

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

Известия КазГАСУ 2011 г., № 1 (15)

ББК 38
И 33
УДК 69

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Адельшин А.Б., д-р техн. наук, проф.;
Айдарова Г.Н., д-р архитектуры, проф.;
Айдаров С.С., д-р архитектуры, проф., чл.-корр. РААСН;
Брехман А.И., д-р техн. наук, проф.;
Загидуллина Г.М., д-р экон. наук, проф.;
Каюмов Р.А., д-р физ.-мат. наук, проф.;
Королев Е.В., д-р техн. наук, проф.;
Кузнецов И.Л., д-р техн. наук, проф.;
Куприянов В.Н., д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РААСН;
Лежава И.Г., д-р архитектуры, академик РААСН;

Мирсаяпов И.Т., д-р техн. наук, проф., советник РААСН;
Померанцев А.Л., д-р физ.-мат. наук, проф.;
Посохин В.Н., д-р техн. наук, проф.;
Рахимов Р.З., д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РААСН;
Родионова О.Е., д-р физ.-мат. наук, проф.;
Соколов Б.С., д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РААСН;
Строганов В.Ф., д-р хим. наук, проф.;
Сучков В.Н., канд. техн. наук, проф.;
Фурер В.Л., д-р хим. наук, проф.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Санчез А.П., д-р хим. наук, в.н.с. (Испания);
Тхин Н.В., д-р техн. наук, проф. (Вьетнам);
Фиговский О.Л., проф., член Европейской АН, иностранный член РААСН (Израиль);

Фишер Х.-Б., д-р (Германия);
Элсайед Т.А., канд. техн. наук, доц. (Египет);
Янотка И., канд. техн. наук, с.н.с. (Словакия).

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:

ФГОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»

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

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

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

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

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

News of the KSUAE

2011 г., № 1 (15)

ББК 38
 И 33
 УДК 69

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

EDITORIAL BOARD:

Adelshin A.B., Dr. tech. sci., prof.;
 Aydarova G.N., Dr. arch. sci., prof.;
 Aydarov S.S., Dr. arch. sci., prof., corr.-m. RAACS;
 Brehman A.I., Dr. tech. sci., prof.;
 Zagidullina G.M., Dr. economics sci., prof.;
 Kayumov R.A., Dr. phys-mat. sci., prof.;
 Korolev E.V., Dr. tech. sci., prof.;
 Kuznetsov I.L., Dr. tech. sci., prof.;
 Kuprijanov V.N., Dr. tech. sci., prof., corr.-m. RAACS;
 Lezhava I.G., Dr. arch. sci., academic of RAACS;

Mirsayapov I.T., Dr. tech. sci., prof., counselor of RAACS;
 Pomerantsev A.L., Dr. phys-mat. sci., prof.;
 Posochin V.N., Dr. tech. sci., prof.;
 Rakhimov R.Z., Dr. tech. sci., prof., corr.-m. RAACS;
 Rodionova O.Ye., Dr. phys-mat. sci., prof.;
 Sokolov B.S., Dr. tech. sci., prof., corr.-m. RAACS;
 Stroganov V.F., Dr. chem. sci., prof.;
 Suchkov V.N., Cand. tech. sci., prof.;
 Furer V.L., Dr. chem. sci., prof.

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD:

Sanchez A.P., Dr. chem. sci., head of department (Spain);
 Thinh N.V., Dr. tech. sci., prof. (Vietnam);
 Figovskiy O.L., prof., member of EAS, foreign member of
 RAACS (Israel);

Fischer H.-B., Dr.-Ing (Germany);
 Elsayed T.A., Cand. tech. sci., associate prof. (Egypt);
 Janotka I., Cand. tech. sci., head of unit (Slovakia).

THE FOUNDER AND THE PUBLISHER:

FGEO HHE «Kazan State University of Architecture and Engineering»

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

It is registered by Federal agency on surveillance of legislation observance in sphere of mass communications and cultural heritage protection (the certificate on registration ПИ № ФС77-25136, dated July, 20th, 2006). It is included in the all-Russian catalogue of OAO «ROSPECHAT» Agency; an index of the edition is 36939.

EDITORIAL ADDRESS:

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



ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ	
Глазырина Ю.И. Творческая деятельность Карла Мюфке в Саратове	7
Жемков Е.В. Природно-ландшафтная составляющая пространства Казанской губернии	16
Искандаров М.М., Михайлов А.Ю. Советский неоклассицизм: исследовательские интерпретации архитектуры 1930-1950-х гг.	24
Куликов Д.А. Принципы организации ресурсосберегающего архитектурного пространства	31
Мубаракшина Ф.Д. Методика освоения архитектурной графики на основе изучения памятников архитектуры	39
Надырова Х.Г. Средневековые «исламские» города в зарубежной историографии	46
Халит Нияз Отголоски образов кочевого прошлого в архитектуре казанских татар	51
АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
Шавалиева А.А. Предпосылки к разработке архитектурно-планировочных принципов и приемов формирования жилья для семей с пожилыми родителями	60
ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ	
Мударисов Р.А., Мингазова Н.М. Методические подходы к оценке воздействия различных видов хозяйственной деятельности на водные объекты	65
СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ	
Замалиев Ф.С. Напряженно-деформированное состояние сталежелезобетонной конструкции на этапе возведения	72
Замалиев Ф.С., Хайрутдинов Ш.Н. Упрощенная оценка прочности сталежелезобетонных перекрытий при длительных нагрузках	77
Колобов М.В. Использование резерва прочности при оценке надежности сжато-изгибаемых составных элементов дощатых ферм покрытия с соединениями на металлических зубчатых пластинах	82
Кузнецов И.Л., Салахутдинов М.А., Гимранов Л.Р. Новые конструктивные решения стальных каркасов легких многопролетных зданий	88
Куприянов В.Н., Сафин И.Ш. Проектирование ограждающих конструкций с учетом диффузии и конденсации парообразной влаги	93
Мустакимов В.Р., Авхадеев Р.Р. К вопросу остаточной прочности строительных конструкций. Оптимально достаточные способы их восстановления при реконструкции	104
Фардиев Р.Ф., Каюмов Р.А., Мустафин И.И. Расчёт внецентренно сжатого элемента, усиленного железобетонной обоймой, с учётом предыстории загрузки и нелинейных свойств бетона	109
Фахрутдинов А.Э., Кузнецов И.Л. Назначение оптимального очертания оси арки из унифицированных элементов	115
ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ	
Гончаров Б.В., Хабибуллин И.И., Гареева Н.Б., Галимнурова О.В. Экспресс-метод оценки предельной горизонтальной нагрузки на сваю-колонну по данным статического зондирования	122
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ	
Гилязов Д.Г., Валиуллин М.А. Исследование гидравлических характеристик приборных узлов из медных труб	127
Золотоносов А.Я., Белавина Т.В., Золотоносов Я.Д. Модернизация узла водоподготовки на базе пароструйного подогревателя на объектах промтеплоэнергетики	132
СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ	
Аюпов Д.А., Потапова Л.И., Мурафа А.В., Фахрутдинова В.Х., Хакимуллин Ю.Н., Хозин В.Г. Исследование особенностей взаимодействия битумов с полимерами	140
Бурнашев А.И., Абдрахманова Л.А., Колесникова И.В., Низамов Р.К., Хозин В.Г. Влияние породы и влажности древесной муки на свойства наномодифицированных поливинилхлоридных древесно-полимерных композитов	147
Гарькина И.А., Данилов А.М., Ермолаева Е.И., Зарецкий А.М. Сложные системы модульной структуры: композиты, автономные исследования отдельных подсистем	152
Каюмов Р.А., Мухамедова И.З., Шакирова А.М., Любова Л.В., Абдуллин И.Ш., Хамматова В.В. Моделирование деформирования модифицированных тканей при растяжении	157
Кононова О.В., Черепов В.Д., Солдатова Е.А. Композиционные материалы на основе модифицированных отсеков дробления карбонатных пород	165
Королев Е.В., Гришина А.Н. Параметры состояния радиационно-защитных жидкостекольных строительных материалов, отвержденных хлоридом бария	172
Хохряков О.В., Морозов Н.М., Хозин В.Г. Сравнительная оценка мельниц по размолоспособности кварцевого песка и его эффективности в цементных бетонах	177
ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ (в строительстве)	
Добросердова Е.А. Инновационная деятельность хозяйствующих субъектов как приоритетное направление в условиях ресурсных ограничений: постановка вопроса	182
Казаков В.А. Моделирование развития инженерной инфраструктуры в экономике региона	188

Миронова М.Д. Выбор стратегии управления предприятием в условиях неопределенности (на примере сферы жилищно-коммунальных услуг)	194
Сиразетдинов Р.М. Формирование инновационной стратегии управления инвестиционной деятельностью (на примере анализа рынка недвижимости)	199
Устинова Л.Н. Модель реализации ноу-хау	206
Файзуллин И.Э. Приоритетные меры государственного регулирования инвестиционно-строительного комплекса	211
Хабибулина А.Г. Инновационные методы информационного сопровождения региональных инвестиционных программ в Республике Татарстан	216
Харисова Г.М. Анализ и оптимизация структуры капитала отраслей экономики на основе инновационных решений	226
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ (в строительстве)	
Сафиуллин Р.К. Аналитические расчеты тепловых и электрических характеристик тлеющего разряда в цилиндрических трубках в потоке газа	234
ЭКОЛОГИЯ (в строительстве)	
Мусаев А.М., Сафиуллин Р.Г. Метод и устройство вибро-пульсационной сортировки бытовых отходов	243
Правила представления материалов для публикации в научном журнале «Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета»	247



CONTENTS



ARCHITECTURE THEORY AND HISTORY, HISTORICAL AND ARCHITECTURAL HERITAGE RESTORATION AND RECONSTRUCTION	
Glazyrina Yu.I. The creative activity of architect Karl Mufke in Saratov	7
Zhemkov E.V. Natural landscape component in spatial of Kazan governorate	16
Iskandarov M.M., Mikhailov A.Y. Soviet neoclassicism: research interpretation of architecture 1930-1950	24
Kulikov D.A. Principles of the resource-saving architectural space formation	31
Mubarakshina F.D. Methods of learning architectural graphics, based on research of monuments of architecture	39
Nadirova Kh.G. Medieval «islamic» cities in the foreign historiography	46
Niyaz Khalit Echoes of the nomadic past in images of the kazan tatars' architecture	51
HOUSES ARCHITECTURE. THE CREATIVE CONCEPT OF ARCHITECTURAL ACTIVITIES	
Shavaliyeva A.A. Background to the development of the architecture and planning principles and methods of forming housing for families with elderly parents	60
URBAN DEVELOPMENT, RURAL SETTLEMENTS PLANNING	
Mudarisov R.A., Mingazova N.M. Methodical approaches to an impact assesment of different kinds of anthropogenic activities on water objects	65
BUILDING STRUCTURES, HOUSES	
Zamaliyev F.S. Intense-deformed condition of steelconcrete construction at the erection stage	72
Zamaliyev F.S., Khairutdinov Sh.N. The simplified estimation of durability steelconcrete ceiling at long loadings	77
Kolobov M.V. Use of the reserve of durability at the estimation of reliability of compressed-bent components of the top belt of board farms of the covering with connections on metal nail plates	82
Kuznetsov I.L., Salakhoutdinov M.A., Gimranov L.R. New structural solutions of steel frames of light multispan buildings	88
Kupriyanov V.N., Safin I.S. Designing of enclosing structures with regard to diffusion and condensation of the vapor moisture	93
Mustakimov V.R., Avhadeev R.R. To the question of remaining durability of building constructions. Optimally sufficient methods of their renewal at reconstruction	104
Fardiev R.F., Kayumov R.A., Mustafin I.I. Calculation non centric compressed element, strengthened by the reinforced-concrete holder with the account of background, of the weighting and nonlinear properties of concrete	109
Fakhrutdinov A.E., Kuznetsov I.L. Appointment of an arch made from unified elements axis optimum outline	115
FOUNDATIONS, UNDERGROUND STRUCTURES	
Goncharov B.V., Khabibullin I.I., Gareeva N.B., Galimnurova O.V. Express-method of the estimation of limiting horizontal loading on the pile-column according to static sounding	122
HEATING, VENTILATION, AIR CONDITIONING, GAS SUPPLY AND LIGHTING	
Gulyazov D.G., Valiullin M.A. Research of hydraulic characteristics of instrument units from copper pipes	127
Zolotonosov A.J., Belavina T.V., Zolotonosov J.D. The upgrade of water treatment unit based on steam jet heater installations in the heat-power engineering facilities	132
BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS	
Ayupov D.A., Potapova L.I., Murafa A.V., Fakhrutdinova V.H., Khakimullin Y.N., Khozin V.G. A bitumen-polymer interaction investigation	140
Byrnashev A.I., Abdrahmanova L.A., Kolesnikova I.V., Nizamov R.K., Khozin V.G. Influence of breed and moisture of wood flour on the properties of nanomodified polyvinylchloride wood-polymer composites	147
Garkina I.A., Danilov A.M., Ermolaeva E.I., Zaretsky A.M. Complex systems of modular structure: the composites, independent study of separately subsystems	152
Kayumov R.A., Muhamedova I.Z., Chakirova A.M., Lobova L.V., Abdullin I.C., Hammatova V.V. The modelling of deformation of the modified fabrics at stretching	157
Kononova O.V., Cherepov V.D., Soldatova E.A. Composite materials based on modified carbonaceous rock crushing screenings	165
Korolev E.V., Grishina A.N. Status variables of the radiation-protective mater-glass-based building materials hardened by barium chloride	172
Khohryakov O.V., Morozov N.M., Khozin V.G. Comparative estimation of mills by efficiency it is thin the ground filler in cement concrete	177
ECONOMY MANAGEMENT AND ECONOMICS (in building)	
Dobroserdova E.A. Innovative activity of managing subjects as the priority direction in the conditions of resource restrictions: question statement	182
Kazakov V.A. Modelling of development of the engineering infrastructure in the regional economy	188
Mironova M.D. Choice of operation strategy of the enterprise in the conditions of uncertainty (on the example of housing-and-municipal services sphere)	194
Sirazetdinov R.M. Formation of innovation management strategy investing activities	199
Ustinova L.N. Model of realization of a know-how	206
Fayzullin I.E. Priority measures of state regulation of the investment-building complex	211
Khabibulina A.G. Innovative methods of information support of regional investment programs in Republic Tatarstan	216

Kharisova G.M. Analysis and optimization of capital structure industries of branches of economy based on innovative solutions	226
MATHEMATICAL MODELLING, NUMERICAL METHODS AND COMPLEXES OF PROGRAMS (in building)	
Safiullin R.K. Analytical investigation of thermal and electric characteristics of glow discharge in gas flow cylindrical tubes	234
ECOLOGY (in building)	
Musaev A.M., Safiullin R.G. Method and apparatus for vibro-pulsing sorting of household waste	243
Rules of representation of materials for the publication in scientific journal «Kazan State University of Architecture and Engineering news»	247



УДК 72.035

Глазырина Ю.И. – аспирант

E-mail: jari_f@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ТВОРЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ АРХИТЕКТОРА КАРЛА МЮФКЕ В САРАТОВЕ

АННОТАЦИЯ

В статье освещается саратовский период жизни архитектора Карла Людвиговича Мюфке, даются краткие биографические данные и описание наиболее крупных реализованных проектов зодчего в городе Саратове. Основной целью данной работы является изложение малоизвестного для жителей Казани этапа жизни знаменитого архитектора.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: история архитектуры, архитектор, Мюфке К.Л., город Саратов, Саратовский государственный университет.

Glazyrina Yu.I. – post-graduate student

Kazan State University of Architecture and Engineering

THE CREATIVE ACTIVITY OF ARCHITECT KARL MUFKE IN SARATOV

ABSTRACT

In this article author describes the period of Karl Mufke's life in Saratov and gives some brief biographical facts and the description of architect's main projects, which were built there. The main purpose of this work is to inform the Kazan dwellers about very little known period of creative activity of famous architect.

KEYWORDS: history of architecture, architect, K. Mufke, Saratov city, Saratov State University.

Архитектор Мюфке Карл Людвигович (1868-1933 гг.) известен в Казани по таким ярким памятникам архитектуры, как, например, Дом Ушковой (Национальная библиотека РТ) и Художественная школа на улице Карла Маркса. Но немногие казанские жители знают, что основную часть жизни, около двадцати четырех лет, Мюфке посвятил Саратову, где он создал весьма значимые для этого города архитектурные комплексы. Правда, и в Саратове исследователи творчества Мюфке скупко освещают казанский период его деятельности – начало карьеры выдающегося архитектора. Данная статья посвящена краткому описанию жизни Карла Людвиговича в Саратове и основных его реализованных проектов.

В конце 1900-х годов в жизни Карла Людвиговича произошел ряд трагических событий. В 1907 году от тяжелой болезни скончалась молодая жена Мюфке – Наталья, что стало ударом для Карла. В следующем же году в Воронеже умирает его отец. Эта сложнейшая полоса в жизни преуспевающего архитектора усугублялась и ухудшением отношений с руководством художественной школы, в которой на тот момент он состоял руководителем архитектурного отделения. На протяжении почти двух лет Мюфке не занимался профессиональной деятельностью. Трудный период в жизни зодчего закончился благодаря удачному стечению обстоятельств.

В 1909 году было принято решение об открытии в Саратове Императорского университета, ректором назначается доктор медицины, профессор Разумовский В.И. – старый друг Карла Людвиговича и бывший лечащий врач его жены. Естественно, он был в курсе тяжелых событий в жизни Мюфке и пригласил его на должность архитектора-строителя Саратовского университета. Но Разумовский не остановил бы свой выбор на кандидатуре Карла Людвиговича, не будучи уверенным в его профессиональной компетентности. На тот момент Мюфке уже имел богатый опыт в проектировании и строительстве университетов. В Казани по его проекту и под его руководством было возведено одно из наиболее современных и удобных учебных заведений того времени – это здание Художественной школы. Длительное время Карлом Людвиговичем велась работа по реконструкции, расширению и переустройству комплекса зданий Казанского университета. В рамках этого проекта архитектором был тщательно пересмотрен генплан существующего университетского городка, составлены проекты Восточного и Западного пристроев к Главному зданию университета, были запроектированы новые здания. К сожалению, реализовано было лишь Западное крыло к Главному зданию и реконструкция последнего.

С лета 1909 года Карл Людвигович живет в двух городах, совмещая должности архитектора университета в Саратове и работу в Художественной школе в Казани, где остались на попечительстве родителей покойной жены сыновья Мюфке. Только в 1912 году Мюфке окончательно переезжает в Саратов, получив отставку в Художественной школе.

Как уже было упомянуто выше, университет в Саратове был открыт только в 1909 году. Место его размещения выбиралось длительное время, но в итоге им стала Московская площадь в историческом центре города. Эта площадь имела достаточно большие размеры для устройства всех необходимых зданий Университета, но она прорезалась по центру Московским трактом, что затрудняло проектирование единого комплекса. По первоначальному представлению главные здания университета предполагалось расположить на левой (по направлению от Волги) половине площади (первая очередь строительства), а все здания необходимых университету клиник и другие строения – на правой половине (вторая очередь). Но вскоре решение о выделении всей Московской площади было отменено, что в корне изменило характер планировки. Проектирование, параллельно со строительством, затянулось на несколько лет. На протяжении трех лет с 1909 года Мюфке представлял на рассмотрение строительной комиссией Университета большое количество вариантов и генплана комплекса, и проектов всех зданий ансамбля, в которые вносились поправки и изменения.

Согласно утвержденному генеральному плану (рис. 1) на левой половине площади, ограниченной улицами Астраханской, Большой Казачьей, Казарменной (ныне Университетская) и Московской планировалось размещение шести зданий – это два симметричных корпуса Института экспериментальной медицины (фасады на главную Московскую улицу), корпус Физического института (фасад на улицу Университетскую) и корпус Анатомического театра (фасад на улицу Большая Казачья) – как первая очередь, и здание Химического института и Научной библиотеки, замыкающие углы площади, – как вторая очередь.



Рис. 1. Генеральный план комплекса Саратовского университета, разработанный К.Л. Мюфке, совмещенный с современным генпланом

Общая композиция расположения зданий на проектируемом участке выполнена Мюфке с особым мастерством. Зеркальные корпуса Института экспериментальной медицины создают «приглашающий» эффект, где в глубине видна центральная часть курдонера корпуса Анатомического театра. Архитектор, удачно расположив здания, создал во дворе некое уютное пространство, объединяющее три здания. Здание Физического корпуса должно было быть поддержано зданием Химического института на противоположенной стороне. Мюфке продуманно расположил аллеи и дорожки на территории комплекса для наилучшего восприятия всех зданий зрителями, проходящими по территории Университета. Карл Людвигович оставил и свободные пространства для дальнейшего расширения ансамбля. Если бы под комплекс Университета были использованы обе половины площади, то в одном из вариантов проекта на противоположной стороне Московской улицы предполагалось строительство главного здания, наиболее грандиозного и по размерам, и по архитектурным решениям (сохранился лишь проект), оно завершало бы композицию всей площади.

Должна сказать, что на сегодняшний день планировочную задумку талантливого архитектора изменили в худшую сторону многочисленными переделками и постройками зданий, выбивающихся из стиля. При жизни Мюфке были возведены четыре корпуса основного комплекса – запланированная первая очередь. На месте, где по проекту К. Мюфке должно быть здание Химического института, в 1950 г. было выстроено здание административного корпуса. Автор его, Усов Н.К., принял за основу проект мюфкинского Физического корпуса, практически не изменив ни планы, ни фасады. Архитекторы Фридман М.Н. и Истомин С.В. в 1957 году запроектировали здание университетской библиотеки в правом углу ансамбля – приблизив очертания здания к планируемым Мюфке, но в остальном не использовав идею Карла Людвиговича. В 70-х годах были построены корпуса механико-математического и физического факультетов, в 90-х еще два новых корпуса. Последние постройки были выполнены в стиле своего времени и диссонируют с основным ансамблем, иногда и доминируя над старыми зданиями, что, несомненно, ухудшает восприятие всего комплекса.

Общая стилевая направленность комплекса была определена строительной комиссией Университета во главе с ректором Разумовским В.И. как «классический стиль, но не в обычных шаблонных формах, а в оригинальной современной трактовке его» [3]. Во всех запроектированных зданиях Мюфке сочетал неоклассику и модерн, как в экстерьерах, так и в оформлении интерьеров.

Первыми начали возводиться два здания Института экспериментальной медицины в 1909 году. Применение симметричных зданий в непосредственной близости друг от друга – достаточно рискованный прием, но Мюфке блестяще справился с этой задачей. Ритм, пластика и богатство главных фасадов, встречающих на Московском тракте зрителей, не дают эффект однообразности, и при проходе между этими зданиями в центральный двор комплекса можно увидеть, как стилистически меняются фасады – от неоклассики уличного парадного фасада к модерну уютного дворового.

Композиционно здание состоит из четырех объемов: основного, вытянутого вдоль Московского тракта, двух блоков по бокам от него и четвертого, направленного перпендикулярно основному объему во двор. Здание трехэтажное, зрительно разделено горизонтально, первый этаж выделен рустовкой, второй и третий этажи, имея четкий ритм окон, дополнительно подчеркнутый пилястрами, неотштукатурен. Главный фасад симметричен, центральная, входная часть выделена из плоскости ризалитом с четырехколонным портиком большого ионического ордера, как и боковые объемы, создавая четкую композицию в три оси. Завершение выступающих частей имеет богатые карнизы и парапетные стенки. Главный фасад украшен декоративными элементами: венками, гирляндами в подоконных нишах, на центральной части фасада над окнами третьего этажа располагаются вырезанные из камня фигуры сов (символ мудрости) и голова Афины, покровительницы врачей, а выше имеется надпись – «Институт экспериментальной медицины».

Остальные фасады, сохраняя лишь горизонтальное членение главного фасада, имеют более свободную пластику. Продвигаясь внутрь двора между корпусами, нам открывается фасад бокового объема, тоже имеющий симметричную композицию, но оформленный уже менее парадно. Приглашающий эффект создают срезанные углы здания, представляя далее уже совсем иной фасад – наполненный элементами модерна. Четвертый блок, дворовой, имеет сбитые по высоте окна различных размеров, преувеличенный вынос карниза, верхний этаж выделен крупными арочными окнами актового зала (рис. 2). Фасад данного объема, выходящий на главную аллею комплекса, выделен двумя башенками по углам и округлым эркером с просторным балконом. Башни имеют четыре этажа и технический. В одной расположена лестница, что на фасаде подчеркивается сбитыми по линии маршей окнами.



Рис. 2. Современный вид на корпус Института экспериментальной медицины со двора (авторская фотография)

Планировочно данный корпус имеет весьма четкую структуру, главный блок центральным коридором объединяет все объемы, в каждом из которых своя лестница и свой выход. Визитной карточкой Карла Мюфке всегда являлись богатые интерьеры входных узлов, вестибюлей, аудиторий. Анфилада входных пространств завершается богатой лестницей, которая выполнена в традиционной для Мюфке манере – первые ступени расширены и имеют закругления. Все аудитории запроектированы для удобства студентов, как амфитеатры с проходами по середине и лестницами по бокам, и со входами на двух уровнях. Пластика арок и арочных перекрытий, лепного декора – все это создает неповторимое впечатление.

В сентябре 1913 года корпуса приняли первых студентов.

На данный момент, в связи с отделением от Саратовского государственного университета медицинского факультета в отдельный университет, здания принадлежат разным вузам. Это заметно с первого взгляда: один корпус, принадлежащий Медицинскому университету (СМГУ), отреставрирован, другой же в плачевном состоянии.

Еще одно здание комплекса, находящееся в ведение СМГУ, в котором проводились реставрационные работы – это здание Анатомического Театра. Строительство этого корпуса началось немного позднее, чем первых двух, в 1911 году, но вместе они являют собой единую композицию. Сложная многообъемная постройка симметрична в плане, имеет семь разных по высоте блоков с понижением этажности к центральному элементу для выделения его.

Данное здание не так разнообразно по стилистическим решениям, как корпуса Института экспериментальной медицины, оно выполнено в едином стиле, приближенном к неоклассицизму, но и здесь присутствуют «модерновые» элементы. Каждая сторона здания имеет свою композицию и степень детальной проработки с выделением главных фасадов и основных акцентов. Подобно первым двум корпусам первый этаж оформлен отштукатуренной рустовкой, объединенный второй и третий этажи – кирпичная кладка высокого качества с применением отштукатуренных декоративных элементов с растительными и животными мотивами. Оконные проемы всех фасадов выделены пилястрами. Фризы имеют более парадное решение, чем на первых двух корпусах, здесь уже применены триглифы, на преувеличенно вынесенных карнизах – сухарики.

Фасад в два с половиной этажа, выходящий на ул. Б. Казачья имеет два плана – основная плоскость двух симметричных блоков является фоном для выдвинутого из центра к красной линии объема часовни. Такой прием вынесенного небольшого блока Мюфке применял еще в нереализованном проекте Корпуса оперативной хирургии для Казанского университета. Центральная входная часть фасадов основного объема (симметричные объединенные блоки), как и боковые фасады, обозначена ризалитами в одну световую ось, окна второго этажа которых оформлены сандриком в виде фронтона. Ризалит завершается антаблементом, выделенным по высоте и декорированным триглифами. Квадратная в плане одноэтажная часовня с высоким цоколем перекрыта коробовым сводом, декорирована стилизованными фронтонами, ко входам на боковых фасадах ведут округлые в плане лестницы. Объем, соединяющий часовню и основное здание, имеет четырехскатную шатровую крышу, центральный же композиционный элемент главного блока, в

месте пересечения объемов, обозначен круглой башенкой с вазоном, которая видна и из двора, представляя собой композиционный центр курдонера, сформированного с другой стороны здания.

Двор-курдонер образуют симметричные аудиторные блоки в три этажа, расположенные параллельно основному блоку по ул. Б. Казачья, соединенные с ним более высокими по этажности перпендикулярными объемами. Центральные входные элементы фасадов аудиторных блоков обозначены полуфронтончиками, расположенными на фоне парапетных стенок и опирающимися на колонны, которые стоят на ризалите первого этажа. Между колоннами выступает балкон. Оси симметрии других фасадов блоков выделены фронтончиками, немного отступающими от плоскости стены. Углы блоков срезаны, создавая приглашающий эффект во двор-курдонер и на ул. Б. Казачья. Дворовой фасад центральной части основного блока выделен одноэтажным ризалитом, второй этаж декорирован колоннадой ионического ордера, композиция завершается упомянутой выше башенкой-ротондой с преувеличенным выносом карниза – отличительной чертой практически всех построек Мюфке.

Функционально аудиторные блоки являются главными, так как здесь расположены основные учебные помещения, с объемом, выходящим на ул. Б. Казачья, они соединены просторными светлыми коридорами, проходящими через перпендикулярные связующие блоки. В этом здании также величественно решены входные пространства, вестибюли и лестницы. Примечателен и интерьер часовни – полуциркульные арки в стиле модерн по четырем стенам помещения, купольное перекрытие – все элементы выполнены со вкусом. Как и в первых корпусах, аудитории в основном многоуровневые, в формах амфитеатра. Зимой 1913-1914 годов уже в этом здании начинаются занятия.

Физический корпус отстоит от ядра комплекса, но он не воспринимается отдельно от остальных построек, так как выполнен с ними в едином ключе (рис. 3). Строительство корпуса началось в 1911 году.

Этот корпус решен в стиле неоклассицизма, но и тут Мюфке не мог не включить небольшие элементы модерна, такие, как плавно изогнутая лестница главного холла или небольшие окна-люкарны на третьем этаже в углу бокового фасада.

«Т»-образное здание Физического института имеет три этажа и подвал. Основной объем расположен параллельно ул. Университетская, перпендикулярный к нему блок развивается во двор.



Рис. 3. Фасад Физического института со стороны ул. Университетская

Фасады расчленены и обработаны как и у первых трех корпусов, первый этаж – рустовка, последующие – кирпич. Главный фасад, выходящий на улицу Университетская, имеет симметричную композицию – центр и вход определен более высоким ризалитом в 5 световых осей. Крайние окна ризалита выделены портиками с двумя колоннами коринфского ордера и скульптурными изображениями символа мудрости – совы, на фризах указаны начало и окончание строительства – 1911-1913 годы. Ризалит имеет парадное завершение – мощный парапет, увенчанный щитом с гербом города Саратова (три стерлядки) в окружении лепных венков и гирлянд. Центральную часть фриза ризалита венчает надпись – «Физический институт», остальные же плоскости фриза на всех фасадах отмечены триглифами. Карнизы имеют преувеличенный вынос. Углы всех фасадов выделены парапетными стенками. Окна всех этажей корпуса и их оформление примерно одинаковы по

размерам и рисунку переплетов, за исключением арочных окон третьего этажа ризалита и окон перпендикулярного флигеля.

Экстерьер здания не так богат декоративными элементами, как первые два корпуса, но интерьеры выполнены неизменно парадно. Декорированный ряд входных пространств приводит в холл, из которого можно попасть в коридоры основного корпуса и на центральную лестницу, которая ведет на остальные этажи и в аудиторию, расположенную в дворовом блоке. Это наибольшая лекционная аудитория всего комплекса Университета, в нее можно попасть со второго этажа здания, на балкон по ее периметру – с третьего.

Кроме четырех корпусов на Московской площади, для Университета Саратова по проектам Мюфке были выстроены университетская пристройка в городской больнице, газовый завод университета на Белоглинской улице и здания университетских клиник.

Проектирование комплекса клинического городка началось параллельно со строительством зданий Университета. Ансамбль расположили в Агафоновском поселке, между Лысой и Алтынной горами на достаточном отдалении от Университета. Это крупный прямоугольный участок, ограниченный улицами Новокузнецкая, Большая Садовая, 2-я Садовая и улицей имени С. Миротворцева. В комплекс должны были входить здания клиник: Хирургической, Терапевтической, Болезней уха, горла и носа им. академика Н.П. Симановского, Нервно-Психиатрической, Глазной, Кожно-венерической, Акушерско-гинекологической, Детской; и хозяйственных сооружений: клиническая прачечная, кухня, аптека и так далее. Мюфке был составлен генеральный план, но в связи «прекращением отпуска кредитов» [2] реализовано было лишь три здания.

В сентябре 1912 года начинается строительство здания Хирургической клиники. Через год был заложен фундамент Терапевтической клиники, но здание так и не было завершено из-за войны 1914 года. Летом 1915 года на ассигнования профессора Н.П. Симановского начато строительство клиники Болезней уха, горла и носа. В 1916 году рядом со зданием Хирургической клиники появляется корпус Нервно-психиатрической клиники. Возведение этих зданий велось с большими перерывами, и открыты они были только лишь в 1926 году. Генеральному плану, составленному Мюфке, соответствует лишь расположение главной аллеи клингородка, которая ведет от центрального входа на ул. Большая Садовая, параллельно ул. Новокузнецкая, и размещение четырех корпусов из запланированных восьми, три из которых реализованы.

Первым зданием при входе на территорию городка является Хирургическая клиника. Оно выполнено в стиле модерн, но, неизменно для Карла Людвиговича, с применением элементов из других стилей. Здание многообъемное, состоящее из разных по высоте выступающих блоков, в плане запроектировано в форме буквы «Ш». Главный фасад в два этажа, выходящий на основную аллею клингородка, имеет трехосевую композицию, центр выделен крупным ризалитом, симметрично, с отступом от углов здания, располагаются четырехгранные эркеры. Стилевая чистота модерна нарушается здесь применением классических элементов декорирования, таких, как венки, сухарики на карнизах. Первый этаж выступающих объемов рустован, оштукатурен, остальная же плоскость фасада декорирована лишь пластикой кладки кирпича с выделением пилястр и других элементов. Главный вход в здание и лестничная площадка сразу над ним располагаются в центральном ризалите. Этот ризалит в 3 световые оси имеет двойную раскреповку, поддержанную декоративным карнизом и аркой в центре, опирающейся на него. Завершение ризалита – аттиковый щипец без выделения карнизов. Преувеличенно выступающий карниз остальной же плоскости главного фасада поддержан стилизованными кронштейнами на оштукатуренном фризе. Левый угол главного фасада закреплен балконом. Клиника имеет большие плоскости окон, что было продиктовано не только стилистикой модерна, но и функциональным назначением помещений, ряд окон второго этажа имеет циркульное завершение небольшого радиуса. Боковые фасады также декорированы, выделен выступающий объем лестницы в одно окно с завершением в форме стилизованного фронтона. Дворовые фасады выполнены в том же ключе, что и главный, но с меньшей детализацией. Декоративное убранство поддержано и в оформлении воздухопроводных шахт, находящихся в палисаднике перед клиникой.

Планировка была выполнена с учетом всех требований того времени и новых веяний в архитектуре зданий здравоохранения, архитектор запроектировал большие светлые операционные, просторные палаты, помещения для принятия солнечных ванн пациентами, специальные комнаты для отдыха врачей.

Далее по центральной аллее в одном ряду с Хирургической клиникой построена была Нервно-Психиатрическая клиника, на сегодняшний момент здесь располагается Терапевтическое отделение (рис. 4).



Рис. 4. Современный вид корпуса Нервно-Психиатрической клиники, ныне Терапевтической (авторская фотография)

Корпус имеет схожую композицию со зданием Хирургической клиники и в планах («Ш»-образное очертание плана) и на фасадах. Главный фасад запроектирован в три основные оси, проходящие по центральному крупному ризалиту и по ротондам на углах здания, зрительно разделяя фасад на 5 самостоятельных, симметричных относительно центра частей. Основная плоскость фасада двухэтажная, центральный ризалит имеет три этажа. Выступающие элементы главного и боковых фасадов и дворовые фасады выделены рустовкой на первом этаже. Главный ризалит имеет дополнительный выступ в центральной части, который оформлен на втором этаже спаренными колоннами, поддерживающими арку, завершение этого выступа оформлено как щипец. В центре «выступа на выступе» имеется окно-витраж, на первом этаже расположен вход.

В этом корпусе Мюфке создает более пластичную линию крыши – купольные завершения крупных ротонд по углам здания поддержаны плавно изгибающейся линией карниза на плоскости основного фасада с овальными окнами-люкарнами.

Боковые и дворовые фасады решены в том же стиле, что и основной, с выделением небольших, различных по высоте выступающих объемов. Дворовые блоки имеют градацию по высотности.

Клиника болезней уха, горла и носа им. академика Н.П. Симановского находится в отдалении от первых двух корпусов, напротив Хирургической клиники. Главный фасад и вход обращен на улицу 2-я Садовая. Композиция плана и стилиевые решения немного иные, чем у других зданий комплекса. Постройка состоит из трех основных объемов – главного и фланкирующих его боковых блоков. Центр и главного фасада, и дворового выделен крупными ротондами, врезающимися в плоскость основного объема и покрытыми куполами. Здание двухэтажное, первый этаж рустован, высокий цоколь оштукатурен. Этот корпус наиболее стилистически уравновешен, автор выбрал «эkleктику» как основное направление. Главный фасад имеет три композиционные оси. Центральной осью является живописная ротонда. Над первым этажом ее запроектирован балкон, опоясывающий ротонду по окружности и выступающий вперед над входной дверью, образуя навес, который поддерживают две колонны. Балкон имеет каменные ограждения с частым ритмом округлых отверстий. Второй этаж ротонды декорирован рядом неравномерно расставленных по окружности колонн, поддерживающих развитый антаблемент, под карнизом его идут кронштейны, завершает эту композицию шлемовидный купол с округлыми слуховыми окнами. Фриз основного фасада оформлен надписью. Боковые блоки, врезааясь в основной объем, создают на фасаде ризалит, который также украшен балконом, лежащим на декорированных кронштейнах. Начиная с уровня второго этажа, в центре данных ризалитов идет дополнительный выступ, который завершается фронтоном. Вход на боковом фасаде обозначен эркером в одну световую ось, завершающийся фронтоном.

После нескольких лет жизни в Саратове личная жизнь Мюфке начала налаживаться, он женился во второй раз. Избранницей его стала Анастасия Ногина, которая была младше его на 22 года. В 1916 году Карл Людвигович перевозит в Саратов детей, местом жительства семьи становится дом по ул. Вавилова, 51, построенный по проекту Мюфке из бракованных материалов со строительства Университета.

Двухэтажный особняк выдержан в неоклассическом стиле. Только главный фасад имеет декоративное оформление. Первый этаж рустован и оштукатурен, и, как и все остальные здания Мюфке в Саратове, второй этаж неоштукатурен. Главный фасад в 9 световых осей, выделенных пилястрами во всю высоту здания от цоколя до фриза, имеет 3 ризалита: центральный – в 3 окна и по углам фасада – в 1 окно. В центре главного ризалита располагается балкон, балконная дверь оформлена колоннами и декоративным фронтоном. Завершение ризалита выделено как аттиковый щипец, остальной же фасад имеет сильно выступающий карниз и фриз, украшенный растительным орнаментом. Пространства между окнами первого и второго этажа также оформлены рельефными декоративными элементами.

О первоначальной планировке здания можно только догадываться, так как сейчас она сильно видоизменена, дом перестроен, разделен на четыре квартиры по принципу «коммуналки». Особняк находится в плачевном состоянии. Сохранились лишь декоративные лепные потолки в некоторых помещениях и оформление межкомнатных проемов арками.

Несмотря на такой большой объем работ, Мюфке в полной мере руководил строительством, каждый день он прибывал на стройку, проверял ход строительства, контролируя все его аспекты. Например, материалы не принимались в работу без личного подтверждения их качества Карлом Людвиговичем. Ближайшими помощниками зодчего были: молодой архитектор-художник Владимир Дмитриевич Караулов и техник гражданских сооружений Сергей Федорович Рогозин (Рагозин), его бывший ученик в Художественной школе, приехавший с Карлом Людвиговичем из Казани.

С 1920 году Карл Людвигович не только руководил достройками и ремонтом зданий университета и университетских клиник, но и занимался педагогической деятельностью, которую он описывает в своей автобиографии: «8 июля 1920 года я был избран вновь открывшимся Саратовским Политехническим Институтом, на основании положения о всероссийских конкурсах, профессором по «Гражданской архитектуре» и по «Архитектурным формам» и читал лекции по этим предметам, и руководил практическими занятиями до 1923 года (одновременно со службой в Госуниверситете) на факультете строительном и на факультете Сухопутных Сообщений до закрытия последнего. Осенью 1920 года я был приглашен профессором для чтения лекций по архитектуре и для руководства занятиями по архитектурному проектированию в Саратовский Инженерно-Практический Институт, где работал до 1924 года до закрытия этого Института» [2].

За 20 лет непрерывной работы, кроме выше упомянутых зданий, Мюфке были запроектированы: в 1923 году – проект достройки и перестройки недостроенного здания бывшей Мариинской церкви под Фундаментальную библиотеку Университета, в 1930 году был составлен рабочий проект «Дома для экспериментальных животных Университета».

Скончался Мюфке в Саратове в 1933 году, в год голода по всей России, по официальной версии – от истощения. Но до сих пор не ясно, почему Карл Людвигович последние годы своей жизни доживал в полном одиночестве, зарабатывая вышивкой себе на пропитание, где были его сыновья и его жена. На похоронах его присутствовало лишь несколько человек, и только совсем недавно на могиле знаменитого архитектора был установлен памятник.

По творческой деятельности Мюфке в Саратове можно четко проследить становление вкуса и авторского почерка архитектора. В Казани молодой Карл Людвигович запроектировал достаточно амбициозные постройки. Они отличались по стилю друг от друга, все были яркими и неординарными – и Художественная школа в «русском» стиле, и Национальная библиотека – эклектика в смешении с модерном, и Собственный дом – один из первых домов Казани в стиле модерн. А в Саратове же видно затихание творческих исканий Мюфке, сильнее чувствуется влияние строгого классического образования, полученного в Академии художеств. В архитектуре первых трех корпусов комплекса Саратовского университета искусно применен эффект многосюжетности восприятия здания, сочетание различных стилей, в основном неоклассики и модерна, на разных фасадах, в разных помещениях. В последующих зданиях те же приемы применены не так умело, немного нарочито, а иногда и слишком неуверенно. Не могу не сказать, что для многих архитекторов определяющим всегда являлась чистота стиля, а Карл Людвигович мог запроектировать на одном фасаде колоннаду ионического ордера с

окнами в стиле модерн, большой вынос карниза и классические вазоны на парапете. Некоторые авторы (А.П. Осятинский [1]) называли это пагубным влиянием «невнятных форм» модерна, навязанных «заказчиками». Но, возможно, это всего лишь видение Мюфке, который так и не смог найти себя в каком-либо стиле. Тем не менее, нельзя не сказать, что талантливый архитектор обогатил два крупных российских города – Казань и Саратов, построив в них значимые и в архитектурном, и в художественном, и в градостроительном планах здания, вписав свое имя в историю архитектуры этих городов. Мюфке занимался и преподавательской деятельностью, воспитав не одно поколение архитекторов-строителей, строивших в этих городах в последующие годы. Изучение наследия этого зодчего необходимо не только для сохранения и восстановления созданных им памятников, но и обучения будущих архитекторов строительной науке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Осятинский А.П. Архитектурный ансамбль К.Л. Мюфке в Саратове. – Саратов: Изд-во Саратовского университета, 1984. – 56 с.
2. Архив Саратовского Краеведческого музея // Автобиография архитектора Саратовского университета К.Л. Мюфке, СОМК 21780/3.
3. Архив научной библиотеки СГУ // Протоколы строительной комиссии за 1909-1911 гг.
4. Бичанина З.И. Созидатель: очерк жизни и творчества К.Л. Мюфке. – М.: АОО «Международный союз немецкой культуры», 2008. – 112 с.
5. Архитектурный ансамбль СГУ // URL: http://lib.sstu.ru/Arch/ArchSar/monument/sgu/sgu_gen.htm (дата обращения: 12.12.2010).

