сооружения;
- генераторы тепла и распределительные системы теплоснабжения и газоснабжения городских территорий, строительных и промышленных площадок;
- системы теплоснабжения и газоснабжения, обеспечения микроклимата промышленных, гражданских зданий и сооружений;
- машины, оборудование, технологические комплексы и системы автоматизации, используемые при производстве и монтаже систем и оборудования теплогазоснабжения и вентиляции;
- объекты недвижимости, земельные участки, включая городские территории.

Для бакалавров по ТГВ определены следующие виды профессиональной деятельности:

- изыскательная и проектно-конструкторская;
- производственно-технологическая и производственно-управленческая;
- экспериментально-исследовательская;
- монтажно-наладочная и сервисно-эксплуатационная [5].

Анализ показывает, перечисленные виды профессиональной деятельности соответствуют специализациям ГОС ВПО второго поколения. Эти специализации, как правило, соответствовали будущей деятельности выпускника (мастер, прораб, эксплуатационщик, исследователь, менеджер и т.д.). Мы считаем, что профессиональные модули должны выбираться студентами с учетом будущего места работы. Тогда в рабочем учебном плане количество профессиональных модулей будет соответствовать видам деятельности бакалавра.

В качестве примера приведём задачи профессиональной деятельности бакалавра по профилю «Теплогазоснабжение и вентиляция» в области изыскательной и проектно-конструкторской деятельности:

- сбор и систематизация информационных и исходных данных для проектирования инженерных систем и оборудования зданий и сооружений, планировки и застройки населённых мест;
- расчёт и конструирование деталей и узлов инженерных систем с использованием средств автоматизации проектирования;
- подготовка проектной и рабочей технической документации систем теплогазоснабжения и обеспечения микроклимата зданий, оформление законченных проектно-конструкторских работ;
- обеспечение соответствия разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам, нормам и правилам, техническим условиям и другим исполнительным документам.

С учётом вышеназванных задач профессиональной деятельности, тематики научных исследований преподавателей выпускающих кафедр, материально-технического и информационного обеспечения учебного процесса студентам по их выбору предлагается освоить следующие модули: «Современные системы теплоснабжения», «Выбор и расчёт теплоизоляционных материалов ограждающих конструкций и тепловых сетей», «Современные методы очистки промышленных выбросов», «Современные системы отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и газоснабжения».

Каждый из этих модулей включает, в свою очередь, совокупность родственных дисциплин. Так, в модуль «Современные методы очистки промышленных выбросов» входят такие дисциплины, как: «Основы промышленных производств»; «Процессы и аппараты газоочистки» (кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции изданы учебные пособия с грифом УМО, подготовлено лабораторное оборудование по курсу); «Промышленная безопасность»; «Энергосбережение»; «Численные методы решения задач ТГВ».

В качестве следующего примера возьмем подготовку бакалавров по направлению 051000 «Профессиональное обучение» (по отраслям), по профилю «Строительство». Выпускники по этому направлению, по сути, имеют двойную квалификацию: педагога профессионального обучения и бакалавра по направлению «Строительство». Они готовятся к следующим видам профессиональной деятельности: учебно-профессиональная; научно-исследовательская; образовательно-проектировочная; организационно-технологическая; обучение рабочей профессии [6].

В настоящее время выпускники-педагоги профессионального обучения трудоустраиваются в образовательных учреждениях НПО, СПО и в учебно-курсовых комбинатах строительных организаций. Они, в основном, занимаются образовательно-проектировочной деятельностью и должны решать следующие профессиональные задачи: проектировать комплекс учебно-профессиональных целей и задач; прогнозировать результаты профессионально-педагогической деятельности; конструировать содержание учебного материала по общепрофессиональной и специальной подготовке рабочих (специалистов); разрабатывать, анализировать и корректировать учебно-программную

документацию подготовки рабочих (специалистов); проектировать, адаптировать и применять индивидуализированные, деятельностно и личностно ориентированные технологии и методики профессионального обучения рабочих (специалистов); проектировать, адаптировать и применять комплекс дидактических средств для подготовки рабочих (специалистов); проектировать и организовывать коммуникативные взаимодействия и управление общением; проектировать формы, методы и средства контроля результатов процесса подготовки рабочих (специалистов).

Поэтому в рабочий учебный план подготовки педагогов профессионального обучения включен профессиональный модуль «Педагогическое проектирование». В него входят дисциплины: «Методическое творчество»; «Проектирование технологий обучения»; «Конструирование содержание обучения»; «Качество обучения»; «Психологические основы педагогического проектирования». По дисциплинам «Методическое творчество» и «Проектирование технологий обучения» предусмотрены курсовые работы, а по остальным – рефераты, коллоквиумы и эссе.

Очевидно, что с целью обеспечения конкурентоспособности как университета, так и его выпускников ООП будет ежегодно обновляться с учетом развития науки, техники, культуры, экономики, технологий и социальной сферы. Изменяющиеся требования всех этих областей к уровню подготовки выпускника стимулируют поиск научно обоснованных и более эффективных подходов к совершенствованию ООП, в первую очередь, в контексте углубления связей образования с миром труда. Требуется время, чтобы выявить приоритеты работодателя в отношении выпускников вузов для создания объективной картины, с одной стороны, на рынке «образовательных услуг, а с другой – на рынке труда» [3, с. 46]. Отсюда следует, что проектирование ООП не завершается после разработки ООП первого варианта. Оно будет продолжаться в процессе реализации и взаимодействия с работодателями.

Список литературы

1. Азарова Р.Н., Борисова Н.В., Кузов Г.В. Один из подходов к проектированию основных образовательных программ вузов на основе компетентностного подхода // Материалы XVII Всероссийской научно-методической конференции «Проектирование федеральных государственных образовательных стандартов и образовательных программ высшего профессионального образования в контексте европейских и мировых тенденций». 4.1. – М. – Уфа: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2007. – С. 56.
2. Коршунов С.В., Каравава С.В., Попова Е.П. Профилирование и специализация подготовки кадров для инновационной экономики // Высшее образование в России, 2011, № 5. – С. 18.
3. Смятских А.Л., Скляренко А.Н. Проектирование основной образовательной программы на основе компетентностного подхода // Научные исследования в образовании, 2009, № 1. – С. 44-54.
4. Татур Ю.Г. Проектирование образовательного процесса в вузе: Учебное пособие. – М.: Исследовательский центр, 2005. – С. 98.
5. ФГОС ВПО по направлению подготовки 270800 Строительство. – 30 с.
6. ФГОС ВПО по направлению подготовки 051000 Профессиональное обучение (по отраслям). – 29 с.