REFERENCES

1. Osyatinsky A.P. Architectural ensemble of K. Mufke in Saratov. – Saratov: Publishers of Saratov University, 1984. – 56 p.
2. Saratov Regional Museum of Local Lore archive // Autobiography of Saratov University architect K. Mufke, 21780/3.
3. Scientific Library of Saratov State University archive // Protocol of building commission for 1909-1911 years.
4. Bichanina Z.I. Creator: essay about life and creative activity of K.L. Mufke. – M.: APU «International union of German culture», 2008. – 112 p.
5. Architectural ensemble of SSU // URL: http://lib.sstu.ru/Arch/ArchSar/monument/sgu/sgu_gen.htm (reference date: 12.12.2010).

УДК 711

Жемков Е.В. – старший преподавательE-mail: apmpari57@mail.ru**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

ПРИРОДНО-ЛАНДШАФТНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПРОСТРАНСТВА КАЗАНСКОЙ ГУБЕРНИИ

АННОТАЦИЯ

В статье представлен природно-ландшафтный анализ территории Казанской губернии на базе верхнего ландшафтного яруса с детализацией разных уровней, от исторических местностей до урочищ.

Описаны основные ландшафтные и природно-климатические особенности губернии с точки зрения комфортности проживания населения и приспособленности к расселению. С целью выявления визуально-эстетической оценки территории определены основные ландшафтные индикаторы, воздействующие на данное пространство. Впервые для данной территории проведена их типизация по принципу доминирования. Выявлены и зафиксированы наиболее значимые индикаторы, влияние которых явилось решающим в формировании системы расселения губернии. По итогам исследования дана общая оценка степени влияния природно-ландшафтной составляющей на систему расселения Казанской губернии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ландшафтная индикация, Казанская губерния, территориально-пространственная структура, гидрография, рельеф, расселение.

Zhemkov E.V. – senior lecturer**Kazan State University of Architecture and Engineering**

NATURAL LANDSCAPE COMPONENT IN ARCHITECTURAL SPATIAL ORGANIZATION OF KAZAN GOVERNORATE

ABSTRACT

This article presents the architectural spatial analysis of landscape and main natural components of Kazan governorate based on upper landscape tier with the detailing various levels, from historical places till tracts.

When describing the indicators of the impact on the landscape, first for this territory, held its' typing on the principle of dominance in design space. Identified and fixed the most important and suitable for tasks of urban engineering zoning.

On the results of investigation the total estimation of the degree of favorability for resettlement is given, are determined the least and most adapted to these aims territories.

KEYWORDS: landscape indication, Kazan governorate, architectural spatial frame, hydrography, relief.

Введение

Целью данного исследования является изучение основных ландшафтных и природно-климатических особенностей территории Казанской губернии с точки зрения их влияния на формирование системы расселения. При этом, помимо её географической составляющей, предполагается изучить вопрос визуально-эстетической оценки выявленных ландшафтных индикаторов, а также степени их воздействия на территориально-пространственную структуру губернии. В связи с этим проведена их типизация по принципу доминирования в пространстве и степени влияния на формирование системы расселения.

Важность исследования территориально-пространственной организации любого административно-территориального образования обусловлена влиянием на неё самых различных факторов: климатических, рельефа, коммуникационных, этно-социальных, конфессиональных, производственных, историко-генетических и т.д. В данном ряду фактор природно-ландшафтного происхождения является пограничным между географическим и градостроительным направлением исследования, так как от того, какой тип ландшафта и разновидность климатических условий преобладает на исследуемом пространстве, напрямую зависит тип исторически сложившегося пространственного каркаса, его структурных элементов и системы расселения в целом [4].

Таким образом, в поиске всех составляющих природно-ландшафтных условий на процесс формирования системы расселения, в ряду других элементов данного процесса, нам необходимо, в первую очередь, определить и описать основные индикаторы ландшафта, во вторую очередь – их встроенность в климатическую компоненту [2]. Аналогичными исследованиями в направлении структурного анализа территории Среднего Поволжья занимались Айдарова Г.Н., в работе которой проанализирована и изучена территориальная структура Казанской губернии [1]; Ермолаев И.П. [3] и Ермолаев О.П. [4], изучавшие ландшафтно-географическую составляющую территории Татарстана; Мустафина Д.А., определившая степень влияния ландшафта на структуру феодального землевладения [5]; Насыров Р.Г., который исследовал основные положительные и отрицательные ландшафтные условия расселения Западного Закамья [6]; Ступишин А.В. [11], систематизировавший исторически сложившуюся систему ландшафтного районирования Среднего Поволжья [7]. Более детального изучения историко-генетического информационного пространства Казанской губернии, на основе непрерывно развивающегося знания, отражающего процесс расселения Среднего Поволжья в целом и по Казанской губернии в частности, не проводилось.

Ландшафтная индикация территории

Наиболее интересным при изучении ландшафта, с точки зрения архитектуры и градостроительства, является его так называемый верхний ярус, который образован основными физиономическими компонентами, т.е. участками рельефа, поверхностями водоемов, а также внешними формами человеческой активности. При этом основным инструментом его изучения являются так называемые индикаторы ландшафта [7], которые с точки зрения географии представлены простейшими элементами рельефа. Эти же ландшафтные индикаторы с позиции архитектурно-градостроительного анализа территории оцениваются уже как серьезные эстетически-визуальные характеристики. Следует также отметить, что в географии данные индикаторы, кроме всего прочего, служат также и для отражения процесса их изменения на уровне таких морфологических компонентов, как сложные урочища и местности. В архитектуре и градостроительстве ландшафтные индикаторы становятся неотъемлемой частью всего пространства и, как предполагается, могут уже влиять и на формирование более сложной его компоненты – территориально-пространственной организации [6].

В качестве основного методологического принципа при классификации основных индикаторов верхнего ландшафтного яруса использован дедуктивный метод, а также метод графического анализа при генерализации картографического материала, по принципу описания от более общего свойства рельефа местности к более частным характеристикам отдельных урочищ [7].

Следует отметить, что основным условием, предъявляемым к природно-ландшафтным индикаторам в географическом анализе, является степень их устойчивости к физическим воздействиям и, как следствие, нарушению, т.е. способности отражать (фиксировать) воздействие и сохранять его в памяти с минимальной трансформацией во времени (узнаваемость местности) [2]. К таким индикаторам воздействия география относит микротопонимические компоненты урочищ: холмы, котловины, гряды, лощины, гидрографическую систему, тальвеги крупных оврагов, ложбины, утесы, разломы и т.п. Что касается компонентов местности, то для изучения в качестве основных выделяются: водоразделы, склоны, долины и плоскогорья. В градостроительном и архитектурном анализе, в свою очередь, основным условием, предъявляемым к ландшафтным индикаторам, является их способность не только отражать ответную реакцию на воздействие, т.е. не разрушаться, но и оставаться узнаваемыми и эстетически привлекательными на протяжении условно бесконечно длительного времени: например, долины рек – правый берег Волги, лесные массивы Царевококшайского уезда, равнина Закамья, Услонская гора. Те же индикаторы, которые положительно в своей реакции на нарушения (мелкие реки, небольшие овраги, не крупные лесные массивы), мы будем относить к геометрическим, пространственным характеристикам (размеры, объемы и площади), количественным показателям, эксплуатационным ресурсам, возможным типологическим трансформациям и смене эстетической ценности.

Таким образом, при формировании характеристики природно-ландшафтной составляющей территории Казанской губернии, с точки зрения архитектуры и градостроительства, требуется комплексный анализ не только её базовых характеристик: земледельческих, сельскохозяйственных, пастбищных, лесохозяйственных, гидрографических, экономических, геотехнических, рекреационных и этнокультурных, но также и эстетико-визуальных оценок восприятия окружающего поселение

ландшафта, их влияния на функциональную типологию, планировочные приемы, динамику развития структурных элементов, пространственных приемов их организации и, как следствие, способов взаимодействия и влияния на природу в целом и на систему расселения в частности [5].

Природно-ландшафтный каркас территории Казанской губернии

Архитектурное и градостроительное пространство любой территории, в отличие от ландшафта, характеризуется, в первую очередь, целесообразностью и удобством сформированной среды обитания в сочетании со сложившимися на определенный момент историческими требованиями. Играет ли при этом какую-либо роль выразительность и гармония природно-ландшафтной компоненты в пространственной организации жизнедеятельности человека – этот вопрос и является предметом данного исследования.

Очевидно, что архитектурно-градостроительная вообще и историческая реконструкция в частности является наиболее актуальной для крупных территорий, где сосредотачиваются по максимуму все преимущества и недостатки условий их формирования и жизнедеятельности. Данное обстоятельство, в свою очередь, даст нам возможность проведения исторического мониторинга развития территории с точки зрения формирования объективной информационной базы её развития [7].

Для выполнения данного исследования нами был выделен исторический и территориальный природно-ландшафтный потенциал Казанской губернии, сложившийся в период с XVIII и до начала XX вв. Именно тогда границы Казанской губернии сформировались окончательно (1781 г.) в результате целого ряда административно-территориальных реформ, объединивших места оседлого проживания нескольких этносов и целой цепочки исторических государств. Именно в этих границах поселенческое пространство и просуществовало без существенных изменений, вплоть до первой четверти XX века. При этом под пространственной организацией системы расселения нами будут пониматься любые внешние (явление) и внутренние (сущность) реакции социума на воздействие данного пространственного контекста [8].

На момент завершения формирования губернии граничила на севере с Вятской губернией, на северо-западе и западе примыкала к Нижегородской, на юге граничила с Симбирской и Самарской губерниями, а на востоке с Оренбургской [12].

Северная граница губернии топографически не была привязана к каким-либо ландшафтным индикаторам и, в частности, практически не совпадает с руслами рек, подавляющее большинство которых течет с севера на юг. Восточная граница, начиная от деревни Тулла Мамадышского уезда и до села Атарка в устье Вятки, практически совпадает с руслом этой реки, однако за Камой граница вновь становится сухопутной, пересекая большинство рек, текущих в разных направлениях. В районе с. Старая Токманча Чистопольского уезда плавно поворачивает на запад. Южная граница губернии, протянувшаяся до села Грязнуха Спасского уезда, примерно в равной степени и сухопутная, и совпадающая с руслами рек. Пересекая Волгу около устья Старой Майны, граница вновь, весьма редко, совпадает с руслами рек, текущих теперь в подавляющем большинстве с юга на север. У крайней южной точки Ядринского уезда линия границы поворачивает на север и прерывается только у берега Волги, возле уездного города Козьмодемьянска, практически оставаясь на всем своем протяжении также сухопутной. На другом берегу Волги граница входит в русло реки, протекающей по Нижегородской губернии, и после небольшого участка совпадения с ней уходит почти строго на север по лесным делянкам Козьмодемьянского и Царёвококшайского уездов, где и замыкается с северным участком границы [10].

Таким образом, западная и северная границы губернии практически полностью являются сухопутными. Примерно одна треть южной и половина восточной границы губернии является водной. В целом, две трети границы Казанской губернии являются сухопутными. При просмотре картографического материала с указанием границ крестьянских, помещичьих и государственных землевладений было установлено, что граница губернии в основном совпадает на местности с межевыми границами землевладений. Границы землевладений, в свою очередь, в подавляющем большинстве не имеют ландшафтных ориентиров на местности. Лишь изредка граница и губернии, и землевладений совпадает с тальвегами оврагов, краем леса, пересечением дорог, руслом реки или местом их слияния, а в Царёвококшайском уезде – с линиями лесных кварталов.

Рельеф Казанской губернии относится к геосфере, в которой преобладает наземный тип. Северные уезды губернии примыкают к бореальному разряду ландшафтов, а южные захватывают суббореальные разряды, которые распространены во всей Восточной Европе и отличаются повышенной теплообеспеченностью. Генетический тип рельефа имеет признаки многих морфологий: западная часть холмисто-моренных; северо-восточная часть ближе к пологоволнистым и водно-

ледниковым, юго-восток имеет все признаки плосковолнистых древнеаллювиальных морфологий [11]. Анализ типа рельефа в увязке с расселением губернии свидетельствует о предпочтительности пологого и плоско волнистого характера местности с высоким насыщением элементарных бассейнов рек.

По климатическим особенностям губерния принадлежит к умеренно континентальным геосистемным подразрядам. Сумма активных годовых температур составляет 2000...2200 °С, в связи с чем в крупных долинах и лощинах широтного направления в летнее время возможны застойные атмосферные явления и, как следствие, засухи. Осадки в 500-700 мм несколько превышают годовую испаряемость $E = 500-600$ мм, что приводило к заболачиванию, особенно северных уездов [3]. Однако данное обстоятельство напрямую повлияло только на плотность расселения Царевококшайского уезда (2,34 н/п на v^2) и почти не коснулось Козьмодемьянского (5,27 н/п на v^2) уезда, к примеру, в сравнении с более благоприятными Чистопольским (2,87 н/п на v^2) и Спасским (4,3 н/п на v^2) уездами [5].

Тип почв и классы растительных формаций: север – смешанно-лесные, юг – лесостепные. Подтипы почв и подклассы растительных формаций носят южно-таежные и луговые признаки. По виду сезонной структуры подтаежные ландшафты губернии (северные территории) близки к южнотаежным, но с большей длительностью активных периодов и менее продолжительной зимой. Растительный покров образован смешанными лесами, долинными и заливными лугами, в связи с чем опад разлагается быстрее, чем в тайге [11]. Наиболее ценные черноземные почвы расположены в Чистопольском и Свияжском уезде по всей площади, в северной части Спасского, Тетюшского, Цивильского и Ядринского уездов и в южной части Чебоксарского уезда. Однако на плотности расселения данный факт никак не сказывается. Так, например плотность расселения Мамадышского уезда (4,66 н/п на v^2), почвы которого практически полностью состоят из суглинков и супеси, превышает плотность расселения черноземного Чистопольского уезда (2,87 н/п на v^2). В свою очередь, плотность расселения Казанского уезда (5,34 н/п на v^2), сплошь покрытого суглинками, песками и чистой глиной, закономерно значительно ниже плотности расселения Свияжского уезда (9,7 н/п на v^2) [5].

Самый верхний ландшафтный ярус, формирующий рельеф Казанской губернии, являясь основой для формирования ландшафтных ориентиров в пространстве, представлен в основном долинами рек, речными водоразделами, возвышенностями (холмами), а также эрозионными оврагами (лощинами). В целом, большая часть верхнего ландшафтного яруса губернии возвышенна и покрыта холмами со средней высотой около 150 метров над уровнем Балтийского моря, что в относительном измерении от линии горизонта, как граница визуально-эстетического восприятия, не превышает 60 метров. Наивысшая отметка рельефа зафиксирована в Чистопольском уезде: 252 метра над уровнем моря или 200 метров от уровня горизонта. Данная высота входит в структуру Шешма-Сульчинской возвышенности, которая является крупнейшим водоразделом губернии, отделяющим Волжско-Камскую котловину от Бугульминской возвышенности. Самая низкая отметка губернии – 53 метра находится в Чистопольском уезде в устье р. Кичуй при впадении в р. Шешма. Высотность рельефа является высокоэстетическим критерием оценки ландшафта, однако степень её влияния на систему расселения разная. Например, восточные очень высокие (до 200 м) холмистые земли Чистопольского уезда (2,87 н/п на v^2) не смогли стать привлекательными для населения, как и практически весь покрытый холмами (до 100 м) Мамадышский уезд (4,66 н/п на v^2). Однако, имеющие практически аналогичные с Мамадышским показатели холмистости (от 60 до 120 метров) Свияжский (9,7 н/п на v^2) и Тетюшский (8,51 н/п на v^2) уезды по плотности расселения значительно опережают их [5].

Гидрография губернии напрямую увязана с двумя крупнейшими речными системами Европы: Волга и Кама. Поворотом у Казани Волга разделяется на две почти равные части. Среднее падение высоты над уровнем моря на километр составляет всего 6 см, чем обуславливается медленное течение. Данная особенность является благоприятной для организации переправ. В Казанской губернии бассейн реки Волга разветвляется почти по всей площади губернии и захватывает шесть уездов: Чебоксарский, Цивильский, Казанский, Тетюшский, Спасский и Лаишевский, которые в сумме дают плотность расселения равную 6,57 н/п на v^2 , что не на много превышает общий показатель плотности расселения, губернии 5,72 н/п на v^2 [5]. Правый берег Волги на практически всем протяжении значительно выше левого, вследствие чего правый берег исторически называется нагорным, а левый – луговым. Волжский бассейн через свои многочисленные притоки территориально захватывает 23 губернии России. Главными притоками Волги на территории Казанской губернии являются: Кама, Свияга, Сура, Аниш, Казанка, Илеть, Кокшага, Цивиль, Сулица, Бездна. Географический центр губернии расположен в юго-восточной части Свияжского уезда.

Таким образом, в основе пространственного каркаса ландшафта губернии лежит плоско и полого волнистый рельеф с широко развитой гидрографической системой двух крупнейших рек Европы: Волга и Кама, которые делят территорию губернии на три географические части: северную (Луговую) с плотностью расселения – 4,51 н/п на v^2 , юго-западную (Горную) с плотностью расселения – 14,7 н/п на v^2 и юго-восточную (Закамскую) с плотностью расселения – 3,8 н/п на v^2 [5].

Образованный ими природный гидрографический и рельефный «перекрёсток» уездов – Спасского, Тетюшского и Лаишевского – является, по существу, основным опорным узлом пространственного каркаса губернии.

Природные и ландшафтные доминанты губернии

Указанные выше части территории не только разные по площади, но и как было отмечено выше, различаются между собой по характеру ландшафта. В связи с этим выделение природных доминант на плоскогорьях и водоразделов было проведено методом генерализации исходного рельефа и построения планогамм по методике Сосновского В.А. и Русакова Н.С. [9]. Данная методика основана на обобщении рельефа местности без детализации, но с указанием основных линий водоразделов, тальвегов, подошв склонов, бровок обрывов. На основе генерализованного плана была составлена планогамма, основанная на анализе основных уклонов местности и выявления, таким образом, наиболее крупных урочищ, формирующих пространственно-визуальные связи территории.

Упомянутая выше первая часть губернии, именуемая Луговой стороной или Заволжьем, занимает все пространство между левым берегом Волги и правым Камы, включая Царёвококшайский, частью Козмодемьянский, Казанский, большую часть Лаишевского и весь Мамадышский уезды. В восточной своей половине она представляет собой относительно ровную, но сильно пересечённую оврагами и насыщенную высокими холмами местность, особенно это заметно в Мамадышском уезде. Западная половина в границах Царёвококшайского, частью Чебоксарского, Козмодемьянского и севера Казанского уезда – низменная равнина, насыщенная элементарными бассейнами рек. Основными водоразделами на данной местности являются: Кама-Меша; Меша-Казанка; Казанка-Ашит; Ашит-Илеть; Илеть-М. Кокшага; М. Кокшага-Б. Кокшага. Абсолютные высоты здесь колеблются в пределах от 150 м (Ашитско-Казанский водораздел) до 224 метров в районе н.п. Ислейтар. На склонах указанных водоразделов из многочисленных родников начинается исток ручьёв и рек. Долины протекающих по Заволжью рек имеют разработанный вид. Широкое развитие имеют эоловые формы рельефа. Здесь вполне сформированы дюны высотой 1,0-1,5 м и длиной до 1,0-2,0 км. Крылья дюн обычно ориентированы на восток или северо-восток, что указывает на направление преобладающих ветров. В пониженных частях междюнного пространства образовались многочисленные озера и торфяные болота. [1]. Прохладный и влажный климат способствует произрастанию хвойных лесов, занимающих до 80 % площади этой территории. Под их пологом сформировалась в основном подзолистая почва.

В целом выразительный лесной ландшафт западной части (Царёвококшайский уезд) скрывает пространственное развитие этой территории, так как почти не имеет высотных доминант, при этом оно насыщено многочисленными водными объектами, имеющими локальное доминантное значение, таковыми, к примеру, являются: оз. Яльчиковское, оз. Глухое, оз. Линевое, оз. Глубокое, оз. Вышкарь, оз. Пенжиер, оз. Лужьяр и др., однако эти объекты не стали местами формирования поселений. В качестве ландшафтных индикаторов на этой территории выступают водоразделы основных рек Ветлуга, Б. и М. Кокшаги, Илеть и Ашит, образующих обширные ландшафты водоразделов с высокой эстетической ценностью таежных лесных массивов, ставших основой системы расселения данной территории.

В своей центральной и северной части (Казанский уезд) рельеф плавно повышается и на Ашито-Илетском водоразделе достигает 224 метров в районе н.п. Ислейтар и н.п. Казаклар, с преобладанием средних и крутых склонов южной ориентации. Степень лесистости данной местности, в свою очередь, снижается до 10-15 %, в связи с чем высотные доминанты получают высокую эстетическую ценность. Наиболее интересными ландшафтными индикаторами этой местности являются подошвы склонов и долины рек, которые, как правило, не превышают 1-5 километров в поперечнике и формируют красивые пейзажи рек, лощин, балок и оврагов. Наиболее заселёнными являются ландшафты р. Ашит, и р. Казанка, р. Шошма, р. Бурси, р. Ошторма, верховья М. и Б. Мёши, р. Берсут, р. Шия с притокой р. Уча, с их пейзажными доминантами: холмы (210 м) с лощиной в районе н.п. Дубьязы, н.п. Суксу, н.п. Кундурла; Бугровские горы с лощинами меридианного направления, между н.п. Займише и Обсерватория; пойменные леса от устья р. Казанки и далее по правому берегу Волги до н.п. Тетеево.

Восточная и юго восточная местность Луговой стороны практически полностью расположена на Мешинско-Камском водоразделе и имеет единообразный холмистый характер без каких-либо ярко выраженных доминант. Узловым индикатором ландшафта здесь являются устья р. Камы, р. Мёши и р. Вятки. В качестве линейного индикатора можно выделить правый берег Камы от н.п. Шуран до н.п. Масловка Лаишевского уезда с чередой высотных доминант до 90 метров от уреза воды в р. Кама (Сорочьи горы), также мысовой ландшафтный объект, так называемые Соколы Горы в Мамадышском уезде. Кроме того, интересными ландшафтными элементами являются: Троице-Урайские береговые складки, устье реки Берсут, мыс Соколка, устье реки Вятка.

Расселение данной части губернии, достаточно очевидно, имеет приречный тип. Высотные доминанты в организации поселенческого пространства роли не играют.

Вторая часть губернии, а именно юго-восточная, лежащая между левыми берегами рек Волга и Кама, именуется в научной литературе Закамской, и имеет, в основном, признаки типичной и южной лесостепной зоны ландшафта. Её западная часть входит в зону речных долин Волги и Камы и представляет из себя в основном низменную, слаборасчлененную равнинную местность. Наивысшая высотная отметка – 124 метра – зафиксирована в районе н.п. Урняк. Местность насыщена элементарными бассейнами рек. Почвы типичные черноземы, серые и дерново-оподзоленные. Северо-восточная и восточная часть Закамья – это местность, которая имеет более выраженный холмистый характер с перепадом высот от 140 до более чем 200 метров, с очень плотным элементарным бассейном рек и большим количеством карстовых провалов [3]. В этой части Чистопольского уезда возвышенный правый берег реки Большой Черемшан служит естественной границей начинающихся оренбургских степей. Основными водоразделами в гидрографической характеристике этой местности являются: Кама-Малый Черемшан, Малый Черемшан-Большой Черемшан, Шешма-Кичуй.

Основные высотные ландшафтные индикаторы на этой территории сосредоточены в долинах рек Шешма, Б. и М. Черемшан. Долины этих рек имеют явно выраженный низменный характер с извилистым руслом и обрывистыми берегами. Несколько высотных доминант сосредоточены в междуречьи р. Мал. Черемшан и р. Сульча, около н.п. Муслюмкино (182 м) и н.п. Сосновка (188 м), склоны этих холмов весьма пологие. В качестве линейных индикаторов можно привести береговой отрезок от н.п. Балымеры до н.п. Болгар. Высота этого урочища, формирующего не столько высотную доминанту, сколько речной мыс, составляет 92 метра. На фоне, окружающем ландшафт, со средней высотой до 80 метров эта высота практически незаметна, однако со стороны р. Кама и р. Волга 40 метровый крутой и ровный берег выглядит вполне серьезным ландшафтным элементом в пространственной организации данной территории. Кроме того, в качестве разнохарактерных природных ориентиров на реке Кама следует выделить: Жукотинский мыс, Булдырская пойма, устье реки Шешма и Кама, Камско-Полянские горы. Система расселения данной части губернии самая слабо развитая, вследствие высокой степени вовлечения земель в сельскохозяйственный оборот.

Третья часть губернии – западная, относится к лесостепной провинции Приволжской возвышенности. Правобережье представлено типичным зональным ландшафтом умеренного географического пояса, где чередуются лиственные леса на серых лесных почвах и степи на черноземах. Здесь больше солнечной радиации, поэтому коэффициент увлажнения менее единицы. Важной чертой данного ландшафта является пестрота почвенного покрова. Непосредственно вдоль границы р. Волга сформирован возвышенно-равнинный рельеф с суглинками, супесью и рухляками. В удалении от кромки берега Волги простираются плоские или полого-волнистые водоразделы, глубокорасчлененные эрозионной сетью, здесь уже имеют широкое распространение черноземы. И только на юге Ядринского, Цивильского и Тетюшского уездов вновь получают распространение дерново-подзолистые, серые лесные и в низинах (долины рек) – аллювиальные почвы с иловыми отложениями [1].

Годовая сумма атмосферных осадков равна 600-700 мм, что близко к величине испаряемости с открытых водоемов. Во все сезоны года преобладают ветры западных направлений. Почти всю территорию занимают сельскохозяйственные земли, за исключением островков дубовых лесов с примесью липы, клена и ильма на юге Ядринского и в восточной части Свияжского и Тетюшского уездов [1].

Для данной части губернии характерна развитая гидрографическая система, формирующая водоразделы между реками Сура-Большой Цивиль; Большой Цивиль-Малый Цивиль; Малый Цивиль-Свияга; Свияга-Волга. В связи с этим рельеф характерен чередованием невысоких равнинных водоразделов и ассиметричных речных равнин. Широкие долины рек с глубокими лощинами, заливными лугами и озерами, старицами выходят к высокому правому берегу Волги.

Следует отметить, что в этой части губернии практически все ландшафтные индикаторы сосредоточены в бассейне реки Волга и, в частности, в её прибрежной части. Начиная с устья Суры в Ядринском уезде и до Сюкеевских гор Тетюшского уезда, правый берег непрерывно, почти отвесно, нависает над урезом воды. Отдельные участки в виде утесов и мысов достигают здесь высоты в среднем 180 м. Начало данного, самого протяженного линейного индикатора с элементами высотных доминант положено в массиве так называемых Щучьих гор, образующих крупный речной мыс, рядом с н.п. Б. Тарханы. Следующий высотный доминант 180 м расположен в окрестностях н.п. Тетюши, а высота 220 м у н.п. Монастырское и так далее, вплоть до Услонской горы (210 м), являющейся, безусловно, осью архитектурно-пространственного каркаса всей территории Казанской губернии, ввиду поворота р. Волга на юг к Каспийскому морю. Все остальные высоты на данном участке колеблются в этом интервале. К линейным ландшафтным индикаторам на данном участке можно отнести: Матюшинские дубравы, Ташевские обрывы; Сюкеевские и Щучьи горы; к узловым индикаторам: Богородские горы, Камское устье, Булгарский мыс. В качестве локальных индикаторов можно рассматривать: Буртасовский Яр, гора Лобач, гора Вшиха, мыс Зольный. Данная часть губернии имеет самую высокую плотность расселения. Наиболее характерная форма расселения дисперсная и с небольшой выраженностью линейно-приречных участков. Основные ландшафтные доминанты – высотные, – сосредоточены в устьевых створах рек, впадающих в Волгу, и мысах на поворотах или извилинах. Однако они стали местом формирования узлов расселения, и их формирование шло от простого поселения к более сложному, ориентированному на коммуникационные факторы (переправы, мосты, пристани, крепости, монастыри, ярмарки, торговые центры).

Заключение

Все выявленные ландшафтные индикаторы губернии можно разделить на несколько типов по их визуальному восприятию: линейные, пространственные и локальные. Кроме этого, индикаторы можно разделить на подтипы по доминирующим или базовым признакам, которые определяют их высотное или количественное преобладание на территории.

Большинство локальных ландшафтных индикаторов – это так называемые горы (холмы), которые являются естественными возвышенностями и в долинах рек играют роль визуальных доминант. На территории губернии представлены и в виде массивов, и в виде отдельных точечных объектов. Что касается линейных объектов, то в своем большинстве на территории губернии они представлены береговыми линиями, подошвами склонов холмистых гряд. Пространственные индикаторы ландшафтов наиболее эмоционально-выразительны, устойчивы к нарушениям и поэтому являются определяющими в процессе формирования поселенческого ландшафта. На территории губернии данный тип индикаторов характерен исключительно для речных долин и устьев рек.

Данное исследование позволило выявить около 9 наиболее крупных водоразделов, активно задействованных в системе расселения губернии: Алатский, Арский, Лаишеский, Шешминский, Билярский, Спасский, Свияжский, Кайбицкий, Цивильский и Сурский. Топографически закрепленных наименований данные долины не имеют, поэтому названы нами по названию наиболее крупных населенных пунктов или рек.

Таким образом, с точки зрения пространственного анализа территории Казанской губернии, ландшафт как её составная часть характеризуется в целом как благоприятный для расселения. Большое количество элементарных бассейнов рек обеспечивало губернии не только сбалансированное и равномерное распределение водных ресурсов, но и разветвленную речную сеть, связывающую практически любую её местность с большей частью России, от Европы до Урала. В качестве наименее приспособленной для проживания определена северо-западная часть губернии, почти вся покрытая лесами, излишне обводненная и заболоченная. Наилучшим образом приспособлены для проживания местности в пределах Свияжского, Алатского, Арского, Билярского, Шешминского, Лаишевского, Цивильско-Сурского водоразделов. Их небольшая степень возвышенности позволяет хорошо инсолировать склоны, проветривать широкие долины, формировать поселения на вершинах или у подножий холмов, на мысах многочисленных рек и речушек, а также у кромок глубоких оврагов, создавая, таким образом, благоприятные фортификационные условия.

Обширные урочища разной направленности в долинах рек Волга, Кама, Вятка, Сура, Цивиль и Свияга формируют естественные коммуникационные коридоры, стимулирующие расселение.

Ландшафтные индикаторы губернии не представлены каким-то одним типом в подавляющем большинстве и по всей территории. Примерно в равной степени по количеству участвуют в организации пространственного каркаса линейные и локальные индикаторы. Однако небольшое количество выявленных пространственных индикаторов значительно перекрывается качеством их эмоционально-визуального восприятия в пространстве. По сравнению с остальными индикаторами, пространственные являются наиболее востребованными в системе расселения губернии и становятся базовыми для формирования наиболее крупных очагов расселения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ермолаев И.П. Среднее Поволжье во второй половине XVI-XVII вв. Управление Казанским краем. – Казань, 1982. – С. 55.
2. Исаченко А.Г. Физико-географическое картирование. Т.3. – Л.: Издательство Ленинградского университета, 1961. – 267 с.
3. Ландшафты Республики Татарстан. Региональный ландшафтно-экологический анализ. / Под редакцией проф. Ермолаева О.П./ Ермолаев О.П., Игонин М.Е., Бубнов А.Ю., Павлов С.В. – Казань: «Слово», 2007. – 411 с.
4. Левченков А.В. Формирование системы сельского расселения Калининградской области. // Дис. канд. географ. наук. – Калининград, 2005. – 194 с.
5. Корсаков Д.А. Сборник материалов по истории Казанского края в XVIII в. – Казань: КГУ, 1908. – 364 с.
6. Мустафина Д.А. Феодалное землевладение и социальные категории населения в Казанском уезде во второй половине 17 века // Дис. канд. ист. наук. – Казань, 1985. – 248 с.
7. Насыров Р.Г. Сельское расселение западного Закамья во второй половине XVI-начале XVIII вв. // Дис. канд. ист. наук. – Казань, 2005. – 248 с.
8. Нееф Э. Теоретические основы ландшафтоведения: Пер. с нем. – М.: Прогресс, 1974. – 219 с.
9. Николаев В.А. Концепция ноосферы: история и современность. // Вестник МГУ, сер. геогр. 1996, № 2.
10. Сосновский В.А., Русакова Н.С. Прикладные методы Градостраительных исследований. – М.: Изд. «Архитектура-С», 2006. – 111 с.
11. Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона, 1899. т. 54. СПб, 1898 (Репринт). – Л.: Лениздат; 1991. – С. 211. – С. 211-213
12. Ступишин А.В. Физико-географическое районирование Среднего Поволжья. – Казань: Изд. КГУ, 1964. – С. 67-118.
13. Тархов С.А. Изменения административно-территориального деления России за последние 300 лет // География, 2001, № 15. – С. 1-32; № 21. – С. 1-32.

REFERENCES

1. Ermolaev.I.P. Middle Volga region in the second half of XVI-XVII centuries. Management of Kazan region. – Kazan, 1982. – P. 55.
2. Isachenko A.G. Physical and geographical mapping. V.3. – L.: Publishing House of Leningrad University, 1961. – 267 p.
3. Landscapes of Republic of Tatarstan. Regional Landscape Ecological Analysis. // ed. By professor Ermolaev O.P./ Ermolaev O.P., Igonin M.E., Bybnov A.U., Pavlov S.V. – Kazan: « Slovo», 2007. – 411 p.
4. Levchenkov A.V. Forming the system of rural settlement of the Kaliningrad region. – Kaliningrad, 2005. – 194 p.
5. Korsakov D.A.collection of materials on stories of the Kazan edge in XVIII century // – Kazan: KSU, 1908. – 364 p.
6. Mustafina D.A. Feudal land tenure and social categories of population in Kazan county in the second half of the 17th century. – Kazan, 1985. – 248 p.
7. Nasyrov R.G. Rural settlement in the West Zakamye in the second half of XVI-beginning of XVII centuries. – Kazan, 2005. – 248 p.
8. Neef E. Theoretical foundations of landscape: tran. from Ger. – M: Progress, 1974 . – P. 219.
9. Nikolaev V.A. The concept of the noosphere: History and Modernity. // Vestnik MGU, 1996, № 2.
- 10.Sosnovski B.A. Rusakov N.S. Applied methods of the town-planning researches. – M.: Architects-S-2006. – P. 111.
11. SP; 1898 (Reprint, L; Lenin Publishing House; 1991) – P. 211; The Encyclopædia Britannica, 1899. V54. P. 211-213.
- 12.Stypishin A.B. Physical and geographical regional Middle Volga. Kazan: KSU, 1964. – P. 67-118.
- 13.Tarhov S.A. Changes in the administrative-territorial division of Russia for the past 300 years. // Geography, 2001, № 15. – P. 1-32; № 21. – P. 1-32.

УДК 72.03

Искандаров М.М. – старший преподаватель

E-mail: iskandarovm@gmail.com

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Михайлов А.Ю. – кандидат исторических наук, ассистент

E-mail: apunion@mail.ru

Казанский (Приволжский) федеральный университет

СОВЕТСКИЙ НЕОКЛАССИЦИЗМ: ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ИНТЕРПРЕТАЦИИ АРХИТЕКТУРЫ 1930-1950-Х ГГ.

АННОТАЦИЯ

Данная статья посвящена исследовательским интерпретациям архитектуры 1930-1950-х гг. в российской историографии. Акцент сделан на терминах и понятиях, в которых описывается сталинская архитектура. Показано, что «область рассеивания» понятия советский неоклассицизм варьируется от «сталинского ампира» и «пролетарской классики» до историзма, понятий, взаимоисключающих друг друга.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: советский неоклассицизм, «социалистический неоклассицизм», постконструктивизм, «сталинский ампира», «пролетарская классика», историзм, «культура два».

Iskandarov M.M. – senior lecturer

Kazan State University of Architecture and Engineering

Mikhailov A.Y. – candidate of historical sciences, assistant

Kazan (Volga river) Federal University

SOVIET NEOCLASSICISM: RESEARCH INTERPRETATION OF ARCHITECTURE 1930-1950

ABSTRACT

This article is devoted to research interpretations of architecture 1930-1950 in Russian historiography. Emphasis is placed on the terms and concepts that describe Stalinist architecture. It is shown that the «field distribution» of concepts Soviet neoclassicism ranging from the «Stalinist Empire» and «proletarian classic» to historicism, the concept of mutually exclusive of each other.

KEY WORDS: soviet neoclassicism, «the socialist neoclassicism», postkonstruktivizm, «Stalin's empire», «proletarian classic», historicism, «Culture Two».

Неоклассицизм как феномен смещенной, реактуализированной классики подразумевает некое инобытие сформировавшегося классического наследия, его существование в качественно изменившихся реалиях. Основные характеристики классицизма – идея Порядка, иерархии (форм и общественных отношений), социальные утопии, дидактический характер культуры, архитектуры, – получают новое стихийное, глобальное звучание. Теперь они более монументальны, величественны, пафосны.

Классика в современном понимании – это порождение «классической эпохи» [23, с. 113-114; 22] – для Европы это XVII-XVIII вв. – период выстраивания дисциплинированной, рациональной, математически описанной реальности [7, с. 47]. Соотносясь с этим, европейские искусствоведы называют классическим стилем – «style classique» – эпоху барокко, которая описывает «классический период» в социально-политической истории Европы [6, с. 16].

Считая сущностью классицизма просветительские проекты и социальные утопии, А.В. Иконников в своей периодизации советской архитектуры называет эпоху 1930-1950-х гг., то есть период советского неоклассицизма, «преобладанием популистской идеологизированной историцистской утопии «вечных ценностей», утверждавшей образы процветания» (1931-1941) и «абсолютным господством и догматизацией утопии «вечных ценностей», созданием ее канонизированных вариантов» [10, с. 286].

Классицизм, неоклассицизм в советском, постреволюционном контексте имеет совершенно новое преломление, сохраняя основные свои черты. Концептуально классика в советском интеллектуальном пространстве формировалась исходя из марксистской социальной теории с его

дискриминационными оппозициями – прогресс/регресс. «Прогрессивные с марксистской точки зрения эпохи – Античной Греции, Древнего Рима и итальянского Возрождения. Готика, барокко и буржуазный девятнадцатый век – эпохи регрессивные и чуждые», – пишет Д. Хмельницкий, интерпретируя художника Бела Уица в своей тенденциозной работе «Зодчий Сталин» [27, с. 159].

Ему вторит В. Паперный, говоря, что «освоение наследия советской архитектурой начинается с триады «Греция – Рим – Ренессанс», той самой, которая наиболее решительно отбрасывалась прошлой культурой» (то есть «культурой один») [17, с. 47]. Утверждает он это, ссылаясь на спектр мнений советской культурной элиты, подмечая нюансы в определении «классики».

Так, архитектор-неоклассицист И.А. Фомин подразумевал под этим «все периоды, начиная с Греции и Рима и кончая русским ампиrom... с отказом от традиционных пропорций (колоссальность, масштабность, гипертрофия пропорций и есть один из признаков неоклассицизма)» [17, с. 48].

Н.И. Луначарский и М.Я. Гинзбург понимали под классикой Древнюю Грецию. Первый советовал опираться на достижения греческой архитектуры при строительстве Дворца Советов, второй – апеллировал именно к периоду древнегреческой классики (VI-IV до н.э.). «На пером месте хочется поставить эллинское искусство, искусство пятидесятилетнего взлета Фидия, Иктина и Калликрата», – писал архитектор М.Я. Гинзбург [17, с. 48]. А. Толстой и А. Щусев понимали под классикой искусство Рима периода империи с его масштабностью и качеством [17, с. 47-48].

Область рассеивания понятия советский неоклассицизм (или стиль 1930-1950-х гг.) в отечественной историографии столь обширна, что включает в себя такие полярные и отрицающие друг друга определения как ампиr, «сталинский ампиr» (О.С. Хан-Магомедов, А.Г. Раппопорт [18, с. 64-74], М.Г. Меерович [15, с. 31-40] и др.) и историзм (А.В. Иконников). Первый – внеисторичен, имеет ориентацию на вечные ценности, второй – стиль с локализацией к конкретной эпохе и региону. Историзм есть могильщик классицизма, – отмечает один из современных исследователей ампира [20, с. 88]. Между полюсами – множество инвариантных терминов, которые формулируются в зависимости от избранного критерия. Так, маркер принадлежности к европейской классике дает неоакадемизм (О.С. Хан-Магомедов), «пролетарскую классику» (Ю.П. Волчок), неоклассицизм; критерий реализации социальной утопии – «вторую утопию» (А.И. Иконников); градация культуры по бинарным оппозициям – «культуру два» (В. Паперный).

Усвоив предыдущий опыт, современные екатеринбургские исследователи И.Е. Иовлева и О.В. Мартынович, занимающиеся проблемами советского неоклассицизма на материале Екатеринбурга (Свердловска), говорят о вариантах описания этого феномена через термины «сталинский декоративизм» и «сталинское барокко» [12, с. 1; 14].

А.В. Иконников применяет более функциональные определения. Разбирая архитектуру в системе координат формы и содержания, он употребляет такой термин как «соцреалистический неоклассицизм» [8, с. 404]. Или же, исходя из хронологического и стилистического критерия эпохи, определяет ее как «постконструктивистскую архитектуру» [8, с. 410].

Описывая стиль в архитектуре 1930-1950-х гг. через термин «сталинский ампиr» О.С. Хан-Магомедов подразумевает сверхмонументальную классику в духе европейцев Ж.Ж. Суффло, Виньена, Н. Буало, Д.Б. Пиранези и россиян – А. Витберга и И. Фомина. Основная тенденция здесь – это эмансипация стиля, стремление к вычищенности, рафинированности форм, к аисторичности («первый суперстиль») [24, с. 15].

Стремление к простоте и геометричности расширяло понятие классики (по сравнению с чистым классицизмом). Теперь помимо собственно древнегреческой и древнеримской классики она включала в себя египетские и архаические греческие эстетические идеалы. «Красная дорика» (И. Фомин) 1920-х гг. прямое тому подтверждение. В отечественной искусствоведческой традиции столь расширенное понимание классики естественно не определялось только через термин ампиr, как художественное архитектурное выражение неоклассицизма. Академик И. Грабарь даже ввел специальный термин – «александровский классицизм» (1800-1810) – для обозначения архаических, стихийных тенденций в классицизме.

Антиисторичность ампира утверждает современный исследователь культуры историк Д. Сдвижков. «Ориентация на античные идеалы для него означает подражание (imitation) людей и институтов современности (modernes) неизменным и универсальным идеалам древних (anciens). Империя оказывается в этом ряду таким же универсальным принципом государственного общежития, который выше режима, каким хотела себя видеть до того, рядясь в «тоги, сандалии и латиклавы», и французская республика», – пишет он [20, с. 88].