Vildanov I.E. – candidate of pedagogical sciences, associate professor
E-mail: vildan@kgasu.ru
Safin R.S. – doctor of pedagogical sciences, professor
Korchagin E.A. – doctor of pedagogical sciences, professor
Abitov R.N. – candidate of pedagogical sciences, associate professor
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The designing of curriculum in engineering university

Resume

The essence of curriculum is described in the article. The main features of the curriculum are discovered. There are three levels of curriculum designing: strategic, conceptually organizational, and structurally component. Elements of every level are described.

The main features of bachelor curriculum designing are: participation of employers in curriculum designing, mutual assessment of graduates' competence. In order for the student to be free in changing their curriculum, (freedom of choice to transfer to different universities, entering the master's programme in different universities) variant part of the curriculum is divided into two parts basic and selective one. The mobility of graduates is guaranteed by module principle of curriculum designing.

The examples of modules of two specialities, engineering and vocational training are presented in this article. Designing of the modules is carried out with the regard to professional activities of the graduates.

The article might be interesting to teaching methods specialists, post-graduates and teachers of engineering universities.

Keywords: curriculum, designing, professional module, speciality, state education standard.

References

1. Azarova R.N., Borisova N.V., Kuzov G.V., An approach of curriculum designing in universities based on competent one. // Materials of 17th Russia wide scientific conference «Designing of the federal curriculum of high education degree in the context of European and worldwide tendencies» 4.1. – M., Ufa: Educational quality problems research centre, 2007. – P. 56.
2. Korshunov S.V., Karavava S.V., Popova E.P. Profiling and specializing of training students for innovative economy // High education in Russia, 2011, № 5. – P. 18.
3. Smyatskikh A.L., Sklyarenko A.N. Designing of curriculum based on competency approach // Researches in education, 2009, № 1. – P. 44-54.
4. Tartur Y.G. Designing of educational process in university: Textbook. – M.: Research centre, 2005. – P. 98.
5. FGSE HPE of speciality 270800 Building engineering. – 30 p.
6. FGSE HPE of speciality 051000 Vocational training (by various spheres). – 29 p.

УДК 721.022
Мубаракшина Ф.Д. – кандидат архитектуры, доцент
E-mail: faina.arch@rambler.ru
Сафина Г.И. – студент
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Методические основы архитектурной стилизации в изображении элементов антуража при подготовке студентов творческих специальностей архитектурно-строительных вузов

Аннотация

Здания и сооружения существуют в средовом пространстве, поэтому в различных проектных ситуациях средствами архитектурной графики требуется показать окружение – природу и предметную среду, в которой размещается архитектурный объект.

Для студента важно умение изобразить реалистично элементы среды, но в проектах, где требуется более условная манера изображения, не всегда бывает уместно применение реалистичных изображений. Использование антуража чаще предполагает использование более фантазийных, стилизованных моделей растительного мира.

Навыки стилизованного изображения растений необходимы каждому архитектору, освоить и развить их можно посредством освоения определенных техник. В статье приведена технология архитектурной стилизации на примере трансформации изображений листа дерева.

Ключевые слова: архитектурная графика, архитектурная среда, антураж, стилизация, методика.

При работе над проектом архитектурного объекта архитектор всегда решает задачи по оформлению чертежа внесением в чертеж элементов специфического рисунка – архитектурной графики. Здания и сооружения существуют в средовом пространстве, поэтому в различных проектных ситуациях средствами архитектурной графики требуется показать окружение – природу и предметную среду, в которой размещается архитектурный объект. К элементам окружения архитектуры относятся: небо, земля, вода, растительный и животный мир, транспортные средства. Элементы, окружающие архитектурные объекты, создают вокруг них атмосферу жизни, при этом сами играют вторичную роль по отношению к архитектурным сооружениям. Несмотря на свою подчиненность, элементы архитектурной среды крайне важны и являются одним из основных и действенных инструментов и умений архитектора в выражении своих идей, поскольку архитектурный рисунок в той или иной мере влияет на формирование образа архитектуры, композицию чертежа и участвует в оказании эмоционального воздействия на зрителя. Такое свойство характерно именно для архитектурных чертежей, так как в инженерных, технических или строительных чертежах, наоборот, нежелательно изображение чего-либо дополнительного, кроме самого объекта разработки.

Работа архитектора всегда связана с выполнением клиентского заказа. Заказчику, как правило, профессионально не подготовленному человеку, многое в проекте может быть непонятно, и для восприятия проектируемого здания ему необходимо разъяснить, в каком месте, в каком окружении будет размещен архитектурный объект, как он будет сочетаться с окружающей средой – природным или урбанизированным ландшафтом. В данной ситуации включение архитектурного рисунка в проектный процесс на любой его стадии – лучшее средство для достижения взаимопонимания с заказчиком.

Для утверждения проектной документации в инстанциях нередко оказывается недостаточно представления «голых» архитектурных чертежей со стандартным набором проекций – ортогональными, аксонометрическими или перспективными изображениями проектируемых зданий. Для уточнения особенностей градостроительного размещения объектов, для выявления соразмерности масштабов объекта проектирования и

существующей природной и городской среды, других непонятных моментов необходимо активное использование элементов архитектурной графики.

Вышесказанное требуется также и для реализации презентационных целей на различных уровнях – от громких международных архитектурных конкурсов до скромных обсуждений рядовых эскизных студенческих проектов в группах.

Таким образом, очевидно, что освоение приемов и способов оформления чертежей средствами архитектурной графики в курсовом проектировании необходимо уже на начальном этапе обучения студентов архитектурных, инженерно-архитектурных и дизайнерских специальностей и является существенно важным средством оформления проектов, начиная с первых работ, посвященных изучению и изображению простейших архитектурных объектов, и заканчивая разработкой дипломного проекта. Для начинающего специалиста важно в процессе первых лет обучения освоить всю палитру архитектурной графики, которая включает такие элементы, как антураж и стаффаж. Сюда же следует отнести и шрифт, оформляющий архитектурный чертеж, выполняющий одновременно информационную и художественно-эмоциональную функцию.

Итак, архитектурный рисунок, который призван дополнять и оформлять проектный чертеж, обобщенно называется **«антураж»** и **«стаффаж»**. Архитектурный антураж и стаффаж представляют собой стилизованные изображения природного и предметного окружения зданий и сооружений: антураж – это стилизованные изображения элементов растительного мира, неба, земли, гор, рельефа, воды; стаффаж – это стилизованные модели людей, представителей животного мира, техники и транспорта. В целостной композиции архитектурного чертежа антураж чаще всего иллюстрирует природную среду вокруг проектируемой архитектуры, формирует ближние и дальние планы, а стаффаж в большей степени выступает в роли сопутствующего элемента, выражая масштабные соотношения между человеком, объектом и средой.