Идеология Советского Союза эпохи И.В. Сталина, ориентированная на вечные ценности, демонстрирует нам те же механизмы рецепции, что и «домодерная» Российская империя – калькирование символов и их подсознательное считывание. «Позитивное содержание его (ампира) – пафос гражданственности, службы легитимистскому Отечеству и императору (читай – вождю). Империи чужды идеологические переписывания символов – Россия спокойно заимствует французские эполеты, мундиры, даже наполеоновских орлов. Трансфер в конфликте тут настолько же естественен, насколько непредставимы потом свастики на ушанках», – замечает историк Д. Сдвижков [20, с. 94].

Противоположная тенденция в описании советского неоклассицизма – это его определение через историзм. Наиболее обоснованную концепцию в рамках этого подхода можно видеть у А.В. Иконникова. Он на излете советского времени (1990 г.) описывал советский неоклассицизм как один из вариантов историзма. В своей обобщающей работе по истории русской архитектуры применительно к концу 1940 – началу 1950-х гг. он констатирует: «Гибкую систему стилиобразования, которая установилась в 30-е гг., к концу 40-х гг. сменили несколько параллельно существующих канонизированных вариантов историзма – ренессансный, классицистический, «неорусский». Каждый основывался на формах, восходящих к определенному кругу прообразов (римский или североитальянский Ренессанс, поздний русский классицизм, московское барокко XVII в.)» [9, с. 363].

Неоднозначную интерпретацию архитектуры сталинской эпохи с позиции снятия дискриминационности предложила исследователь Ю.П. Волчок. Она считает, что художественный стиль 1930-1950-х гг. нужно описывать через более общее понятие, как «пролетарская классика», отказавшись от категории «сталинский ампир» как сугубо оценочной [5, с. 74]. Иллюстрируя свои рассуждения конкретными примерами, она считает, что под данные характеристики более всего подходит творчество И. Фомина [5, с. 74].

Данный термин признает и О.С. Хан-Магомедов, который называет «пролетарскую классику» не просто цитированием, а живой классикой, органической творческой традицией [24, с. 24]. Правда, из рассуждений исследователя не совсем ясно, какое из этих двух понятий – «сталинский ампир» и «пролетарская классика» – является более общим по отношению к другому [24, с. 17].

Почти четвертьвековое существование неоклассицизма в России естественно подразумевало его неоднозначность, инвариантность на различных этапах. Интерпретируя особенности в развитии, исследователи использовали хронологический критерий, водоразделом для которого была Великая Отечественная война. То есть советский неоклассицизм имел довоенную и послевоенную ипостась.

О.С. Хан-Магомедов описывает архитектуру эпохи Сталина и через термины «неоакадемическая стилизация» и «сталинский ампир» [24, с. 11]. Исходя из его рассуждений, можно сделать вывод, что первое он использует для описания довоенного периода, второе – для послевоенного.

Сходную с ним позицию занимает исследователь А.В. Рябушин. Так, говоря об особенностях довоенного неоклассицизма 1930-х гг., он настаивает, что для отрицания конструктивистских экспериментов использовался чистый, первозданный стиль «отца архитектурного классицизма» А. Палладио. Манифестом этого проекта был дом И. Жолтовского на ул. Моховой [19, с. 156].

Согласен в этом отношении с ним и А.В. Иконников. «Отрешенность архитектурной утопии тридцатых от конкретного исторического времени сделала естественным и прямое возрождение популярного в предреволюционной России палладианства, лидер которого И. Жолтовский строил свою концепцию на постулате вечности эстетической ценности классики... Стройная система, к которой Жолтовский привел палладианство, оказалась привлекательной как вариант воплощения поставангардной архитектурной утопии и привлекала многих последователей», – пишет он в одной из статей [11, с. 35].

Утонченный стиль последних предвоенных лет условно можно называть «помпейским», как предложил А.В. Иконников. Характеризуется он отходом от титанизма Ренессанса или циклопичности неоклассицизма в пользу детализовки и большей невесомости как в экстерьере (сдвоенные тонкие колонны) и интерьере (фрески и др.) [8, с. 420-422].

Послевоенный неоклассицизм 1940-1950-х гг. А.В. Рябушин описывает через термины пафоса победы и ампир [19, с. 243]. Обращение к ампиру, как к «поздней фазе русского классицизма конца XVIII-начала XIX вв.», он объясняет параллелями в самоощущении общества с эйфорией после войны 1812 г. Уже усвоенные за полтора века в национальной традиции символы триумфа, победы, героики транслировались в новых советских условиях. «В пору, когда отгремела война 1941-1945 гг., когда в воздухе носились те же ощущения победы и триумфа, всеобщего облегчения и единения, не вспомнить именно об этих архитектурных формах было невозможно. Каждым русским, да и не

только русским, они воспринимались как естественные национально окрашенные символы торжества, героики, искренности и радости», – резюмирует он [19, с. 243-246].

Интересны характеристики, которые дал А.В. Иконников для довоенного и послевоенного советского неоклассицизма. «В 1930-е гг. его связывали с выражением «всечеловечности» социалистической культуры, опирающейся на высшие достижения мировой культуры» [9, с. 364], – пишет он, то есть неоклассицизм носил мессианский характер, описывал тенденцию на экспорт социалистической революции. «В послевоенном десятилетии обращение к отечественной классике противопоставлялось «космополитическому» модернизму Запада и, напротив, служило утверждению культурной обособленности» [9, с. 364] – так характеризуется поствоенный стиль, служащий маркером национально-государственной идентификации.

В современной отечественной и эмигрантской историографии существуют дискриминационные трактовки стиля и архитектурных интенций 1930-1950-х гг., исходя из социально-политического контекста эпохи Сталина.

Данное направление представлено В. Паперным (СССР-США), Д. Хмельницким (Россия-Германия) и М.Г. Мееровичем (Россия).

Выстраивая свое масштабное, столь резонансное для позднесоветского времени культурологическое исследование с позиции структуралистской методологии, В. Паперный доказывает, что все процессы в архитектуре 1930-1950-х гг. укладываются в понятие «культура два», которым он описывает в целом культурно-идеологическую ситуацию в стране.

Применяя систему бинарных оппозиций и конструируя «культура два» от противоположного, из отрицания «культуры один» (1920-е гг.), он на уровне социальных процессов (растекание – затвердевание), места и назначения человека в культуре (механизм – человек), а также этики и эстетики эпохи (лирика – эпос) наполняет ее следующими характеристиками.

Во-первых, в социальной, идеологической и политической плоскости он приписывает ей черты конечности (эсхатологичности), неподвижности (статичности, ориентированности на вечность), вертикальности и иерархичности.

Конечность понимается как возврат к историчности мышления, в т.ч. и в архитектуре, как отказ от художественных экспериментов «молодой», пульсирующей, движущейся «культуры один». «Все классические архитектурные трактаты, начиная с Витрувия и кончая Виоле-ле-Дюком, были переведены и роскошно изданы именно в это время. Основной проблемой архитектуры становится освоение наследия...» [17, с. 47]. Формально следуя этой логике, можно, как А.В. Иконников, определять состояние того времени и художественный стиль как историзм.

Неподвижность в его интерпретации – это даже не статичность, а та самая монументализация, «затвердевание», вынесенное в заголовок. Это ориентация на вечность, на вечные классические ценности архитектуры классицизма. Вертикальность и иерархичность подразумевали отход от горизонтальности в эстетике и строительстве. Иерархия жанров, ордеров, порядок и соподчиненность стали базовыми началами в обществе, а соответственно и в архитектуре.

Большинство из перечисленных характеристик – это признаки классицизма как такового, то есть по сути, по духу. В. Паперный эпоху 1930-х гг. определял как классицистскую. В целом, по степени дисциплинарности эпоха Сталина соответствовала европейской классике Нового Времени.

В этом он видит архетип русской культуры, унаследованный от христианства: «установка на Слово, Имя и Иерархия проявились больше в культуре 2», – пишет В. Паперный [17, с. 207].

В плане вмонтированности человека в общество, он наделяет его и творимую им архитектуру характеристиками: индивидуального (возрождение персонального, академического XIX в., отрицание коллективности «культуры 1»), живого, имени и, к сожалению, зла.

Выразилось это в изменении конфигурации проектируемых пространств. Ушли в прошлое квартиры без кухни и комнаты коллективного сна с перегородками. Персонификация, примат индивидуального выразились в отрицании функциональности и механистичности в осмыслении человека, а соответственно и его жилища, которыми грешит «культура 1» [17, с. 160].

Живая «культура 2» была, как и идеология домодерной империи, ориентирована на Имя (Ленин, Сталин), на мифологию в отличие от «культуры 1», сфокусированной на понятии (электрификация, баррикада) [17, с. 182].

Интересна интерпретация зла. В архитектурной плоскости оно трактуется как превращение моделей «культуры 1» в антимир в рамках «культуры 2». Например, изучаемая и существующая

преступность «культуры 1», которую пытаются разрешить средствами эффективного коллективного барака, затвердевает в индивидуальном карцере «культуры 2» [17, с. 216].

Этические и эстетические намерения эпохи, реализуемые в культуре, он описывает в категориях Слова, Нот (метафора дирижирования, манипуляции), Художественного, Правды и Чуда.

Сравнивая с «культурой 1», которую В. Паперный определяет через бинарные оппозиции характеристик «культуры 2» (горизонтальность, коллективное, неживое), нужно отметить следующее. Тот набор черт, в которых он описывает культурные и социально-политические процессы эпохи Сталина (за исключением особо тенденциозных «зла» и др.), то есть «культуры 2», вполне адекватен и приемлем современной гуманитарной мыслью. Он опознается сейчас как стандартный набор гуманистических, либеральных ценностей, в значительной мере порожденных идеологией Просвещения, которая являлась концептуальным выражением классицизма.

Описывая процесс «сталинизации архитектуры» [27, с. 141] (или «затвердевания» по В. Паперному), Д. Хмельницкий подмечает вариативность интерпретации классического наследия в рамках генерального направления. Архитектуру 1930-х гг. он разделяет на реальную и бумажную, которая не будет реализована. Первую он описывает через термины «монументального классицизма» (с элементами конструктивизма, Лангман, Ной, Троцкий, Б. Иофан), «красной дорики» (с тенденцией к сложности, к неупрошенному классицизму, И.А. Фомин), «палладианского классицизма» (И. Жолтовский), «патетической эклектики» (А. Щусев) и «пышной, разнообразной и изобретательной архитектуры Розенфельда, Иохелеса, Букова» [27, с. 203].

Второе направление он рефлексировал в понятиях «виртуального псевдоконструктивизма» братьев А.А., В.А. и Л.А. Весниных и М.Я. Гинзбурга, «который существовал в проектах, но нигде не переходил в стадию строительства» [27, с. 203].

Подмечая нюансы и полутона стилистических направлений эпохи, он утверждает, что «сталинская архитектура» или «стиль Сталин» сложился как мозаика из различных направлений, созданная личным вкусом Сталина [27, с. 203].

Историк и архитектор М.Г. Меерович, занимавшийся большей частью жилищной политикой сталинской эпохи, главным критерием стиля видит тоталитарный строй в социально-политической сфере. Поэтому для него архитектура 1930-х гг. – это всегда «тоталитарный стиль», описывающий сталинские репрессии и угнетения [16].

В итоге, можно констатировать, что современное исследовательское пространство гуманитарных и архитектурных наук имеет достаточно масштабную «область рассеивания» понятия советский неоклассицизм. В зависимости от избранной идеологии (М.Г. Меерович, Д. Хмельницкий), методологии (В. Паперный) и критерия (А.И. Иконников) данное направление в советской архитектуре 1930-1950-х гг. может быть описано в различных терминах от «сталинского ампира» и «пролетарской классики» до историзма и «сталинского барокко».

Положительной тенденцией является фиксация нюансов и полутонов в развитии стилевых направлений. «Патетическая эклектика» А. Щусева у Д. Хмельницкого и «помпейский стиль» у А.И. Иконникова – иллюстрации этой тенденции.

Показательно, что советские и современные интерпретации сталинской архитектуры детерминированы рефлексией классики и неоклассики самими советскими архитекторами и теоретиками 1930-1950-х гг.

Так, на протяжении указанного отрезка времени конфигурации понятия «классика» менялись в теориях и на уровне практического воплощения. Чистое итальянское Возрождение, палладианство, манифестировавшие разрыв с конструктивизмом, сменились русским классицизмом XVIII-XIX вв. с элементами русского национального стиля XVII в. (стиль высотных зданий в Москве апеллировал к «русскому XVII в.»). Если до войны западный классицизм считался прогрессивным, то после войны – нет, хотя российский был его репликой.

Исследование В. Паперного, выделяющееся концептуальностью и методологией на фоне остальных работ, описывает советский неоклассицизм через понятие «культуры два». Даже несмотря на авторские негативные интенции в нем, сталинская архитектура укладывается в пространство гуманистических ценностей классицизма (предтеча современных либеральных ценностей), по сравнению с творческой, экспериментальной, но бесчеловечной «культурной один».

Исходя из всего вышесказанного, можно утверждать, что советский неоклассицизм был территорией «расширенной классики» (от итальянских рефлексий А. Палладио до древнеегипетской и крито-мекенской стихийности), функционирующей в рамках возрождения национальной

имперской традиции при соответствующем уровне социального и технологического развития. При этом он обладал набором гуманистических ценностей, присущих классицизму и эпохе Просвещения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архитектура сталинской эпохи. Опыт исторического осмысления / Сост. и отв. ред. Ю.Л. Косенкова. – М.: Ком Книга, 2010. – 496 с.
2. Васькин А.А. Сталинские небоскребы: от Дворца Советов к высотным зданиям. – М.: Спутник+, 2009. – 236 с.
3. Вильковский М. Социология архитектуры. – М.: Фонд «Русский авангард», 2010. – 592 с.
4. Власть и творчество. Архитектура в истории русской культуры. Вып. 4. / Отв.ред. Бондаренко И.А. – М.: Эра, 1999. – 192 с.
5. Волчок Ю.П. «Почему же все это должно было произойти?» (Об универсальности понятия «пролетарская классика» для осмысления и обобщения архитектуры периода 1930-1950-х годов) // Архитектура сталинской эпохи. Опыт исторического осмысления. – М., 2010. – С. 74-79.
6. Вундрам М. Палладио, 1508-1580. Законы гармонии. – М., 2009. – 95 с.
7. Даниэль С.М. Европейский классицизм. Эпоха Пуссена. Эпоха Давида. – СПб.: Азбука-классика, 2003. – 304 с.
8. Иконников А.В. Архитектура XX века. Утопии и реальность. Т. 1: В 2 т. – М.: Прогресс-Традиция, 2001. – 655 с.
9. Иконников А.В. Тысяча лет русской архитектуре. Развитие традиций. – М., 1990. – 384 с.
10. Иконников А.В. Утопическое мышление и архитектура: социальные, мировоззренческие и идеологические тенденции в развитии архитектуры. – М.: Архитектура-С, 2004. – 399 с.
11. Иконников А.В. Утопия и власть в архитектуре между двумя мировыми войнами // Архитектуры в истории русской культуры. – Вып. 4. – Власть и творчество. – С. 32-40.
12. Иовлева Е.В. Неоклассицизм в архитектуре Свердловска (1930-1950 гг.) // Автореф. канд. архитектуры. – Екатеринбург, 2004. – 22 с.
13. Казусь И.А. Советская архитектура 1920-х годов: организация проектирования. – М.: Прогресс-Традиция, 2009. – 462 с.
14. Мартынович О.В. Архитектурное наследие 1920-30-х гг. в формировании облика Екатеринбурга. // Автореф. канд. архитектуры. – Екатеринбург, 2004. – 21 с.
15. Меерович М.Г. Стратегия централизации и запрет советского архитектурного авангарда// Архитектура сталинской эпохи. Опыт исторического осмысления. – М., 2010. – С. 31-40.
16. Меерович М.Г. Наказание жильем: жилищная политика в СССР как средство управления людьми 1917-1937. – М.: РОССПЭН, 2008. – 303 с.
17. Паперный В. Культура Два. – М.: Новое литературное обозрение, 1996. – 383 с.
18. Раппопорт А.Г. «Сталинский ампи́р» - гипнотизм и наркотизм стиля// Архитектура сталинской эпохи. Опыт исторического осмысления. – М., 2010. – С.64-74.
19. Рябушин А.В. Гуманизм советской архитектуры – М.: Стройиздат, 1986. – 376 с.
20. Сдвижков Д. Империя в наполеоновском наряде: восприятие французского неоклассицизма в Российской империи // Imperium inter pares: роль трансферов в истории российской империи, 1700-1917. – М., 2010. – С. 88.
21. Фуко М. Археология знания. – Киев: Ника-Центр, 1996. – 207 с.
22. Фуко М. История безумия в классическую эпоху. – СПб.: Университетская книга, 1997. – 575 с.
23. Фуко М. Слова и вещи. Археология гуманитарных наук. – М., 1977. – 392 с.
24. Хан-Магомедов О.С. «Сталинский ампи́р»: проблемы, течения, мастера // Архитектура сталинской эпохи. Опыт исторического осмысления. – М., 2010. – С. 10-24.
25. Хан-Магомедов С.О. Архитектура советского авангарда. Проблемы формообразования. Мастера и течения – М.: Стройиздат, 1996. – 709 с.
26. Хмельницкий Д. Архитектура Сталина. Психология и стиль. – М.: Прогресс-Традиция, 2007. – 374 с.
27. Хмельницкий Д. Зодчий Сталин. – М.: Новое литературное обозрение, 2007. – 304 с.
28. Остроумов В.П. Казань: Очерки по истории города и его архитектуры. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1978. – 294 с.
29. Закирова Т.Р. Прошлое и современность //Архитектура СССР, 1985, № 5. – С. 32-35.

REFERENCES:

1. Architecture of the Stalin`s epoch. Experience of historical reflection / Ed. by J.L. Kosenkova. – M., 2010. – 496.
2. Vas'kin AA Stalin`s skyscrapers: from Palace of the Soviets to high-rise buildings. – M., 2009. – 236 p.
3. Vilkovsky M. Sociology of architecture. – M., 2010. – 592 p.
4. Power and creativity. Architecture in the history of Russian culture. Vol. 4. / Ed. by Bondarenko. – M., 1999. – 192 p.
5. Spinner JP «Why all this should have happened ?» (about universality of the concept of «proletarian classic» for reflection and synthesis architecture of the period 1930-1950) // Architecture of the Stalin epoch. Experience of historical reflection. – M., 2010. – P. 74-79.
6. Vundram M. Palladio 1508-1580. The regulations of harmony. – M., 2009. – 95 p.
7. Daniel S.M. European classicism. The era of Poussin. The era of David. - St.Peterburg, 2003. – 304 p.
8. Ikonnikov A.V. Architecture of the XX century. Utopia and Reality. Volume 1: in 2 vol. – M., 2001. – 655 p.
9. Ikonnikov A.V. Thousand Years of Russian architecture. Development of traditions . – M., 1990. – 384 p.
10. Ikonnikov A.V. Utopian thinking and architecture: social, philosophical and ideological trends in architecture. – M., 2004. – 399 p.
11. Ikonnikov A.V. Utopia and the power of the architecture between the two world wars // Architecture in the history of Russian culture. – Vol. 4. – The power and creativity. – P. 32-40.
12. Iovleva E.V. Neoclassicism in architecture of Sverdlovsk (1930 - 1950) - Abstract. Cand. architecture. - Ekaterinburg, 2004. – 22 p.
13. Kazus I.A. Soviet architecture of the 1920's: the organization of the design. – M., 2009. – 462 p.
14. Martynovich O.V. Architectural Heritage 1920-30 in shaping the image of Yekaterinburg. – Cand. Cand. architecture. – Ekaterinburg, 2004. – 21 p.
15. Meerovich M.G. The strategy of centralization and the prohibition of the Soviet avant-garde // Architecture of the Stalin`s epoch. Experience of historical reflection. – M., 2010. – P. 31-40.
16. Meerovich M.G. Penalty housing: domestic policy in the USSR as a means of manipulation of people, 1917-1937. – M., 2008. – 303 p.
17. Paperny B. Culture Two. – M., 1996. – 383 p.
18. Rappaport A.G. «Stalin's empire style» – hypnotism and addiction of style // Architecture of the Stalin`s epoch. Experience of historical reflection. - M., 2010. – P. 64-74.
19. Ryabushin A.V. The humanism of Soviet architecture – M., 1986. – 376 p.
20. Sdvizhkov D. Empire in Napoleonic garb: the perception of French neoclassicism in the Russian Empire // Imperium inter pares: the role of transfers in the history of the Russian Empire, 1700-1917. – M., 2010. – P. 67-105.
21. Foucault M. Archaeology of Knowledge. – Kiev, 1996. – 207 p.
22. Foucault M. The history of madness in the Classical epoch. – St.Peterburg, 1997. – 575 p.
23. Foucault M. Words and things. Archaeology of Human Sciences. – M., 1977. – 392 p.
24. Khan-Magomedov O.S. «Stalin's empire style»: problems, trends and masters // Architecture of the Stalin`s epoch. Experience of historical reflection. – M., 2010. – P.10-24.
25. Khan-Magomedov O.S. Architecture of the Soviet avant-garde. Problems of morphogenesis. Masters and trends – M., 1996. – 709 p.
26. Khmel'nitsky J. Architecture of Stalin. Psychology and style – M., 2007. – 374 p.
27. Khmel'nitsky J. Stalin is architect – M., 2007. – 304 p.
28. Ostroumov V.P. Kazan: Essays of the history of the city and its architecture. Kazan, 1978. – 294 p.
29. Zakirova T. R. Past and Present // Architecture of the USSR. – 1985, № 5. – P. 32-35.

УДК 72.01

Куликов Д.А. – ассистентE-mail: dmitry.kulikov@bk.ru**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕГО АРХИТЕКТУРНОГО ПРОСТРАНСТВА

АННОТАЦИЯ

В публикации подведены итоги диссертационного исследования феномена «ресурсосберегающей архитектуры». Выявлены, изучены и систематизированы частные принципы и модели организации ресурсосберегающего архитектурного пространства. Разработаны универсальные принципы, теоретическая модель и концепция методического подхода к проектированию ресурсосберегающего архитектурного пространства на объектном, градостроительном и региональном уровне. Сформированы теоретические аспекты дискурса ресурсосберегающей архитектуры в контексте культурологического понятия «потребление».

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: теория, принципы, ресурсосберегающая архитектура, потребление.

Kulikov D.A. – assistant**Kazan State University of Architecture and Engineering**

PRINCIPLES OF THE RESOURCE-SAVING ARCHITECTURAL SPACE FORMATION

ABSTRACT

Publication promotes the results of Ph.D. research on the global phenomenon of «resource-saving architecture». Particular principles and models of resource-saving architectural space are revealed, studied and systematized. On this theoretical basis, the universal principles, a theoretical model and the concept of a methodical approach to design resource-saving architectural space are developed on the object, urban, regional and ideal level. Within the context of culturological concept «consumption» are formed the basic theoretical aspects of the resource-saving architecture discourse.

KEYWORDS: resource-saving architecture, principles, theory of architecture, consumption.

В настоящей публикации подводятся итоги диссертационного исследования «Принципы организации ресурсосберегающего архитектурного пространства», научный руководитель – д. арх., проф. Г.Н. Айдарова [1]. Актуальность исследования составляют четыре аспекта. Первый – по данным РААСН, строительная индустрия потребляет до 60 % всех добываемых ресурсов. Второй – правительством России объявлено общее направление на ресурсосбережение в строительной отрасли. Третий – с 1990 годов в архитектурной науке практически отсутствуют фундаментальные разработки по тематике потребления и ресурсосбережения, настоящее исследование продолжает традицию отечественной научной школы в исследовании ресурсов в контексте процессов потребления. Решающим, четвертым аспектом является первичная роль архитектуры в исчерпании природных ресурсов и фактора коллапса цивилизаций.

Существующие методы проектирования, основанные на ресурсоемких технологиях, не решают накопившиеся экологические вопросы, а лишь разгоняют маховик потребления, усугубляя функционирование городов. Наравне с этим, в мировой архитектурной теории и практике за последние годы появилось множество работ, которые можно рассматривать как становление нового видения – «устойчивой архитектуры». Однако, осмысление нового вектора происходит в узких рамках технологических инноваций. Между тем, логика развития пространства наталкивает на альтернативное понимание ресурсосберегающей архитектуры как новой пространственной системы.

Теоретическую базу исследования составляют работы следующих категорий: общие вопросы теории и истории архитектуры применительно к проблематике потребления (В.В. Владимиров, А.Э. Гутнов, М.В. Шубенков, З.Н. Яргина и др.); теоретические аспекты ресурсосберегающей архитектуры (Г.Н. Айдарова, В.И. Иовлев, В.А. Нефедов, П. Воллард, В. Маас, Д. Харви и др.); философско-научная картина мира, исторические и социальные аспекты потребления в аспекте

ресурсосбережения (Ж. Бодрийяр, Д. Даймонд, В.А. Киносьян, С. Сассен, С.М. Уилсон, М. Фуко); инженерные, технологические, прикладные решения и методики (О.К. Афанасьева, Ю.Н. Лапин, Н.А. Сапрыкина, А.Н. Тетиор, Ю.А. Табунщиков, С.Б. Чистякова и др.); а также практические и экспериментальные архитектурные решения (MVRDV, R&Sie(n), Rural Studio и др.).

Цель исследования: выявление и разработка принципов организации ресурсосберегающего архитектурного пространства. К задачам исследования относятся: – выявление, систематизация и интерпретация теоретических принципов ресурсосбережения в архитектуре. Анализ и уточнение понятийной базы; – систематизация практического опыта ресурсосбережения в архитектуре и смежных дисциплинах, выявление и интерпретация практических принципов и моделей организации ресурсосберегающего пространства; – формирование универсальных принципов, разработка теоретической модели и концепции методического подхода к проектированию ресурсосберегающего архитектурного пространства.

В первой главе диссертации «Историко-теоретические предпосылки ресурсосбережения в архитектуре» выявлен и систематизирован существующий теоретический опыт ресурсосбережения.

Понятие «ресурсы» включает в себя четыре аспекта. Первый характеризуется количественно-качественными характеристиками и выражен в классификации на основе генезиса ресурсов. Второй – исторически-временной аспект – раскрывается в определении А. Минца через востребованность на конкретном этапе развития общества. Третий аспект определен нами понятием «актуализации». Оно устанавливает узкий спектр ресурсов, образующих иконографические особенности архитектуры. Четвертый аспект раскрывается через понятие потенциальных ресурсов; в нем заключен характер будущих перемен в архитектурных системах. С использованием общепринятых классификаций и введенных нами аспектов разработана новая, архитектурная классификация ресурсов. Методом сопоставления определены классы ресурсов сберегающей архитектуры, которые формируют новые пространственные типологии и иконографические образы: строительная древесина, отходы цивилизации, информация или массивы данных, «альтернативная» энергия. В связи с этим нами вводится понятие «ресурсосберегающий потенциал пространства», которое раскрыто как комплекс первичных и вторичных ресурсов и объектных систем, позволяющих устанавливать особый ресурсосберегающий режим функционирования пространства. Предложенная дефиниция развивает понятие «ресурсного потенциала территории» (З.Н. Яргина и др.) в аспекте сбережения ресурсов.

На протяжении XX века в архитектурной теории формируется понятие-антиконцепт «ресурсоёмкая архитектура», выраженное в определениях: «Playboy architecture» З. Гидиона, «Здания-достопримечательности» Ч. Дженкса, «Junkspace» Р. Колхааса. Ведущими теоретиками подчеркивается разрушающее свойство такой архитектуры. Она приводит к эстетической и пространственной дезорганизации архитектурной среды (Ж. Бодрийяр), социальной дифференциации (О. Бауман) к сверхпотреблению и растрате природных ресурсов (Д. Даймонд). Таким образом, нами выявлено понятие «ресурсоёмкая архитектура». В противовес ресурсоёмкому образу жизни, архитекторами XX века сформирован экологический императив. Мировым сообществом он определен как концепция «устойчивого развития» (ООН, 1987 г.). В архитектурной науке он выражен в двух дефинициях, касающихся ресурсосберегающей архитектуры. Первое определение понимает ресурсосберегающую архитектуру как набор технологических решений (Ю.А. Табунщиков, П.Н. Давиденко и др.), второе – как новую культурологическую парадигму (Г.Н. Айдарова). Обобщая анализ терминологической базы, можно сказать, что единого понимания и определения ресурсосберегающей архитектуры в настоящее время в науке не выработано. Нами введен новый, пространственно-организационный аспект, который раскрывается через следующее определение: Ресурсосберегающая архитектура – это комплексная ресурсно-сбалансированная пространственная система объектного, градостроительного и регионального уровня, выражающая организацию потребления. В основе функционирования ресурсосберегающего пространства лежат принципы, соответствующие его ресурсному и ресурсосберегающему потенциалу.

На следующем этапе исследования выявлены, интерпретированы и систематизированы 27 частных теоретических принципов и 3 этапа развития ресурсосберегающей архитектуры.

На первом этапе, период до 1900 г., в архитектуре не ставится проблемы сбережения ресурсов, но интуитивно архитекторами затрагиваются эти вопросы. На этом этапе выявлены 5 принципов: здание экологический знак (пробораз – Висячие Сады Семирамиды); социально-пространственная

утопия (Платон, Т. Мор, DOGMA, MVRDV); линейный город (С. И-Мата, И. Леонидов; И.Г. Лежава); формирование с/х зон внутри городского пространства (Potato Patches; V.B.Kolpa Architects, Work AC); город-сад как социально экономическая единица (Э. Говард). Этап характеризуется поиском формальных решений проблемы сбережения ресурсов.

Второй этап – с 1900 по 1987 гг. – характеризуется становлением экологического императива в архитектуре без осмысления проблем ресурсосбережения. Вырабатываются разносторонние и противоречивые архитектурные концепции и методологии. На этом этапе выявлено 15 частных принципов: органическая архитектура (Л. Салливен, Ф.Л. Райт, А. Аалто); биодинамический сад (Р. Штейнер, М. Фукуока, Б. Моллисон); дом-башня в пространстве города-парка (Ле Корбюзье, И. Леонидов); энергонезависимый дом фабричного производства (Б. Фуллер, Н. Фостер, В. Соббек); промежуточное пространство (К. Курокава); универсальная оболочка (К. Кикутаке, Т. Ито); использование отходов (DropCity); каркас с заменяемыми элементами (Archigram); «ковчег» – автономный город-спутник (П. Солери, Н. Фостер); партисипация (Л. Кролл, Р. Эрскин); сбережение информационно-исторического каркаса города (А. Росси); интеграция с локальным природным ландшафтом (В. Греготти, Я. МакХаг, Д. Винс); биотехнологии и биоинженерия в архитектуре (Н. Тод, Ю.С. Лебедев, R&Sie(n)); локализация архитектурно-строительного процесса (Х. Фатхи, К. Дей); климатизация внутреннего пространства ресурсами флоры (К. Янг). Этап характеризуется технологическим и социальным подходами к ресурсосбережению в архитектуре.

Третий период – с 1987 г. по н.в. – связан с выдвижением концепции «устойчивого развития» и характеризуется появлением наиболее целостных теоретических концепций. Установлено 7 принципов: озеленение вертикальных поверхностей (П. Бланк); «новый урбанизм» (П. Калроф, пос. Хаверляй); «физиологическая архитектура» (Ф. Рам); «легкий урбанизм» (MVRDV); вертикальный агрофарминг (MVRDV); 3D оптимизация (MVRDV); внедрение замкнутой природной среды (Ж. Клеман). Третий этап характеризуется формированием пространственного подхода к задачам ресурсосбережения. Установлено, что философско-социальная парадигма ресурсосберегающего пространства выражена в следующих концепциях: ноосфера, синергетика; коэволюция; планета-Гайя и ее антагонизм планета-Медия. Разработанная периодизация и принципы составляют комплексную генеалогию ресурсосберегающей архитектуры и раскрывают три универсальных пространственных уровня ресурсосбережения: объектный – объемно-планировочные принципы; городской – функционально-организационные принципы; региональный – принципы организации расселения.

В дискурс ресурсосберегающей архитектуры входит значимое культурологическое понятие «потребление» (З.Н. Яргина, Ж. Бодриар). В связи с этим автору было необходимо остановиться на изучении феномена «потребления». Базируясь на комплексности этого явления, в работе выдвинута гипотеза, согласно которой установлено, что существует связь между глобальными процессами потребления и формированием, самоорганизацией архитектурного пространства. В архитектуре это воплощается в планировочных, функциональных и организационных аспектах. Каждой ступени развития потребительской модели характерна строго определенная модель архитектурно-пространственной организации социума (М. Фуко, Д. Харви, С. Уилсон, М.Н. Шубенков). Для выявления ее содержания предложено следующее понятие: Форма потребления – это система производственных отношений (философская, социальная и экономическая), выраженная в характерных ей структурах пространственной организации на образном, функционально-планировочном и организационном уровне. Разработанное определение позволяет говорить о пространстве как о физическом воплощении универсальных процессов потребления и установить единство этой системы – «пространство-потребление». Выявлены и описаны 7 форм, развивающихся в хронологическом порядке: первобытная система потребления (субстратные поселения и жилища); поселение как замкнутая система потребления (город-клан, город-община); город как элемент территориальной системы потребления (типология городов); государство как система потребления (города-колонии); корпоративная сеть потребления (глобальный город); сеть глобальных специализированных регионов (ресурсосберегающая форма); космологическая форма (двоичная пространственная система). Здесь фиксируется критическая точка появления новой формы потребления – ресурсосберегающего пространства. В результате проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

- установленные частные теоретические принципы образуют историческую последовательность подходов к организации ресурсосберегающего архитектурного пространства, развивающуюся от применения формальных подходов к формированию комплексных ресурсосберегающих архитектурных систем разных уровней;

- в основе эволюции архитектуры, организации пространства и иконографических образов лежат комплексы используемых обществом ресурсных систем;
- установлена эволюционная роль ресурсосберегающей архитектуры в качестве новой пространственной формы, выражающей процессы потребления.

Во второй главе работы «Выявление и интерпретация современного практического опыта ресурсосбережения в архитектуре» анализируется практический опыт ресурсосбережения.

Основа традиционного подхода к ресурсосбережению заложена в понятии «субстрат архитектурной культуры» (Г.Н. Айдарова). Нами определены 8 субстратных конструкций: землянка, пещера, щит-заслон, гнездо, шалаш, каркасный дом, изба, каменный дом. Они позволяют создавать ресурсосберегающие архитектурно-пространственные системы. На этой основе были выявлены 4 практических подхода: экологический функционализм (Г. Маркут, Р. Пиано); субстрат как системная единица застройки (А. Бродский, А. Лисицин, С. Растебина, Л. Маряхина); пространственная концепция субстрата в основе архитектурной композиции (Г. Келлер, Axis-Mundi, Futuraplantabureau); элемент субстрата в основе архитектурной концепции (Т. Кузембаев, Е. Асс, SeARCH). Установлено, что концепция «субстрата» в ресурсосберегающей архитектуре представляет собой первичную модель ресурсосберегающего пространства, основа которой определяется принципом воспроизводства потребляемых ресурсов (Д. Даймонд). При этом сохраняется региональное своеобразие архитектуры и реализуется преемственность архитектурных традиций на новом пространственном уровне.

Нами выявлены и интерпретированы 9 частных практических методов организации ресурсосберегающего архитектурного пространства, среди них: пространственные ограничения в качестве основы построения композиции (SANAA, Э. Кейруш, Г. Чанг); встраивание ресурсосберегающих объектов в застройку (ЕКО-VIIKKI, Р. Эрскин, Х. Дуарте); программирование жизненного цикла здания (Bauart Architekten, С. Прайс); внедрение новых функций и объектов в историческую архитектуру (П. Цумтор, Ж. Нувель, В. Олжати); использование рециклируемых ресурсов и отходов (С. Уигелсуорс, Rural Studio, Elemental); проектирование автономных ресурсосберегающих систем (MVRDV); использование ресурсосберегающих биосистем (ONIX, Husos, R&Sie(n)); применение уникальных строительных материалов, на основе традиционных методик (Ш. Бан, Triptyque); комбинирование ресурсосберегающих техносистем и общественного пространства (Х. Асебилю, Ecosistema Urbana). Выявленный комплекс подходов определяет практику ресурсосбережения как целостную систему архитектурно-концептуального мышления, а не набор строительных технологий. Универсальность выявленных принципов доказана их реализацией в различных культурных контекстах. Определены культурологические особенности ресурсосберегающей архитектуры. В практике европейских и американских архитекторов преобладает системный подход к ресурсосбережению. Преимущественно используются передовые строительные технологии и материалы нового поколения, а также вторичные и рециклируемые ресурсы. В ресурсосберегающей практике азиатских архитекторов преимущественно используются традиционные материалы и их модификации – это фанера, картон, бумага и др. Для них характерен пространственный подход к ресурсосбережению. Южно-американская практика концентрируется на социальных аспектах ресурсосбережения, применяются отходы и подручные материалы. Российский опыт раскрывает традиционную архитектуру с позиций ресурсосбережения. Характерные особенности – это натуральная эстетика естественных и вторичных материалов – дерево, отходы и разбор строений, а также семантическое богатство и смысловая многозначность – наложение образов.

В результате анализа опыта ресурсосбережения смежных дисциплин нами определены 6 базовых принципов энергетической стратегии: использование геотермальных источников энергии; использование солнечной энергии; использование ветроэнергетических установок; использование энергии океана; использование вторичной биомассы; применение биогаза. К методам организации транспортной инфраструктуры относятся 5 принципов: электромобиль; сеть общественного электротранспорта; сверхбыстрые электропоезда – региональная сеть; сеть велосипедных дорожек как элемент необходимой инфраструктуры; ресурсосберегающая транспортная инженерная инфраструктура – мосты, дороги, автостоянки. Выявленные подходы образуют техно-эстетическую систему ресурсосберегающего пространства трех уровней: объектного, городского, регионального.

Систематизированы архитектурно-инженерные технологии ресурсосбережения. К ним относятся семь технологических систем: водоснабжения, отопления, электроснабжения,

вентиляции, конструктивные системы, системы освещения, методы организации и предпроектных исследований. Комбинации энергоэффективных и ресурсосберегающих технологий не способны формировать комплексное ресурсосберегающее пространство. Для его построения необходимо привлекать другие объектные и социально-пространственные системы. В науке такие системы названы гетеротопиями (М. Фуко, Б. Лоотсма). Главной их особенностью является соответствие правил социального поведения и архитектурно-пространственных характеристик среды. В качестве такого соответствия нами рассматривается форма ресурсосберегающего потребления. Выявлены и классифицированы 4 социально-пространственные модели. К ним относятся: мусорное пространство – свалки, трущобы; подземное пространство – пещеры, норы, подземный город; автономное пространство – орбитальная станция, авианосец, полярная станция, подлодка и т.д.; научное пространство – бизнес-парки, исследовательские центры, научные города. Каждая из моделей образует уникальный эстетический образ как отражение системы объектных, структурных, ресурсных и архитектурных компонент. Выявленные архитектурные социально-пространственные модели образуют основные направления развития ресурсосберегающего архитектурного пространства. На основе проведенного анализа практики ресурсосберегающей архитектуры можно сделать следующие выводы:

- иконография инженерно-технологической модели ресурсосберегающей архитектуры лежит в области эстетики хай-тека. Био-нанотехнологии открывают новую грамматику архитектурной формы;

- установлена основополагающая роль традиционной архитектуры в организации простейших ресурсосберегающих систем. Традиционная модель – это минимальная архитектурная ресурсосберегающая программа пространства, в ее основе лежит концепция «субстрата»;

- в качестве базового аспекта организации ресурсосберегающего архитектурного пространства необходимо рассматривать принцип ресурсосберегающей гетеротопии, т.е. соответствия социальных действий и архитектурно-пространственной организации.

В третьей главе «Теоретическая модель ресурсосберегающего архитектурного пространства» нами сформулированы следующие шесть универсальных принципов организации ресурсосберегающего архитектурного пространства:

1. Принцип ресурсной локализации пространства заключается в использовании: локального ресурсного потенциала – строительные материалы, трудовые, информационные и вторичные ресурсы; локальной топографии; естественных и антропогенных особенностей ресурсосберегающего потенциала пространства; архетипа локального традиционного жилища или других устоявшихся типологий – концепция субстрата архитектурной культуры в основе программы пространства.

2. Принцип автономности пространства заключается в развитии замкнутых ресурсных цепочек трех категорий: уровень объектной типологии; автономных городских образований – независимые поселения; автономных экосистем – самовосстанавливающиеся природные системы. Ресурсы в такой системе становятся циркулирующим материалом.

3. Принцип пространственных ограничений – это минимизация и оптимизация внутренней структуры объекта: габариты, объем, соотношение помещений и т.д.; создание промежуточных зон и временных пространств – гибкость и адаптируемость пространства; ограничение экспансии антропогенного пространства – баланс природной и искусственной среды, минимизация и сокращение пространства обитания.

4. Принцип гибридности пространства заключается в интеграции пространства на основе социальных моделей ресурсосберегающего потребления, т.е. построение ресурсосберегающей гетеротопии; в смешивании ресурсосберегающих пространств в функционально-планировочной структуре – максимальный набор функциональной программы для интенсификации социальных взаимодействий и ресурсной подвижности системы, в совмещении двух типов пространств – антропогенного и естественного биологического, на основе биотехнологий и методов биоинженерии.

5. Принцип специализации пространства заключается в соответствии ресурсных возможностей среды режиму их использования – плотность застройки, виды производств. Принцип можно раскрыть

через следующую методологию: специализация – выявление режима использования пространства, наиболее берегающего ресурсы; оптимизация пространства заключается в повышении ресурсного и ресурсосберегающего потенциала средствами планирования и реорганизации пространства – интенсификация рециркуляции ресурсов; максимизация пространства – это заключительная стадия специализации, при которой создается максимально производительный режим циркуляции и производства ресурсов в масштабе регионального планирования.

6. Принцип структурности пространства основан на трех элементах: ресурсосберегающая ткань – это объектная типология, сеть ресурсно-оптимизированных ячеек, независимая обновляющаяся архитектурная среда, например, «нулевые» дома; ресурсосберегающий каркас города обеспечивает рециркуляцию ресурсов всех уровней, это сеть функционально связанных модулей, обеспечивающих функционирование ресурсосберегающей системы; специализированные территориальные элементы экосистемы, например, города-спутники – независимые автономные внесистемные элементы.

На этой теоретической базе разработана модель пространства четырех уровней (рисунок):

Модель 1: ресурсосберегающая ячейка – ткань ресурсосберегающей системы потребления, где каждый элемент локальная и независимая ресурсная система с различными программами ресурсосбережения. Основа функционирования модели – это минимальное потребление первичных ресурсов на всех стадиях жизни архитектурного объекта.

Модель 2: системный городской модуль. Система модулей рассматривается как «ресурсосберегающий каркас», где каждый модуль отвечает за локальную ресурсосберегающую функцию. Ресурсосберегающий каркас – это градостроительная система объектов различного функционального значения, обеспечивающих циркуляцию ресурсов, процессы переработки, ресурсосберегающего потребления, очистки, утилизации; в комплексе обеспечивающих ресурсный баланс окружающей экосистемы.