На различных этапах развития архитектурного проектирования, как показывает история, архитектурная графика была важнейшим средством выявления архитектурной идеи, независимо от характера архитектуры, уровня развития строительной техники, организации проектного дела, общей изобразительной культуры общества.

Известно, что древнерусские зодчие пользовались простейшими приемами разбивки строительной площадки при помощи инструментов и работали по чертежам, имевшим примитивный характер, мало напоминавшим современные чертежи.

В работе русских архитекторов XVI-XVII веков чертежи являли собой условное изображение плана местности с указанием расположения отдельных сооружений на генплане, в таких чертежах отсутствовало перспективное сокращение. Изображения зданий, представлявшие собой взгляд на сооружения с птичьего полета, сопровождались текстами с информацией об объемно-пространственной структуре застройки.

В начале XVIII века в России организуется «Канцелярия от строений», при которой открывается школа, где изучаются начальные сведения об архитектуре, молодых учеников посылают для обучения за границу. Проекты тех лет, дошедшие до нас, показывают высокий уровень архитектурной графики, для которой было характерно подчинение изобразительных средств техническому содержанию проектов.

Именно в XVIII веке сложилась практика дополнять чертежи фасадов изображениями деревьев, людей, животных, транспорта как вспомогательными выразительными средствами выявления архитектуры. В среде архитекторов и художников входит в употребление термин «антураж», раньше использовавшийся для обозначения части графической или живописной композиции, изображающей ландшафт. Антураж в переводе с французского – это «окружение», «обстановка».

Для архитектурных чертежей XVIII-XIX веков присущи художественно-технические приемы, одновременно раскрывающие и функциональное назначение, и художественные качества, и конструктивно-строительные особенности проектируемых сооружений. Чертежи того периода демонстрировали соответствие графических приемов характеру архитектурной композиции.

Мастера русской архитектуры XVIII-XIX веков, оставившие нам множество чертежей построенных зданий, для выявления объемно-пространственных качеств

архитектуры и окружающих ее деталей мастерски использовали в своем творчестве отмывку, активно использовали изображения растительности и людей, природных элементов, окружавших строения, являвших собой прекрасные образцы графики.

В архитектурных чертежах архитектуры начала XX века применялся весь спектр разнообразных приемов и средств изображения архитектурной графики, выражающей архитектурные идеи авторов и изображающей архитектурную среду. В 20-е годы XX века молодые архитекторы революции стремились внести прогрессивное начало в художественное творчество. Новое искусство, основанное на традиционных живописи, скульптуре и архитектуре, впитало современные особенности строительной техники, получив новое качественное выражение, что естественным образом влияло на выбор графических способов изображения архитектуры зданий и среды. Для архитектурной графики второй половины XX века характерно возвращение архитектурному чертежу свойственной ему условности, использование его основного изобразительного языка – черно-белой графики с включением в чертежи элементов антуража и стаффажа.

В наши дни архитектор так же, изображая объекты растительного мира, окружающие архитектурный объект, оттеняет, выявляет и подчеркивает проектируемый объект, формируя тем самым эмоциональный посыл зрителю. Нельзя представить современные архитектурные проекты без использования антуража. Сегодня антураж как неотъемлемый элемент природного и городского архитектурного пейзажа применяется повсеместно в живописи, графике и фотографии. Фотографируя здания, фотографы-профессионалы используют возможности природного окружения для наиболее полного выражения особенностей показываемых объектов архитектуры на фотографии.

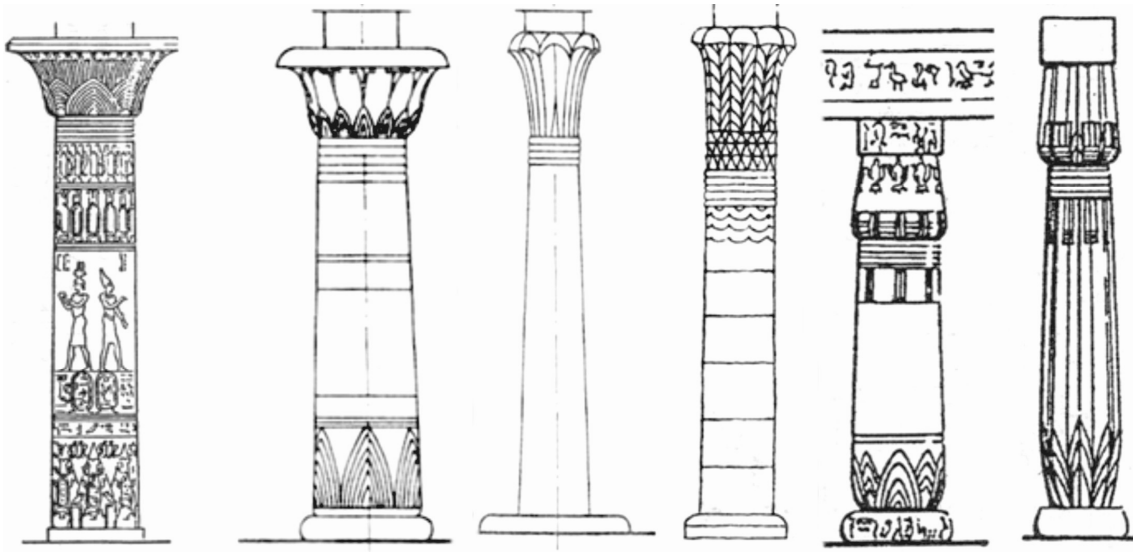
В архитектурной практике всегда идет поиск новых видов график. Со временем устаревают одни, возникают другие, новые виды график, развитие и распространение их диктует время, характер архитектуры, уровень развития технических средств. Современные компьютерные технологии и методы проектирования формируют новые требования к изображению элементов проекта. Но даже самые новейшие компьютерные графические приемы должны соответствовать классическим требованиям исполнения архитектурного чертежа и должны быть увязаны с творческими поисками архитектурных форм. Нельзя переоценивать значение технических средств и компьютерной графики. Отличительной особенностью компьютерной графики является то, что любой чертеж, выполненный на компьютере, выглядит выразительно, чисто и профессионально, но иногда им не хватает «дыхания жизни». Средние поколения архитекторов еще помнят те времена, когда на выработку качества, аккуратности и «геометричности» чертежа, рисунка антуража и стаффажа у студентов уходили годы учебы. В наши дни при традиционной нехватке времени использование ручной графики – это роскошь, и полная ее замена компьютерной графикой представляется большим искушением и для студента, и для практикующего архитектора. Но как ни удивительно, в условиях преобладания в проектной практике компьютерного проектирования ценность ручной графики высокого качества не только не уменьшается, но и возрастает.

Самые первые изображения растительности, людей и животных в истории человечества встречались еще в древних пещерах. В декоре стен и в оформлении предметов быта рисунки растений и люди активно использовались уже в Древнем Египте (рис. 1). Древняя Греция и Древний Рим оставили для нас тысячи примеров использования растительных орнаментов в украшении посуды, утвари, мебели. Бесконечные вариации капителей колонн в архитектуре – не что иное, как стилизованное изображение растений: папируса, лотоса, пальмы (рис. 2).

Если рассматривать прообразы элементов архитектурного антуража – деревья разных пород, то очевидно, что все они имеют общие, различные и особенные черты в своем строении, силуэте, размерах, пропорциях. Многие деревья одного климатического пояса, например лиственные, имеют схожие форму кроны и ствола. Другие достаточно заметно отличаются друг от друга по высоте, объему и своей структуре, по толщине ствола, по очертаниям веток и кроны, по цвету и форме листьев. Есть группа деревьев, имеющих сильные отличия от других, в основном, это представители экзотов.

а) б) в)

Рис. 1. Древние изображения людей, животных и растений:
а – Раненый бизон. Живопись в Альтамирской пещере (верхний палеолит);
б – Сосуды с растительно-геометрическим декором из Элама (4 тыс.л. до н.э.);
в – Тутанхамон с женой в саду. Рельеф на крышке ларца (14 в. до н.э.)



а) б) в)

Рис. 2. Древнеегипетские колонны и капители:
а – папирусовидные; б – лотосовидные; в – пальмовидные

Деревья средней полосы России – это, в основном, лиственные деревья. Ярчайший представитель – дуб – это крупное, кряжистое высокое дерево, с мощным стволом, с толстыми изгибающимися ветками, раскидистой кроной и густой листвой. Тополь – высокое лиственное дерево, ствол стройный, крона раскидистая, лист крупный. После стрижки тополь перестает цвести и приобретает иную форму кроны: ветви становятся узловатыми, выпускают густыми пучками молодую поросль, придающую дереву декоративный вид. Пирамидальный тополь имеет вытянутую узкую форму, ветки дерева растут, закручиваясь вокруг ствола. Березу отличают свисающие вниз хрупкие ветки. Ствол в большинстве случаев прямой, стройный белого цвета с темными вкраплениями. Верхние ветки тонкие и ближе прижимаются к стволу. Нижние ветки толстые и отвисают больше вниз. Листья имеют характерную треугольную форму с зубчатыми краями. Для «корабельной» сосны характерен длинный тонкий прямой ствол, ее ветки располагаются в верхней части ствола, растут горизонтально. Крымская сосна имеет небольшую высоту, более витиеватые ветки и длинную хвою. У ели прямостоящий ствол, ветки характерным образом расположены «лесенкой» от основания до макушки: верхние ветки короткие и растут вверх, средние – растут горизонтально, нижние – длинные, растут в горизонтальном направлении и вниз. У ивы характерные свисающие «плакучие» ветви.

Большинство деревьев южных территорий, как правило, практически круглый год зеленые. Внешний вид имеют экзотичный, отличаются декоративностью. Пальмы имеют большое разнообразие: и породы высокие стройные с гибкими стволами и раскидистыми лапами-листьями, и породы невысокие с толстыми ананасообразными стволами. Общее для пальм – их ветки и листья находятся в верхней части ствола и растут «фонтанчиком». Кипарисообразные хвойные деревья имеют крону, похожую по форме на перевернутую сосульку. Наряду с типичными экзотами в южных районах произрастает группа декоративных цветущих и плодовых деревьев. Это крупномеры с раскидистыми кронами, цветущие крупными яркими цветами. В эту группу можно отнести каштаны, акации, грецкий орех, софору и все плодовые деревья.

Студенту, чтобы научиться грамотно изображать и успешно разрабатывать новый антураж, необходимо научиться рисовать деревья, кусты, цветы, травы с натуры, по памяти и по воображению. Разработка нового авторского антуража – процесс сложный и творческий, требующий большого объема пассивного изучения (копирования готовых примеров) и освоения специальных методик и техник разработки и изображения элементов антуража. В целом, разнообразный процесс разработки антуража можно разделить на пять укрупненных этапов:

- первый этап – поисково-подготовительный;
- второй этап – рисование с натуры;
- третий этап – графоаналитический;
- четвертый этап – архитектурная стилизация;
- пятый этап – разработка авторского антуража.

Первый этап – поисково-подготовительный. Прежде чем приступить к разработке элементов антуража, необходимо найти для работы исходный материал, поэтому основной целью первого этапа является изучение и систематизация разнообразной информации об антураже, накопление фотографий моделей-прообразов и примеров антуража. Каждому студенту необходимо накапливать свой личный каталог (альбом) антуража, включающий природные модели и примеры, разработанные другими авторами, и пополняемый собственными авторскими разработками.

Поиск природных моделей антуража может быть осуществлен в окружающей среде посредством фотофиксации объектов. Желательно фотографировать отдельно стоящие деревья, кусты и группы растений с четким рисунком ветвей, на светлом фоне, без накладок на изображения зданий. Для поиска реалистичных моделей растений можно обратиться к специальной литературе по ландшафтному дизайну, например, к таким известным журналам, как «Наш сад», «Сад своими руками», «Дом и сад» и другим.

Для поиска примеров декоративного авторского антуража можно использовать курсовые и реальные проекты, архитектурные журналы, художественные альбомы, буклеты, календари с «картинками», иллюстрированную художественную литературу. Широкие возможности для поиска предоставляет Интернет.

Второй этап – рисование с натуры. Основная цель этого этапа – понять и прочувствовать структуру и характер изображаемого дерева, куста, ветки, цветка, травы. Полезно порисовать растения с разных точек, при этом изображение может быть как объемным, так и плоскостным. Объемные изображения требуют более тщательной прорисовки, силуэтные рисунки – менее, но они формируют умение видеть и передавать массу растений обобщенно, помогают избегать излишней детализации. Такие навыки необходимы для прорисовки дальних планов композиции, масштабирующих среду вокруг архитектуры. Все способы изображения важны, так как объекты растительного мира разнообразны, сложны и требуют в изображении разных подходов.