Модель 3: региональная единица расселения, в основе которой совокупность территориальных ресурсосберегающих элементов. Такая градостроительная система функционирует на основе принципов специализации, локализации, оптимизации и максимизации потребления. Архитектурная среда «врастает» в экосистему, увеличивая ресурсный потенциал и биоразнообразие ареала обитания человека.

Модель 4: идеальная архитектурная ресурсосберегающая система основана на концепции тотальной био-технологической коэволюции искусственной среды обитания, природной среды и человека. Биогород – это открытая автономная самодостаточная система, пульсирующая сеть-ландшафт, где архитектурная организация определяется потребностью экологической системы и ресурсной возможностью. Формируется непрерывное ресурсосберегающее пространство, развивающее экосистему.

Предложена концепция методического подхода к проектированию ресурсосберегающего архитектурного пространства, которая раскрыта через следующие 4 стадии:

- Предпроектная стадия (анализ ситуации): включает выявление окружающих ресурсосберегающих элементов и связей, определение возможных элементов взаимодействия будущего объекта, выявление границы и ресурсосберегающего потенциала окружающей системы;
- Стадия концепции (постановка проблемы): включает формулировку целевой задачи локального ресурсосберегающего пространства, составление ресурсосберегающей программы и сценария пространства, расчет стадии оптимизации и максимизация системы;
- Проектная стадия (выдвижение гипотезы): включает выбор технологических решений;
- Стадия пост-проектных исследований (тестирование гипотезы): включает сравнительную фазу экономических затрат на строительство, мониторинг эксплуатационных расходов, составление ресурсного паспорта, внесение результатов и характеристик в нормативную документацию и др.

Сформированная система выявляет комплекс возможных, эстетически непредсказуемых ресурсосберегающих сценариев. При этом в структуре пространства образуются новые функциональные связи, тектонические и эстетические характеристики.

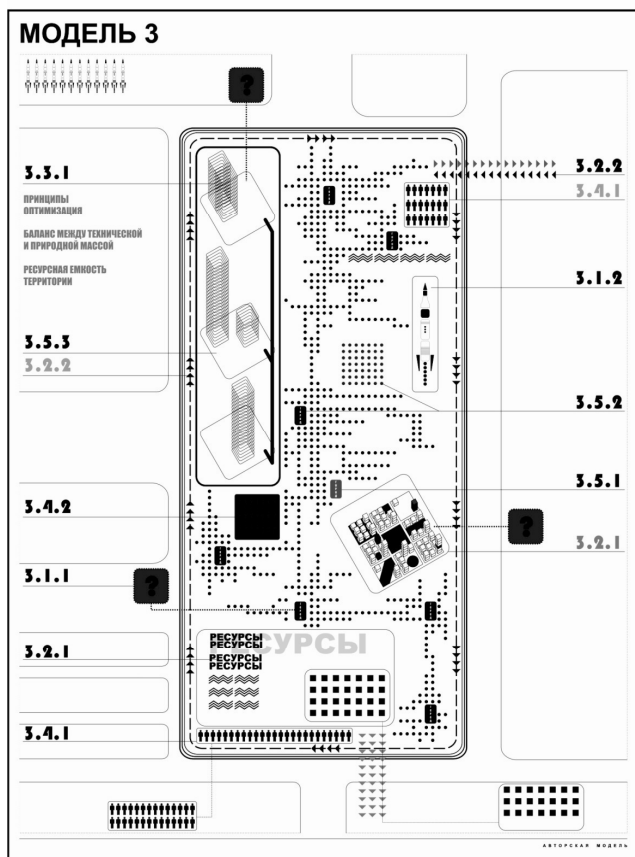
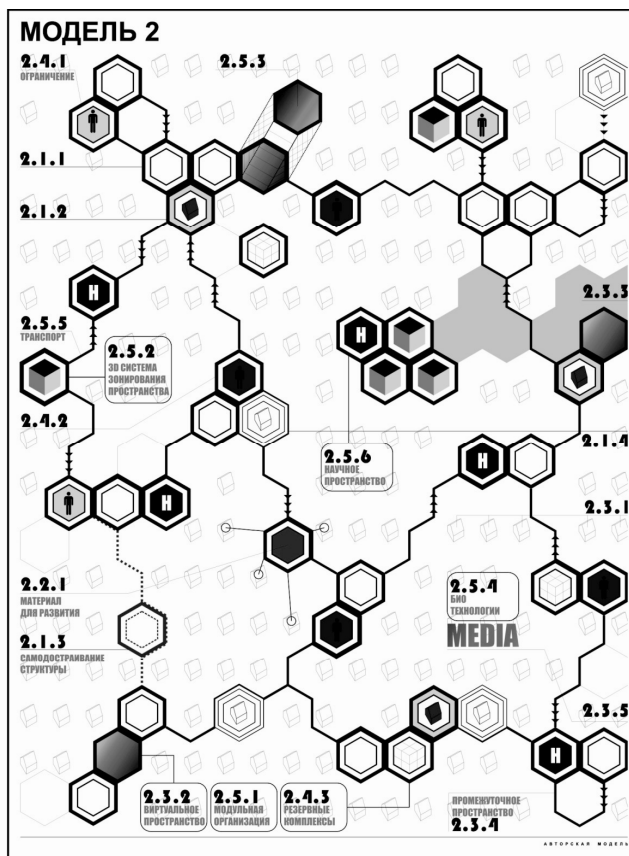
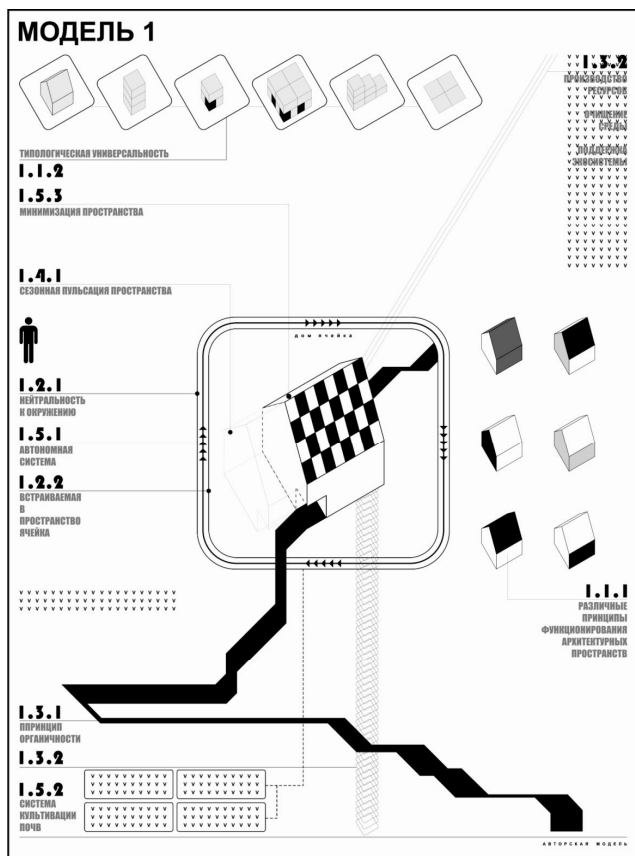


Рис. Теоретическая модель ресурсосберегающего архитектурного пространства

В дополнение к вышеизложенным необходимо обозначить главные выводы и результаты работы, которые содержат научную новизну исследования:

1. Определены подходы к изучению ресурсосберегающей архитектуры как теоретической области знания. Их составляют следующие категории: ресурсы как система производственных отношений (экономико-географический аспект), теоретические и практические архитектурные концепции (методический аспект), историческая система пространство-потребление (историко-культурологический аспект), комплексные социально-пространственные модели ресурсосберегающего пространства (пространственно-социальный аспект). Исследования по этим направлениям могут быть продолжены в дальнейшем.

2. Генеалогия ресурсосберегающей архитектуры включает 3 периода: период формальных решений, период формирования экологического императива, период появления комплексных методов ресурсосбережения и оптимизации пространства. На текущем этапе в архитектуре складывается комплексный пространственный подход в решении экологических и ресурсных задач.

3. Установлен пространственный аспект понятия «ресурсосберегающая архитектура» – ресурсосберегающее архитектурное пространство. С этих позиций в научный оборот введены определения: «ресурсосберегающий потенциал пространства», «ресурсоемкая архитектура», «ресурсосберегающий каркас», а также «форма потребления».

4. Предложена гипотеза взаимосвязи процессов потребления и организации архитектурного пространства. Выявлены 6 форм потребления.

5. Выявлены и интерпретированы 53 частных принципа и 6 моделей организации ресурсосберегающего архитектурного пространства. На их основе разработаны шесть универсальных принципов организации ресурсосберегающего архитектурного пространства, среди них принципы: ресурсной локализации, автономности, ограничения, гибридности, специализации, структурности.

6. Разработана теоретическая модель ресурсосберегающего архитектурного пространства. Раскрыты особенности формирования объектов трех системных уровней: объектный уровень – ресурсосберегающая ткань пространства, градостроительный уровень – ресурсосберегающий каркас пространства, региональный уровень – ресурсный территориальный элемент. Предложена концепция методического подхода к проектированию ресурсосберегающего архитектурного пространства, базирующаяся на определении ресурсного и ресурсосберегающего потенциала пространства. Вводится предпроектная стадия анализа ресурсосберегающего потенциала пространства, а также стадия разработки проектной концепции, в которой закладывается ресурсосберегающая программа объекта. Общим для нового подхода является приоритет ресурсных ограничений в программе проектируемого объекта.

Полученную в работе методическую основу можно использовать при создании новейших методик обучения в системе архитектурного образования с целью развития и формирования новых инновационных подходов к проектированию объемно-пространственной среды обитания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куликов Д.А. Принципы организации ресурсосберегающего архитектурного пространства: автореф. дис. ... канд. архитектуры / Д.А. Куликов. – Нижний Новгород, 2011. – 28 с.

REFERENCES

1. Kulikov D.A. Principles of the resource-saving architectural space formation: The master's thesis author's abstract on competition of degree of a Cand. of Architecture / D.A. Kulikov. – Nizhny Novgorod, 2011. – 28 p.

УДК 726:72.012.6

Мубаракшина Ф.Д. – кандидат архитектуры, доцентE-mail: faina.arch@rambler.ru**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

МЕТОДИКА ОСВОЕНИЯ АРХИТЕКТУРНОЙ ГРАФИКИ НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ

АННОТАЦИЯ

Во все времена архитектурная графика была неотъемлемой частью проектного процесса, важнейшим средством выражения архитектурной идеи. На разных этапах развития архитектурного проектирования в зависимости от характера архитектуры, организации проектного дела, общей изобразительной культуры общества использовались различные способы и приемы изображения.

В настоящее время, несмотря на преобладание в проектной практике компьютерной графики, освоение базовых изобразительных приемов, в частности, отмывки не теряет своего основополагающего значения в процессе подготовки архитекторов, инженеров-архитекторов и дизайнеров на начальных стадиях обучения. В статье рассматриваются цели, задачи, правила и методические рекомендации по выполнению отмывки памятника архитектуры, приводятся иллюстрации. Автор подчеркивает значение отмывки не только как профессионального инструмента для изображения архитектурных объектов, но и как средства формирования у учащихся первичных навыков архитектурного проектирования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: методика, архитектурная графика, акварель, памятник архитектуры.

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

Kazan State University of Architecture and Engineering

METHODS OF LEARNING THE ARCHITECTURAL GRAPHICS, BASED ON RESEARCH OF ARCHITECTURAL MONUMENTS

ABSTRACT

Architectural graphics is one of the most important elements of preparing specialists architects, engineers-architects, designers. Pedagogical and educational content of primary professional preparation is in integrative educating the bases of architectural design on the basis of learning of the rules and methods of architectural graphics and developing of compositional thinking. Architectural monuments are the objects for designing work. The students' projects illustrate the main methodic ideas.

KEYWORDS: methodic, architectural graphics, aquarelle, monument of architecture.

Во все времена архитектурная графика как один из инструментов создания проекта была неотъемлемой частью этого процесса, важнейшим средством выявления архитектурной идеи. На различных этапах развития архитектурного проектирования в зависимости от характера архитектуры, уровня развития строительной техники, организации проектного дела, общей изобразительной культуры общества использовались разнообразные способы и приемы изображения.

Из истории известно, что древнерусские зодчие пользовались простейшими приемами разбивки строительной площадки при помощи примитивных инструментов, но одновременно они же работали по чертежам, которые имели достаточно условный характер. В русских чертежах XVI-XVII веков, не имевших масштабов, использовались приемы «обратной перспективы», показывающие архитектуру одновременно с разных точек зрения. Чертежи являли собой условное изображение плана местности с указанием расположения отдельных сооружений на генплане. При построении перспективных изображений 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. Сохранились чертежи с совмещенными планами и фасадами зданий того времени.

В начале XVIII века в России разворачивается большое строительство. Одним из крупнейших архитектурных объектов петровского времени было строительство главного объекта, целого города –

Петербурга. В это время организуется «Канцелярия от строений», при которой открывается школа, где изучаются начальные сведения об архитектуре, молодых учеников посылают для обучения за границу. В первой половине XVIII века в России появляется трактат-кодекс, первое теоретическое и практическое руководство по архитектуре и строительству, называвшееся «Должность Архитектурной Экспедиции», в котором была сделана попытка обобщения теории проектирования и практики строительства. Проекты тех лет, дошедшие до нас, показывают высокий уровень архитектурной графики XVIII века, для которой было характерно строгое подчинение изобразительных средств технической сути проектов.

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. Прекрасными тому иллюстрациями являются сохранившиеся проекты архитекторов русского классицизма В. Баженова, А. Воронихина, М. Казакова и других. Многие из этих проектов практически были рабочими чертежами, по которым строились здания.

Мастера русской архитектуры XVIII-XIX веков, оставившие нам множество чертежей построенных зданий, мастерски использовали в своем творчестве отмывку. Чертежи фасадов зданий, построенные по всем правилам начертательной геометрии и теории теней, отмывались тушью с соблюдением законов воздушной перспективы, выявляя пластику архитектурных форм, выражая свойства строительных и отделочных материалов. Для выявления объемно-пространственных качеств архитектуры активно использовались светотень и цвет.

Наряду с разнообразными приемами и средствами изображения, применявшимися авторами, в архитектурных чертежах проектов доходных домов, особняков, фабрично-заводских и других объектов архитектуры начала XX века повсеместно применялась классическая отмывка.

Художники и архитекторы 20-х годов XX века стремились пересмотреть устоявшиеся приемы и внести революционное начало в художественное творчество. Новое время рождало новое пламенное синтетическое искусство, основанное на традиционных живописи, скульптуре и архитектуре, но одновременно впитывавшее в себя современные качества строительной техники и обладающее новыми пластическими и цветовыми качествами. Многие приемы архитектурной графики того периода получили широкое применение в современной архитектурной практике (использование линейного способа изображения, контраста черного и белого цветов, применение локального цвета, фактуры).

Архитектурное проектирование советской России 1930-50-х годов отражало обращение к монументальным пластическим формам классической архитектуры, что повлияло на выбор графических способов изображения зданий и сооружений. Эффекты ночного освещения, праздничной революционной подсветки объектов потребовали широкого использования светотени при помощи техники акварельной отмывки. Черно-белая, а чаще цветная отмывка использовались при изображении монументальных перспектив и панорамных изображений огромных стадионов, дворцов культуры и искусства, высотных домов, крупных гидростанций, что давало представление о грандиозном масштабе и облике проектируемых сооружений.

Для архитектурной графики второй половины XX века характерно возвращение архитектурному чертежу свойственной ему условности, использование его основного изобразительного языка – черно-белой графики (часто это становится условием, обязательным для представления архитектурных проектов на конкурсы).

В архитектурной практике всегда идет поиск новых видов график, возникновение и развитие которых, как известно, диктует время, характер архитектуры, современные компьютерные методы проектирования, новые требования к изображению элементов проекта. Новые компьютерные графические приемы также должны соответствовать требованиям архитектурного чертежа и должны быть увязаны с творческими поисками архитектурных форм, с новыми методами проектирования и строительства. При этом нельзя переоценивать значение технических средств и компьютерной графики. Компьютер не может заменить человека с его вкусами, устремлениями, эмоциями, которые естественным образом присутствуют в творческом процессе архитектурного проектирования.

В условиях преобладания в проектной практике компьютерного проектирования ценность линейной и тональной графики ручной графики высокого качества не только не уменьшается, но и возрастает. Освоение традиционных, базовых изобразительных приемов, каковыми, в частности,

являются акварельная и тушевая отмывка, никогда не теряет своего основополагающего значения, особенно в образовательном процессе подготовки архитекторов, инженеров-архитекторов и дизайнеров на начальных стадиях обучения. Освоение отмывки как одного из ведущих видов графики, изучаемых студентами для получения профессионального инструмента изображения архитектурных объектов с выявлением пластики их форм, пропорций, стилевых черт, обязательно еще и с позиции формирования у учащихся первичных навыков архитектурного проектирования.

Итак, отмывка фасада – одно из заданий, выполняемых студентами первого курса в рамках дисциплины «Архитектурная графика». Целью этого задания является изучение памятника архитектуры и изображение его с выявлением художественно-образных характеристик, особенностей пластической организации элементов фасада с помощью акварельной полихромной отмывки в разных уровнях освещения, при разнообразных атмосферных состояниях, в условиях различных времен года, в разное время суток.

Задачи, которые ставятся перед учащимися в процессе работы, включают:

- ознакомление с объектом исследования, изучение его «биографии», выполнение композиционного и конструктивного анализа форм объекта, выявление его функциональных и стилевых особенностей;
- вычерчивание изображаемого объекта с построением теней;
- определение характера окружающей среды, выбор условий освещения изображаемого объекта с уточнением времени года и времени суток;
- подбор колористического решения;
- освоение методики светотонального моделирования формы архитектурного объекта на основе овладения техникой акварельной полихромной отмывки;
- решение композиции чертежа;
- выполнение графической работы, являющей собой ортогональный чертеж фасада здания, в технике классической акварельной полихромной отмывки.

В качестве объекта для выполнения задания может быть выбрано здание, принадлежащее к любой исторической эпохе, представляющее художественную ценность. Необходимо изучить время и место постройки объекта, проанализировать его композиционно-художественные и стилистические особенности. Если это возможно, желательно ознакомиться с памятником архитектуры в натурных условиях.

Памятник архитектуры, который рассмотрим в качестве примера, – культовое сооружение, мечеть «Марджани», построенная на средства купеческих семей Казани в 1770 году (рис. 1).



Рис. 1. Мечеть Марджани сегодня

В разное время ее называли по-разному: первое ее название «Эфенди» («Господская»). В XIX веке она переименовывается в «Юнусовскую», потом получает название «Первая Приходская», а со временем – «Большая Старо-Каменная». Свое последнее название мечеть приобретает по имени великого татарского ученого, философа и просветителя Шигабутдина Марджани, служившего в ней имам-хатибом с 1850 по 1889 годы.

Здание мечети построено по проекту архитектора Василия Кафтырева. Губернский архитектор Василий Кафтырев, ученик петербургской архитектурной школы, выполнил общий художественный строй здания в стиле строгого барокко. Здание мечети двухэтажное, прямоугольной формы, в южном торце имеется выступающий небольшой полукруглый михраб. На крыше криволинейной формы возвышается восьмигранный двухъярусный минарет, завершенный восьмигранным шатром. На первом этаже располагаются сени с лестницей, ведущей в вестибюль на втором этаже, медресе и служебные помещения; на втором – анфиладно расположенные вестибюль с гардеробом и туалетами и два молебных зала. Анфилада перекрыта сомкнутыми сводами. Второй этаж композиционно выделен рядом больших окон с крупными барочными наличниками. Простенки между окнами оформлены пилястрами со сложными капителями. На углах здания с каждой стороны расположены парные пилястры.

Кафтырев своеобразно подошел к взаимосвязи художественного строя продольных фасадов с расположением минарета на крыше. Выход к фасаду поперечной стены, несущей минарет, он подчеркнул парными пилястрами. Под воздействием классицистических идей он решает фасад симметричным. Он выделяет в центре фасада два оконных проема с самым маленьким простенком между ними и приближает к ним пилястры на смежных простенках. Примерно то же самое он делает с крайними парами окон. Тем самым между этими тремя группами парных окон возникают два уширенных поля стены с одиночными окнами. Расположение минарета на крыше оказывается случайным, совершенно не привязанным к этому художественному строю. Более того, размеры всех архитектурных форм на фасаде различны и сам художественный строй выполнен неточно. Здесь нет ни одной пилястры или наличника, равными размерами тем, что им симметричны. Все простенки различной величины. Словно все выполнено без точного инструментария, «на глазок». Эти неточности исполнения художественного замысла лишают архитектуру мечети торжественности, характерной для симметричных композиций, и, наоборот, придают зданию теплоту рукотворности.

Сегодня мечеть Марджани является главным действующим культовым зданием мусульман Казани. Она располагается на высоком левом берегу Кабана, за прибрежной линией застройки Старой Татарской слободы, доминирует над окружением, пространственно организует его. Мечеть Марджани стоит на огороженной каменным забором территории. За воротами, украшенными башенками под двухъярусными шатрами со шпилями, увенчанными шарами и полумесяцем, довольно просторный двор. Отсюда мечеть раскрывается во всей своей красе, она стоит, согласно правилам, меридианально и размещена по диагонали двора.

Современный облик мечети мало чем отличается от дореволюционного. Но есть в ней новшество – слуховое окно на крыше. Оно небольшое, полукруглой формы и расположено по оси минарета на выступающем из крыши фронте. Простота этой новой архитектурной формы диссонирует с богатой пластикой фасада и минарета. Но при этом фронтон зафиксировал ось минарета и парной пилястры. На своем месте теперь двухъярусный минарет с красивой галереей муэдзина. Его граненый шатер увенчан шпилем с двумя шарами и полумесяцем. Именно таким шпилем с нанизанными на него «яблоками» (войлочными шарами) венчались древки болгарских знамен.

Первый ярус минарета оформлен двойными пилястрами на углах граней и профилированным карнизом, поддерживающим металлическую кровлю. Второй ярус членится на части трехполосным кирпичным пояском и галереей. Завершается второй ярус профилированным карнизом, также поддерживающим металлическую кровлю.

Если близко подойти к зданию, можно разглядеть декоративные узоры в тимпанах наличников, детали капителей. Естественно, что в барочный рисунок вплетены местные мотивы. Именно так рисуются растительные узоры в прикладном искусстве казанских татар. И, конечно же, здесь присутствует любимый символ татарского узора – тюльпан.

После изучения и анализа памятника архитектуры необходимо выполнить ортогональный чертеж фасада изображаемого объекта в определенном цифровом или линейном масштабе с достоверной передачей геометрических параметров и построить тени по правилам и законам начертательной геометрии.

Следующей задачей является определение характера окружающей среды, выбор условий освещения изображаемого объекта, времени года и времени суток. Любое архитектурное сооружение не может существовать вне окружающей его природы или искусственной среды. Окружающая среда активно влияет на композицию, пластику сооружения, а также на условия восприятия его человеком. Поэтому в архитектурные проекты, особенно в чертежи, изображающие фасады зданий, необходимо введение стилизованных изображений элементов среды для создания изобразительных аналогов среды реальной. Такими элементами являются антураж и стаффаж. Антураж – стилизованное изображение деталей пейзажа (деревьев, кустов, массивов посадок и т.п.). Стаффаж – стилизованное изображение людей, животных, транспортных средств и др.

Когда общая изобразительная задача поставлена, выбирается освещение (реальное или условное); устанавливается последовательность, в которой выполняются все этапы отмытки (от светотени к цвету или от цвета к светотени). Освещение является дополнительным средством для выявления пластических особенностей фасада изображаемого объекта, поэтому очень важно правильно определиться с выбором времени суток и расположением источника света для определения главных тоновых отношений объекта, неба и земли. Выбор времени года и состояния атмосферы также подчеркивает цветовые и пластические особенности рассматриваемого архитектурного объекта, непосредственно влияет на его колористическое решение.

Следующим этапом работы является освоение методики светотонального моделирования формы архитектурного объекта на основе овладения навыками акварельной полихромной отмытки посредством выполнения ряда упражнений.

Основными задачами отмытки являются выявление основных композиционно-образных качеств изображаемого объекта: легкость или монументальность, сила или изящество, динамичность или статичность, пропорциональность или ритмичность, цельность; выявление связи изображаемого объекта с окружающей средой (землей, небом, пейзажем, окружающей застройкой). При выполнении отмытки важным условием является понятие и формирование целостности изображения, т.е. выявление главного в объекте и подчинение ему второстепенных элементов.

Правила по технике выполнения отмытки:

- отмытку следует проводить по наклонной поверхности бумаги;
- каждый слой нанесенного раствора акварельной краски необходимо высушивать, чтобы избежать образования пятен;
- также, чтобы не было пятен, не следует добавлять в натеки раствора слишком много краски;
- требуемую силу тона можно получить за счет многократного нанесения слоев раствора отмытки;
- ровные слои тона, при многократном покрытии бумаги раствором, можно получить, покрывая бумагу в начале работы светлыми растворами;
- акварель легко смывается, чтобы этого избежать, необходимо ограничить количество слоев;
- отмытка может быть выполнена различными способами: лессировкой, «от темного – к светлому»; «от светлого – к темному»; «по сырому».

Некоторые методические указания по выполнению отмытки

Подготовка чертежа. Фасад объекта вычертить карандашом, обвести слабым раствором туши, построить тени, лист бумаги с чертежом промыть водой, высушить в горизонтальном положении вдали от источника тепла.

Отделение фасада от бумаги. Соответственно выбору соотношения «архитектура – фон» начать отмытку с того, что светлым раствором акварели покрыть весь фасад, чтобы отделить его от бумаги, или, наоборот, надо тонировать фон.

Отделить освещенные поверхности от неосвещенных; тени покрыть ровным светлым раствором несколько раз, учитывая, что падающие тени светлее собственных. Общий тон теней на этой стадии должен быть светлее предполагаемых рефлексов. Чтобы получить плавные изменения тона, границы света и собственных теней на круглых и цилиндрических поверхностях надо размывать водой с каждым слоем раствора. К концу работы, для получения более темных тонов в глубоких тенях, можно перейти к более насыщенному раствору акварели.

Выявление плановости элементов объекта. Определить планы, которые надо передать с помощью отмытки. По законам воздушной перспективы светлые поверхности на дальних планах становятся темнее, а темные, по мере их удаления, светлее. Отмывать планы надо осторожно светлым раствором, оставляя окончательное их выявление на последнюю стадию работы. На этом этапе

следует продолжить работу над тоновыми отношениями объекта и окружения. Полученные отношения с нюансами прорисовки планов сохранять до конца отмывки.

Моделирование форм фасада надо начинать с самых светлых элементов. Такими являются поверхности, на которые световой луч падает под прямым углом. Бумагу на этих местах раствором не покрывать, особенно на первых планах, чтобы получить как можно больше тональных градаций. Чем больше наклонен луч к поверхности, тем ее освещенность меньше и тем большее количество слоев раствора надо положить на этом месте на бумагу.

Выявление формы в тени. Утемнить падающие тени. Если надо осуществить переход от собственной тени к падающей на криволинейной форме, то резкой границы между этими тенями быть не должно, а сам переход необходимо выполнить с помощью размывки края раствора водой. Возможно введение более насыщенных растворов. Самое светлое место в тени – это рефлекс (часть поверхности, освещенная отраженным светом), поэтому, утемняя падающие и собственные тени, рефлекс следует оставлять более светлыми. Падающие тени утемнить к основанию и высветлить к краю. Самые темные тени – тени в замкнутых пространствах.

Следуя правилам воздушной перспективы, на ближайших к зрителю планах светотеневое моделирование пластики надо выдерживать в контрастных соотношениях, а на дальних планах – в нюансных. И надо все время помнить, что существует опасность при излишней детализировке потерять целостность всего изображения. На заключительных стадиях отмывки, в соответствии с правилами воздушной перспективы, усилить соотношения: объект – окружение, ближний и дальние планы. Все светотеневые отношения довести до их наибольшей выразительности. Постадийное выполнение отмывки необходимо соблюдать на всех этапах работы. Необходимо соблюдать принцип: правильно ведущийся процесс отмывки может быть остановлен в любой момент, при этом вся работа может считаться законченной – все дело в яркости всего изображения и правильных тональных соотношениях частей.

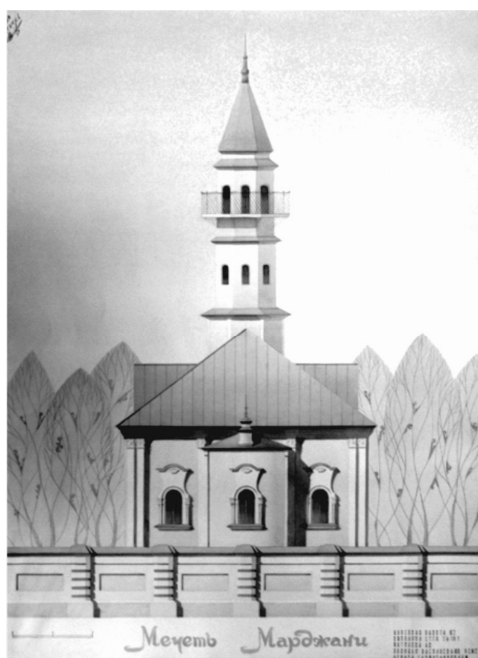


Рис. 2. Отмывка фасада мечети Марджани (выполнила студентка Фатихова А., преп.: Васильева Ю.В., Сайфутдинова А.М., Чемерчева Е.А.)

Следующая задача при работе над объектом – решение композиции чертежа. На примерах студенческих работ посмотрим, как решались творческие задачи, которые обязательно присутствуют при выполнении любого учебного задания, связанного с изображением архитектурного сооружения средствами архитектурной графики. На выполняемом чертеже возможно различное размещение фасадных проекций. Композиция на листе может быть симметрично-осевой или асимметричной. Выбор проекции должен обеспечивать наиболее полную информацию об архитектурном объекте и наиболее ярко отражать художественный замысел всего объекта в целом. Чаще всего студенты для отмывки выбирают главный фасад. Возможно изображение ортогональной проекции фасада в

развороте, которая дает представление о двух сторонах сооружения, лучше передает его объемную структуру. Можно усложнить композицию: выполнить ее состоящей из нескольких фрагментов, составляющих части единого целого: фасада, детали, панорамы ансамбля.

Примеры композиции показаны на отмытках фасадов мечети Марджани, выполненных студентками инженерно-архитектурного факультета КГАСУ (рис. 2-3).

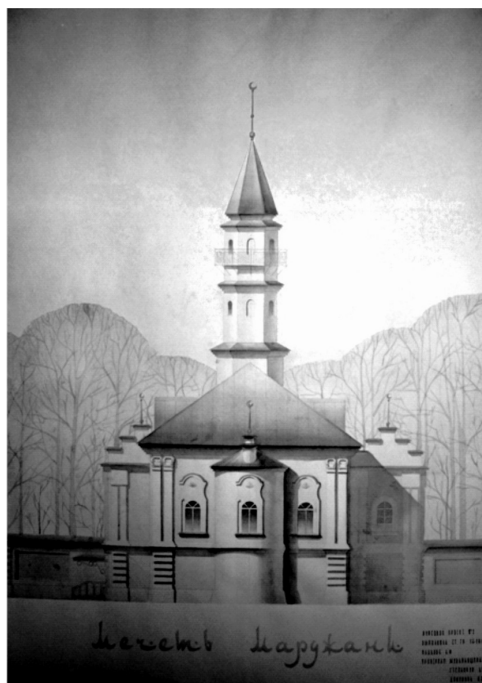


Рис. 3. Отмытка фасада мечети Марджани (выполнила студентка Илалова А., преп.: Мубаракшина Ф.Д., Степанчук А.В., Докукина Н.С.)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кринский В.Ф., Колбин В.С., Ламцов И.В., Туркус М.А., Филасов Н.В. Введение в архитектурное проектирование. Учебник для вузов. – М.: Изд-во «Стройиздат», 1974. – 176 с.
2. Тиц А.А. Загадки древнерусского чертежа. – М.: Изд-во «Стройиздат», 1978. – 151 с.
3. Зайцев К.Г. Графика и архитектурное творчество. – М.: Изд-во «Стройиздат», 1979. – 340 с.
4. Айдаров С.С., Халиков А.Х., Юсупов Н.З. Память поколений. Очерки о памятниках истории и культуры Татарии. – Казань, 1980. – 180 с.
5. Кудряшев К.В. Архитектурная графика. Учебное пособие. – М.: Изд-во «Стройиздат», 1990. – 312 с.
6. Куликов А.Д., Степанов А.В., Нечаев Н.Н. Архитектурный чертеж в развитии композиционного мышления архитектора. Учебное пособие. – Казань, 2002. – 150с.

REFERENCES

1. Krinskiy V.F. , Kolbin V.S., Lamcov I.V., Turkus M.A., Filasov N.V. Introduction to architectural design. Studies for high schools. – M: Publishers «Stroyizdat», 1974. – 176 p.
2. Titz A.A. The puzzles of the Old Russian drawing. – M: Publishers «Stroyizdat», 1978. – 151 p.
3. Zaicev K.G. Graphics and architectural art. – M: Publishers «Stroyizdat», 1979. – 340 p.
4. Aidarov S.S., Halikov A.H., Usupov N.Z. Memory of generations. Sketches about monuments of history and culture of Tataria. – Kazan, 1980. – 180 p.
5. Kudriashev K.V. Architectural graphics. The grant for high schools. – M: Publishers «Stroyizdat», 1990. – 312 p.
6. Kulikov A.D., Stepanov A.V., Nechaev N.N. The architectural drawing in the development of compositional thinking of an architect. Tutorial. – Kazan, 2002. – 150 p.

УДК 72.03

Надырова Х.Г. – кандидат архитектуры, доцентE-mail: nadyrova-kh@yandex.ru**Казанский государственный архитектурно-строительный университет****СРЕДНЕВЕКОВЫЕ «ИСЛАМСКИЕ» ГОРОДА В ЗАРУБЕЖНОЙ ИСТОРИОГРАФИИ****АННОТАЦИЯ**

В статье анализируется зарубежная историография нескольких десятилетий XX и начала нынешнего века по проблеме специфики средневековых городов исламских государств. Автором привлечены научные исследования по истории градостроительства средневековья различных регионов Евразии: Малой Азии, Ближнего Востока, Магриба, Леванта, Андалузии и др. Изучение зарубежной историографии показало изменение сложившихся научных взглядов на эту проблему на современном этапе.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: историография, история градостроительства, ислам, средневековье.

Nadyrova Kh.G. – candidate of architecture**Kazan State University of Architecture and Engineering****MEDIEVAL «ISLAMIC» CITIES IN THE FOREIGN HISTORIOGRAPHY****ABSTRACT**

The foreign historiography of several decades of the twentieth and the beginning of present century based on the problem of specific character of the medieval cities of Islamic states is analyzed in the article. The author has brought research on the history of medieval urban development in different regions of Eurasia: Asia Minor, the Near East, Maghreb, Levant, Andalusia, etc. The study of foreign historiography shows the change in the prevailing scientific views on this issue at the present stage.

KEYWORDS: historiography, the history of urban development, Islam, middle ages.

В научной историографии по градостроительству очень часто встречается термин «исламский» город и очень редко термин «христианский» город или любой другой, обозначающий город иной религии. С одной стороны, это стало настолько привычным, что под названием «исламские» обычно понимают города Востока.

В отечественной историографии изучение городов регионов с преобладающим мусульманским населением велось в различных аспектах, однако с точки зрения влияния ислама на формирование пространственно-планировочной или иного вида структур городов практически не велось. В советский период характеристика средневекового градостроительства не несла религиозной окраски и определялась их региональной спецификой [1; 2; 9-10; 16]. В большей степени исследователями признавалось влияние ислама на архитектуру, чем на градостроительство [6; 15]. В постсоветское время была предпринята попытка впервые открыто уточнить понятие словосочетания «исламский город», до этого практически отсутствовавшего в российской историографии [7; 14]. В последние годы средневековая архитектура и градостроительство исламских государств рассматриваются в аспекте культурно-цивилизационного значения [13; 15]. Для зарубежных исследователей интерес представляли, в основном, средневековые города Средней Азии, которые известны по ряду публикаций в Западной Европе. Города мусульманского периода в развитии Волго-Камья в зарубежной историографии за небольшим исключением не известны [Халиков].

Данная проблема актуальна при изучении средневековых городов Волго-Камья, поскольку градостроительная культура региона развивалась в рамках государств Волжско-Камская Булгария, Булгарский улус Золотой Орды, Казанское ханство, население которых с конца IX до сер. XVI в. исповедовало религию ислам [11; 12]. Цель статьи – анализ зарубежной историографии по проблемам изучения средневековых городов мусульманского мира. Отсюда вытекают задачи исследования: выяснить, как изучались средневековые города мусульманского мира зарубежными исследователями; выявить характерные черты средневековых городов мусульманского мира. Следует сразу отметить, что в статье не рассматриваются труды представителей средневековой арабской географии. Этот вопрос требует отдельного рассмотрения.

Города мусульманского мира известны европейцам с последней трети 1-го тысячелетия. Наиболее известными в истории градостроительства являются арабские города Мекка и Медина, в

которых и зародилась исламская религия. С завоевательными войнами арабов расширялась территория мусульманского мира, в который вошли исторически сложившиеся и существовавшие до них города. Среди них были Дамаск, Иерусалим и другие города Месопотамии, Восточного Средиземноморья и Северной Африки. Развитие Аббасидского и Омейядского халифатов, продвижение мусульман на Пиренейский полуостров, Среднюю Азию и Индию способствовали сложению обширной сети городов. Она формировалась завоеванными и вновь созданными мусульманами городами и поселениями. Крестовые походы на Восток с целью отвоевания у мусульман Святой земли, Реконкиста на Пиренейском полуострове показали европейцам очевидные различия средневековых градостроительных культур христианского Запада и мусульманского Востока.

Исторические исследования городов мусульманского мира начались в XIX в. В начале XX в. к исследованию городов подключились социологи. Один из них – Макс Вебер, считающийся одним из основоположников социологии религии, интересовался её связью с другими социальными институтами, воздействием религиозных идей на общественную жизнь и хозяйственную деятельность людей. Он разработал концепцию исламского и западноевропейского средневекового города. Уже после его смерти в России были переведены на русский язык и изданы его труды, знакомившие исследователей с ее положениями [3; 4].

В своей теории он предложил считать городами те средневековые поселения, где наблюдалась цеховая организация ремесленного населения, при которой цеха обладали определенными юридическими и экономическими правами. В соответствии с ней города исламского Востока, с его точки зрения, не имевшие такой организации, не являлись городами, а только поселениями. Теория М.Вебера была востребована исследователями городов мусульманского мира на протяжении десятилетий, а труды его неоднократно переиздавались [5; 34].

Концепция исламского города была разработана в 1920-1950-е гг. исследователями французской школы, специализировавшимися на изучении городов Алжира и Сирии. Научное направление исследований городов и культуры Востока получило название «Ориентализм». Мусульманские города Магриба с криволинейной уличной структурой в сравнении с античными городами, имевшими прямолинейно-квартальную застройку, назывались ориенталистами «ничто» [33, с. 48]. В своих исследованиях ориенталисты основывались на предположении, что в мусульманской цивилизации все определялось религией ислама. Структуры города и дома в пределах мусульманского мира на трех континентах и на протяжении около тринадцати столетий рассматривались ориенталистами как постоянные. Мусульманские города, имевшие античную основу, по мнению ориенталистов, «выродились», исказив прямолинейные улицы в криволинейные. Кроме того, считалось, что все мусульманские города не обеспечены муниципальными учреждениями, которые отличали античные и средневековые западноевропейские города. Это стало одним из главных постулатов ориенталистской концепции мусульманского города. Одним из выводов было утверждение, что достижения ислама в урбанизме являются по существу отрицательными.

В 1950-е гг. исследователи, хотя и перешли от изучения монументальных зданий к исследованию застройки исламских городов, продолжали применять принципы градостроительной организации Магриба ко всем регионам исламского мира. Была разработана гипотетическая модель структуры исламского города, основанная на существовании соборной мечети в центре города, иерархически организованного рынка, жилых районов, состоявших из кварталов различных этнических групп, и отсутствии различных типов муниципальной организации. Типичный исламский город должен был обладать укрепленной цитаделью и оборонительными стенами, в центре города – рынком и соборной мечетью, вокруг которой группировались 1-3 общественные бани-хаммам, караван-сарай, медресе и т.д.

Ориентализм развивался в завершающий период колониализма. По оценке современных исследователей, развал колониальной системы положил конец скрытому евроцентризму в урбанистических исследованиях и тенденции недооценивать цивилизации, которые следовало рассматривать с большим пониманием и анализом различий, чем акцентировать внимание на предполагаемом подчиненном положении их в сравнении с западной цивилизацией [33, с. 53]. Все более очевидным становилось расхождение характеристик городов с исламским населением в различных регионах мира с идеальным (типичным) представлением об исламском городе.

Мусульманский мир средневековья охватывал огромную территорию от Атлантического океана до Индии и Средней Азии, от Магриба до средней части Восточной Европы. Различные регионы этого мира обладали разными природно-климатическими условиями. Арабский мир, на котором фокусировались исследования ориенталистов, составлял только его небольшую часть. В 1970-80-х гг. появились исследования, в которых доказывалась мысль, что в регионах с

особенностями исторического развития и различными культурными традициями использование единственной концепции «исламского города» было невозможным [22-25; 28-30]. История городов мусульманского мира была длительной, сложной и обуславливала много их разновидностей. Не имеется никакого «мусульманского» города вида ориенталистов [33, с. 56].

В последние десятилетия XX в. историками градостроительства, географами, историками и социологами выявлены несколько типов средневековых исламских городов. Первым городом в этом ряду стоит Медина Пророка, имеющая важнейшее сакральное значение для мусульман.

Другую группу составляют первые арабо-мусульманские гарнизонные города (Кафа, Басра, Кайруан и др.), возникшие на завоеванных территориях, чтобы проповедовать ислам. Они играли роль «цитадели веры», способствовали увеличению мусульман и являлись местами их концентрации и распространения ислама в Азии, Африке, и южной Европе. Многие города появились из-за этой религиозной роли. К IX в. значение этих городов уменьшилось в связи со снижением роли Аббасидского халифата во взаимоотношениях с различными регионами мусульманского мира и набегами на них кочевников.

В восточном Средиземноморье большую группу составляли исламские города с эллинистическим и римским архитектурно-градостроительным наследием. Среди них выделялись Дамаск и Иерусалим. На основе изучения городов этой группы французские ученые Sauvaget и Elisseeff выдвинули теорию классической модели исламского города, сложившегося в результате постепенного преобразования квартально-уличной застройки городов античности. Их поддержали Kennedy и Hugh [27]. Дискуссия о том, что является исламским городом и существовал ли он вообще, продолжается. Часть исследователей считает, что арабы дали определенный стимул ближневосточной урбанизации, не вызывая общее увеличение уровня городского развития и не идентифицируя города с исламом [29]. Другие признают, что исламские города на завоеванных мусульманами территориях представляли собой ранее существовавшие города с их морфологическими особенностями. Они были расширены и адаптированы для проживания мусульманского населения [23]. В данном случае характеристика города как «исламский» означает город с преобладающим мусульманским населением, а не его градостроительную характеристику.