В рисовании деревьев с натуры в реалистичной манере изображения есть определенная последовательность и свои особенности. Рисуя дерево, прежде всего, необходимо обобщенно наметить облик дерева в целом: определить его высоту, отложить положение и высоту открытой части ствола, наметить форму и габариты кроны. Затем следует наметить изменение толщины ствола к вершине, прорисовать крупные и средние ветки, обозначить ветки более мелкие. Следующий этап – изображение кроны дерева. Не надо стремиться прорисовать каждый лист, лучше постараться передать характер кроны в

целом. Крупные листья на передних планах можно прорисовать более детально, остальную листву можно передать витиеватыми, петляющими линиями.

Перед тональной проработкой дерева сравните ветки между собой по пропорциям и пространственному положению, выявите самые ближние и самые дальние участки кроны. После этого надо прорисовать дерево слабым нажимом карандаша, затем оттенить отдельные части и ветки сильным нажимом. Штриховкой следует выявить самые темные участки кроны и более контрастно подчеркнуть ближние участки кроны.

Рисование группы или массива деревьев также имеет свои особенности. При изображении нескольких деревьев следует обратить внимание на изменение их по величине и тону по мере удаления в глубь картины. Изображение деревьев с учетом глубины пространства дает эффект «растворения» их в воздухе, деревья уменьшаются в размерах, интенсивность их тонального изображения ослабевает. Передать это можно изменяя толщину, частоту и насыщенность линий и штриха.

Третий этап – графоаналитический. Цель этапа – сбор, изучение, анализ и запоминание интересных образцов антуража через психомоторику руки, формирование понимания сущности и различий природных и декоративных форм антуража. Помимо аналитических задач, этап включает в себя собственно калькирование, перерисовывание и все другие возможные виды копирования, в том числе и ксерокопирование образцов антуража с целью формирования банка примеров.

Четвертый этап – архитектурная стилизация. Для архитектора умение изобразить деревья и другие элементы среды реалистично является важным, но не всегда бывает уместно применение реалистичных изображений в проектах, где требуется более условная манера изображения. Использование антуража при уточнении природного окружения архитектурного объекта чаще предполагает использование менее реалистичных, более фантазийных, стилизованных моделей растительного мира. Навыки стилизованного изображения растений необходимы каждому архитектору, освоить и развить их у себя можно посредством освоения определенных техник. Цель этапа – научиться трансформировать реалистичное объемное изображение природной модели-прообраза в декоративное плоскостное абстрактное изображение. Берется реалистичный рисунок растения, изготавливается обобщенная стилизованная копия, которая затем достаточно легко превращается в абстрактное изображение. Из нескольких характерных признаков стилизуемого объекта выбирается один, преобладающий, другие характерные особенности обобщаются или убираются, в итоге изображение объекта с обобщенными признаками становится символичным, а требуемый результат – достигнутым.

Пятый этап – разработка авторского антуража. Цель этапа – в формировании у студента целостного представления об антураже как части архитектурного рисунка и в формировании авторского стиля в изображении архитектурного антуража. В целом, освоение методики разработки архитектурного рисунка и умение сформировать свой творческий стиль в изображении архитектурного антуража и есть конечная цель представляемого автором исследования, однако ввиду ограниченности рамок настоящей статьи далее будет представлена лишь технология архитектурной стилизации на примере трансформации изображения листа дерева.

Стилизация в искусстве графики известна с древнейших времен, она является одним из плодотворных методов изобразительного искусства, который основан на отличном от реалистичного способе осмысления и отражения окружающей жизни. **Творческая стилизация** достигла высокого уровня еще в древнеегипетских орнаментах, в которых наряду с геометрическими узорами часто использовались стилизованные с высокой степенью художественности объекты природы: ветви, листья, цветы, фигурки животных. Наряду с творческой стилизацией существует **подражательная стилизация**, которая предполагает наличие готового образца для повторения и заключается в подражании стилю объекта подражания, стилю той или иной эпохи, известным художественным течениям, стилям знаменитых мастеров и т.п. Более подходящим определением рассматриваемого художественного метода может быть не *стилизация*, а *интерпретация,* точнее определяющая содержание этого творческого процесса. Автор, смотря на объект, интерпретирует его и эмоционально передает так, как он его чувствует, создавая натуральный объект заново, но уже в виде художественного образа.

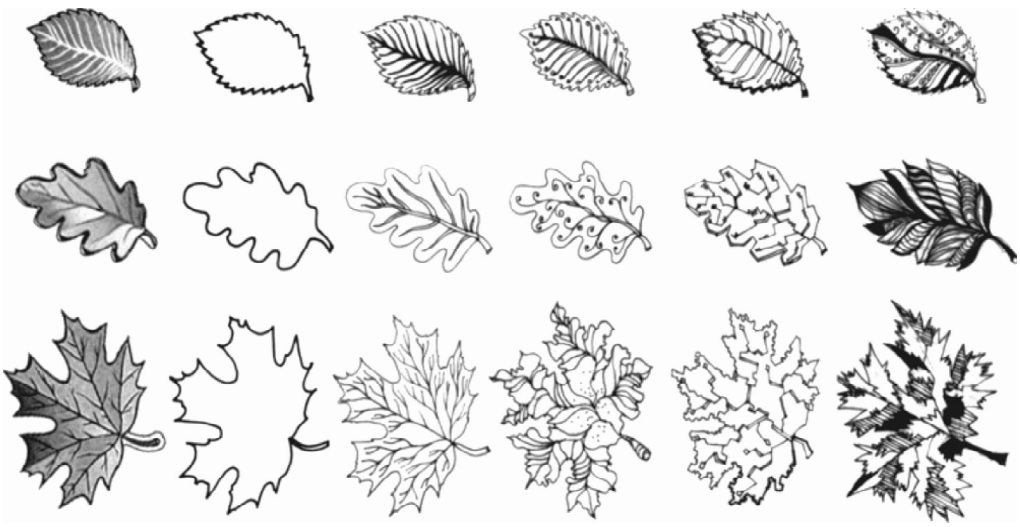
Стилизация в изображении антуража – это создание новых декоративных образцов, стилизованных изображений деревьев, кустов, цветов и др. Включая в композицию чертежа архитектурного объекта стилизованные изображения растений и среды, архитектор создает декоративную композицию, где главным элементом остается архитектура, а окружающие абстрактные элементы природы, ландшафта, среды оттеняют ее восприятие. Для стилизованного изображения растений характерна обобщенность и символичность, осознанный отказ от достоверности изображения объекта стилизации и его деталировки. Стилизация требует отделить от изображения все второстепенное, мешающее восприятию, для раскрытия характера изображаемых объектов, отобразить в них самое главное, вызвать у зрителя яркие эмоции.