В 1980-е гг. многие исследователи уже отказывались от использования понятия «исламский» город из-за неоднозначного отношения к «Ориентализму» в научной среде [25]. Стало очевидным, что понятие исламского города появилось на Западе и определено только в различии с западноевропейским городом [28; 30].

В конце 1980-х – начале 1990-х появились исследования ученых арабского Востока и других регионов мусульманского мира [26]. Одни ученые рассматривали исламский город как юридическое лицо, имевшее отличительную форму и особенности, изучали его генезис и развитие [18]. Другие – выявляли особенности идентификации и типические черты, которые были бы применимы ко всем исламским городам или являлись уникальными для различных регионов мусульманского мира [17]. Благодаря введению в научный оборот новых архивных материалов, определялось влияние социальной структуры горожан на застройку городов [20].

В последнее десятилетие исламские города продолжали исследовать в различных аспектах. Много факторов играли решающую роль в формировании плана и формы города мусульманского мира. В дополнение к влиянию местной топографии и морфологическим особенностям существовавших ранее городов, на их облике в исламский период развития отразились социальная организация, культурные, политические и экономические структуры исламского городского общества. Были выявлены общие особенности и принципы организации средневековых городов ближневосточного региона [35; 36].

Научная полемика вокруг понятия «исламский город», растянувшаяся на несколько десятилетий, не ограничилась только средневековыми городами. Она была перенесена на города Нового времени и современные и позволила исследователям прийти к некоему общему знаменателю. Да, средневековые города с исламским населением обладали определенной спецификой в организации внутреннего пространства и жизни в них, обусловленной религиозными установками. Но в большей степени они обладали региональными особенностями, сложившимися под влиянием климатических, социально-экономических и исторических условий развития. Калейдоскопическое многообразие средневековых городов исламского мира обусловлено обширными хронологическими и регионально-территориальными рамками их существования [21; 31]. Однако до настоящего времени в этом многообразии не представлены города исламского Волго-Камья.

В последнее время наметился новый подход, и проявилось разнообразие специализированных изучений средневековых городов исламского мира [32]. Исследователи рассматривают город как живой

организм, состоящий из глубоко связанных между собой частей в виде жилых районов, культовых и общественных зданий, обслуживающих учреждений, и находящийся в непрерывном преобразовании [33].

В заключение следует отметить, что здесь рассматривалась историография западноевропейских и американских исследователей, которые первыми обратили внимание на различия городов Востока и Запада с мусульманским и христианским населением. Они изучали мусульманские города с точки зрения традиционных представлений о западноевропейском городе античного и средневекового периодов. В сравнении с ними они давали преимущественно отрицательную оценку городам с исламским населением. По мере накопления знаний о средневековом градостроительстве различных регионов мусульманского мира встал вопрос об однобокости и ошибочности теоретических предпосылок к таким исследованиям и, следовательно, их выводов. Этому способствовал также взгляд на развитие мусульманских городов «изнутри», который стал доступен с конца 1970-х гг. благодаря исследователям из государств исламского мира. В начале нашего тысячелетия с переосмыслением прежних достижений урбанистических исследований и появлением новых материалов в современном изучении средневекового градостроительства мусульманских стран стала очевидна многогранность такого понятия, как «исламский город». Термин «исламский» больше характеризует мировоззрение населения и его образ жизни, которые проявляются характерными чертами в городах различных регионов и на разных исторических этапах по-своему.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байпаков К.М. Средневековые города Казахстана на Великом Шелковом пути. – Алматы, 1998.
2. Буряков Ю.Ф., Богомолов Г.И., Фонарев С.А. и др. Древний и средневековый город Восточного Мавераннахра. – Ташкент: Фан, 1990.
3. Вебер М. История хозяйства. – Пг., 1923.
4. Вебер М. Город. – Пг., 1923.
5. Вебер М. Образ общества. Избранное. – М., 1994.
6. Воронина В.Л. Ислам и архитектура (на примере Средней Азии) // Архитектурное наследство. – М., 1984. – № 32.
7. Воронина В.Л. Средневековый город арабских стран – М.: ВНИИТАГ Госкомархитектуры, 1991. – 100 с.
8. Кадырбеков И.Д. Развитие градостроительства Киргизии: Проблемы. Расселения. – Фрунзе: Кыргызстан, 1983. – 91 с.
9. Лавров В.А. Градостроительная культура Средней Азии (с древних времен до второй половины XIX в.). – М., 1950. – 177 с.
10. Мурадов В.Г. Градостроительство Азербайджана XIII-XVI вв. – Баку: Элм, 1984. – 132 с.
11. Надырова Х.Г. Средневековые столичные города Волго-Камья: опыт сравнения пространственно-планировочных структур // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета, 2009, № 2 (12). – С. 15-21.
12. Надырова Х.Г. Развитие градостроительной культуры Волго-Камья X – середины XVI веков: итоги исследования // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета, 2009, № 4 (12). – С. 38-43.
13. Ртвеладзе Э.В. Цивилизации, культуры, государства Средней Азии. – Ташкент, 2005. – 288 с.
14. Стародуб Т.Х. Мусульманский средневековый город (термин и архитектурное выражение). // Город как социокультурное явление исторического процесса. – М.: Наука, 1995. – С. 170-171.
15. Стародуб Т.Х. Эволюция типов средневековой исламской архитектуры. Автореферат на соиск. степени доктора искусствоведения. – М., 2006.
16. Федоров-Давыдов Г.А. Золотоордынские города Поволжья. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 228 с.

ИНОСТРАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Abu-Lughod J. The Islamic City: Historic Myth, Islamic Essence, and Contemporary Relevance / J. Abu-Lughod // Urban Development in the Muslim World. Ed. Hooshang Amirahmadi and Salah S. – El-Shakhs, 1993. – P. 11-36.
2. Al-Sayyad N. Cities and Caliphs: On the Genesis of Arab Muslim Urbanism / N. Al-Sayyad - Greenwood Press, Westport, USA. 1991.
3. Bianca Stefano. The Deep Structure of the Traditional Urban Fabric / Stefano Bianca // Urban Form in the Arab World—Past and Present. – London: Thames & Hudson, 2000. – P. 137-157.
4. Bierman Irene A., Rifaat A. Abou-El-Haj, Donald Preziosi, eds. The Ottoman city and its parts : urban structure and social order/ Irene A. Bierman ... - New Rochelle, NY: AD Caratzas, 1991.
5. Bosworth C.E. Historic cities of the Islamic world / C. E. Bosworth. – BRILL, 2007. – P. 615.

6. Brown L. Carl. Introduction to From Madina to Metropolis: Heritage and Change in the Near Eastern City. Ed. L. Carl Brown. Princeton: Darwin Press, 1973.
7. Brown K. The use of a concept: «The islamic city» / K. Brown // Middle Eastern cities in comparative perspective, edited by K. Brown, et al., Ithaca Press, London, 1986. – P. 73-81.
8. Grabar O. Reflexions on the Study of Islamic Art./ O. Grabar // Muqarnas, № 1, 1983: 8.
9. Eikelman D. 1. The Middle East. An Anthropological Approach/ D. 1. Eikelman. - Prentice Hall, 1981. (Englewood Cliff, New Jersey, USA.1986).
10. Hakim B.S. *Arabic-Islamic Cities*/ B. S. Hakim. – London, 1986.
11. Kennedy Hugh. Muslim Spain and Portugal / Kennedy ... – Longman, 1996.
12. King A.D. Culture, Space and Representation: Problems of Methodology in Urban Studies // The Proceedings of International Conference on Urbanism in Islam (ICUIT), October 22-28, 1989, edited by T. Yukawa, Tokyo: The Middle Eastern Culture Center, Tokyo, Japan.
13. Lapidus I.M. The Evolution of Muslim Urban Society. // Comparative Studies in Society and History. – 1973, vol. 15. – P. 21-50.
14. Lapidus I.M. Middle Eastern Cities, University of California Press, Berkeley and Los Angeles. The Proceedings of International Conference on Urbanism in Islam (ICUIT), October 22-28, 1989, edited by T. Yukawa, Tokyo: The Middle Eastern Culture Center, Tokyo, Japan, 1989.
15. Morris, A. J. A History of Urban Form before the Industrial Revolution / A. J. Morris – 1994.
16. Petruccioli, Attilio. After amnesia. Learning from the Islamic mediterranean urban fabric / Attilio Petruccioli – Icar, 2007. – P. 238.
17. Salma Khadra Jayyusi, Renata Holod, Attilio Petruccioli, André Raymond. The city in the Islamic world, Volume 1. 2007.
18. Weber M. The city. Translation and edited by Don Martindale and Gertrud Neuwirth /M. Weber. – New York: The Free Press, 1958.

ИНТЕРНЕТ РЕСУРСЫ:

1. Nasser Rabbat. The Islamic City: Historicity and Abstraction / <http://archnet.org/courses/islamic-city.html>, 2007.
2. Rabah Saoud. Introduction to the Islamic City / <http://www.muslimheritage.com/topics/default.cfm?ArticleID=206> – FSTC 2001-2010.

REFERENCES

1. Baypakov K.M. Medieval cities of Kazakhstan on a Great Silk way. – Almaty, 1998.
2. Buriakov Yu.F., Bogomolov G.I., Fonarev C.A. The ancient and medieval city of the East Maverannahr. – Tashkent: Fan, 1990.
3. Veber M. The history of facility. – Petrograd, 1923.
4. Veber M. The city. – Petrograd, 1923.
5. Veber M. The Image of a society. Elected. – M., 1994.
6. Voronina V.L. Islam and architecture (on an example of Central Asia) // The Architectural inheritance. – M., 1984, № 32.
7. Voronina V.L. The medieval city of the Arabian countries – M.: ASRITAT Stcomarchitecture, 1991. – 100 p.
8. Kadyrbekov I.D. Development of town-planning of the Kirghizia: Problems. Moving. – Frunze: Kyrgyzstan, 1983. – P. 91.
9. Lavrov V.A. City-planning culture of the Central Asia (from ancient times up to second half XIX c.). – M., 1950. – P. 177
10. Muradov V.G. City-planning of Azeyrbadzhani in XIII-XVI c. – Baku: Elm, 1984. – P. 132.
11. Nadyrova Kh.G. Medieval capital cities of the Volga-Kamya: the experience of comparison of spatial-planning structures // The News of the Kazan State University of Architecture and Engineering, 2009, № 2 (12). – P. 15-21.
12. Nadyrova Kh.G. The development of the city-planning culture of the Volga-Kamya in X – middle of 16 centuries. The results of the study // The News of the Kazan State University of Architecture and Engineering, 2009, № 4 (12). – P. 38-43.
13. Rtveldze E.V. Civilizations, culture, states of the Central Asia. – Tashkent, 2005. – P. 288.
14. Starodub T.Kh. The muslim medieval city (term and architectural expression) // City as sociocultural phenomenon of the historical process. – M.: Science, 1995. – P. 170-171.
15. Starodub T.Kh. Evolution of the types of the medieval Islamic architecture. Author's abstract to the competition of the degree of a Doctor of Art. Sci. – M., 2006.
16. Fedorov-Davydov G.A. The Golden Hords cities of the Volga Region. – M.: Publishers MSU, 1994. – P. 228.

УДК 726.03

Нияз Халит – доктор архитектуры, профессор

E-mail: niaz_halit@rambler.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ОТГОЛОСКИ ОБРАЗОВ КОЧЕВОГО ПРОШЛОГО В АРХИТЕКТУРЕ КАЗАНСКИХ ТАТАР

АННОТАЦИЯ

Исследование открывает не затрагивавшуюся ранее тему – кочевая архитектура татар Поволжья и ее роль в формировании национального стиля.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: кочевой стиль, дюрбе, степь, орнаменты, ислам, юрты, шатры, сельджукский стиль, османский стиль, татары, Поволжье, Зилант, мечети, татарская архитектура.

Niyaz Khalit – doctor of architecture, professor

Kazan State University of Architecture and Engineering

ECHOES OF THE NOMADIC PAST IN IMAGES OF THE KAZAN TATARS' ARCHITECTURE

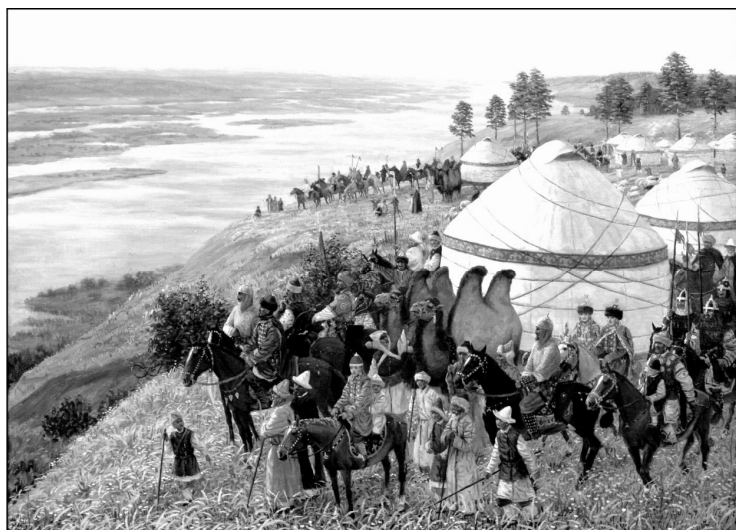
ANNOTATION

The study opens the theme had not been touched before – the nomadic Tartars architecture of the lower Volga region and its role in shaping the national style.

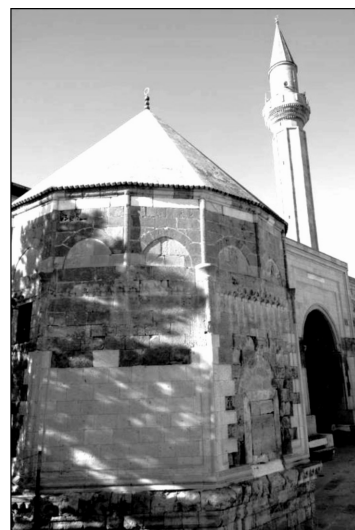
KEYWORDS: nomadic style, durbe, Jurtes, tents, steppe, Islam, Seljuk style, Ottoman style, Tatars, Volga area, ornaments, Zilant, mosques, Tatar architecture.

Тюрки и степь. Тюрки и кочевья. Тюрки и ислам. Эти понятия, несмотря на то, что не отражают все многообразие тюркской истории и культуры, неразрывно связаны между собой в умах как самих тюрков, так и окружающих народов. Кочевое прошлое (а для некоторых тюркских народов и настоящее) прочно сидит в сознании татар, несмотря на то, что на протяжении многих столетий – это один из самых цивилизованных народов тюркской оседлой культуры.

Образы степи и кочевого жилища неразрывны в сознании тюрков. И символы кочевья: юрта, кибитка и шатер – это мобильные и веками отработанные передвижные жилища тюрков. В них рождались, жили, трудились и умирали сотни поколений кочевников. Образ юрты стал одним из древних знаков кочевого быта. И не случайно над могилами близких и достойных соплеменники воздвигали вечную юрту – усыпальницу-дюрбе.



а)



б)

Рис. 1. а) Выход булгар на Волгу, 8 век. Картина худ. Р. Загидуллина;
б) Отголоски образов кочевого прошлого в монументальной архитектуре турков-сельджуков

История знает много видов гробниц: египетские мастаба и пирамиды, античные саркофаги и мавзолеи, кавказские погребальные камеры и пещерные города мертвых, срубные захоронения аборигенов Поволжья и Урала. Во многих случаях прообразом их становились народные жилища. Тюрки нашли свой собственный образ погребального жилища – дюрбе. Его центричная композиция с купольным или пирамидальным завершением откровенно указывает на свой прототип: кочевую юрту, воплощенную в дереве, глине или камне. Дюрбе встречаются повсюду, где тюркская культура соприкоснулась с исламской цивилизацией: в Египте и Иране, Афганистане и Индии, Средней Азии и на Кавказе, Малой Азии, Поволжье, Урале, Сибири.

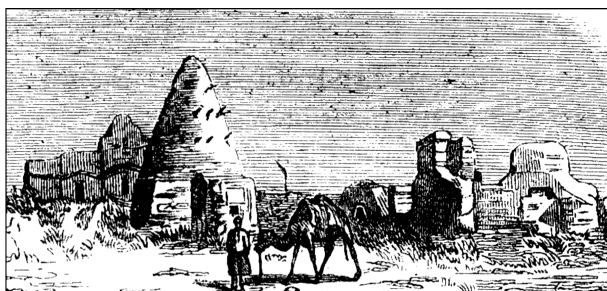


Рис. 2. Надгробные памятники казахов (вторая половина 19 в.)

Всякое искусство отражает мировоззрение создающего его социума и в народном варианте наиболее направлено к буквальному отражению явлений окружающего мира. Искусство кочевника – это песня степи и движения.

Степь – это бесконечные пространства и вечное движение. Движение небесных светил, движение облаков и водных потоков, колыхание ковыля, движение кочевого племени вперед, к новым горизонтам. В орнаментальном искусстве тюрков мотивы бесконечности и вечного движения постоянны, они опоясывают в виде бордюров любые композиции, а колесо и символ солнца – венчают все. В них мы видим волны на воде и на ковыльном поле, переплетение струй и ползущих растений, кристаллы снега и минералов, луну, солнце, звезды и кометы.

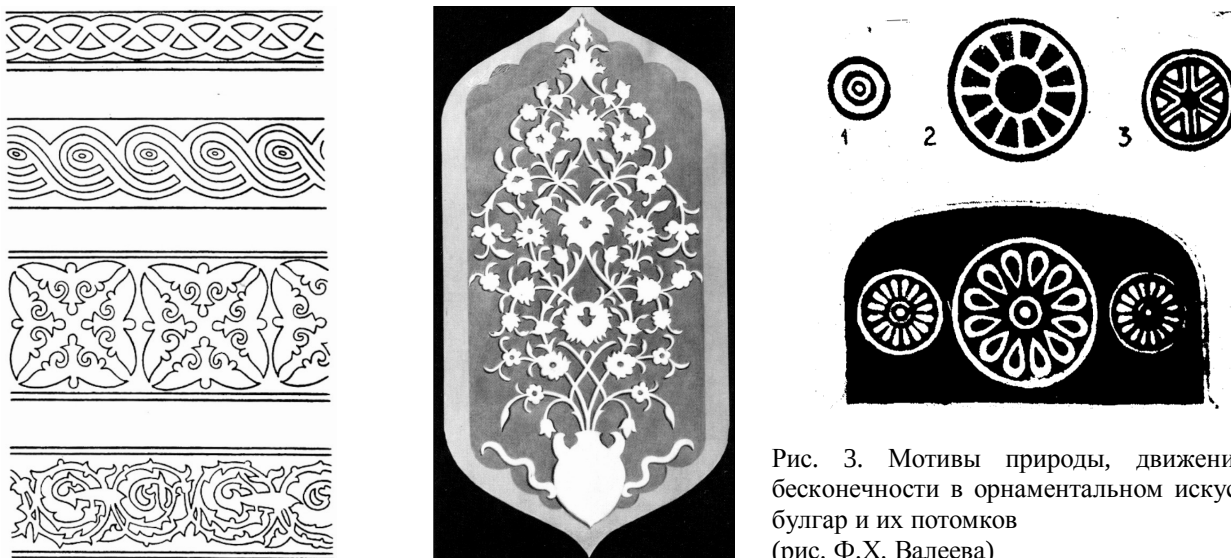


Рис. 3. Мотивы природы, движения и бесконечности в орнаментальном искусстве булгар и их потомков (рис. Ф.Х. Валеева)

Степь – это бесконечное разнообразие трав и цветов, неисчерпаемый источник вдохновения для художника-орнаменталиста. Мотивы тюльпана, лотоса, ириса и многих других цветов и растений навсегда запечатлелись в сложных переплетениях тюрко-татарских орнаментов. Здесь же и животный мир: орлы, газели, барсы, змеи.

Ремесло – неотъемлемая часть кочевого образа жизни. Изготовление посуды из глины, металла и дерева, обработка кожи, шерсти, кузнечное и ювелирное дело. И сопровождающее его искусство:

войлочное и шелковое ковроделие, чеканка и резьба, затейливое плетение из кожи, лозы и камыша, росписи и вышивка. Орнаменты и сюжетные изобразительные мотивы покрывают все предметы кочевого быта.

Геометрические орнаменты – одна из главных тем кочевого искусства. Бесконечное многообразие мотивов плетенки, присущее многим культурам древнего мира, зиждется на искусстве изготовления текстильных, кожаных, камышовых, соломенных, ивовых изделий: прочных, легких, красивых. Они и легли в основу знаменитых арабесок, ставших визитной карточкой всего исламского искусства. Геометрические плетенки, выработанные кочевыми арабами и доведенные их потомками до совершенства, родили новый жанр орнаментального искусства, основанный на математической гармонии форм и пропорций и обогативший мировое искусство.

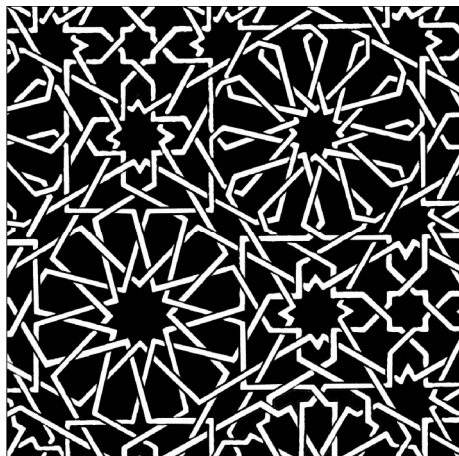


Рис. 4. Мотив плетенки в орнаментальном искусстве кочевых народов

Ислам – религия кочевых бедуинов, распространившаяся далеко за пределами их проживания и даже за пределами халифатов. Порожденный культурой и психологией кочевого племени, он оказался близок мировоззрению кочевых тюрков и был ими принят повсеместно и почти без исключений. Исламу присуща рациональная простота обрядов и прямое общение с Создателем всего окружающего мира, величие и бесконечность которого кочевникам известна не понаслышке, и мир которых не ограничен стенами домов и городскими укреплениями.

Ислам, укоренившийся в сознании и мировоззрении тюрков, органично вплелся в традиционное степное искусство, обогатив его опытом мировых цивилизаций и сформировав общий условный язык художественных образов, ограничивший буквальную изобразительность и опирающийся на аллегоричные абстрагированные и формализованные сюжетные композиции. Существенной составляющей исламского искусства стало Слово Божье, материализовавшееся через формы каллиграфического искусства, наряду с искусством арабески ставшее брендом изысканного мира Ислама.

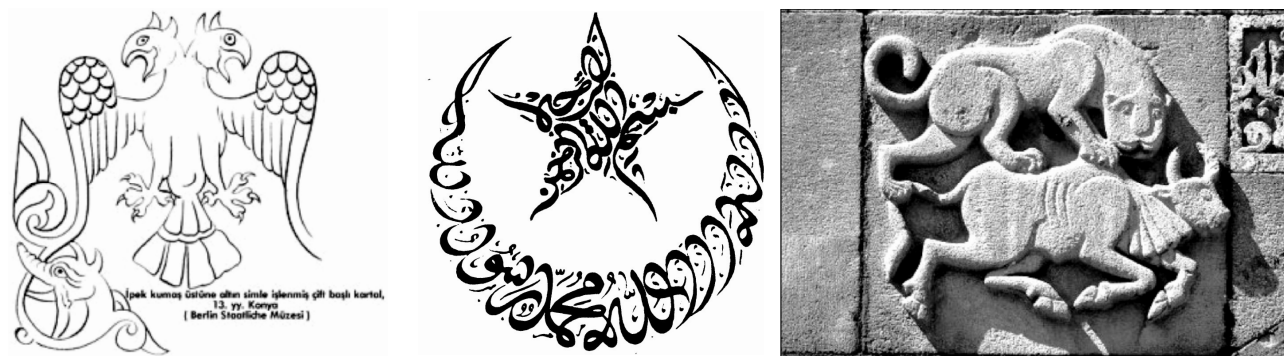


Рис. 5. Орнаментальное искусство тюрков и ислам

Помимо мобильной архитектуры, тюркская традиция нашла значительное развитие и в формах монументального стиля. Происходило это различными путями:

1. В среде кочевых тюрков, имевших укрепленные городские центры и мемориальные комплексы;
2. У тюрков, перешедших к оседлому образу жизни;

3. У нетюркских народов, воспринявших тюркскую архитектурную культуру как воздействие государственного стиля в тюркских государствах и империях или через тюрко-исламское влияние (Египет, Иран, Афганистан, Индия и др.).

Одним из ранних примеров развитого тюрко-мусульманского стиля является сельджукизм, возникший на территории завоеванной Анатолии в 10 веке и ставший одним из мировых стандартов в архитектуре 10-13 вв. В нем сочетаются стилевые качества арабской архитектуры со строительным искусством греков и армян и декоративными мотивами кочевых туркмен, прямо цитирующими формы кочевого стиля. Это проявляется как в формировании своеобразного типа шатрового здания (мечеть, дюрбе), так и в отделке фасадов и интерьеров, где образы и мотивы кочевой юрты угадываются порой вполне отчетливо. В форме шатрового завершения читаются ассоциации как с образом юрты, так и собственно походного шатра [1], а резные детали входных порталов сельджукских медресе, больниц, мечетей и караван-сараяв прямо копируют порой ковровые и полотняные пологи, занавеси с кистями и плетеными узорами.

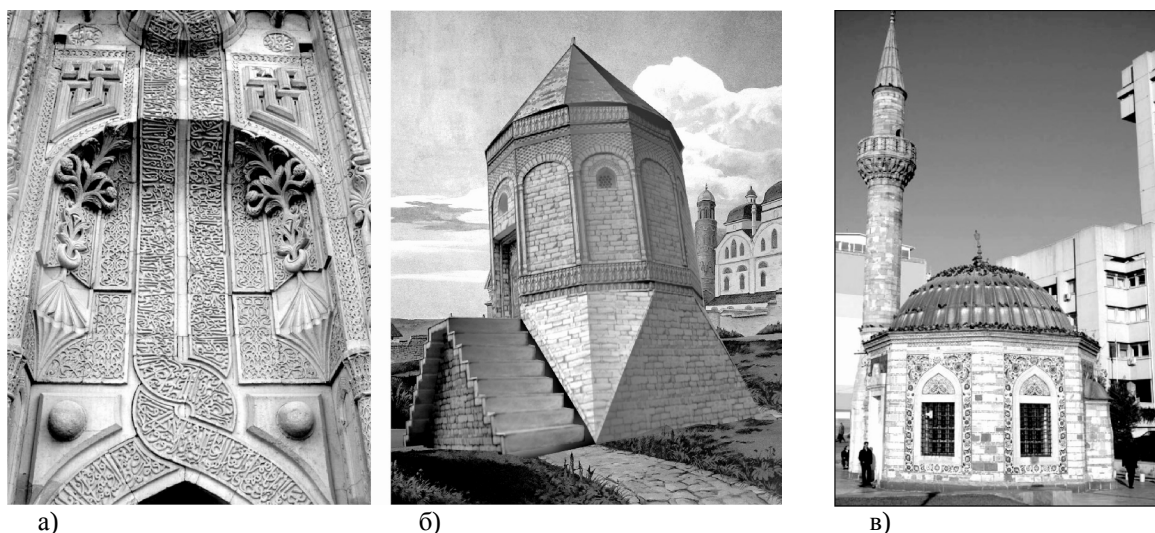


Рис. 6. Отголоски образов кочевого прошлого в монументальной архитектуре турков-сельджуков и Поволжья:
а) Медресе Инч минар в Конье, 1264 г.; б) Дюрбе в Казанском Арке, 13-15 вв. Реконструкция Н. Халита;
в) Отголоски образов кочевого прошлого в монументальной архитектуре турков-османов

Аналогичные процессы происходили и на территории других средневековых тюркских государств: Волжской Булгарии, Хорезма, государств Караханидов и Газневидов, в Золотой Орде и мамлюкском Египте.

Османь, сформировавшие после завоевания в середине 15 в. Византии, создали новый мировой стандарт исламского стиля, в большой степени впитавший в себя традиции сельджукизма и распространившийся на огромные территории, в том числе и в Поволжье. Под влиянием византийского стиля османские мечети и мавзолеи обрели округлые очертания, несколько иначе обыграв мотив юрты. Чрезмерно вытянутый тонкий минарет как бы дистанцировался от массивных пропорций купольного здания, еще более подчеркивая его преемственность к древним традициям.

Наследием кочевого прошлого татар можно считать и образ Зиланта, древнего герба Казани. Это полиморфное существо можно видеть в искусстве древних тюрков Волги и Урала уже в 8 веке, его изображение найдено в домонгольском Биляре и золотоордынском Булгаре [2]. Возможно, это символ булгарского народа, возникший задолго до основания Казани, а легенды о горе Жилан-тау тоже можно отнести к попыткам расшифровать этот образ в его привязке к местной ситуации. Закрепившись в качестве герба Царства Казанского под русским управлением во 2 половине 16 века, он сохранился до сегодняшнего дня как герб Казани.

О том, что татарское народное жилище хранит воспоминания о кочевом быте прошлого, не раз писалось в этнографической литературе [3]. И действительно, сравнивая интерьер казахской или

башкирской юрты с убранством традиционного татарского дома 18-19 вв., легко отметить очевидное сходство как в образе интерьера, так и типичном наборе предметов и способе их расстановки. Отсутствие мебели, тканые занавеси и ковры по стенам, трансформирующиеся перегородки, характерные способы размещения и укладки домашней утвари.



Рис. 7. Зилант и его древние прообразы: накладка из курганов Кушнаронковской культуры, 8 в., бляшка с городища Биляр, 12 в., Герб Казани, утвержденный в 2001 г. Зилант, рис. Н. Халита

В этнографической литературе отмечалась характерная деталь: у народов с кочевым прошлым, в том числе и у татар, наряду с зимним существовало летнее жилище, порой в виде обычной юрты во дворе или за пределами оседлого поселения. Например, отметим описание И. Лепехина середины XVIII века: «Заживные между собой имеют при каждой зимней избе летнюю, которая против зимней ставится и соединяется с ней переходом, что по большей части у татар видеть можно...» [4]. Вплоть до начала 20 века у казанских татар встречались два рядом стоящих дома: зимний и летний, соединенные навесным крытым переходом или галереей по второму этажу [5].



Рис. 8. Интерьер татарского жилища как отражение кочевого прошлого: жилище казанского татарина, 19 в.

Башкиры и алтайцы, не имевшие в прошлом собственных традиций оседлого жилища, зачастую при переходе к оседлости строили дом в виде восьмигранного сруба, перекрытого шатром. У башкир он назывался бурама, у алтайцев – аил. Подобные же формы наблюдались в деревянном зодчестве якутов (братских татар) и хакасов (абаканских или минусинских татар).

Явной калькой с бурамы является образцовый проект 1829 года на татарскую мечеть. Проект прямо указывает на свой прототип: мечеть-бураму как отражение кочевой мобильной архитектуры с ее мечетями-юртами, которые отмечались этнографами еще в 18 веке [6].

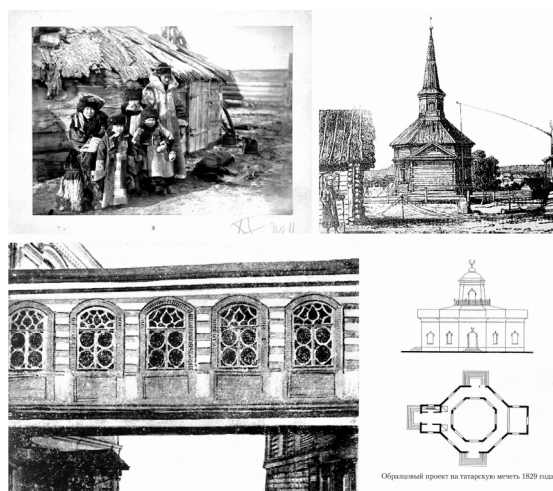


Рис. 9. Бурама, аил и их развитие в монументальной архитектуре (образцовая мечеть 1829 г.): Алтайский аил, фото 19 в.; Мечеть-бурама в Симбирской губернии, фото середины 19 в.; Образцовый проект 1829 г. на татарскую мечеть; г. Казань. Дом Сайдашева на ул. Б. Мещанская. Навесной переход между зимним и летним домами. Фото 20 в.

В архитектуре Нового времени образ юрты прямо цитировался при проектировании и строительстве татарских мечетей России. Классическим примером такого рода является мечеть Караван-Сарая в г. Оренбурге, где форма здания в виде юрты дополнена отдельно стоящим минаретом [7], – композиция, предложенная османами в 15 веке и получившая самое широкое распространение в тюркском мире.

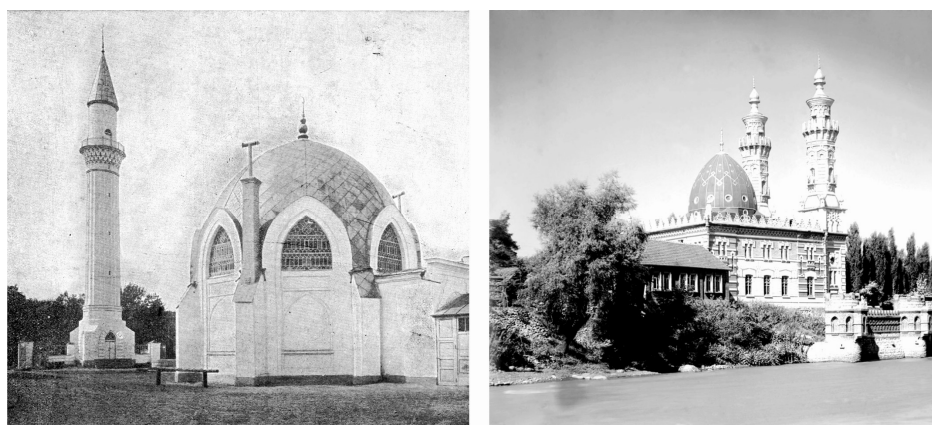


Рис. 10. Образ юрты в архитектуре мечети: Мечеть Караван-Сарая в г. Оренбурге, 1-ая треть 19 в.; Татарская (Суннитская) мечеть в г. Владикавказе, нач. 20 в.

Иным решением было использование очертаний юрты в формах венчающего здание купола над молельным залом. Из множества примеров можно назвать здание Татарской (Суннитской) мечети в г. Владикавказе (кон.19 в.).

Образы полотняного матерчатого шатра или полога, развевающегося на ветру, не раз встречаются в татарской архитектуре, порой превращаясь в некий излюбленный декоративный мотив. К таковым можно отнести своеобразную форму крыш золотоордынской мечети, запечатленной А. Дюраном, и мечети Апаанаева в Казани (18 в.). Многочисленные венчающие элементы татарских домов в Казани украшены этим мотивом, его можно встретить в абрисах оконных проемов и рисунке переплетов, в декоре ворот и дверей [8].

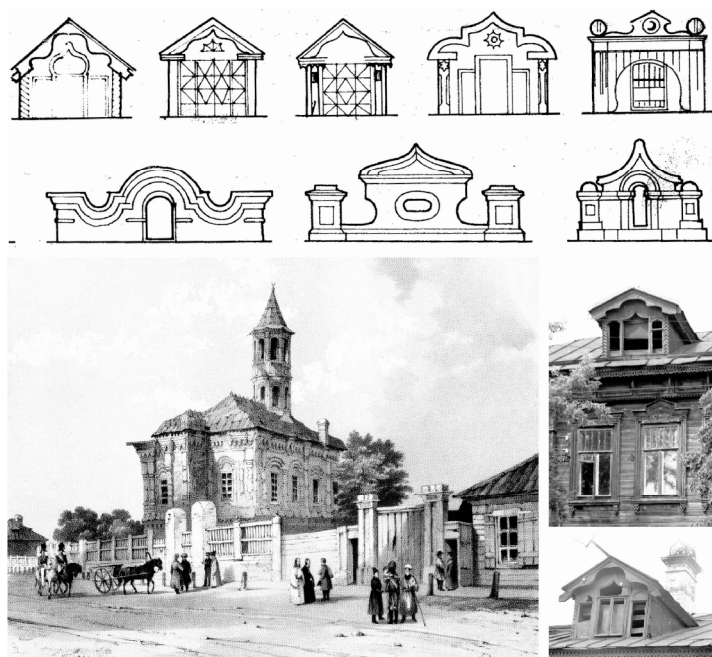


Рис. 11. Образ шатра в татарской архитектуре: Мечеть Апанаяева в г. Казани, 1768-70 гг. Рис. Э. Турнерелли.
Венчающие элементы татарских домов в г. Казани, кон. 19-нач. 20 вв.

Татарские орнаменты, исторически сложившиеся, в сущности, как продукт кочевой декоративной культуры, до настоящего времени сохраняют генетическое родство со средневековым искусством [9]. Здесь можно встретить те же плетенки, волну, мотивы колеса и солярные знаки, имитацию войлочных узоров и кожаной мозаики в резьбе или художественной ковке, витражах или мозаичных композициях.

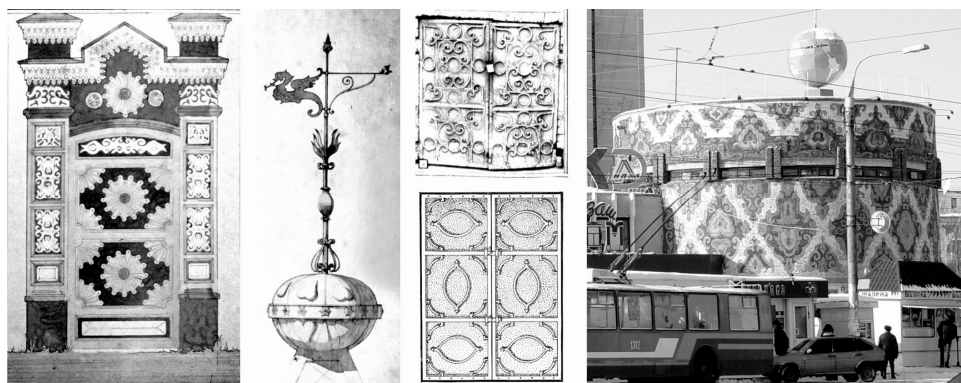


Рис. 12. Орнаментальные мотивы кочевого искусства в татарской современной архитектуре:
Деревянная резьба и металлическая ковка в архитектуре татарских домов 19-начала 20 вв.;
Торговый комплекс у Московского рынка в г. Казани, 1970-е гг.

Любопытные и многочисленные примеры сознательного и бессознательного использования образа бурамы, юрты и шатра можно встретить в архитектуре современных татарских мечетей на всей территории России. В их числе буквальное подражание историческим прототипам (мечети в с. Ендовичи, Нижегородской обл. и др.), поиски в духе ретро (мечети в с. Суленка, Астраханской обл., в г. Норильске, Маулид в г. Екатеринбурге, Кул-Шариф в Казани и др.).

Подводя итоги этому краткому исследованию, можно констатировать, что кочевое прошлое татарского народа, несмотря на длительное (более 1000 лет) развитие в рамках оседлой городской и сельской цивилизации, не может считаться забытым. Сохраняется феномен осознания себя как кочевого в прошлом народа с определенной степенью романтизации этого этапа этнической истории, что в известной степени влияет на развитие современной культуры и искусства.



Рис. 13. Образы бурамы, юрты и шатра в архитектуре современных татарских мечетей:
Мечеть в с. Ендовичи, Нижегородская обл.; г. Бугуруслан, Челябинская обл.;
Мечеть Нурд Камаль в Норильске, 1998 г.; Мечеть Кул-Шариф в г. Казани; Мечеть в г. Кемерово.

Что же касается архитектуры, то здесь можно отметить устойчивую традицию кочевого стиля на протяжении всего времени существования оседлой культуры. Она прослеживается на нескольких уровнях:

1. в форме организации жизненного пространства*;
2. в архитектурном формообразовании**;
3. создании художественных образов***;
4. в декоративном оформлении фасадов и интерьеров****.

Образы кочевого прошлого в татарской архитектуре 19-21 вв. формировались тремя путями, опираясь на соответствующие слои в народном сознании:

1. буквальное цитирование образцов и мотивов;
2. ассоциативное воспроизведение древних мотивов;
3. традиционные мотивы древнего происхождения, не связывающиеся напрямую в сознании со своими прототипами и своей эпохой.

* Планировочная структура поселений и усадеб, оформление интерьеров.

** Общая композиция, пластика объема и пластика детали, характерная орнаментация.

*** Например, Торговый центр Московского р-на Казани на ул. Декабристов, а также многочисленные павильоны-шатры в развлекательных и торговых зонах.

**** Опора на сплошную ковровую орнаментацию в разнообразной технике: гобелен, резьба по гипсу, сграффито, росписи, мозаики, узорная кожа и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Райс Т. Сельджуки. Кочевники – завоеватели Малой Азии. – М.: Центрполиграф, 2004. – 140 с.
2. Нияз Халит. Охота на драконов (О гербе Казани и его образе в архитектуре города) // «Декоративное искусство СССР». – М.: Советский художник. – С. 32-33.
3. Лепехин И. Дневные записки путешествия доктора и Академии наук адъюнкта Ивана Лепехина по разным провинциям Российского государства, 1768 и 1769 году. – СПб.: тип. Имп. Академии Наук, 1771. – С. 138-139.
4. Халитов Н.Х. Памятники архитектуры Казани XVIII-начала XIX вв. – М.: Стройиздат, 1989. – 75 с.
5. Богословский П.С. История правительственного обследования в XVIII веке Пермского края в этнографическом отношении (с архивным материалом о вогулах, татарах, башкирах и мешеряках) // ИОАИЭ, т. XXIV, в. 3-4, 1929. – Т. 34. – С. 3-4.
6. Калимуллин Б.Г. Караван-Сарай в Оренбурге. – М.: Стройиздат, 1966.
7. Халитов Н.Х. Поиски «национального стиля» в архитектуре татар Казани в конце XIX-начале XX вв. / Искусство Татарстана: пути становления. – Казань: ИЯЛИ им. Г. Ибрагимова КФАН СССР, 1985. – 127 с.
8. Валеев Ф.Х. Орнамент казанских татар. – Казань: Татарское книжное издательство, 1969.
9. Валеев Ф.Х. Древнее и средневековое искусство Среднего Поволжья. – Йошкар-Ола: Марийское книжное издательство, 1975.
10. Валеев Ф.Х. Народное декоративное искусство Татарстана. – Казань: Татарское книжное издательство, 1981.

REFERENCES

1. Rajs T. Seldzhuki. Nomads – conquerors of Asia Minor. – M.: Sentrpoligraf, 2004. – 140 p.
2. Niyas Khalit. Hunting for dragons (About the arms of Kazan and its image in architecture of a city) // «Decorative Art of the USSR». – M: the Soviet Artist. – P. 32-33.
3. Lepyokhin I. Day to day of a note of travel of the doctor and Academy of sciences of graduated in a military academy Ivan Lepyokhin on different provinces of the Russian state, 1768 and 1769. – SPb.: type. Imp. Academies of sciences, 1771. – P. 138-139.
4. Khalitov N.Kh. Monument XVIII-has begun architecture of Kazan XIX centuries. – M: Stroyizdat, 1989. – 75 p.
5. Theological P.S. History of the governmental inspection in XVIII century of the Perm edge in the ethnographic relation (with an archival material about Vogulakh, Tatars, Bashkirs and Mesheryakakh) // IOAIE, т. XXIV, century 3-4, 1929. – Т. 34. – P. 3-4.
6. Kalimullin B.G. Caravansarai in Orenburg. – M: Stroyizdat, 1966.
7. Khalitov N.Kh. Search of «national style» in architecture of Tatars of Kazan in the end of XIX-in the early XX centuries / Art of Tatarstan: formation ways. – Kazan: IYaLI of G. Ibragimova KFAN the USSR, 1985. – 127 p.
8. Valeev F.H. Ornament of the Kazan Tatars. – Kazan: the Tatar book publishing house, 1969;
9. Valeev F.H. Ancient and medieval art of the Average Volga region. – Ioshkar Ola: Mari book publishing house, 1975;
10. Valeev F.H. National decorative art of Tatarstan. – Kazan: the Tatar book publishing house, 1981.



УДК 721.021

Шавалиева А.А. – аспирант, ассистент

E-mail: aigulshavali@gmail.com

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ПРЕДПОСЫЛКИ К РАЗРАБОТКЕ АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ ПРИНЦИПОВ И ПРИЕМОВ ФОРМИРОВАНИЯ ЖИЛЬЯ ДЛЯ СЕМЕЙ С ПОЖИЛЫМИ РОДИТЕЛЯМИ

АННОТАЦИЯ

В совместном проживании нескольких поколений обостряются не только психологические, экономические и социальные аспекты, но и эргономические и антропометрические особенности людей разного возраста. В пожилом возрасте все системы человека претерпевают значительные изменения. С возрастом изменяются его социальное положение и образ жизни, ухудшаются самочувствие и состояние здоровья. Человеку становится трудно приспосабливаться к возрастным ограничениям и изменениям в своей жизни. Поэтому при разработке жилья особое внимание нужно уделять созданию комфортной среды для обеспечения возрастных потребностей пожилых людей. Необходимо создать не только достойные условия для проживания, но и среду для социальной и физиологической адаптации престарелых людей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: многопоколенная семья, жилье для нескольких поколений одной семьи, социальная адаптация пожилых людей, модульные дома, таун-хаус, дом-трансформер.

Shavaliyeva A.A. – post-graduate student, assistant

Kazan State University of Architecture and Engineering

BACKGROUND TO THE DEVELOPMENT OF THE ARCHITECTURE AND PLANNING PRINCIPLES AND METHODS OF FORMING HOUSING FOR FAMILIES WITH ELDERLY PARENTS

ABSTRACT

In the cohabitation of several generations not only psychological, economic and social aspects has aggravated, but also ergonomic and anthropometric features of people of different ages. In old age, all man's systems undergo by significant changes. With age, change their social status and lifestyle, worsening health and health status. Man becomes difficult to adapt to age restrictions and changes in their lives. Therefore, the development of housing, special attention should be paid to creating a comfortable environment to ensure that age needs of older people. You must create not only a decent living conditions, but also the environment for social and physiological adaptation of the elderly.

KEYWORDS: multigenerational family, home for several generations of one family, social adaptation of elderly, modular homes, townhouse, house-transformer.

По данным Организации Объединенных Наций, численность пожилых людей в мире с каждым годом растет. Статистика за последние 30 лет показала, что численность людей старше трудоспособного возраста в России увеличилась почти в 2 раза, сегодня их – более 40 млн. Согласно самым оптимистичным прогнозам экспертов к 2050 году пожилым будет каждый пятый житель планеты.

Распространена ситуация, когда пожилые люди оторваны от своих близких и, в худшем случае, остаются в полном одиночестве. Существует проблема интеграции этой группы населения в современное общество, что делает их социально уязвимыми, ведет к проявлению социальной сегрегации общества. Актуальна проблема организации условий жизнедеятельности для пожилых людей. Гарантированное Конституцией РФ равноправие всех граждан России есть основа политики интеграции пожилых людей в структуру современного общества полноценными, социально-активными гражданами. Важным аспектом при этом является доступность (безбарьерность) среды для пожилых граждан.

В развитых странах социальные программы, направленные на пожилых людей, являются приоритетными, при этом пенсионеры остаются активными членами общества, благодаря не только разнообразным социально-экономическим программам, но и комфортным условиям окружающего пространства, в том числе и жилья.

В настоящее время в России жилье, в котором проживают пожилые люди, представлено в следующем виде:

- интернаты общего (дома престарелых) и больничного типа – для пожилых, нуждающихся в бытовом и медицинском обслуживании;
- массовое жилье, не учитывающее специфики проживания в нем пожилых людей;
- квартирные дома для пожилых и престарелых – для одиноких пожилых или пожилых супружеских пар;
- дома в центре города, не приспособленные для проживания пожилых людей, зачастую без удобств, при этом нуждающиеся в реконструкции;
- деревянный дом за городом (в том числе «деревенский», чаще всего в упадническом состоянии) – родовое гнездо.

Как типологический вид жилья для пожилых людей зачастую рассматриваются дома – интернаты. Современное массовое жилище не приспособлено под проживание в нем семей из нескольких поколений. При проектировании жилья не учитываются морально-этические, бытовые, национальные и религиозные особенности жизни людей.

Социальное и экономическое развитие общества ведёт к переосмыслению жилого пространства, которое должно отвечать большему разнообразию гендерных, возрастных и антропометрических потребностей граждан.

Важный аспект формирования жилой среды – адаптация её к требованиям физически ослабленных, пожилых и социально незащищенных лиц. Сейчас при проектировании жилья абсолютно не учитываются социальные факторы, но решение этих проблем, наряду с использованием технологий по ресурсосбережению, может привести к созданию оптимально-комфортной среды.

На сегодняшний день не выявлены антропометрические особенности жилья для пожилых людей, в организме которых происходят сильные изменения, влияющие на подвижность, независимость и восприятие окружающего мира. Не находит отражения значение региональных и религиозных особенностей при проектировании, например, территория нашей республики – это место, где встречаются восток и запад, следовательно, здесь формируется особый укладный тип проживания.

Отсутствует баланс между общественными и приватными пространствами. Насыщенная инфраструктура подразумевает организацию условий для трудоустройства и проведения досуга не только пожилых людей, но и детей, молодежи, взрослых (в свободное от работы время) и, объединяя их, улучшает процесс интеграции поколений. Это является решением проблемы одиночества пожилых людей, а также юношеской безработицы, преступности и детского досуга. Пожилые люди, имея багаж жизненного опыта и свободное время, могут активно участвовать в воспитании растущего поколения (как исторически складывалось у многих народов, в том числе и в Татарстане), помогать находить правильные ориентиры приложения своей энергии для молодежи.

Образ жизни и взаимоотношения поколений в России и западных странах – различны. В странах Западной Европы и в США обычно дети живут и тесно общаются с родителями только до совершеннолетия. Достигнув самостоятельного возраста, они покидают родительский дом. Несмотря на традиционное желание копирования западного образа жизни, не рассматривая поколений, испорченных «квартирным вопросом», надо отметить, что традиции взаимоотношений родителей и детей в нашей стране другие. До настоящего времени у большинства россиян считается «постыдным» сдавать родителей на попечение государства. Даже если абстрагироваться от исторических традиций и нелестного мнения о домах престарелых, люди понимают: как ты будешь обращаться со своими родителями, так и впоследствии с тобой поступят твои дети. Даже самый дорогой частный приют – не то место, где хочется оказаться одному на старости лет. Поэтому, согласно статистике, более половины россиян считают, что пожилые родители должны жить рядом со своими детьми, взаимно поддерживая друг друга. Но, к сожалению, такая возможность есть не у всех.

Нельзя говорить о традициях, когда три поколения одной семьи вынуждены жить вместе в стесненных условиях из-за нехватки средств. На сегодняшний момент все чаще встречаются ситуации, когда среднее поколение достаточно обеспечено, чтобы жить по своему усмотрению.

В настоящее время существует несколько типов жилья, приспособленных для проживания в нем нескольких поколений одной семьи:

- квартирное жилье (совместное проживание);
- квартирное жилье (совместно-раздельное проживание);

- квартирное жилье (раздельное проживание, но, например: квартиры находятся на одной «площадке» или в одном подъезде, или в одном доме, или в одном дворе);
- индивидуальный жилой дом (совместное проживание);
- индивидуальный жилой дом (совместно-раздельное проживание);
- блокированное жилье (в т.ч. таунхаусы, дуплексы – совместно-раздельное и раздельное проживание).

Тему совместного проживания нескольких поколений при поквартирном расселении рассматривал Дурманов В.Ю. в кандидатской диссертации «Типология квартир для семей с пожилыми родителями» (1978 г.) на примере массового квартирного домостроения, популярного в советское время. Поэтому в своем исследовании мне хотелось подробнее рассмотреть индивидуальное и блокированное домостроение.

Традиционно в России в сельской местности семьи были большие. В деревнях у людей, занимающихся крестьянским трудом, и даже в городах, например в Казани, вплоть до конца прошлого века (по рассказам очевидцев), считалось естественным при возникновении новой семьи пристраивать дополнительные (жилые и хозяйственные) помещения к уже существующему дому. Это позволяло с большим эффектом, сообщая вести работы, как в доме, так и на земле, и решить проблему жилищных условий для молодой семьи. В современной России несколько иной уклад жизни, но, тем не менее, опыт прошлого может быть востребован, хотя и в несколько ином качестве.

Сегодня в Татарстане активно развивается проектирование и строительство коттеджных поселков, и некоторые хозяева рассматривают дом как семейное гнездо, где найдется место всем поколениям: бабушкам и дедушкам, самим супругам и детям разного возраста. В результате проведенного нами социологического исследования было определено, что 43 % опрошенных людей разных поколений, связанных родством, желают быть ближе друг к другу. Однако большинство из них могут расходиться в интересах и жить по собственному, сложившемуся годами укладу. Это может отразиться на комфорте их совместного проживания и сказаться на взаимоотношениях внутри семьи. В таких случаях решением проблемы может быть совместно-раздельные модели проживания поколений.

Размер и планировка дома должны позволить нескольким поколениям семьи вести привычный для каждого из них образ жизни. В то же время должна быть обеспечена возможность периодического объединения членов семьи в едином пространстве. Местами для общения и общего пользования могут быть, например, гостиные, кухни, видео и тренажерные залы и т.п.

Любой стандартный коттедж зачастую представляется лишь временным пристанищем, подходящим на тот срок, пока в семье не произойдут очередные естественные изменения (отъезды, утраты, пополнения). Кроме того, в обычном доме все рассчитано на семью «с одной хозяйкой на кухне». В таком пространстве для семьи из нескольких поколений не всегда возможна хорошая психологическая обстановка. Жилище заведомо не может учитывать интересов всех членов большого семейства, так как жизнь динамична, а жилье статично. Поэтому современный подход к архитектуре учитывает такой фактор, как эргономика жилища, то есть его гибкость и способность к трансформации в процессе использования.

Необходимо обеспечить приватность территории для каждого поколения одной большой семьи. Эту задачу можно решать по-разному.

Один вариант – создание дома, состоящего из определенных модулей, сочетаемых друг с другом, которые можно достраивать, переставлять и располагать по-разному, изменяя пространство. Например: ребенок вырос и покинул «гнездо» – детская не нужна. Зато для пожилых родителей одной комнаты мало – необходим целый блок с отдельным санузлом и, возможно, с кухней. Затем, когда старший ребенок заведет семью, возможно ему захочется вернуться в «родовое гнездо» и появится необходимость пристроить еще один модуль и т.д.

Другой вариант – дом-трансформер (рис. 1). Размер здания и его инфраструктура задаются на стадии проектирования размещением нескольких несущих конструкций, а внутренние перегородки изменяются, согласно возникающим потребностям. Обычно в таком доме есть общее пространство, а остальные комнаты komponуются вокруг нескольких санузлов. Таким образом, семья имеет достаточно изолированные ячейки, объединенные общей гостиной.



Рис. 1. Дом-трансформер в пригороде Каунаса. Архитекторы: Скимантас Варнаускас, Елвина Варнаускене

Третий вариант – дом для семей из нескольких поколений с разными входами. Такие дома далеко не новы. Дома с несколькими входами есть в деревнях и в пригороде, но в современной трактовке они становятся комфортабельней и интересней. Они могут формироваться как блокированные дома либо дом для семьи, организованный по квартирному принципу. Это могут быть двухуровневые квартиры, расположенные вокруг общего холла-атриума, где может собираться вся семья. В то же время каждая «квартира» может вести свой независимый образ жизни. Например, молодое поколение может принимать поздних гостей – и это не побеспокоит пожилых родителей и т.п. Такие решения изначально проникнуты уважением и пониманием интересов всех членов семьи. Дом, дающий представителю каждого поколения свой собственное пространство, – это залог душевного спокойствия для всей семьи и гарантия того, что подросшие дети не оставят пожилых родителей в одиночестве на старости лет.

Дома типа «таунхаус» («townhouse», англ. – «городской дом») пока не так популярны в Татарстане, хотя в России – в Москве и Санкт-Петербурге – наблюдается постоянный рост спроса на подобного рода вид городского жилья. Опыт мегаполисов показывает, что создание районов с такой застройкой в черте городских конгломератов является одной из главных тенденций в развитии малоэтажного строительства.

Таунхаусы (рис. 2) представляют собой небольшие блокированные дома, объединенные смежной стеной. Каждый подобный дом обладает отдельным входом и небольшим участком земли перед домом и за ним. Таунхаусы – это комбинация городской и загородной жизни, позволяющая использовать все преимущества и того, и другого.

Архитектура таунхауса предлагает зонирование в двух-трех уровнях, условное разделение на три зоны: «нежилую» часть (гостиная, холл, кухня); «домашнюю» (спальни, детская); техническую, включающую в себя гараж и технические помещения.

Таунхаусы стали появляться в Англии в XIX веке в качестве домов для нескольких поколений в пределах одной семьи. Взрослые дети, желающие жить отдельно, но рядом с родителями, стали пристраивать свои дома к родительскому. Это позволяло достаточно удешевить строительство и эксплуатацию жилья, а вертикальная планировка, характерная для такого типа зданий решает проблему дефицита земли. Со временем такая застройка преобразовалась в таунхаус – коттедж высотой в 2-3 этажа с отдельным входом, совмещенный с другими такими же коттеджами.

В Европе распространение блокированного жилья обусловлено тем, что это позволяет значительно экономить на строительстве, прокладке коммуникаций. Также таунхаус удобен с точки зрения обслуживания и обеспечения безопасности. В то же время в них удастся сохранить независимость проживания.

В больших европейских городах, например в Лондоне, где стоимость участка под застройку очень высокая, таунхаусы стали настоящим спасением. В таких странах, как: Польша, Германия, Финляндия – таунхаусы открыли новую эпоху в развитии малоэтажного строительства.

Одним из вариантов блокированного жилья является дуплекс, также очень удобный для семьи из нескольких поколений. Старшее поколение живет в одной квартире, а молодая семья – в другой. Небольшой участок земли, прилегающий к каждой квартире дуплекса, дает возможность создать прекрасный цветник, но пресечет попытки старшего поколения засадить его «полезными» растениями.



Рис. 2. Таунхаусы в Лондоне

Сегодня в нашей стране существует социально-этический барьер внутри общества в отношении к пенсионерам – людям, пережившим смену общественно-политической формации и сегодня являющимся самыми социально незащищенными гражданами, имеющими неоспоримый потенциал и возможность ведения активной общественной жизни.

Типология специального жилья, способствующего интеграции пожилых людей в современное общество, существует только на интуитивном уровне, нет научно проработанных концепций, принципов и приемов проектирования. Учитывая социальные предпосылки, разработка научно обоснованных архитектурно-планировочных приемов и принципов организации жилья для нескольких поколений является актуальной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ружже В.Л., Елисеева И.И., Кадибур Т.С. Структура и функции семейных групп. – М., 1983.
2. Герасимова И.А. Структура семьи. – М., 1976.
3. Глазычев В.Л. О нашем жилище. – М.: Стройиздат, 1987. – 180 с.
4. Киселев Л., Рабинович И. Об основах формирования перспективных типов жилых домов. – М.: Архитектура СССР, 1966, № 11. – С. 26.
5. ACADEMIA Архитектура и Строительство, 2008, № 1. – РААСН: Изд-во Архитектура. – С. 53-58.
6. СП 35-101-2001. Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности маломобильных групп населения. Общие положения: одобрен и рекомендован Госстроем России 16.07.2001. – Изд. офиц. – М.: ГУП ЦПП, 2001. – 80 с.
7. Организация объединенных наций//un.org.ru: ежедн. интернет-изд. URL: http://www.un.org/ageing/documents/building_natl_capacity/guiding-rus.pdf (дата обращения: 19.02.2009).
8. Типы домов // ipoteka.biz: ежедн. интернет-изд. URL: http://ipoteka.biz/faq.php?cat_id=9 (дата обращения: 12.11.2009).
9. Энциклопедия недвижимости // dometra.ru: ежедн. интернет-изд. URL: <http://www.dometra.ru/encyclopedia/card/таунхаус> (дата обращения: 03.11.2009).

REFERENCES

1. Rugge V.L., Eliseeva I.I., Kadibur T.S. Structure and function of family groups. – M., 1983.
2. Gerasimova I.A. Family structure. – M., 1976.
3. Glazichev V.L. About our dwelling. – M.: Stroiizdat, 1987. – 180 p.
4. Kiselev L., Rabinovich I. On the basis of the formation of advanced types residential homes. – M.: Architecture USSR, 1966, № 11. – P. 26.
5. ACADEMIA Architecture and Construction, 2008, № 1. – RAASN: Architecture. – P. 53-58.
6. SP 35-101-2001. Design of buildings and structures, taking into account accessibility with limited movement populations. General terms: approved and recommended by Gosstroy Russia 16.07.2001. – M.: GUP CPP, 2001. – 80 p.
7. United Nations //un.org.ru: the daily Internet-edition. URL: http://www.un.org/ageing/documents/building_natl_capacity/guiding-rus.pdf (reference date: 19.02.2009).
8. Building Types //ipoteka.biz: the daily Internet-edition. URL: http://ipoteka.biz/faq.php?cat_id=9 (reference date: 12.11.2009).
9. Real Estate Encyclopedia // dometra.ru: the daily Internet-edition. URL: <http://www.dometra.ru/encyclopedia/card/таунхаус> (reference date: 03.11.2009).



УДК 502: 71

Мударисов Р.А. – аспирант

E-mail: roman_mudarisov@mail.ru

Казанский (Приволжский) федеральный университет

Мингазова Н.М. – доктор биологических наук, профессор

E-mail: nmingas@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет,

Казанский (Приволжский) федеральный университет

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

АННОТАЦИЯ

Настоящая работа посвящена методологии оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС), в частности, на водные объекты и их компоненты. В статье использованы методические подходы, примененные в 2001-2010 гг. лабораторией оптимизации водных экосистем факультета географии и экологии КФУ при оценке воздействия различных видов хозяйственной деятельности (таких как реконструкция набережных дамб, развитие города и поднятие уровня воды в водохранилище) на водные объекты. Для каждого объекта хозяйственной деятельности выделены наиболее подходящие методы ОВОС.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: оценка воздействия, водные объекты, методические подходы, дамбы, Нижнекамское водохранилище.

Mudarisov R.A. – post-graduate student

Kazan (Volga region) Federal University

Mingazova N.M. – doctor of biological sciences, professor

Kazan State University of Architecture and Engineering,

Kazan (Volga region) Federal University

METHODICAL APPROACHES TO AN IMPACT ASSESMENT OF DIFFERENT KINDS OF ANTHROPOGENIC ACTIVITIES ON WATER OBJECTS

ABSTRACT

In clause the methodical approaches applied in 2001-2010 at an impact assessment of different kinds of anthropogenic activities (such as reconstruction of quays of dams, development of city and a level raising of water reservoir) on water objects are used. For each object of anthropogenic activities the most suitable methods of an estimation of influence, different kinds of anthropogenic activities on water objects allocate.

KEYWORDS: environmental impact assessment (EIA – activity), water objects, methodical approaches, dams, Nizhnekamsk water reservoir.

Введение

В природоохранной практике важное место занимает процедура оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) намечаемой хозяйственной деятельности. Методология ОВОС в России разработана недостаточно, на практике осуществляется только узкое и ограниченное применение методов ОВОС в проектной деятельности. В это же время за рубежом при разработке нормативной документации методология EIA – деятельности (ОВОС) стала предметом тщательных научных исследований [1].

Совокупность общих подходов и методов ОВОС к настоящему времени уже выявлена [1, 2]. В то же время применение этих методов требует тщательного выбора в зависимости от объекта хозяйственной деятельности.

Предметом настоящих научных исследований является выявление методических подходов оценки воздействия применительно к конкретным объектам хозяйственной деятельности и компонентам окружающей среды. Одним из таких компонентов являются поверхностные воды (водные объекты), методология оценки воздействия хозяйственной деятельности для которых разработана крайне слабо.

Материалы и методы

Работа была выполнена в лаборатории оптимизации водных экосистем факультета географии и экологии (ранее – экологического факультета) КФУ (КГУ) в 2001-2010 гг. Основными материалами для работы явились инженерные изыскания и экологические обоснования к проектам: 1) развития г. Казань (Генплан г. Казани), 2) поднятия уровня воды в Нижнекамском водохранилище, 3) реконструкции набережных дамб р. Казанки и Волги в г. Казань. Для каждого объекта хозяйственной деятельности выделялись наиболее подходящие методы ОВОС из общей совокупности в зависимости от специфики объекта.

Результаты исследования

1. Оценка воздействия реконструкции (расширения) города

Методические подходы оценки воздействия на водные объекты реконструкции города выявлялись на примере проекта Генплана г. Казани (2004-2007 гг.). В частности, анализировалась возможность создания эколого-природного каркаса города (ЭПК) с включением водных объектов для их защиты при развитии города.

Для развития городов в гармонии с окружающей средой, устойчивого благополучного состояния урботерриторий в последние годы в России и за рубежом активно обсуждается концепция эколого-природного каркаса, обеспечивающего сохранение биоразнообразия, улучшение окружающей среды и устойчивое развитие урбанистических территорий.

С 2000-х гг. в связи с празднованием 1000-летия города, строительством торгово-развлекательных центров и спортивных объектов к Универсиаде-2013 в г. Казань проводится интенсивная застройка центра (уплотненная застройка), в том числе в водоохранных зонах водоемов, практически до уреза воды. Прибрежная зона реки Казанки на обоих бережьях интенсивно застраивается, планируется создание новых бетонных набережных вместо прибрежных мелководий, фактически превращение нижнего течения в канал. При строительстве футбольного стадиона в пойме реки Казанки стало невозможным осуществление создания ранее запланированного здесь ландшафтного парка «Островки Казанки». Парк Горького также значительно пострадал при строительстве моста Миллениум и четвертой транспортной дамбы, так как новая дорога прошла через значительную часть парка и вблизи памятников природы «Русская Швейцария» и «Немецкая Швейцария». Поэтому вопрос о создании «ядра» ЭПК представляется уже трудно решаемым и требует координации природоохранных, проектных и городских органов местного самоуправления.

В Казани при разработке Генплана города (2004-2007 гг.) предполагалось создание ЭПК города, но в решении этого вопроса возникло немало проблем, связанных с недостаточной изученностью природных комплексов в городе. На базе инвентаризации водных объектов и зеленых насаждений города, проведенных экологическим факультетом КГУ в 2004-2007 гг., проанализировано местоположение сохранившихся природных участков (водных объектов и зеленых насаждений) и возможности включения этих территорий в ЭПК и «зеленые коридоры» города.

Методологически разработанные нами предложения сводятся к следующему. В черте города должно быть выделено либо «ядро» ЭПК (крупный природный объект), либо «стержень» каркаса (природный объект, выходящий за пределы города и соединяющийся с крупными природными массивами). В Казани «стержнем» ЭПК, по сути, является река Казанка, а «ядром» – Парк культуры им. Горького и сохранившиеся немногочисленные водно-болотные угодья в пойме реки Казанки выше и ниже Советского моста по обоим берегам. Для этого остров Центральный напротив строящегося Дворца водных видов спорта по ул. Чистопольская и сохранившиеся участки поймы следует утвердить в качестве охраняемой природной территории – эколого-ландшафтного парка «Островки Казанки». От «ядра» радиально отходят и соединяются с крупными природными объектами за пределами города шесть главных «зеленых коридоров» I порядка (с включением водных объектов); между собой они соединяются коридорами II и III порядка, что позволит сделать эколого-природный каркас города более устойчивым [3].

Мерами по реальному воплощению концепции эколого-природного каркаса являются: 1) включение в Генплан города концепции ЭПК и корректировка новых проектов в соответствии с Генпланом; 2) сохранение и создание водоохранных зон на всех водных объектах города; 3) утверждение и осуществление проекта парка «Островки Казанки» (в настоящее время в основном за счет островов и небольших участков прибрежных

водно-болотных угодий в нижнем течении р. Казанки); 4) озеленение недостаточно озелененных территорий, пустырей и участков нового строительства; 5) экспертиза новых проектов строительства и реальный экологический контроль за новым строительством [3]. Эти предложения были представлены в качестве экологического обоснования Генплана города, утвержденного в 2007 г., и предлагались в качестве части компенсационных мероприятий при строительстве объектов Универсиады (2009-2010 гг.).

Методами оценки воздействия реконструкции города на водные объекты являются: 1) методы учета существующих водных объектов и зеленых насаждений (инвентаризация), 2) методы наложения карт, 3) метод функционального зонирования, 4) метод оценки экологического состояния водных объектов. Рекомендуемые подходы консолидируются в идее эколого-природного каркаса города с включением в него водных объектов.

2. Оценка воздействия поднятия уровня воды водохранилища

Методические подходы оценки воздействия поднятия уровня воды водохранилищ выявлялись на примере проекта поднятия уровня Нижнекамского водохранилища РТ до отметки 66,0-68,0 м БС (2005 г).

Отличительными чертами водохранилищ являются специфичность водообмена, изменение режима уровней, аккумуляция веществ, интенсивное хозяйственное использование и сильное антропогенное влияние. Для них характерна высокая динамика развития, в которой отмечается изменение потоков энергии, отличающееся от естественных водоемов, преобладание деструкции над продукцией. Общепринятым подходом оценки изменений состояния водохранилищ по мере развития является выделение этапов существования: 1) вспышка трофии («эффект подпора и взрыва»); 2) трофическая депрессия или «депрессия экосистемы»; 3) постепенное повышение трофии или стабилизация, «относительная стабилизация» [4], при деградации экосистем водохранилищ – этап 4) «антропогенной дестабилизации».

По совокупности исследований по оценке экологического состояния, а также при сравнении состояния с Куйбышевским водохранилищем, можно сделать вывод, что на 2005 г. Нижнекамское водохранилище находилось на этапе относительной стабилизации (рис.).

Оценка воздействия поднятия уровня воды водохранилищ требует, по нашему мнению, применения таких методических подходов, как: 1) учет изменения стадий развития экосистемы водохранилища, 2) учет изменения гидрологических, гидрохимических и гидробиологических параметров и режимов, 3) учет фактора переработки берегов, 4) учет воздействия на пойменные и ценные природные территории (ОПТ), которые окажутся в зоне затопления, 5) учет альтернатив, особенно по использованию иных источников энергии, 6) экономический ущерб от воздействия и др.

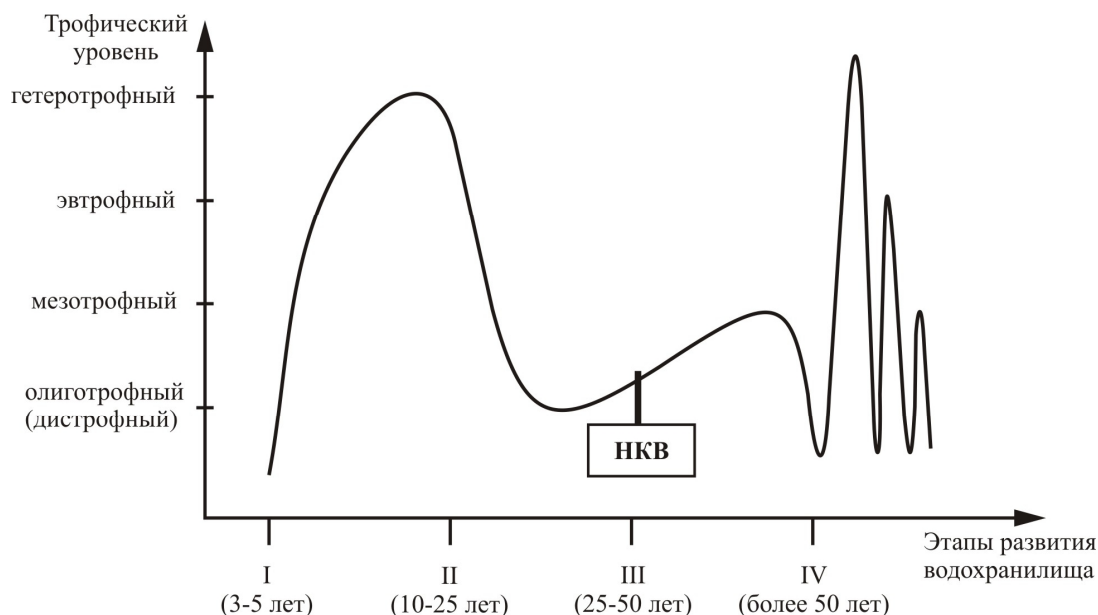


Рис. Стадии развития водохранилищ

Метод выбора альтернатив является самостоятельным методическим подходом при проведении ОВОС. При выборе альтернатив необходимо учитывать вариант отказа от реализации проекта (нулевой вариант) и подробно рассматривать альтернативы по месту размещения, использования технологий и др. Для проектных материалов по поднятию уровня Нижнекамского водохранилища анализ альтернатив представлен по матричному методу с учетом всех компонентов в таблице 1. Наименьшее воздействие на окружающую среду наносится при уровне воды 63,3 м, наибольшее – при поднятии нормального подпорного уровня (НПУ) до отметки 68 м.

Таблица 1

Анализ альтернатив поднятия уровня воды матричным методом

Компоненты окружающей среды	Атм.воздух, микроклимат	Подземные воды	Микробиологический режим	Почвы и с/х земли	Лес (ресурс)	Флора	Фауна	ООПТ и памятники культуры	Фито- и зоопланктон	Ихтиофауна и зообентос	Макрофиты	Гидрологический режим	Гидрохимический режим	Здоровье населения, рекреация
Сумма баллов:														
воздействия при НПУ 63.3 м	-7	-2	-4	+2	-3	-5	-11	-9	-6	-14	-6	+2	0	0
воздействия при НПУ 66,0 м	-16	-4	-3	-3	-10	-10	-14	-18	-7	-17	-11	+3	- 4	- 3
воздействия при НПУ 68,0 м	-21	-3	-13	-11	-15	-15	-18	-27	-9	-19	-14	+3	- 7	- 5

3. Оценка воздействия реконструкции набережных дамб

Методические подходы оценки воздействия реконструкции набережных дамб выявлялись на примере проекта реконструкции набережных дамб инженерной защиты г. Казани. Работа строилась на материалах экологических исследований 2003-2004 гг.

Набережные г. Казани относятся к системе гидротехнических сооружений города, созданных в 1955-1957 гг. и направленных на его инженерную защиту. К этой системе относятся плотины, придамбовые дренажи, прислонные дренажи, магистральные каналы, насосные станции и дамбы инженерной защиты города – Нижне-Заречная, Верхне-Заречная, Адмиралтейская транспортная, Федосеевская, Кремлевская, Портовая, Южная и Волжская дамбы. Назначение всей этой системы – защита города от затопления паводковыми водами и подтопления грунтовыми водами в результате неблагоприятного воздействия Куйбышевского водохранилища. Поскольку дамбы, расположенные в центре города (Федосеевская, Кремлевская и Портовая) морально и физически устарели, а, кроме того, они планируются для включения в рекреационную зону центра города, возникла необходимость их реконструкции.

Матрицы являются основой экспертного знания и при этом требуют небольшого объема информации при определении воздействий. ОВОС проекта реконструкции набережных (Федосеевская, Кремлевская и Портовая), была проведена с интегральной оценкой по матричному методу в классическом варианте: 1) по всем компонентам окружающей среды; 2) по всем альтернативным вариантам; 3) на период строительства, эксплуатации и на вариант без воздействия. Пример матричного анализа на период строительства приведен в таблице 2, подобный анализ для всех дамб (на все периоды, компоненты и по всем вариантам воздействия) позволил дать предварительную первичную оценку, уточненную позднее балльной оценкой при детальном рассмотрении воздействия на компоненты.

Таблица 2

**Пример первичного матричного анализа воздействия реконструкции в период строительства
(на примере Кремлевской дамбы)**

Компоненты ОС	Воздух		Воды поверхностные		Воды подземные		Почвы /ландшафты		Флора		Фауна		Гидро-биоценозы	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Альтернативы														
- отсыпка грунта	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+
- намыв песка	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
- замена плит	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
- забивка свай	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
- загрязнение от строит. техники	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+
- механическое воздействие	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-
- шумовое воздействие	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+
- образование твердых отходов	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+
- вырубка деревьев	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-
Строительство рекреационных объектов	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+
Реконструкция дренажных систем	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+
Прокладка коллектора	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+
Сумма баллов	2	6	5	11	1	2	3	8	2	4	2	4	5	10
Примечание: Альтернативные варианты: 1 – косметический ремонт, 2 – строительство рекреационных объектов и ремонт. Оценка воздействия: «+» - имеется, «-» - отсутствует.														

Матричный анализ реконструкции дамб позволяет оценить вклад каждого вида воздействия. Так, наибольший ущерб в период строительства оказывают такие факторы, как отсыпка и намыв грунта, химическое загрязнение от строительной техники, строительство рекреационных объектов. В период эксплуатации наибольшее воздействие прогнозируется от работы автотранспорта, плавсредств и от рекреационных объектов.

Пример сравнения всех альтернативных вариантов реконструкции дамб инженерной защиты для г. Казани в интегральном виде по сумме видов воздействия приведен в таблице 3. Исследованиями было выявлено, что наибольшее количество видов воздействия в период строительства приходится на варианты В-3 (49 видов) для Федосеевской дамбы, В-2 (45 видов) для Кремлевской дамбы и В-4 (46 видов) для Портовой дамбы. Таким образом, наименьшее воздействие будет лишь в том случае, если дамбы не реконструировать полностью, а благоустраивать.

Таблица 3

**Сравнительный анализ альтернативных вариантов (В)
по суммам видов воздействий на компоненты окружающей среды**

Название дамбы	Период	В-1	В-2	В-3	В-4
Федосеевская	Строительство	33	37	49	-
	Эксплуатация	3	6	23	
	Отказ от проекта	22			
Кремлевская	Строительство	18	45	-	-
	Эксплуатация	10	25	-	
	Отказ от проекта	18			
Портовая	Строительство	11	41	43	46
	Эксплуатация	11	14	31	36
	Отказ от проекта	26			

Функциональное зонирование важно при оценке современного экологического состояния, так как дает представление об уже существующем воздействии на территорию. Для осуществления функционального зонирования нами был применен метод совмещенного анализа карт. Метод используется для определения и демонстрации масштабов распространения воздействия, полезен при оценке альтернативных вариантов.

При обследовании прибрежных территорий вблизи дамб выделялись селитебная, промышленная, зеленая, рекреационная и другие зоны. Учет существующего антропогенного воздействия проводился путем маршрутных обследований, опросов сотрудников предприятий (насосных станций, речного порта и др.). На топографические материалы были нанесены функциональные зоны и источники антропогенного воздействия (два слоя совмещения).

Существующее воздействие на прибрежную зону р. Казанки и Волги заключается в активной застройке территории, прокладке дорог, захламлении отходами, вырубке деревьев и кустарников, аварийных сбросах канализации и др. Новое строительство увеличит уже имеющееся воздействие. Все выявленные источники необходимо учитывать дополнительно (масштабы и границы возможного воздействия, количественная характеристика, продолжительность во времени, пространственное расположение и др.). Имеющиеся источники будут влиять дополнительно, и их влияние (в баллах) можно суммировать к прогнозируемому воздействию (табл. 4).

Таблица 4

Интегральная ОВОС в период реконструкции (на примере Портовой дамбы)

Вариант	В-1	В-2	В-3	В-4
Сумма баллов планируемого воздействия	56	167	165	242
Оценка проекта (0-5 баллов) (при K=169)	0,33	0,99	0,98	1,43
Оценка существующего воздействия (сумма баллов / оценка)	90 / 0,99			
Оценка проекта с учетом существующего антропогенного воздействия (0-5 баллов)	1,32	1,98	1,97	2,42
Категория воздействия	слабое	слабое	слабое	умеренное
Примечание: Альтернативные варианты: В-1 – косметический ремонт; В-2 – строительство автодороги рядом и частично по телу дамбы; В-3 – строительство рекреационных объектов; В-4 – соединение вариантов В-2 и В-3. Сумма баллов дана по всем компонентам и всем видам воздействия. Коэффициент (количество видов воздействия умножается на количество компонентов) K=169. Существующее воздействие – на уровне 90 баллов (при отказе от проекта), K=91, оценка 0,99 балла добавляется к планируемому воздействию.				

В ходе исследований было выявлено, что можно использовать разнообразные методические подходы при проведении ОВОС реконструкции набережных дамб, но наиболее показательными являются: 1) методы учета существующей антропогенной нагрузки на дамбы с суммированием к прогнозируемому воздействию, 2) методы матричного анализа с интегральной оценкой, 3) метод наложения картосхем, 4) метод функционального зонирования территорий [5].

Заключение

В методическом плане важно определиться с содержательной частью ОВОС, необходимой к проведению для каждого вида хозяйственной деятельности и типа водного объекта. Общими подходами для оценки влияния всех видов деятельности на водные объекты являются: 1) характеристика поверхностных и грунтовых вод в зоне воздействия, анализ их состояния до воздействия, оценка устойчивости водных и прибрежных экосистем и их способности к восстановлению; 2) учет существующего антропогенного воздействия и использование водных и прибрежных экосистем; 3) учет социально-экономических показателей и последствий осуществления проекта, историко-культурных особенностей и ограничений; 4) учет экологических ограничений (ПДК, водоохранные зоны и др.); 5) рассмотрение альтернатив и «нулевого варианта» – отказа от осуществления деятельности; 6) определение ущерба ихтиофауне и гидробионтам; 7) оценка степени экологической опасности, риска, учета аварийных ситуаций; 8) обоснование природоохранных мероприятий по восстановлению и оздоровлению водоемов; 9) разработка рекомендаций по выбору альтернатив осуществления хозяйственной деятельности; 10) прогноз воздействия на компоненты водных экосистем по всем альтернативным вариантам осуществления деятельности; 11) информирование общественности и учет общественного мнения.

Частные подходы к оценке воздействия зависят от вида хозяйственной деятельности. Так, при анализе развития города (Генплан) необходимо уделять внимание данным инвентаризации, соответствию планируемых мероприятий концепциям эколого-природного каркаса, «живой реки», «живого ландшафта» и «зеленым коридорам»; континуальности зеленых насаждений и водных объектов; выделению разных функциональных зон («ядра», «стержня», «коридоров») и др.

Оценка воздействия поднятия уровня водохранилища требует применения таких методических подходов, как учет изменений стадий развития экосистемы водохранилища, изменений гидрологических, гидрохимических и гидробиологических параметров и др.

При оценке воздействия реконструкции дамб выявлено, что наиболее показательными при ОВОС являются методы учета существующей антропогенной нагрузки в баллах с суммированием к прогнозируемому воздействию, а также методы матричного анализа с интегральной оценкой и наложением картосхем.

При проведении оценки воздействия на водные объекты необходимо не ограничиваться одним-двумя методами ОВОС (что является типичной ошибкой в проектировании), а использовать разнообразие методов ОВОС в зависимости от специфики хозяйственной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черп О.М., Виниченко В.Н., Хотулева М.В., Молчанова Я.П., Дайман С.Ю. // Экологическая оценка и экологическая экспертиза. – М.: Социально-экологический Союз, 2001. – 309 с.
2. Положение об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в РФ // Госкомэкологии России. – М., 2000. – 25 с.
3. Мударисов Р.А., Юпина Г.А., Мингазова Н.М. О проблеме создания эколого-природного каркаса // Экология города Казани. – Казань: Изд-во «Фэн» АН РТ, 2005. – С. 377-383.
4. Кудерский Л.А. Особенности экологии больших равнинных водохранилищ // Сб. научн. тр.: ГосНИОРХ, 1984, вып. 223. – С. 11-23.
5. Мударисов Р.А., Мингазова Н.М. Методические подходы к оценке воздействия реконструкции набережных дамб // Вестник Татарстанского отделения Российской экологической академии, 2005, № 2 (24). – С. 13-17.

REFERENCES

1. Cherp O.M., Vinichenko V.N., Hotuljova M.V., Molchanova J.P., Dajman S.J. // Ecological estimation and ecological examination. – M.: Socialno-ekologicheskii Soyuz, 2001. – 309 P.
2. Position about an estimation of influence of planned economic and other activity on environment in the Russian Federation // Goscomekology of Russia. – M., 2000. – 25 P.
3. Mudarosov R.A., Yupina G.A., Mingazova N.M. About problems of creation of ecologo-natural structure // Ecology of city of Kazan. – Kazan: Publishing house «Fan» AN RT, 2005. – 576 P.
4. Cudersky L.A. Feature of ecology of the big flat water reservoir // Collection of scientific articles by GosNIIORH, 1984, vol. 223. – P. 11-23.
5. Mudarisov R.A., Mingazova N.M. Methodical approaches to an impact assessment of reconstruction of dams // Bulletin Tatarstan of branch of the Russian ecological academy, 2005, № 2 (24). – P. 13-17.



УДК 624.012.35/45

Замалиев Ф.С. – кандидат технических наук, доцентE-mail: em_z@mail.ru**Казанский государственный архитектурно-строительный университет****НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ
СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ КОНСТРУКЦИИ НА ЭТАПЕ ВОЗВЕДЕНИЯ****АННОТАЦИЯ:**

Приводятся результаты экспериментальных исследований сталежелезобетонного перекрытия в период возведения. Выявлены закономерности изменения внутренних напряжений и прогибов перекрытия. Получены данные об изменении напряжений в стальной балке и железобетонной плите во время твердения бетона.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сталежелезобетонное перекрытие, твердение бетона, напряжения, прогибы.

Zamaliyev F.S. – candidate of technical science, associate professor**Kazan State University of Architecture and Engineering****INTENSE-DEFORMED CONDITION
OF STEELCONCRETE CONSTRUCTION AT THE ERECTION STAGE****ABSTRACT:**

Results of experimental researches steelconcrete overlappings in erection are resulted. Laws of change of internal pressure and overlapping deflections are revealed. The data about change of pressure in a steel beam and a ferro-concrete plate during time of set concrete is obtained.

KEYWORDS: steelconcrete overlapping, set of concrete, pressure, deflections.