Высшей формой стилизации является **абстрактная стилизация,** которая характеризуется отказом от изображения несущественных реалистичных деталей объектов с заменой их абстрактными элементами.

В основе методов стилизации природных объектов лежит единый изобразительный принцип – **художественная трансформация** реальных природных объектов. Основная ее цель в превращении реальных природных форм в стилизованные или абстрактные, наделенные высокой степенью выразительности, яркости и запоминаемости, которые недостижимы в реалистических изображениях. Прием **художественного обобщения** при изображении природных объектов предусматривает трансформацию с помощью изменения и упрощения формы и количества деталей натурных объектов, укрупнения или, наоборот, уменьшения характерных частей объектов, изменения цвета и т.п.

При использовании приема **художественного преувеличения** природные формы (например, формы кроны, веток, листьев деревьев), близкие к геометрическим, окончательно превращают в геометрические. Вытянутые формы вытягивают еще больше, а округленные – округляют или же сжимают. При этом происходят сознательное искажение и деформация размеров и пропорций изображаемых натуральных объектов. Цель такого искажения – увеличение декоративности, усиление выразительности, облегчение и ускорение восприятия зрителем идеи автора.

Проще всего проследить процесс стилизации на примере трансформации листа дерева, поэтому в заключительной части статьи приводится алгоритм стилизации в изображении листа дерева (рис. 3). Процесс стилизации изображения объекта делится на несколько шагов. Работа выполняется тушью на кальке по фотографии.



а) б) в) г) д) е)

Рис. 3. Этапы стилизации листа на примере листьев вяза, дуба, клена:
а – общий вид листа; б – контурное изображение листа; в – реалистичное изображение листа с прожилками; г – стилизация изображения листа с использованием плавных кривых линий; д – стилизация листа с использованием ломаных линий; е – стилизация листа с использованием декоративных средств

Шаг первый – подготовка и изучение моделей для стилизации. Сначала готовим основу для работы: выбираем модели для стилизации, в данном случае это листья вяза, дуба и клена, изображаем их в реалистичной манере или берем за основу фотографии.

Шаг второй – художественное обобщение, предполагающее работу с контуром листа. Первое приближение к стилизации: отбрасываем все подробности реального изображения листа, оставляем только контур листьев. Контур можно заполнить любым цветом. Для усиления эффекта необходимо поработать с формой контура листа: ее можно выполнить более экспрессивной, или наоборот, более спокойной. Можно так изменить форму контура листа, не изменяя его размеров, что степень абстракции может выражать полный отказ от реальной формы изображаемого листа. При работе над контуром листа следует использовать линию как основной графический инструмент.

Шаг третий – уточнение, на этом этапе работы необходимо изобразить прожилки листа внутри намеченного контура. Чем проще будет форма линий прожилок, тем более будет узнаваем лист. При работе над прожилками листа на этом этапе следует использовать такие графические инструменты, как точку, линию, штрих. Линии для изображения контура можно использовать как прямые и ломаные, так и плавные криволинейные. Точки, формирующие контур листа, могут компоноваться с разной частотой. Штрих целесообразно использовать короткий, по форме контура.

Шаг четвертый – художественная трансформация – предполагает выполнение стилизованного изображения листа. Линии для изображения контура можно использовать как прямые ломаные, так и плавные криволинейные. Можно использовать точки для формирования и контура листа, и прожилок; точки могут компоноваться с разной частотой. Штрих целесообразно использовать короткий, по форме контура. Использование формы изображаемых линий большей декоративности может помочь достичь разной степени стилизации. Придавая прожилкам более сложные конфигурации, можно добиваться большей выразительности и декоративности изображения.

Шаг пятый – художественное преувеличение – состоит в декорировании стилизованного листа с прожилками. На этом этапе можно использовать все графические инструменты: точку, линию, штрих, пятно. Декор может быть выбран из огромного множества уже известных видов декора, могут быть использованы авторские декоры. Результат пятого шага – создание декоративного изображения стилизованного листа дерева. Придавая контуру листа и прожилкам новые более сложные конфигурации, можно добиться высокой декоративности изображения, вплоть до достижения полной неузнаваемости исходного объекта, то есть добиться высокой степени абстракции.

Список литературы

1. Тиц А.А. Загадки древнерусского чертежа. – М.: Изд-во «Стройиздат», 1978. – 151 с.
2. Зайцев К.Г. Графика и архитектурное творчество.– М.: Изд-во «Стройиздат», 1979. – 340 с.
3. Кудряшев К.В., Байзетцер Л. Проблемы изобразительного языка архитектора. – М.: Изд-во «Стройиздат», 1985. – 240 с.
4. Кудряшев К.В. Архитектурная графика. Учебник для высшей школы. – М.: Изд-во «Стройиздат», 1990. – 312 с.
5. Литке М.Н., Чудинова Т.С. Композиционные элементы архитектурного чертежа. Методическое пособие. – Казань: КГАСУ, 2008. – 42 с.
6. Мубаракшина Ф.Д. Антураж в курсовом проектировании. Учебное пособие. – Казань: КГАСУ, 2009. – 72 с.
7. Мубаракшина Ф.Д. Методика освоения архитектурной графики на основе изучения памятников архитектуры. // «Известия КГАСУ», 2011, № 1 (15). – С. 39-45.

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

Methodical principles of architectural stylization in depicting of the elements of entourage in preparing students of creative architectural and engineering professions schools

Resume

Buildings and structures exist in the environmental space, so the projects must show the environment – the nature and objective environment, where the architectural objects are placed. The elements of the architectural environment are: sky, earth, water, flora and fauna, transport. The elements, that surround the architectural objects create around them an atmosphere of life, at the same time playing a secondary role.

Despite this, elements of the architectural environment are extremely important and are one of the main tools of the architects to express their ideas because architectural design affects the image of architecture, composition, and drawing and participate in the providing of emotional impact on the viewer. This property is typical for architectural drawings, because in the technical drawings, on the contrary, it is undesirable to image anything extra, except the object of development.

The architectural entourage and staffage – are the stylized images of the natural and objective environment of buildings: entourage – are the stylized elements of the vegetable world, sky, earth, mountains, terrain, water; staffage – is a stylized model of human, animal and transport. In the composition of the architectural drawing entourage illustrates the surrounding natural environment around the architecture and staffage is scaling relations between man, object and environment. The article provides a method of stylized leaf of the tree as one of the characteristic elements of the surroundings.

Keywords: architectural graphics, architectural environment, entourage, stylization, methodology.

References

1. Titz A.A. The puzzles of the Old Russian drawing. – M.: Publishers «Stroyizdat», 1978. – 151 p.
2. Zaicev K.G. Graphics and architectural art. – M.: Publishers «Stroyizdat», 1979. – 340 p.
3. Kudriashev K.V., Baizetzer L. Problems of architect's drawing language. – M.: Publishers «Stroyizdat», 1985. – 240 p.
4. Kudriashev K.V. Architectural graphics. The grant for high schools. – M.: Publishers «Stroyizdat», 1990. – 312 p.
5. Litke M.N., Chudinova T.S. Compositional elements of architectural drawing. Tutorial. – Kazan: KSUAE, 2008. – 42 p.
6. Mubaraksina F.D. Entourage in yearly essay. Tutorial. – Kazan: KSUAE, 2009. – 72 p.
7. Mubaraksina F.D. Methods of learning architectural graphics, based on research of monuments of architecture. Tutorial. // «Isvestiya KSUAE», 2011, № 1 (15). – P. 39-45.

ПРАВИЛА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СТАТЕЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В НАУЧНОМ ЖУРНАЛЕ «ИЗВЕСТИЯ КАЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА»

Статья должна быть набрана в программе Microsoft Word (версия не ранее MS Word 97). Файл, названный именем автора статьи, представить с расширением RTF.

Параметры страницы:

- размер страницы – 297х210мм (формат А4);
- поля: сверху – 20 мм, снизу – 20 мм, слева – 30 мм, справа – 30 мм;
- ориентация страницы – книжная.

Параметры форматирования текста:

- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта – 11 пт;
- абзацный отступ – 10 мм (не задавать пробелами);
- выравнивание – по ширине;
- заголовки полужирным шрифтом, с выравниванием по центру;
- междустрочный интервал – одинарный.

При наборе статьи исключить автоматический перенос слов. Запрещено уплотнение интервалов шрифта.

Объем публикации – не менее 5 полных страниц и не более 10 страниц, включая таблицы и иллюстрации. Иллюстративный материал не должен перегружать статью (не более 4 рис.). Таблицы и иллюстрации скомпоновать с учетом вышеуказанных полей.

Таблицы создать средствами Microsoft Word и присвоить им имена: Таблица 1, Таблица 2 и т.д. Название таблицы с порядковым номером (или номер таблицы без названия) располагается над таблицей. Текст таблицы должен быть набран шрифтом размером 10-12 пт с одинарным межстрочным интервалом.

Иллюстрации представить в виде файлов основных графических форматов (tif, jpg, bmp, gif) с именами Рис. 1, Рис. 2 и т.д. Все объекты должны быть черно-белыми (градации серого), четкого качества. Рекомендуемое разрешение – 300 dpi. Названия иллюстраций и подписи к ним набираются шрифтом размером 10 пт с одинарным межстрочным интервалом. Не допускается выполнение рисунков в редакторе Microsoft Word. Минимальный размер иллюстраций – 80х80 мм, максимальный – 170х240 мм.

Для набора формул и вставки символов использовать встроенный в Microsoft Word редактор формул Microsoft Equation или Math Type. Формулы в статье, подтверждающие физическую суть исследования (процесса), представляются без развернутых математических преобразований. Формулы компонуются с учетом вышеуказанных полей (при необходимости использовать перенос формулы на следующую строку), помещаются по центру строки, в конце которой в круглых скобках ставится порядковый номер формулы. Ссылку на номер формулы в тексте также следует брать в круглые скобки. Следует применять физические величины, соответствующие стандарту СТ СЭВ 1052-78 (СН 528-80).

Иллюстрации, формулы, таблицы и ссылки на цитированные источники, встречающиеся в статье, должны быть пронумерованы в соответствии с порядком цитирования в тексте. При этом ссылка на литературные источники берётся в квадратные скобки.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК 691.33
Иванов И.И. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: ivanov@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1
разделительный интервал
Современные строительные материалы
разделительный интервал
Аннотация
Текст аннотации
Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, карбамидные пенопласты, модификация
разделительный интервал
Текст статьи
разделительный интервал
Список литературы
разделительный интервал
Ivanov I.I. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: ivanov@mail.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

Keywords: thermal insulating materials, of carbamide foams, updating
разделительный интервал

References*

* Перечень ссылок, переведённый на английский язык (названия изданий не переводить – писать в латинской транскрипции).

Перечень библиографических ссылок обязателен!

Библиографические ссылки представить в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.

Примеры:

1. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 500 с.
2. Драновский А.Н. Динамические параметры прочности песков // Сб. научных трудов «Материалы 49-й Республиканской научной конференции». – Казань: КГАСА, 1998. – С. 186-191.
3. Завадский В.Ф., Путро Н.Б., Максимова Ю.С. Поризованная строительная керамика // Строительные материалы, 2004, № 2. – С. 21-22.
4. Корчагина В.И. Исследование в области модификации ПВХ и биполимерных систем на его основе // Автореферат канд. дисс. на соиск. степени канд. хим. наук. – Казань, 1974. – 22 с.
5. Химическая технология керамики: Учеб. пособие для вузов / Под ред. проф. И.Я. Гузмана. – М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2003. – 496 с.
6. Приемопередающее устройство: пат. 2187888 Рос. Федерация. № 2000131736/09; заявл. 18.12.00; опубл. 20.08.02. Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с.
7. ГОСТ 9128-97. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. – М., 2000. – 15 с.
8. Отчёт по НИР. Инв. № 02200703350. Соколов Б.С. и др. Разработка новых и совершенствование существующих методов расчёта железобетонных и каменных элементов, конструкций зданий и сооружений.
9. Инвестиции останутся сырьевыми // PROGNOSIS.RU: ежедн. интернет-изд. 2006. 25 янв. URL: http://www.prognosis.ru/print.html?id=6464 (дата обращения: 19.03.2007).