При реставрации и реконструкции архитектурных памятников часто возникает необходимость замены существующих деревянных перекрытий ввиду ослабления сечения или потери несущей способности конструктивных элементов. К новому перекрытию предъявляют жесткие требования как реставраторы, так и надзорные органы. С позиций реставраторов необходимо сохранить существующие отметки пола и потолков, а с позиции надежности и безопасности нужно обеспечить требуемую прочность, жесткость и пожаробезопасность. Таким требованиям соответствует сталежелезобетонное перекрытие, состоящее из стальных балок и монолитной железобетонной плиты, где совместная работа железобетонной плиты со стальной балкой обеспечивается анкерными связями. При проектировании таких перекрытий используют методы расчета железобетонных конструкций с жесткой арматурой [1], либо ведомственные нормативы [2,3], посвященные сталежелезобетонным перекрытиям, которые, по данным литературы [4], недооценивают несущую способность перекрытий до 10-15 % по сравнению с деформационными методами расчета [5], основанными на аналитических диаграммах работы материалов, на учете действительного напряженно-деформированного состояния изгибаемых элементов. Однако, надо заметить, и деформационные методы расчеты не учитывают начальные напряжения и деформации сталежелезобетонных конструкций, возникающие в период возведения перекрытия.

Напряженно-деформированное состояние сталежелезобетонного перекрытия в процессе замоноличивания плитной части исследовано на примере фрагмента перекрытия с размерами в плане 6000х6000 мм в одном из цехов комбината крупнопанельного домостроения г. Н.Челны.

Изготовление опытного фрагмента сталежелезобетонного перекрытия производилось в следующем порядке. Сначала на железобетонные фундаментные блоки, играющие роль опор, укладывались стальные балки из прокатных двутавров № 20 из стали С 245 с шагом 1200 мм; потом установили опалубку под будущую плиту высотой 80 мм; уложили сеточную арматуру из проволоки Ш5 Вр – I с шагом стержней 100 мм по схеме армирования, принятой для неразрезных железобетонных плит, с расположением арматурной сетки в зонах действия максимальных пролетных и опорных изгибающих моментов. Для обеспечения совместности работы стальных балок

и будущей железобетонной плиты к верхнему поясу двутавров приваривались два ряда анкерных стержней Ш10 АIII с шагом 150 мм в середине пролета, 100 мм – по концам балок (рис. 1).



Рис. 1. Армирование плиты сталежелезобетонного перекрытия

В ходе экспериментальных исследований выявлялись:

- поведение балок в период заливки и твердения бетона;
- изменения деформаций, напряжений в сечениях и прогибов стальной балки.

Для этого на стальную балку наклеивались электротензорезисторы с базой 20 мм, а для мониторинга прогибов балок устанавливались под каждой балкой стойки с измерительной шкалой.

После выполнения всех подготовительных работ были сняты «нулевые» показатели. Заливка монолитного бетона выполнялась при температуре в цехе $+26^{\circ}\text{C}$ без рывков, с подачей его через «рукава» бетононасоса. Попутно для определения расчетных характеристик бетона забивались стандартные кубы $100 \times 100 \times 100$ мм; применялся бетон класса В22,5. Уплотнение бетона производилось глубинным вибратором (рис. 2). Выравнивание и уход за бетоном в период твердения производились по общеизвестной технологии, принятой для цехов железобетонных конструкций.



Рис. 2. Процесс замоноличивания железобетонной плиты

Показания приборов снимались через каждый час, от «0» до момента стабилизации деформаций. За условный «0» принято время завершения формирования плиты перекрытия. В начальное время свежеуложенный бетон плиты перекрытия создавал нагрузку на стальные балки, но по прохождении времени бетон приобретал прочность по мере силикатизации цементного теста. С приобретением бетоном прочности формировалось композитное сталежелезобетонное сечение, состоящее из стальной балки и железобетонной плиты. Основной задачей эксперимента было выявление влияния процесса образования сталежелезобетонного сечения на общее напряженно-деформированное состояние перекрытия. Поэтому показания приборов снимались каждый час, начиная с условного «0». Сняты показания, построены графики изменения прогибов балок, относительных деформаций в разных точках нормального сечения стальных балок.

Анализ изменения прогибов (рис. 3) показывает, что с «0» часов до 6-7 часов в период твердения бетона происходит уменьшение прогибов, что можно объяснить образованием композитного сечения и увеличением изгибной жесткости сечения по сравнению со стальной балкой, в дальнейшем прогибы стабилизировались (рис. 3). На рис. 4 представлена диаграмма изменения относительных деформаций в уровне нейтральной оси стальной балки. Анализ диаграммы показывает, что до 3-4 часов происходит медленное наращивание деформаций (теоретически на уровне нейтральной оси сечения по высоте балки деформации не должны меняться). После 4-5 часов идет резкое наращивание деформаций балки (в 3-4 раза), что можно объяснить образованием сталежелезобетонного сечения и подъемом нейтральной оси балки, работавшей как стальная конструкция, на новый уровень, соответствующей нейтральной оси составного сталежелезобетонного изгибаемого элемента.

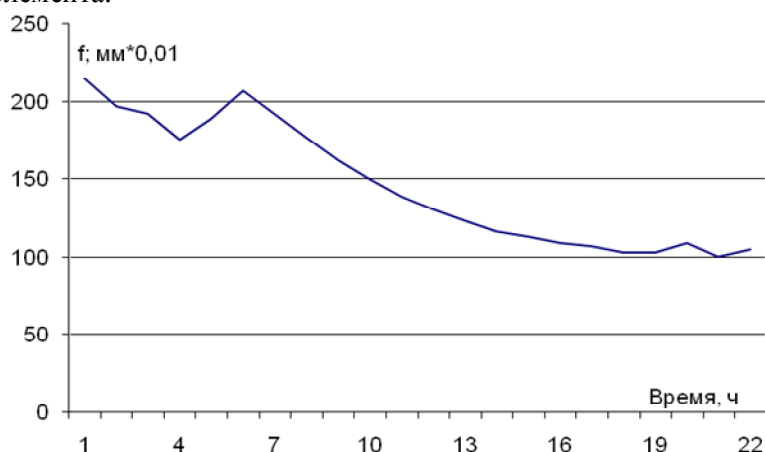


Рис. 3. График изменения прогибов средней балки перекрытия

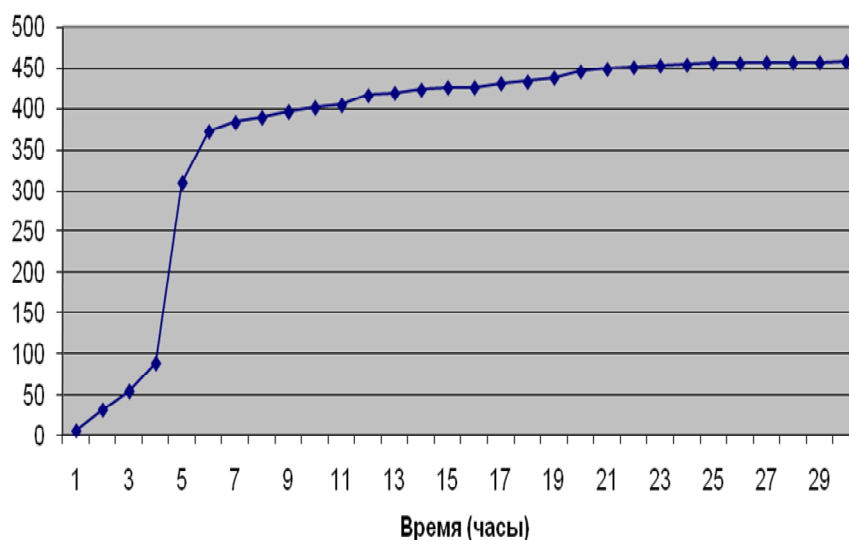


Рис. 4. Диаграмма изменения напряжений на уровне н.о. стальной балки

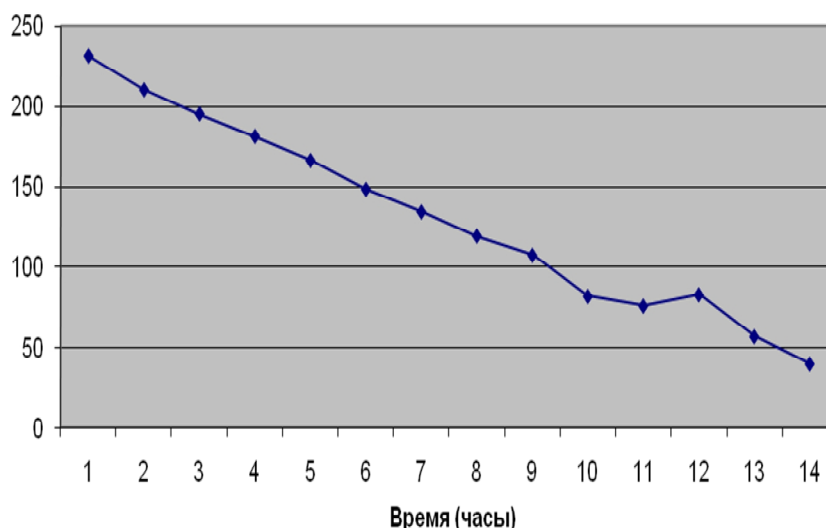


Рис. 5. Диаграмма изменения напряжений в.п. стальной балки

На рис. 5 представлена диаграмма изменения напряжений в верхнем поясе стальной балки, что показывает интенсивный рост напряжений в крайних фибрах верхнего пояса балки. Через 14-15 часов с начала твердения бетона напряжения в верхнем поясе уменьшаются в 5 раз, что подтверждает образование нового сечения изгибаемого элемента с увеличенными жесткостными характеристиками. А на рис. 6 представлен график изменения напряжений в нижнем поясе стальной балки, который показывает резкое увеличение напряжений после 3 часов с момента начала твердения, а после 5-6 часов стабилизируется и далее не увеличивается. Интенсивный рост значений напряжений в начальный период объясняется также образованием сталежелезобетонного сечения и подъемом нейтральной оси сечения стальной балки на новую отметку – на отметку нейтральной оси составного сечения.

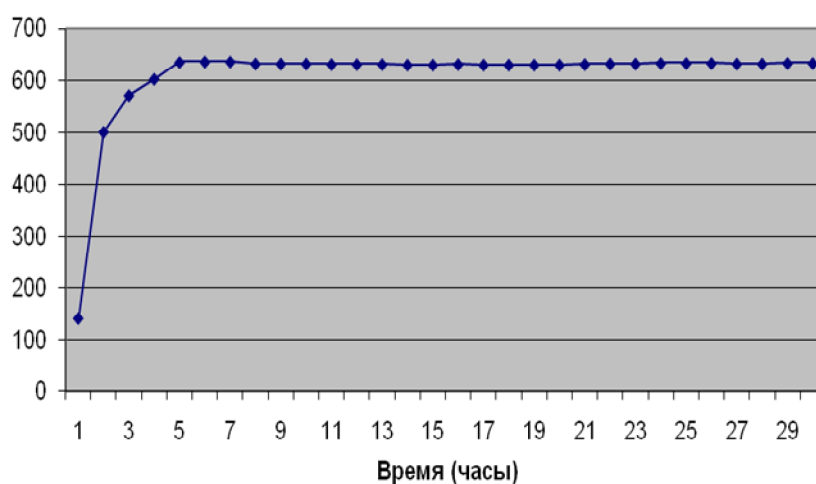


Рис. 6. График изменения напряжений в н.п. стальной балки

Заключение

1. Экспериментальными исследованиями подтверждены предположения о влиянии времени твердения бетона на напряженно-деформированное состояние сталежелезобетонного перекрытия.
2. Исследованиями установлено:
 - в период твердения бетона происходит обратный выгиб несущих элементов перекрытия;
 - меняются деформации и напряжения по всей высоте сечения стальной балки.
3. Для учета в практических расчетах экспериментально выявленных деформаций и напряжений в период твердения бетона требуются дальнейшие экспериментально-теоретические исследования сталежелезобетонных перекрытий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по проектированию железобетонной конструкций с жестким армированием. – М.: Стройиздат, 1978. – 55 с.
2. Проектирование сталежелезобетонных перекрытий промышленных зданий. – Минск: Госстрой БССР, 1988. – 31 с.
3. Перекрытия сталежелезобетонные с монолитной плитой СТО 0047. – М., ЗАО ЦНИНПСК им. Мельникова, 2005. – 43 с.
4. Мирсаяпов И.Т., Замалиев Ф.С., Шаймарданов Р.И. Оценка прочности нормальных сечений сталежелезобетонных изгибаемых элементов при однократном статическом нагружении // Сборник статей РААСН. – Н.Новгород: ННГАСУ, 2001. – С. 247-250.
5. Мирсаяпов И.Т., Замалиев Ф.С. Расчет прочности сталежелезобетонных изгибаемых конструкций на основе аналитических диаграмм//Разработка и исследование металлических и деревянных конструкций. Сборник научных трудов. – Казань: КГАСА, 1999. – С. 142-149.

REFERENCES

1. Management on designing ferro-concrete designs with rigid reinforcing. – M.: Sroyizdat, 1978. – 55 p.
2. Designing steelconcrete overlappings of industrial buildings. – Minsk, Gosstroy BSSR, 1988. – 31 p.
3. Overlappings steelconcrete with a monolithic plate STO 0047.-2005.-M., ZAO CNINPSK n. Melnikova, 2005. – P. 43.
4. Mirsayapov I.T., Zamaliev F.S., Shaimardanov R.I. Estimation of durability of normal sections steelconcrete bent elements at unitary static loadings // The collection of articles RAASN. – N. Novgorod: NGASU, 2001. – P. 247-250.
5. Mirsayapov I.T., Zamaliev F.S. Durability calculation concretesteel bent designs on the basis of analytical diagrams/Workings out and research of metal and wooden designs. The collection of proceedings. – Kazan: KSABA, 1999. – P. 142-149.

УДК 624.01.235/45

Замалиев Ф.С. – кандидат технических наук, доцент**Хайрутдинов Ш.Н.** – инженерE-mail: em_z@mail.ru**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

УПРОЩЕННАЯ ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ ПРИ ДЛИТЕЛЬНЫХ НАГРУЖЕНИЯХ

АННОТАЦИЯ:

Предлагается упрощенная методика расчета прочности сталежелезобетонных изгибаемых элементов на длительные нагрузки. Приводятся расчетные выражения для определения эквивалентного значения расчетного сопротивления бетона и стали. Даны выражения по определению положения границы сжатой зоны и прочности нормального сечения для любого этапа длительного нагружения. Показана сходимость теоретических результатов с данными испытаний.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сталежелезобетонные конструкции, длительные нагрузки, упрощенный расчет, прочность.

Zamaliyev F.S. – candidate of technical science, associate professor**Khairutdinov Sh.N.** – engineer**Kazan State University of Architecture and Engineering**

THE SIMPLIFIED ESTIMATION OF DURABILITY STEELCONCRETE CEILING AT LONG LOADINGS

ABSTRACT

The simplified design procedure steelconcrete bent elements on long loadings is offered. Settlement expressions for definition of equivalent value of settlement resistance of concrete and a steel are resulted. Expressions by definition of position of border of the compressed zone and durability of normal section for any stage long loadings are given. Convergence of theoretical results with the data of tests is shown.

KEYWORDS: steelconcrete construction, long loadings, simplified calculation, durability.

При реконструкции зданий раннего периода постройки очень часто деревянные перекрытия меняют на перекрытия по стальным балкам, укладывая по ним сборные или монолитные железобетонные плиты. В зарубежной строительной практике, реже в нашей стране, совместную работу бетонной плиты со стальной балкой обеспечивают путем устройства анкерных связей по контактной поверхности, тем самым создают композитную сталежелезобетонную конструкцию.

В настоящее время наши проектанты сталежелезобетонную конструкцию рассчитывают по методике, принятой для традиционных строительных конструкций: отдельно стальную балку по нормам стальных конструкций, железобетонную плиту по нормам железобетонных конструкций, а при рассмотрении сталежелезобетонной конструкции как единой конструкции – в основном используют методы расчета железобетонных конструкций. В исследовательской практике для оценки прочности сталежелезобетонных конструкций используют деформационные методы расчета [1]. Безусловно, учет действительного напряженно-деформированного состояния, внутренних усилий для любого рассматриваемого уровня и режима нагружения дает экономические и надежные решения.

Однако в ряде случаев строительной практики возникает необходимость в прикидочной оценке прочности сталежелезобетонных конструкций, не прибегая к сложным расчетам. Для этого можно использовать один из наиболее простых методов расчета прочности железобетонных конструкций – метод предельного равновесия, трансформированный для случая сталежелезобетонных конструкций.

Расчет прочности производится на основе следующих предпосылок:

- принимается прямоугольная эпюра напряжений в бетоне сжатой зоны монолитной плиты в стальной балке;
- для средних деформаций бетона и стали и растянутой зоны стальной балки считается справедливым линейный закон распределения деформаций по высоте сечения;

- в качестве расчетного принимается сечение со средней высотой сжатой зоны X , соответствующей средним деформациям.

На основании сформулированных выше предпосылок решается обратная задача – определение максимально допустимой нагрузки при заданном сроке службы конструкций.

Для расчета прочности нормальных сечений составляется уравнение равновесия внешних и внутренних сил. Внутренние усилия определяются по расчетным сопротивлениям бетона и с учетом вида компоновки составного сечения, изменения напряжений во времени, а также несоответствия принятой формы эпюры напряжений к фактической.

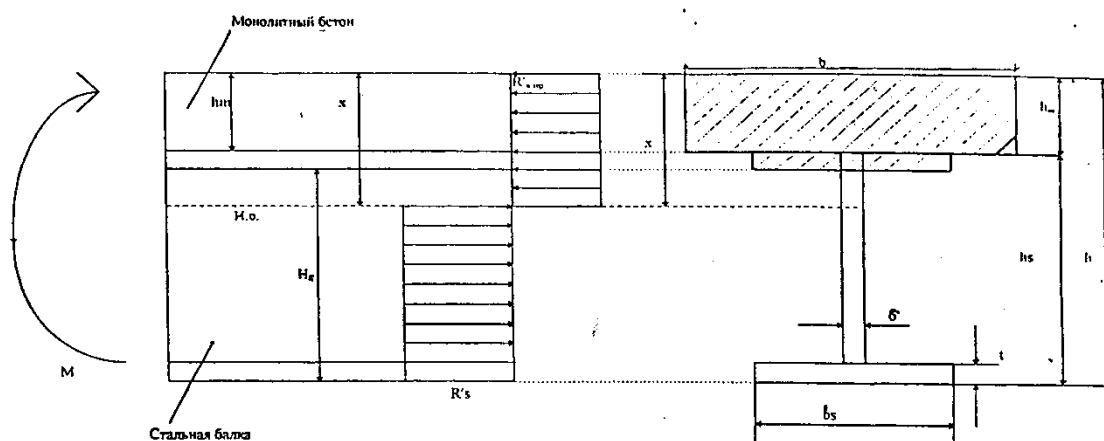


Рис. Расчетная схема усилий и эпюры напряжений

Для упрощения расчета монолитный бетон и сжатая часть стальной балки приводятся к одному эквивалентному бетону по прочности и деформативности и, таким образом, расчет сталежелезобетонной конструкции сводится к расчету обычных железобетонных конструкций. Указанная замена основывается на использовании зависимости предельной сжимаемости бетона от его призмочной прочности – « $e_{bu}-R_b$ ». Зная характер связи между призмочной прочностью бетона и его предельной сжимаемостью и принимая допустимые предельные значения деформаций стали, представляется возможность определить призмочную прочность эквивалентного бетона – $R_{b,прив.}$.

$$R_{b,прив.} = \frac{R_{b,прив.} \cdot S_m}{R_{b,прив.} \cdot S_m} \cdot \frac{R_{b,прив.} \cdot S_m}{R_{b,прив.} \cdot S_m} \cdot \frac{R_{b,прив.} \cdot S_m}{R_{b,прив.} \cdot S_m} \quad (1)$$

Учитывая диаграммы деформирования материалов, приведенных ранее, получим

$$R_{b,пр.} = R_{b,пр.} \left(1 + \frac{S_m}{S_m} \right) + R_{b,пр.} \frac{S_m}{S_m} \quad (2)$$

где S_m – статический момент монолитного бетона сжатой зоны составного сечения относительно нейтральной зоны составного сечения относительно нейтральной оси при $X=X_R$ (X_R – определяется для монолитного бетона);

S – статический момент всей сжатой зоны относительно той же оси.

В дальнейшем расчет производится для условного сечения, в котором сжимающие усилия воспринимаются приведенным бетоном, а растягивающие усилия – нижней полкой и оставшейся частью стенки стальной балки.

Условие прочности пишется в виде

$$M \leq R_{b,пр.} \left[R_{b,пр.} \cdot S_m + R_{b,пр.} \cdot S_m + R_{b,пр.} \cdot S_m + R_{b,пр.} \cdot S_m \right] + R_{b,пр.} \cdot S_m \left(R_{b,пр.} \cdot S_m + R_{b,пр.} \cdot S_m \right) \quad (3)$$

здесь моменты принимаются относительно нейтральной оси.

Высота сжатой зоны « X » определяется из уравнения равновесия продольных усилий в стадии разрушения

$$R_{b,пр.} \cdot b \cdot x - R_s \delta (h_s - x + h_m - t) - R_s b_s t = 0$$

Откуда

$$\sigma = \frac{R_{st} R_{st} x + R_{st} \omega (R_{st} + R_{bt} \cdot x)}{R_{bt} x + R_{st} \omega} \quad (4)$$

Однако, необходимо отметить, что прямоугольная эпюра напряжений в бетоне сжатой зоны и растянутой зоны стальной балки имеет условный характер, так как на нейтральной оси напряжения не могут быть равны предельным. Вследствие этого высота сжатой зоны и положение нейтральной оси имеют также условный характер, не соответствующий фактической высоте сжатой зоны и фактической нейтральной оси.

Кроме того, замена криволинейной эпюры на прямоугольную увеличивает площадь сжатой и растянутой зон и плечо внутренней пары сил и тем самым завышает несущую способность. Эта разница имеет особо существенное значение при длительном статическом нагружении, когда формы эпюр напряжений далеки от прямоугольной.

Для учета этого явления расчетным путем вводим коэффициент полноты ω эпюры напряжений в бетоне сжатой зоны и его учитываем при вычислении высоты сжатой зоны:

$$\omega = \frac{M}{R_{bt} x^2} \quad (5)$$

$\lambda = 1 - V$ – коэффициент пластичности приведенного бетона сжатой зоны.

V – коэффициент, характерный для упруго пластического состояния бетона сжатой зоны и вычисляемый в соответствии с [3] по формуле

$$V = \frac{M_{раз}}{M} \quad (6)$$

где M – изгибающий момент от действующей нагрузки;

$M_{раз}$ – изгибающий момент при статическом разрушении конструктивного элемента.

Значения ω , вычисленные по (6), находятся в пределах 0,775-0,9. В практических расчетах принимаем $\omega_b = 0,85$; $\omega_s = 0,8$.

Тогда выражение для высоты сжатой зоны перепишем в виде

$$x = \frac{M}{R_{bt} \omega} \quad (7)$$

где $R'_s = 0,8 R_s$ – трансформированное расчетное сопротивление стали;

$R'_{b,np} = 0,85 R_{b,np}$ – трансформированное расчетное сопротивление бетона.

Для учета изменения напряжений в бетоне и стали в процессе длительного статического нагружений вследствие развития дополнительного напряженного состояния производим трансформирование расчетных сопротивлений материалов, составленных для случая осевого приложения однократного кратковременного статического нагружения.

$$R'_{b,np,long} = 0,85 R_{b,np} \frac{1}{H_{s_b} K_w}$$

$$R'_{s,long} = 0,85 R_s \frac{1}{H_{s_s} K_{w_s}},$$

где H_{s_b}, H_{s_s} – функции накопления напряжений в бетоне и стальной балке при длительном статическом нагружении.

Для расчета прочности нормальных сечений рассматривается система, состоящая из двух полос, параллельных продольной оси элемента:

- сжатой полосы, состоящей из сжатого бетона и сжатой части стального элемента приведенных к эквивалентному бетону с условным расчетным сопротивлением $R'_{b,np}, R'_{b,np,long}$;

- растянутой полосы, состоящей из растянутой части стального элемента с напряжениями, равными $R'_s, R'_{s,long}$.

При этом форма эпюр напряжений принимается прямоугольной.

Проверка прочности производится:

- для растянутой полосы;
- для сжатой полосы.

Для проверки прочности растянутой полосы получим

Внешнее усилие

$$N_s = \frac{M}{Z} - \frac{N_{eb}}{Z} \quad \text{или} \quad N_s = \frac{(e_0 - e_b)}{Z}$$

$$Z = h - 0,5x - y_s; \quad e_b = 0,5h - a_c$$

$$a_c = \frac{R_{sc} A'_s a'_s + R_b b x^2 / 2}{R_{sc} A'_s + R_b \cdot b \cdot x} \quad (\text{вместо } R_b \text{ ставится } R'_b, R'_{b,np,long}).$$

Высота сжатой зоны X определяется из равновесия продольных усилий в сжатой и растянутой полосе и внешней продольной силы:

$$R_s A_s + N = R_{b,np} \cdot b \cdot x, \quad (8)$$

$$\text{откуда } x = \frac{R_s A_s + N}{R_{b,np} \cdot b},$$

здесь, в зависимости от режима нагружения, в расчетных формулах принимаются

$$R'_s, R'_{s,long}, R'_{b,np}, R'_{b,np,long}$$

Внутреннее предельное усилие

$$N_{su} = R_s A_s$$

Проверка прочности

$$N_s \leq N_{su} \quad (9)$$

Для проверки прочности сжатой полосы имеем

Внешнее усилие

$$N_b = \frac{M}{Z} + \frac{N_{es}}{Z} \quad \text{или} \quad N_b = \frac{N(e_0 + e_s)}{Z}$$

$$Z = h_0 - 0,5x - y_s; \quad e_s = 0,5h - a_c$$

$$(10)$$

Высота сжатой зоны X_c определяется по зависимости, учитывающей ее изменение от величины $X_R = 0,5h$ (при $\sigma_s = R_s$) до величины $X_{\max} = h$ (при $\sigma_s = R_{sc}$), в зависимости от величины N

$$x_c = \frac{N + 2R_s A_s}{R_{b,np} b h_0 + 4R_{sc} A_s} h_0,$$

при $N = R_{b,np} \cdot b \cdot X_R$, $X_c = 0,5h_0$;

при $N = R_{b,np} \cdot b \cdot h_0 + R_{sc} A_s$, $X_c = h_0$

Внутреннее предельное усилие

$$N_{bu} = R_{b,np} \cdot b \cdot X_c \quad (11)$$

Условие прочности

$$N_b \leq N_{bu} \quad (12)$$

В расчетных формулах вместо $R_{b,np}$ и R_s принимаются $R'_{b,np}$; $R'_{b,np,long}$; $R'_{s,long}$

Для проверки изложенной методики проведены расчеты прочности сталежелезобетонных балок, испытанных авторами [4]. Экспериментальные балки состоят из стальной двутавровой балки № 12 из стали С 245 длиной 2000 мм и бетонной плиты 2000x400x50 мм, совместная работа которых обеспечена вертикальными анкерными стержнями высотой 40 мм.

Исследованы четыре группы балок по 3 образца в группе под воздействием нагрузки в течение шести месяцев, при этом длительная нагрузка $P_{\max}$ равна 0,85-0,99 $P_{\text{разр.стат.}}$. Разрушение испытанных балок произошло примерно при одинаковом времени действия нагрузок от раздробления бетона в сжатой зоне нормального сечения и вследствие развития пластических деформаций в стальной балке.

Сопоставление результатов расчета по изложенной методике с экспериментальными данными показывает удовлетворительную сходимость, расхождения не превышают 6-14 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мирсаяпов И.Т., Замалиев Ф.С. Расчет прочности сталежелезобетонных изгибаемых конструкций на основе аналитических диаграмм // Разработка и исследование металлических и деревянных конструкций. Сборник научных трудов. – Казань: КГАСА, 1999. – 145 с.
2. Голышев А.Б., Харченко А.В., Бачинский В.Я. и др. Методические рекомендации по расчету несущей способности сборно-монолитных конструкций по нормальным сечениям. НИИСК Госстроя СССР. – Киев, 1980. – 39 с.
3. Маилян Л.Р. Перераспределение усилий в статически неопределенных железобетонных балках // Известия вузов. Серия «Строительство и архитектура», 1983, № 4. – С. 6-10.
4. Хайрутдинов Ш.Н., Замалиев Ф.С. Экспериментальные исследования сталежелезобетонных изгибаемых конструкций при длительном действии нагрузок. // Известия КазГАСУ, 2008, № 1 (9). – С. 65-67.

REFERENCES

1. Mirsayapov I.T., Zamaliev F.S. Durability calculation concretesteel bent designs on the basis of analytical diagrams // Workings out and research of metal and wooden designs. The collection of proceedings. – Kazan: KSABA, 1999. – 145 p.
2. Golyshev A.B., Kharchenko A.V., Bachinskiy V.J. and over. Methodical recommendations about calculation of bearing ability of sborno-monolithic designs about normal sections. NIISK Gosstroy of the USSR. – Kiev, 1980. – 39 p.
3. Mailyan L.R. Redistribution of efforts in statically uncertain ferro-concrete beams//News of high schools. A series «Building and architecture», 1983, № 4. – P. 6-10.
4. Khairutdinov Sh.N., Zamaliev F.S. Experimental researches steelconcrete bent designs at long action of loadings. // Izvestya KazGASU, 2008, №1 (9). – P. 65-67.

УДК 624.011.2

Колобов М.В. – инженер, магистр техники и технологий, аспирантE-mail: nnnmiha@mail.ru**Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗЕРВА ПРОЧНОСТИ ПРИ ОЦЕНКЕ НАДЕЖНОСТИ
СЖАТО-ИЗГИБАЕМЫХ СОСТАВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДОЩАТЫХ ФЕРМ ПОКРЫТИЯ
С СОЕДИНЕНИЯМИ НА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ ПЛАСТИНАХ**

АННОТАЦИЯ

Приводится методика оценки надежности сжато-изгибаемых составных дощатых элементов на металлических зубчатых пластинах с применением резерва прочности. Резерв прочности определен с учетом относительного эксцентриситета и начальных искривлений стержня.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Металлические зубчатые пластины, надежность, вероятность отказа, осевое сжимающее напряжение, резерв прочности, начальные искривления стержня, относительный эксцентриситет.

Kolobov M.V. – the engineer, the master of technics and technologies, the post-graduate student
Nizhegorodskiy State University of Architecture and Engineering

**USE OF THE RESERVE OF DURABILITY AT THE ESTIMATION OF RELIABILITY
OF COMPRESSED-BENT COMPONENTS OF THE TOP BELT OF BOARD FARMS
OF THE COVERING WITH CONNECTIONS ON METAL NAIL PLATES**

ABSTRACT

The technique of an estimation of reliability of is compressed-bent compound board elements on metal gear plates with application of a reserve of durability is resulted. The durability reserve is defined taking into account relative eccentricity and initial curvatures of a core.

KEYWORDS: metal nail plates, reliability, probability of refusal, axial compressing pressure, durability reserve, initial curvatures of a core, relative eccentricity.

Для сплачивания деревянных элементов по высоте сечения, а также для решения узлов при проектировании и изготовлении деревянных конструкций широко используются металлические зубчатые пластины (МЗП) (рис.). МЗП являются эффективным видом связи и имеют неоспоримые преимущества по сравнению с другими видами механических связей [1].

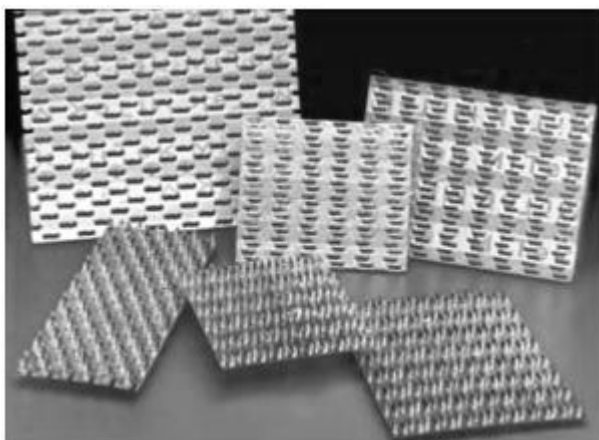


Рис. 1 Зубчатые пластины фирмы «MiTek»

Во-первых, это низкий расход древесины на единицу площади покрытия здания. Во-вторых, малая масса конструкций положительно сказывается на скорости их монтажа. Небольшие легкие

конструкции могут устанавливаться вручную или с применением кранов небольшой грузоподъемности. Компактная конструкция соединений позволяет перевозить готовые изделия в пакетах, благодаря чему рационально используется грузоподъемность транспорта. Наконец, дороговизна земли в центре крупных городов приводит к необходимости реконструкции существующих зданий с плоской или холодной чердачной кровлей. Надстройка мансардного этажа с легкими несущими деревянными конструкциями на металлических зубчатых пластинах позволяет успешно решить эту задачу как с технической точки зрения (незначительная нагрузка на фундамент, легкость монтажа), так и с архитектурной (возможность создания выразительной кровли любой формы). С учетом вышеизложенного происходит снижение цены на 15-20 % за счет резкого уменьшения трудозатрат на строительно-монтажные работы, а экономия материала при применении деревянных строительных конструкций на МЗП достигает 40 %, по сравнению с конструкциями, изготовленными по традиционным технологиям.

Экономическая эффективность сквозных деревянных конструкций с соединениями на МЗП подтверждена опытом строительства зданий различного назначения в разных странах.

Одним из видов деревянных конструкций, в которых используются металлозубчатые пластины, являются треугольные и трапецевидные фермы. Верхний пояс таких ферм работает от совместного действия сжимающей силы N и изгибающего момента M . Расчет на прочность сжато-изгибаемых составных деревянных элементов на металлических зубчатых пластинах выполняется по формуле [2,3]:

$$\frac{N}{F_{нт}} \cdot (1 + 1,45 \cdot m) \leq R_c, \quad (1)$$

где N – продольная сжимающая сила; $F_{нт}$ – площадь расчетного сечения нетто; $m = \frac{M}{N} \cdot \frac{F_{нт}}{W_{нт}}$ –

относительный эксцентриситет; R_c – расчетное сопротивление сортной древесины при сжатии.

Представим зависимость (1) в виде:

$$\sigma_0 \cdot (1 + 1,45 \cdot m) \leq R_c, \quad (2)$$

где σ_0 – осевое сжимающее напряжение.

Тогда резервом прочности будет величина:

$$\tilde{S} = \tilde{R}_c - \tilde{\sigma}_0 - 1,45 \cdot \tilde{\sigma}_0 \cdot \tilde{m}. \quad (3)$$

Для относительного эксцентриситета $\tilde{m}$ воспользуемся выражением [4]:

$$\tilde{m} = \tilde{\alpha} + \lambda_{пр}^2 \cdot \tilde{\beta}, \quad (4)$$

где $\lambda_{пр}$ – приведенная гибкость, являющаяся детерминированной величиной; $\tilde{\alpha}$ и $\tilde{\beta}$ – случайные величины, для которых можно принять нормальное распределение с центром в начале координат [4].

В этом случае:

$$\tilde{S} = \tilde{R}_c - \tilde{\sigma}_0 - 1,45 \cdot \tilde{\sigma}_0 \cdot (\tilde{\alpha} + \lambda_{пр}^2 \cdot \tilde{\beta}). \quad (5)$$

Вычислим частные производные функции $\tilde{S}$ по ее случайным аргументам:

$$\begin{aligned} \frac{\partial S}{\partial R_c} &= 1; \quad \frac{\partial S}{\partial \sigma_0} = -1 - 1,45 \cdot (\tilde{\alpha} + \lambda_{пр}^2 \cdot \tilde{\beta}); \\ \frac{\partial S}{\partial \alpha} &= -1,45 \cdot \tilde{\sigma}_0; \quad \frac{\partial S}{\partial \beta} = -1,45 \cdot \tilde{\sigma}_0 \cdot \lambda_{пр}^2. \end{aligned} \quad (6)$$

Подставляя в эти выражения вместо случайных величин их центры распределения $\bar{\sigma}_0$, $\bar{\alpha} = 0$ и $\bar{\beta} = 0$, получим коэффициенты линейной аппроксимации функции S (5), которая будет иметь вид:

$$\tilde{S} = \bar{S} + A \cdot (\tilde{R}_c - \bar{R}_c) + B \cdot (\tilde{\sigma}_0 - \bar{\sigma}_0) + C \cdot \tilde{\alpha} + D \cdot \tilde{\beta}, \quad (7)$$

$$\text{где } A = 1; B = -1; C = -1,45 \cdot \bar{\sigma}_0; D = -1,45 \cdot \bar{\sigma}_0 \cdot \lambda_{пр}^2. \quad (8)$$

Приближенные значения центра распределения $\bar{S}$ и дисперсии $\bar{S}$ составят:

$$\bar{S} = \bar{R}_c - \bar{\sigma}_0; \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \bar{S} &= A^2 \cdot \bar{R}_c + B^2 \cdot \bar{\sigma}_0 + C^2 \cdot \bar{\alpha} + D^2 \cdot \bar{\beta} = \\ &= \bar{R}_c + \bar{\sigma}_0 + 2,1 \cdot \bar{\sigma}_0^2 \cdot (\bar{\alpha} + \lambda_{np}^4 \cdot \bar{\beta}). \end{aligned} \quad (10)$$

Отсюда определим изменчивость (коэффициент вариации) $\tilde{S}$:

$$V_S = \frac{\sqrt{\bar{S}}}{\bar{S}} = \frac{\sqrt{\bar{R}_c + \bar{\sigma}_0 + 2,1 \cdot \bar{\sigma}_0^2 \cdot (\bar{\alpha} + \lambda_{np}^4 \cdot \bar{\beta})}}{\bar{R}_c - \bar{\sigma}_0}. \quad (11)$$

Из (11) получим:

$$V_S^2 \cdot (\bar{R}_c - \bar{\sigma}_0)^2 = \bar{R}_c + \bar{\sigma}_0 + 2,1 \cdot \bar{\sigma}_0^2 \cdot (\bar{\alpha} + \lambda_{np}^4 \cdot \bar{\beta}). \quad (12)$$

В выражении (12) левая часть составит:

$$\begin{aligned} V_S^2 \cdot (\bar{R}_c - \bar{\sigma}_0)^2 &= V_S^2 \cdot (\bar{R}_c^2 - 2 \cdot \bar{R}_c \cdot \bar{\sigma}_0 + \bar{\sigma}_0^2) = \\ &= V_S^2 \cdot \bar{R}_c^2 \cdot (1 - 2 \cdot \frac{\bar{\sigma}_0}{\bar{R}_c} + \frac{\bar{\sigma}_0^2}{\bar{R}_c^2}). \end{aligned} \quad (13)$$

Введем безразмерную величину [4]:

$$\psi = \frac{\bar{\sigma}_0}{\bar{R}_c}, \quad (14)$$

с учетом которой получим следующее выражение:

$$V_S^2 \cdot \bar{R}_c^2 \cdot (1 - 2 \cdot \psi + \psi^2) = \bar{R}_c + \bar{\sigma}_0 + 2,1 \cdot \bar{\sigma}_0^2 \cdot (\bar{\alpha} + \lambda_{np}^4 \cdot \bar{\beta}). \quad (15)$$

Разделим левую и правую часть выражения (15) на $\bar{R}_c^2$, в результате чего получим:

$$\begin{aligned} V_S^2 \cdot (1 - 2 \cdot \psi + \psi^2) &= \frac{\bar{R}_c}{\bar{R}_c^2} + \frac{\bar{\sigma}_0}{\bar{R}_c^2} + 2,1 \cdot \frac{\bar{\sigma}_0^2}{\bar{R}_c^2} \cdot (\bar{\alpha} + \lambda_{np}^4 \cdot \bar{\beta}) = \\ &= V_R^2 + \frac{V_{\sigma_0}^2 \cdot \bar{\sigma}_0^2}{\bar{R}_c^2} + 2,1 \cdot \frac{\bar{\sigma}_0^2}{\bar{R}_c^2} \cdot (\bar{\alpha} + \lambda_{np}^4 \cdot \bar{\beta}) = \\ &= V_R^2 + V_{\sigma_0}^2 \cdot \psi^2 + 2,1 \cdot \psi^2 \cdot (\bar{\alpha} + \lambda_{np}^4 \cdot \bar{\beta}). \end{aligned} \quad (16)$$

Далее получим:

$$\begin{aligned} (1 - 2 \cdot \psi + \psi^2) &= \frac{V_R^2}{V_S^2} + \psi^2 \cdot \frac{V_{\sigma_0}^2}{V_S^2} + \psi^2 \cdot \frac{2,1}{V_S^2} \cdot (\bar{\alpha} + \lambda_{np}^4 \cdot \bar{\beta}) = \\ &= 1 - 2 \cdot \psi + \psi^2 - \frac{V_R^2}{V_S^2} - \psi^2 \cdot \frac{V_{\sigma_0}^2}{V_S^2} - \psi^2 \cdot \frac{2,1}{V_S^2} \cdot (\bar{\alpha} + \lambda_{np}^4 \cdot \bar{\beta}) = \\ &= \psi^2 - \psi^2 \cdot \frac{V_{\sigma_0}^2}{V_S^2} - \psi^2 \cdot \frac{2,1}{V_S^2} \cdot (\bar{\alpha} + \lambda_{np}^4 \cdot \bar{\beta}) - 2 \cdot \psi + (1 - \frac{V_R^2}{V_S^2}). \end{aligned} \quad (17)$$

Откуда:

$$\psi^2 \cdot \left[1 - \frac{V_{\sigma_0}^2}{V_S^2} - \frac{2,1}{V_S^2} \cdot (\bar{\alpha} + \lambda_{np}^4 \cdot \bar{\beta}) \right] - 2 \cdot \psi + (1 - \frac{V_R^2}{V_S^2}) = 0 \quad (18)$$

В выражении (18):

$$\frac{V_{\sigma_0}^2}{V_s^2} = \frac{0,3^2}{0,36^2} = 0,694; \quad \frac{2,1}{V_s^2} = \frac{2,1}{0,36^2} = 16,2;$$

$$\left(1 - \frac{V_R^2}{V_s^2}\right) = \left(1 - \frac{0,2^2}{0,36^2}\right) = 0,69. \quad (19)$$

Следовательно:

$$\psi^2 \cdot (1 - 0,694 - 16,2 \cdot (\alpha + \lambda_{\text{пр}}^4 \cdot \beta)) - 2 \cdot \psi + 0,69 = 0, \quad (20)$$

или

$$\psi^2 \cdot (0,306 - 16,2 \cdot (\alpha + \lambda_{\text{пр}}^4 \cdot \beta)) - 2 \cdot \psi + 0,69 = 0 \quad (21)$$

После выполнения преобразований (21) получим приведенное квадратное уравнение:

$$\psi^2 - a^* \cdot \psi + c^* = 0, \quad (22)$$

где коэффициент a^* и свободный член c^* определяются по формулам:

$$a^* = \frac{2}{0,306 - 16,2 \cdot (\alpha + \lambda_{\text{пр}}^4 \cdot \beta)}; \quad (23)$$

$$c^* = \frac{0,69}{0,306 - 16,2 \cdot (\alpha + \lambda_{\text{пр}}^4 \cdot \beta)}. \quad (24)$$

Дисперсии относительных эксцентриситетов α приложения продольной силы к торцам стержня, согласно рекомендациям А.Р. Ржаницина, принимаются равными (0...0,5) [4]. Внецентренность приложения продольной силы к торцу стержня зависит прежде всего от точности разметки и производства работ [4]. Для выполнения расчетов примем среднее значение $\alpha = 0,25$.