Примеры перевода перечня ссылок на английский язык:

1. Bazhenov Yu.M. Technology of concrete. – M: Publishers ASV, 2002. – 500 p.
2. Dranovsky A.N. Dynamic parametres of durability of sand // The collection of proceedings «Materials of 49th Republican scientific conference». – Kazan: KSABA, 1998. – P. 186-191.
3. Zavadsky V.F., Putro N.B., Maksimova Yu.S. Porous building ceramics // Stroitelnye materialy, 2004, № 2. – P. 21-22.
4. Korchagina V.I. Research in the field of updating of PVC and bipolymerous systems on its basis // The master's thesis author's abstract on competition of degree of a Cand. Chem. Sci. – Kazan, 1974. – 22 p.
5. Chemical technology of ceramics: Studies. The grant for high schools / Under the editorship of prof. I.J. Guzmana. – M: LTD RIF « Stroymaterialy», 2003. – 496 p.
6. The send-receive device: the patent 2187888 Russian Federation. № 2000131736/09; It is declared 18.12.00; it is published 20.08.02. The bulletin № 23 (II part). – 3 p.
7. GOST 9128-97. Mixes asphalt-concrete road, air field and asphalt-concrete. – M., 2000. – 15 p.
8. The report on research work. Inv. № 02200703350. Sokolov B.S. and others. Working out new and perfection of existing methods of calculation of ferro-concrete and stone elements, designs of buildings and constructions.
9. Investments remain raw // PROGNOSIS.RU: the daily Internet-edition 2006. 25 jan. URL: http://www.prognosis.ru/print.html?id=6464 (reference date: 19.03.2007).

В список литературы вносятся только опубликованные работы.

Название статьи должно отражать основную идею выполненного исследования, быть по возможности кратким. Аннотация (1 абзац от 500 до 1000 знаков с пробелами) должна ясно излагать содержание статьи и быть пригодной для самостоятельного опубликования.

В разделе **«Введение»** рекомендуется указать нерешенные ранее вопросы, сформулировать и обосновать цель работы и, если необходимо, рассмотреть ее связь с важными научными и практическими направлениями. Могут присутствовать ссылки на публикации последних лет в данной области, включая зарубежных авторов.

Основная часть статьи должна подробно освещать содержание исследований, проведенных автором (авторами). Полученные результаты должны быть освещены с точки зрения их научной новизны и сопоставлены с соответствующими известными данными. Основная часть статьи может делиться на подразделы (с разъяснительными заголовками) и содержать анализ последних публикаций, посвященных решению вопросов, относящихся к данным подразделам.

В разделе **«Заключение»** должны быть в сжатом виде сформулированы основные полученные результаты с указанием их новизны, преимуществ и возможностей применения.

Язык публикации: русский или английский.

Тезисы к публикации не принимаются!

Если статья была или будет направлена в другое издание, необходимо сообщить об этом редакции. Ранее опубликованные статьи к рассмотрению не принимаются.

От авторов в редакцию журнала предоставляются следующие материалы:

- **Два экземпляра статьи в четко распечатанном виде, скрепленные степлером, подписанные автором(ами);**
- **Электронный носитель (**дискета 3,5 дюйма, CD-диск. Электронная версия статьи должна соответствовать варианту на бумажном носителе);
- **Две рецензии** (соответствующего уровня) от двух независимых организаций;
- **Экспертное заключение о возможности опубликования, оформленное в организации, откуда исходит рукопись**;
- **Анкета автора (ов) в предлагаемой форме** (заполнить на русском и английском языке).

Материалы к публикации вложить в полиэтиленовый файл.

Датой поступления статьи считается день представления последнего из вышеуказанных материалов.

Представленные авторами научные статьи направляются на независимое закрытое рецензирование специалистам по профилю исследования, членам редакционной коллегии. Основными критериями целесообразности публикации являются новизна полученных результатов, их практическая значимость, информативность. В случае, когда по рекомендации рецензента статья возвращается на доработку, датой поступления считается день получения редакцией ее доработанного варианта. К доработанной статье в обязательном порядке прикладываются ответы на все замечания рецензента. Статьи, получившие отрицательные заключения рецензентов и не соответствующие указанным требованиям, решением редакционной коллегии журнала не публикуются и не возвращаются (почтовой пересылкой). Редакционная коллегия оставляет за собой право на редактирование статей с сохранением авторского варианта научного содержания.

После уведомления редакцией принятия рукописи и согласования сроков её публикации с ответственным исполнителем журнала авторы представляют копию платежной квитанции или справку, подтверждающую обучение автора(ов) в аспирантуре на момент подачи статьи.

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 (1 абзац от 500 до 1000 знаков с пробелами)	
Ключевые слова (от 5 до 10 слов или словосочетаний)	
Научная тематика статьи	Впишите одну из представленных: – Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия; – Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности; – Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов; – Строительные конструкции, здания и сооружения; – Основания и фундаменты, подземные сооружения; – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение; – Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов; – Строительные материалы и изделия; – Гидротехническое строительство; – Технология и организация строительства; – Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей; – Гидравлика и инженерная гидрология; – Строительная механика; – Экология (в строительстве); – Экономика и управление народным хозяйством (в строительстве); – Системный анализ, управление и обработка информации (в строительстве); – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (в строительстве); – Теория и методика профессионального образования (в строительном вузе).
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: – Theory and history of architecture, restoration and reconstruction of historical-architectural heritage; – Architecture of buildings and constructions. Creative conceptions of architectural activity; – Town-planning, planning of rural settlements; – Building constructions, buildings and structures; – Ground works and foundations, underground constructions; – Heating, ventilation, air conditioning, gas supply and illumination; – Water-supply, water drain, building systems of water resources protection; – Building materials and making; – Hydraulic engineering construction; – Technology and organization of building; – Design and construction of roads, metropolitan railways, airdromes, bridges and transport tunnels; – Hydraulics and engineering hydrology; – Building mechanics; – Ecology (in building); – Economy and management of a national economy (in building); – System analysis, management and information processing (in building); – Mathematical modelling, numerical methods and complexes of programs (in building); – Theory and vocational training technique (in engineering higher educational institution).
Mailing address	
Telephone numbers for communication	

Известия КГАСУ
2012 г., № 1 (19)

Гл. редактор: Низамов Р.К.
Учредитель и издатель:
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»

Редактор: Канзафарова С.М.
Макет: Хабибулин М.М., Никитина А.Р.

Адрес редакции: 420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1
Тел. для справок: (843) 510-46-39

Журнал зарегистрирован: Регистр. ПИ № ФС77-25136
Электронное периодическое издание: http://izvestija.kgasu.ru Регистр. Эл № ФС 77-31046
Федеральная служба
по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций
и охране культурного наследия.
Индекс издания – 36939
Общероссийский каталог ОАО Агентства «РОСПЕЧАТЬ»

Подп. к печати 12.03.2012 Формат 60x84/8
Заказ 139 Бумага тип. № 1
Усл.-печ. л. 26,1 Уч.-изд. л. 26,6
Тираж 500 экз.
I завод-100

Отпечатано ПМО КГАСУ, г. Казань, ул. Зеленая, 1