Величину β можно выразить через начальный прогиб $f_{\text{п}}$ следующим образом [4]:

$$\beta = \frac{f_{\text{п}}}{l} \cdot \frac{z}{l}. \quad (25)$$

Для симметричных сечений $z = 0,5 \cdot h$ и

$$\beta = \frac{1}{2} \cdot \frac{f_{\text{п}}}{l} \cdot \frac{h}{l}. \quad (26)$$

Пример: Определить надежность составной из двух досок $b \times h_1 = 44 \times 94$ мм опорной панели длиной $l = 2,41$ м верхнего пояса четырехпанельной треугольной фермы на МЗП пролетом 9 м ($\sin \alpha = 0,3557$). Ферма загружена равномерно распределенной нормативной нагрузкой интенсивностью $q^{\text{н}} = 2028$ Н/м. Среднее значение коэффициента надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,38$. Площадь и момент сопротивления расчетного сечения нетто верхнего пояса составляют $F_{\text{нт}} = 82,72 \cdot 10^{-4}$ м² и $W_{\text{нт}} = 259 \cdot 10^{-6}$ м³. Ферма изготовлена из древесины сосны 2-го сорта ($R_c = 13$ МПа, $\bar{R}_{\text{вр.}} = 31$ МПа).

Прогиб составного элемента $f_{\text{п}}$ на МЗП выразим через прогиб элемента цельного сечения $f_{\text{ц}} = 0,00325$ м по формуле:

$$f_{\text{п}} = f_{\text{ц}} \cdot K_f = 0,00325 \cdot 1,56 = 0,005 \text{ м}, \quad (27)$$

где K_f - коэффициент приведения прогиба [5]:

$$K_f = \frac{1}{K_{\text{ж}}} = \frac{1}{0,64} = 1,56, \quad (28)$$

$K_{ж}$ - коэффициент жесткости, определяемый по формуле [6]:

$$K_{ж} = \frac{1}{1 + (n^2 - 1) \cdot \frac{\delta}{\delta_{п}}} = \frac{1}{1 + (2^2 - 1) \cdot \frac{1}{5,36}} = 0,64, \quad (29)$$

$n = 2$ - число слоев в составном элементе; $\delta = 1$ мм (табл. 21 [6]); $\delta_{п}$ - определяется из выражения [6]:

$$\delta_{п} = \frac{n \cdot l}{300 \cdot K_{\theta}} = \frac{2 \cdot 2410}{300 \cdot 3} = 5,36 \text{ мм}. \quad (30)$$

Следовательно, величина β по (26) составит:

$$\beta = \frac{1}{2} \cdot \frac{0,005}{2,41} \cdot \frac{0,188}{2,41} = 8 \cdot 10^{-5}. \quad (31)$$

Согласно [4] дисперсия начальных искривлений стержня β при условии, когда стандарт величины $\beta = f_{п} \cdot z / l^2$ равен $8 \cdot 10^{-5}$, принимается равной $\beta = 64 \cdot 10^{-10}$.

С учетом полученных данных коэффициенты квадратного уравнения (22) получаются равными $a^* = -0,426$ и $c^* = -0,147$. В этом случае:

$$\psi^2 + 0,426 \cdot \psi - 0,147 = 0. \quad (32)$$

Из решения уравнения (32) получим $\psi = 0,23$. Согласно (14) осевое сжимающее напряжение составит $\sigma_0 = 0,23 \cdot R_c$. Отметим, что согласно исследований Н.Д. Денеш [7] и В.А. Цепяева [2] для сжато-изгибаемых элементов верхнего пояса треугольных ферм покрытия осевое напряжение составляет $\sim 23\%$ от суммарного напряжения при полном использовании прочности древесины. В данном случае величина продольной сжимающей силы, воспринимаемая сечением, вычисленная с учетом внецентренности приложения силы и начальных искривлений $N_c = \sigma_0 \cdot F_{нт} = 0,23 \cdot 31 \cdot 10^6 \cdot 82,72 \cdot 10^{-4} = 58979 \text{ Н}$, получается несколько меньшей, чем в работе [3] (61838 Н).

Вероятность разрушения определяется [3]:

$$V = 0,5 - 0,5 \cdot \Phi\left(\frac{N_c - N}{\hat{N}_{\Delta}}\right) = 0,5 - 0,5 \cdot \Phi(t), \quad (33)$$

где $\Phi(t)$ – функция Лапласа [8].

$$\Phi(t) = \frac{2}{\sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot \int_0^t e^{-\frac{x^2}{2}} \cdot dx; \quad (34)$$

$N = 19242 \text{ Н}$ – продольная сжимающая сила [3]; $\hat{N}_{\Delta} = 14519,4 \text{ Н}$ – среднеквадратическое отклонение случайной величины $\tilde{N}_{\Delta}$ [3].

$$\begin{aligned} V &= 0,5 - 0,5 \cdot \Phi\left(\frac{58979 - 19242}{14519,4}\right) = 0,5 - 0,5 \cdot \Phi(2,74) = \\ &= 0,5 - 0,5 \cdot 0,9939 = 0,00305 \text{ (0,305 \%)} \end{aligned}$$

Вероятность неразрушения (надежность):

$$P = 1 - 0,00305 = 0,99695 \text{ (99,695 \%)}.$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колобов М.В. Металлические зубчатые пластины – перспективный вид соединения деревянных конструкций // Сб. тр. аспирантов и магистрантов. Технические науки / Нижегород. архитектур.-строит. ун-т. – Н.Новгород, 2010. – С. 34-39.
2. Цепяев В.А. Расчет сжато-изгибаемых составных элементов дощатых конструкций на податливых связях / В.А. Цепяев, М.В. Колобов // Приволжский научный журнал / Нижегород. архитектур.-строит. ун-т. – Н.Новгород, 2010. – № 1. – С. 26-29.
3. Колобов М.В. Оценка надежности сжато-изгибаемых составных элементов верхнего пояса дощатых ферм покрытия с соединениями на металлических зубчатых пластинах. // Известия КазГАСУ, 2010 - № 1. – С. 111-116.
4. Ржаницин А.М. Теория расчета строительных конструкций на надежность. – М.: Стройиздат, 1978. – 239 с.
5. Карлсен Г.Г. Деревянные конструкции / Г.Г. Карлсен, В.В. Большаков, М.Е. Каган, Г.В. Свенцицкой. – М.-Л.: Госстройиздат, 1952. – 747 с.
6. Пособие по проектированию деревянных конструкций (к СНиП II-25-80) / ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. – М.: Стройиздат, 1986. – 216 с.
7. Денеш Н.Д. К расчету деревянных сжато-изгибаемых элементов конструкций. // Известия вузов. Строительство и архитектура, 1991, № 3. – С. 13-17.
8. Авиром Л.С. Надежность конструкций сборных зданий и сооружений. – Л.: Госстройиздат, 1971. – 215 с.

REFERENCES

1. Kolobov M.V. Metal nail plates – perspective view of connection of wooden constructions / M.V.Kolobov// The collection of works of post-graduate students and the master. Engineering science / Nizhegorodskii State University of Architecture and Engineering – N.Novgorod, 2010. – P. 34-39.
2. Tsepaev V. A. Calculation of is compressed-bend elements of board constructions on pliable communications / V.A.Tsepaev, M.V.Kolobov // Privolzhsky scientific magazine / Nizhegorodskii State University of Architecture and Engineering – N.Novgorod, 2010. – № 1. – P. 26-29.
3. Kolobov M.V. Estimation of reliability of compressed-bent components of the top belt of board farms of the covering with connections on metal nail plates / M.V.Kolobov // News of the KSUAE / Kazanskii State University of Architecture and Engineering – Kazan, 2010 - №1. – P. 111-116.
4. Rzhantsin A.M. Theor of calculation of building constructions on reliability / A.M.Rzhantsin. – M: Stroyizdat, 1978. – 239 p.
5. Karlsen G.G. Wooden constructions / G.G.Karlsen, V.V. Bolshakov, M.E.Kagan, G.V.Sventsitskoj. – M-L.: Gosstroizdat, 1952. – 747 p.
6. The grant on designing of wooden constructions (to BNaR II-25-80) / ZNIISK name V.A.Kucherenko. – M: Stroyizdat. 1986 – 216 p.
7. Denesh N.D. To calculation of wooden is compressed-bent elements of designs / N.D.Denesh // The High School news. Building and architecture. – 1991. - № 3. – P. 13-17.
8. Avirom L.S. Reliability of designs of modular buildings and constructions / L.S. Avirom – L: Gosstroizdat, 1971. – 215 p.

УДК 624.014:624.074.4

Кузнецов И.Л. – доктор технических наук, профессор**Салахутдинов М.А.** – аспирант**Гимранов Л.Р.** – ассистент

E-mail: kuz377@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

НОВЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ СТАЛЬНЫХ КАРКАСОВ ЛЕГКИХ МНОГОПРОЛЕТНЫХ ЗДАНИЙ

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются новые конструктивные решения каркасов многопролетных зданий из легких металлических конструкций. Особенностью предполагаемых зданий является замена подстропильных и части стропильных ферм на подкосно-балочные конструкции. Приводятся результаты расчетов и показатели по расходу стали при различных вариантах выполнения каркасов в целом и различных узлах соединения элементов подкосно-балочных конструкций.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: стальной каркас многопролетного здания, подстропильные и стропильные фермы, подкосно-балочная конструкция.

Kuznetsov I.L. – doctor of technical sciences, professor**Salakhoutdinov M.A.** – post-graduate student**Gimranov L.R.** – assistant**Kazan State University of Architecture and Engineering**

NEW STRUCTURAL SOLUTIONS OF STEEL FRAMES OF LIGHT MULTISPAN BUILDINGS

ABSTRACT

The paper deals with a new structural solution of multispans building frames from light metal constructions. Feature of assumed buildings is replacement of eaves girder and part of trusses on bracket-beam construction. The results of calculations and indicators of the steel expense for different variants realizing of frames in whole and different joints of elements of bracket-beam constructions are given.

KEYWORDS: Steel frame of multispans building, eaves girder and trusses, bracket-beam construction.

Востребованность в строительстве зданий торгово-развлекательного назначения, логистических центров синтезировала их особую конструктивную форму с применением легких металлических конструкций (ЛМК) [1]. Отмеченная конструктивная схема является доработкой известных конструктивных решений легких зданий промышленного назначения, например типа «Молодечно» [2]. Отличия в конструктивных решениях указанных зданий обусловлены спецификой зданий торгово-развлекательного назначения, а именно – значительной их протяженностью в обоих направлениях, большим шагом расстановки колонн и минимальным числом связей, обеспечивающих свободу планировки, и отсутствием крановых нагрузок. В связи с этим каркас многопролетного здания включает колонны, защемленные в обоих направлениях на фундаментах, стропильные и подстропильные фермы и профилированный стальной настил, уложенный по верхним поясам стропильных ферм с образованием жесткого диска по покрытию. Примером рассматриваемых зданий может служить здание ТЦ «Мега» в г. Казани [1] размерами в плане 228×384,6 м с сеткой колонн 16×16 м. В указанном здании удельный расход стали от массы стропильных ($G=866$ кг) и подстропильных ферм ($G=1343$ кг) равен 24,02 кг/м². Анализ конструктивной схемы каркаса данного здания, включающего классические подстропильные и стропильные фермы, показал, что имеются резервы в снижении расхода стали и трудоемкости изготовления.

Поэтому рассмотрим возможные пути снижения расхода стали на подстропильные и стропильные конструкции многопролетного здания. Для нахождения возможного направления в поиске нового конструктивного решения подстропильных и стропильных конструкций решим задачу синтеза оптимальной балочной конструкции. Исходной конструкцией для оптимизации является балка на двух опорах, нагруженная сосредоточенной нагрузкой по аналогии с подстропильной

конструкцией. Задача структурного синтеза решается по критерию минимума массы. Для этого исходную балку разбиваем на объемные конечные элементы и задачу оптимизации решаем методом последовательного приближения с использованием ПК «Ansys». В зависимости от величины снижения массы исходной балки на рис. 1 (б, в, г) приведена окончательная форма оптимальной конструкции. Из приведенных рисунков наибольшее снижение массы балки достигается при трансформировании исходной балки в решетчатую конструкцию с минимальным числом элементов (рис. 1 г).

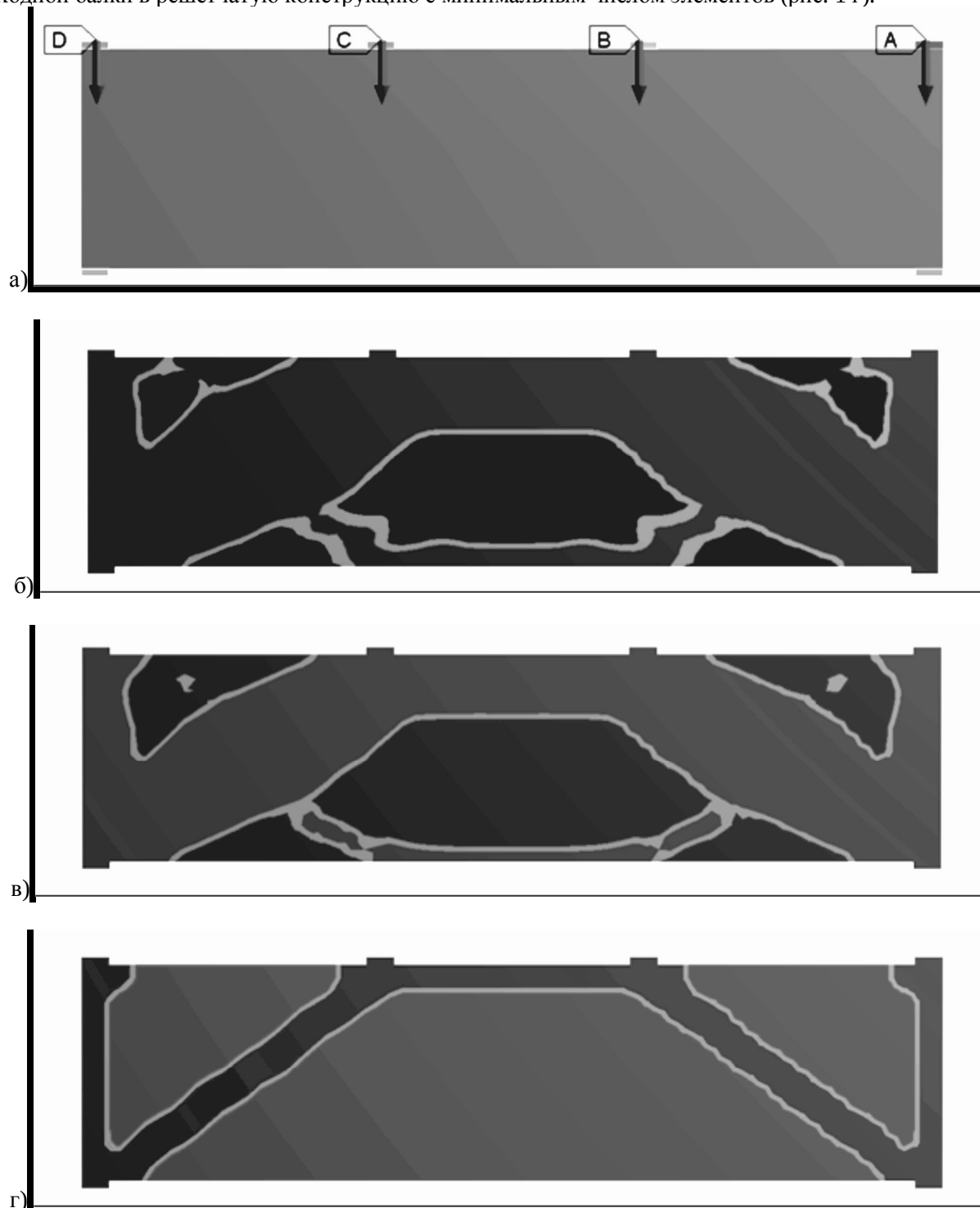


Рис. 1. Оптимальная форма балочной конструкции в процессе структурного синтеза
а) исходная конструкция; б) промежуточная конструкция со снижением массы на 30 %;
в) промежуточная конструкция со снижением массы на 40 %;
г) оптимальная конструкция со снижением массы на 80 %

Используя полученные выше результаты синтеза оптимальной конструкции, можно предложить следующие конструктивные схемы каркасов многопролетного здания (рис. 2 а, б). Первая конструктивная схема (рис. 2 а) предусматривает замену только подстропильных ферм на подкосно-балочную конструкцию. Вторая схема (рис. 2 б) предполагает замену как подстропильных, так и части стропильных ферм, расположенных по оси колонн, на подкосно-балочную конструкцию.

Для выявления эффективности предложенных схем стальных каркасов рассмотрим фрагмент пятипролетного здания с сеткой колонн 16х16 м, соответствующей ранее указанному зданию ТЦ «Мега» в г. Казани. На конструкции покрытия действует расчетная нагрузка от собственной массы несущих конструкций, технологического оборудования и кровли 278 кг/м^2 и расчетная снеговая нагрузка интенсивностью 240 кг/м^2 . Статический расчет проводился на программном комплексе «Лира 9.6» по различным расчетным схемам, отличающимся характером крепления подкосов к колоннам и балкам (табл. 1 и 2). При подборе сечений несущих элементов из стали класса С245 принималось выполнение подкосов и стропильных ферм из гнутосварных профилей по ГОСТ 30245-2003, а балок подстропильных и стропильных конструкций из прокатных двутавров по СТО АСЧМ 20-93. Профилированный стальной настил принимался однотипным и в сравнительной оценке по расходу стали не учитывался. Результаты расчетов и удельный расход стали на несущие конструкции покрытия приведены в таблицах 1 и 2.

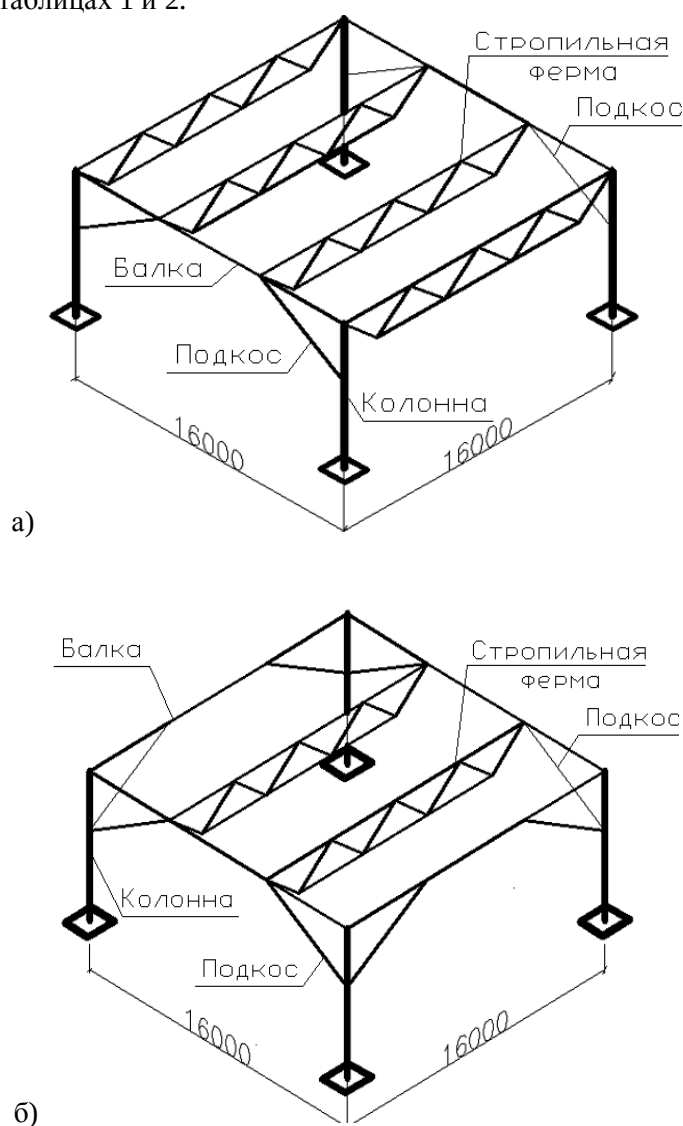


Рис. 2. Предлагаемые конструктивные схемы каркасов многопролетных зданий на примере одной ячейки (значения шага колонн рассматриваем как пример):

- а) с заменой подстропильных ферм на подкосно-балочную конструкцию;
- б) с заменой подстропильных и части стропильных ферм на подкосно-балочную конструкцию

Таблица 1

**Сравнение расчетных схем подстропильной и стропильной подкосно-балочной конструкции
пятипролетного здания для средней ячейки**

№ п/п	Расчетная схема*	Подстропильная подкосно-балочная конструкция			Стропильная подкосно-балочная конструкция		
		Балка консольного участка	Балка среднего участка	Подкос	Балка консольного участка	Балка среднего участка	Подкос
1	2	3	4	5	3	4	5
а		двутавр 20Б1	двутавр 40Б1	ГСП 200х7	двутавр 30Б2	двутавр 35Б1	ГСП 140х4
б		двутавр 40Б1	двутавр 40Б1	ГСП 200х7	двутавр 30Б2	двутавр 40Б1	ГСП 180х6
в		двутавр 40Б1	двутавр 40Б1	ГСП 200х7	двутавр 30Б2	двутавр 40Б1	ГСП 150х5
г		двутавр 40Б1	двутавр 40Б1	ГСП 200х7	двутавр 30Б2	двутавр 40Б1	ГСП 140х5
д		двутавр 20Б1	двутавр 40Б1	ГСП 200х7	двутавр 30Б1	двутавр 35Б1	ГСП 140х4
е		двутавр 20Б1	двутавр 35Б2	ГСП 200х7	двутавр 30Б1	двутавр 35Б1	рядовой: ГСП140х4 торцевой: ГСП150х5

* Кругами указано наличие шарниров в соединении элементов каркаса

Таблица 2

Удельный расход стали на несущие конструкции покрытия

№ п/п	Вариант стального каркаса	Масса подстропильных конструкций, (кг)	Масса стропильных конструкций*, (кг)	Удельный расход стали, (кг/м ²)	
				Схема 1 (рис. 2 а)	Схема 2 (рис. 2 б)
1	ТК «Мега»	1342,8	866,1	24,02	
2	а	1030,06	814,22/866,1	21,58	21,17
3	б	1390,06	965,12/866,1	24,39	25,17
4	в	1390,06	848,52/866,1	24,39	24,26
5	г	1390,06	836,86/866,1	24,39	24,16
6	д	1030,06	764,22/866,1	21,58	20,78
7	е	988,06	764,22/866,1	21,25	20,46

* В знаменателе приведена масса стропильных ферм, расположенных не по оси колонн (рис. 2 б).

Анализ полученных данных по удельному расходу стали от несущих конструкций покрытия (табл. 2) показывает:

- предлагаемые конструктивные схемы стальных каркасов обладают преимуществами по расходу стали в сравнении с существующими;
- величина экономии стали зависит от наличия и места расположения шарниров в элементах подкосно-балочной конструкции;
- максимальное снижение удельного расхода стали до 15 % достигается для схемы 2 (рис. 2 б) и варианта «е» (табл. 2).

Выводы:

1. Проведенные исследования показали, что замена стропильных и подстропильных ферм на подкосно-балочные конструкции в рассмотренном варианте позволяет уменьшить металлоемкость на стальной каркас многопролетного здания до 15 %.
2. Дальнейшие исследования в совершенствовании предлагаемых конструктивных схем каркасов многопролетных зданий должны вестись в направлении поиска оптимальных геометрических параметров, уменьшения количества монтажных элементов, назначения рациональных сечений элементов как по критерию минимума массы, так и стоимости «в деле».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гимранов Л.Р. Пространственная жесткость одноэтажных многопролетных легких зданий с применением профилированного настила с увеличенной высотой гофр. // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Казань, 2010. – 171 с.
2. Стальные конструкции покрытий производственных зданий пролетами 18, 24 и 30 м с применением замкнутых гнутосварных профилей прямоугольного сечения типа «Молодечно». Чертежи КМ. Серия 1.460.3-14/90. Выпуск 3. – М., 1982. – 136 с.

REFERENCES

1. Gimranov L.R. Space stiffness of single-storey multispan buildings with using steel deck with increased height of corrugations. Dissertation on competition of degree of a Cand. Tech. Sci. – Kazan, 2010. – 171 p.
2. Steel constructions of covering of industrial 18, 24 and 30 span buildings with application of rectangular section by type «Molodechno» from closed roll-welded profiles. Drawings MK. Series 1.460.3-14/90. Publication 3. – M., 1982. – 136 p.

УДК 697.137.2

Куприянов В.Н. – доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РААСНE-mail: kupriyanov@kgasu.ru**Сафин И.Ш.** – инженер, заведующий лабораториейE-mail: zavlab17@rambler.ru**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ ДИФФУЗИИ И КОНДЕНСАЦИИ ПАРООБРАЗНОЙ ВЛАГИ

АННОТАЦИЯ

Вскрыты недостатки нормативных документов по учету диффузии парообразной влаги при проектировании теплозащиты ограждающих конструкций. Предложен новый взгляд на проблему, основанный на физических процессах диффузии парообразной влаги через многослойное ограждение. Показано, что, изменяя теплопередачу и паропроницаемость отдельных слоев и их взаиморасположение в ограждении, можно обеспечить не накопление в них парообразной и конденсированной влаги.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ограждающие конструкции, проектирование, диффузия, водяные пары, конденсация.

Kupriyanov V.N. – doctor of technical sciences, professor, corresponding member of RAASN;**Safin I.S.** – engineer, head of the laboratory**Kazan State University of Architecture and Engineering**

DESIGNING OF ENCLOSING STRUCTURES WITH REGARD TO DIFFUSION AND CONDENSATION OF THE VAPOR MOISTURE

ABSTRACT

The weaknesses of normative documents on accounting diffusion of vaporized moisture in the design of building envelope thermal performance are revealed. We propose a new approach to the problem based on the physical processes of diffusion of moisture vapor through a multi-barrier. It is shown that by changing the heat transfer and water vapor permeability of individual layers and their relative positions in the fence, we can ensure non-accumulation in them of vaporized and condensed moisture.

KEY WORDS: walling, design, diffusion, water vapor, condensation.

1. Состояние вопроса и недостатки нормативных документов

Известно, что эксплуатационные свойства ограждающих конструкций во многом определяются процессами диффузии парообразной влаги и ее конденсации внутри ограждений.

В связи с этим в нормативной литературе по строительной теплотехнике всех лет изданий введены представления о допустимом влажностном режиме ограждающих конструкций в эксплуатации. Эти представления имеют различные наименования: «нормы влажностного режима наружных ограждений» (СНиП II – А. 7-62) [1]; «сопротивление паропроницанию» (СНиП II – А. 7-71, СНиП II – 3-79, СНиП II – 3-79*) [2,3]; «защита от переувлажнения ограждающих конструкций» (СНиП 23-02-2003) [4], однако принципы учета воздействия парообразной влаги на ограждения сохранены во всех переизданиях СНиП.

Нормы предписывают проектировать ограждающие конструкции, прежде всего, с позиции энергосбережения. Учет воздействия парообразной влаги проводится на ограждении, сформированном с позиции энергосбережения, по принципу «соответствует» или «не соответствует» требованиям СНиП. Если ограждение не соответствует требованиям СНиП по переувлажнению парообразной влагой, то нормы не дают внятных рекомендаций.

Принцип оценки соответствия нормам по рассматриваемому показателю сводится к сопоставлению сопротивления паропроницанию ограждающей конструкции (в пределах от

внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации) $R_{ПО}^B$, с нормируемым $R_{ПО}^{TP}$. При этом $R_{ПО}^B$ должно быть не меньше нормируемого $R_{ПО}^{TP}$, то есть должно выполняться неравенство

$$R_{ПО}^B > R_{ПО}^{TP} \quad (1)$$

Нормируемое (требуемое) сопротивление паропрооницанию определяется из двух условий:

1. Из условий недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации, то есть влага, накопившаяся в ограждении в зимний период, должна полностью высохнуть в летний период – $R_{ПО1}^{TP}$.

$$R_{ПО1}^{TP} = (e_B - E) R_{ПО}^H / (E - e_H) \quad (2)$$

2. Из условий ограничения накопления влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха, то есть количество накопленной влаги не должно превышать количества, предусмотренного СНиПом к концу периода влагонакопления – $R_{ПО2}^{TP}$.

$$R_{ПО2}^{TP} = \frac{0,0024 \cdot 20 \cdot (e_B - E_0)}{r_w \cdot d_w \cdot \Delta W_{av} + h} \quad (3)$$

В этих формулах $R_{ПО}^H$ – сопротивление паропрооницанию части ограждения от плоскости возможной конденсации до наружной поверхности. Остальные индексы в формулах (2) и (3) подробно описаны в СНиП 23-02-2003, поэтому в целях экономии места в данной статье определение индексов опущено.

Приведенные принципы определения $R_{ПО1}^{TP}$ и $R_{ПО2}^{TP}$ сформулированы достаточно ясно, однако при их реализации возникает много неопределенностей.

Первый принцип, в некотором смысле, противоречит второму, то есть вне зависимости от количества накопившейся в ограждении влаги к концу периода влагонакопления, если эта влага высыхает за летний период, то ограждение удовлетворяет первому требованию.

При втором принципе непонятны обоснования граничных условий по допустимому количеству влаги: снижением теплозащитных качеств, коррозией материалов, снижением их долговечности или чем-либо еще. Представляется, что при различных граничных условиях допустимая величина влаги в ограждении должна быть различной.

Описанный метод учета парообразной влаги, разработанный М.А. Гуревичем [5, с. 60], впервые был представлен в СНиП II – А. 7-62 и практически не изменялся во всех последующих редакциях норм. Для однородных однослойных конструкций метод дает вполне удовлетворительные результаты.

С переходом на повышенный уровень теплозащиты ограждающих конструкций и появлением многослойных конструкций в нормативной методике выявился ряд неопределенностей и методика становится зачастую не эффективной и требует уточнения.

Первая неопределенность связана с расположением зоны возможной конденсации в ограждении. От расположения этой зоны зависят два важных параметра расчета $R_{ПО}^B$ и $R_{ПО}^H$. Неопределенной является также толщина увлажняемого слоя – d_w .

На рис. 1 приведена схема расположения плоскости возможной конденсации по СНиП II-А. 7-62 и можно видеть, что она детерминирована только для однородной стены – 1/3 толщины ограждения от наружной поверхности.

В ограждениях с утеплителем расположение плоскости конденсации неопределенно. В СНиП 23-02-2003 введено некоторое уточнение: плоскость возможной конденсации у ограждений с утеплителем определена как наружная поверхность утеплителя (примечание к п. 9.1).

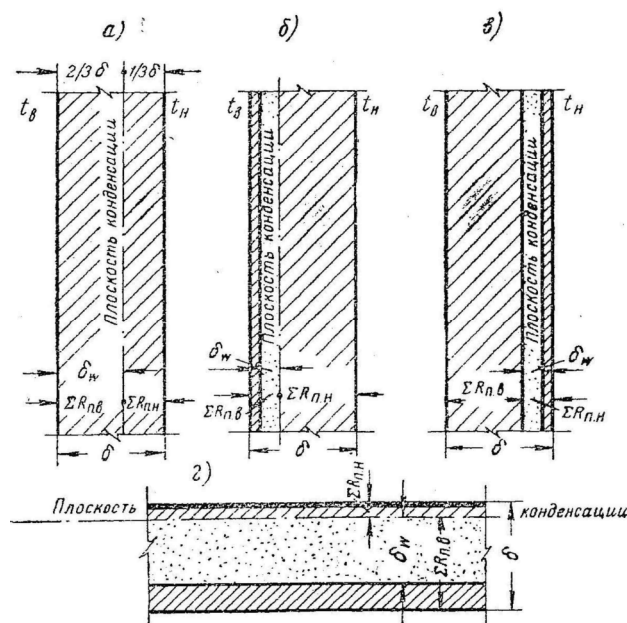


Рис. 1. Схемы положения плоскости вероятной конденсации в наружных ограждающих конструкциях отапливаемых зданий:
а – однородная стена; б – стена, утепленная с внутренней стороны;
в – стена, утепленная с наружной стороны; г – покрытие.

«Плавающее» расположение плоскости конденсации вызывает неопределенность в определении $R_{по}^B$ и $R_{по}^{TP}$. В связи с этим недоумение вызывает п. 13.8 СП 23-101-2004 [6], в котором записано: «Независимо от результатов расчета нормируемые сопротивления паропроонианию $R_{по1}^{TP}$ и $R_{по2}^{TP}$ (в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации) во всех случаях должны приниматься не более $5 \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)}/\text{мг}$ ». Если следовать этим указаниям нормативного документа, то расчет $R_{по1}^{TP}$ и $R_{по2}^{TP}$ можно исключить совсем, достаточно сформулировать конструкцию ограждения с величиной сопротивления паропроонианию $R_{по}^B$ – больше $5 \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)}/\text{мг}$. Например, слой из монолитного железобетона толщиной 15 см имеет величину $R_{п} = 0,15/0,03 = 5 \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)}/\text{мг}$, а такие слои очень часто используются в конструкциях многослойных ограждений. При этом неопределенность с расположением плоскости конденсации сохраняется.

Большие неопределенности заложены в нормативных документах при использовании расчетных параметров климата: температуры наружного воздуха t_n и его влажности ϕ_n или e_n . От величины t_n зависят: E_n и e_n для наружного воздуха; температуры ϕ_x и максимальные упругости водяного пара E_x по сечению ограждения, что при сравнении E_x с e_x и предопределяет конденсацию водяного пара в ограждении.

При определении E и E_0 (формулы 2 и 3) в плоскости возможной конденсации, температуру в плоскости возможной конденсации нормы рекомендуют определять через среднюю температуру наружного воздуха соответственно холодного, переходного и теплого периодов или через среднюю температуру периода месяцев с отрицательными средними месячными температурами. Величина e_n определяется как средняя за годовой период. То есть основные параметры формул (2) и (3) представляют собой средние величины и не моделируют физические процессы диффузии парообразной влаги в ограждениях. В расчетной практике используют и другие значения температур наружного воздуха [7]. Например, в приложении Э СП 23-101-2004 в качестве расчетной принята средняя температура наружного воздуха самого холодного месяца.

Существующие нормативные документы не содержат информации (или методов) по оценке продолжительности увлажнения ограждений в зимний период, что не позволяет оценить количество конденсированной влаги и, соответственно, ее влияние на эксплуатационные свойства ограждений. В то же время в зарубежных нормах эти параметры определены. Так, в немецких нормах DIN 4108 [8,9] определено, что период водонакопления продолжается с середины ноября до середины января – 60 суток или 1440 часов, период высыхания (испарения) – с середины июня до середины сентября – 90 суток или 2160 часов.

2. Определение температуры начала конденсации и продолжительности конденсации влаги в ограждении

Оптимальная конструкция ограждения должна исключать конденсацию парообразной влаги. Если конструктивными мерами не удастся полностью исключить конденсацию влаги, то задача проектирования сводится к максимальному снижению объемов конденсированной влаги в зимний период и обеспечению ее высыхания в летний период.

Конденсация парообразной влаги в ограждении начинается в том сечении, в котором максимальная упругость водяного пара E_x будет равна (или меньше) действительной упругости водяного пара e_x , т.е. $(E_x - e_x) \leq 0$. Это наглядно видно на рис. 2, где построены линии E_x и e_x по сечению ограждающей конструкции по методике Власова-Фокина и видно, что в сечении $3/4$ разность $(E_{3/4} - e_{3/4}) = 286 - 456 = -170$ отрицательная, следовательно, в этом сечении выпадает конденсат (зона выделена вертикальной штриховкой).

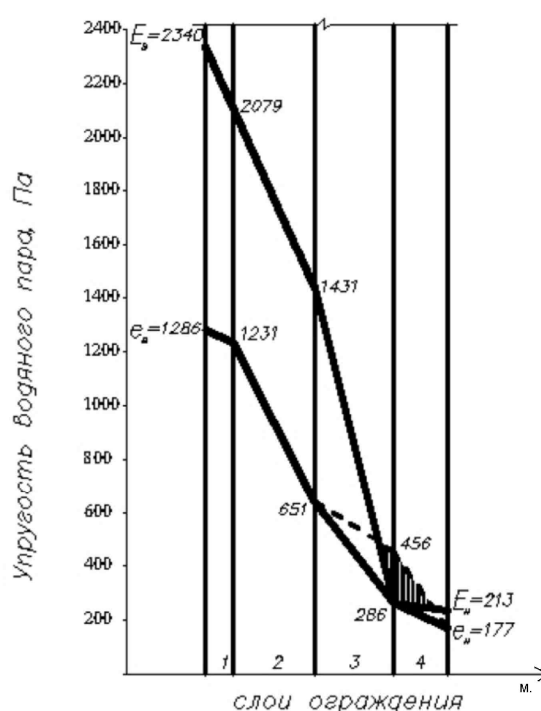


Рис. 2. Распределение действительных (e) и максимальных (E) упругостей водяного пара по сечению ограждения.
Область с вертикальной штриховкой – зона конденсации.

Параметры рассмотренного ограждения приведены в табл. 1. Климатические условия эксплуатации: $t_n = -12,2^\circ\text{C}$, $\varphi_n = 83\%$, $t_v = 20^\circ\text{C}$, $\varphi_v = 55\%$, отсюда $E_n = 213$ Па, $e_n = 177$ Па, $E_v = 2338$ Па, $e_v = 1286$ Па.

Исследования в этом направлении [7] позволили установить два важных аспекта в определении расчетной температуры наружного воздуха при оценке паропроницаемости ограждений:

1. Для каждой конструкции ограждения существует свое значение расчетной температуры наружного воздуха $t_{нк}$, при которой в ограждении начинается конденсация парообразной влаги в определенном сечении – плоскости конденсации.

2. Для каждой конструкции ограждения существует интервал температур от $t_{нк}$ до минимальной температуры в данном регионе, определенной обеспеченности t_m , в котором идет процесс конденсации и накопления влаги в ограждении. В интервале $(t_{нк} - t_m)$ в ограждении образуется не только плоскость, но и зона конденсации, которая занимает некоторое расстояние по толщине ограждения.

В плоскости конденсации разность $(E - e)$ равна нулю, в зоне конденсации разность $(E - e)$ меньше нуля. Сформулированные представления о конденсации парообразной влаги в ограждающих конструкциях приведены на рис. 3.

Таблица 1

Характеристика слоев ограждения и теплотехнические параметры

№ слоя	Вид материала слоя	Толщина слоя d, м	Коэф. теплопро- водности λ Вт/(м·°C)	Коэф. паропрони- цаемости μ мг/(м²·ч·Па)	$R_{Ti} = \frac{d}{m}$ (м·°C)/Вт	$R_{Ti} = \frac{d}{m}$ мг/(м²·ч·Па)	$G_i = \frac{d}{m}$ мг/(м²·ч·Па)
1	Известково-песчаный раствор	0,02	0,7	0,12	0,0286	0,167	6
2	Керамический эффективный кирпич	0,25	0,58	0,14	0,431	1,786	0,56
3	Монолитный пенобетон	0,15	0,095	0,25	1,579	0,6	1,67
4	Керамический эффективный кирпич	0,12	0,58	0,14	0,207	0,857	1,17

Из рис. 3 следует, что при высоких значениях t_n , разность давлений $(E-e)$ будет больше нуля и конденсация влаги не происходит. По мере снижения наружных температур воздуха будет уменьшаться разность $(E-e)$. Значение t_n , при котором разность давлений $(E-e)$ в каком-либо сечении ограждения будет равна нулю, указывает на начало конденсации водяного пара и образование плоскости конденсации.

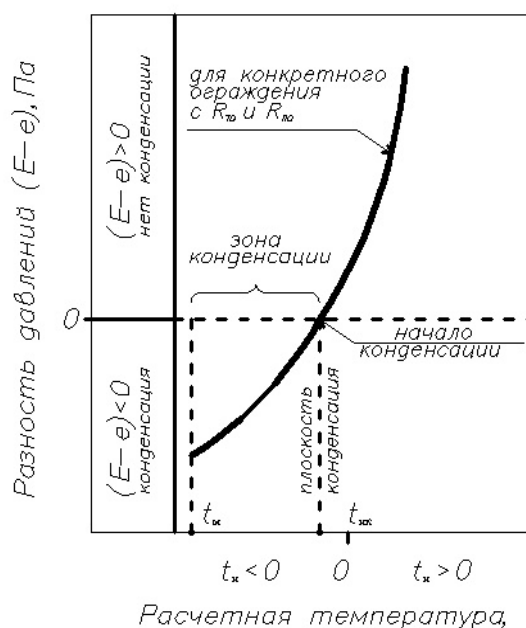


Рис. 3. Зависимость разности давлений водяного пара ($E-e$) в ограждении с конкретными $R_{ТО}$ и $R_{ПО}$ от расчетных температур наружного воздуха t_n . (Зависимость процесса конденсации водяного пара от температуры наружного воздуха t_n).

Это значение температуры наружного воздуха t_n обозначим $t_{нк}$ – температура начала конденсации. При дальнейшем понижении t_n возрастает отрицательная разность $(E-e)$ и конденсация идет по толщине ограждения, образуя зону конденсации.

Высказанные предположения подтверждаются результатами расчета двух ограждающих конструкций (рис. 4). Кривая 1 относится к многослойному ограждению с утеплителем из экструдированного пенополистирола с облицовкой из сплошного глиняного кирпича и поризованной штукатурки. Ограждение описано в приложении Э СП 23-101-2004 ($R_{\text{по}} = 21,15 \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)} / \text{мг}$ и $R_{\text{то}} = 3,64 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)} / \text{Вт}$). Кривые 2 и 3 относятся к однослойному ограждению из глиняного кирпича со

штукатуркой с двух сторон, толщиной $2+64+2=68$ см ($R_{\text{по}}=6,42$ ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$)/мг и $R_{\text{то}}=1,0$ ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)/Вт). В первом ограждении (кривая 1) в качестве расчетного сечения принята наружная поверхность утеплителя. Во втором ограждении приняты два расчетных сечения: на расстоянии 15 см от наружной поверхности (кривая 2) и 31 см от наружной поверхности (кривая 3).

Анализ данных рис. 4 подтверждает предположение о том, что каждое ограждение и даже отдельное сечение в зависимости от параметров $R_{\text{по}}$ и $R_{\text{то}}$ имеют собственную температуру начала конденсации $t_{\text{нк}}$ (-9, -11 и -15,5 $^\circ\text{C}$). При снижении $t_{\text{н}}$ плоскость конденсации продвигается внутрь однослойного ограждения, образуя зону конденсации (кривые 2 и 3, $t_{\text{нк}}=-9$ и -11 $^\circ\text{C}$).

Процесс образования зоны конденсации в однослойном ограждении нагляднее представлен в табл. 2, где приведены значения разности $(E - e)$ по различным условным сечениям ограждения при понижении температуры наружного воздуха. Ограждение представляет собой однослойную конструкцию из кирпичной кладки в три кирпича $d = 0,77$ м на цементно-песчаном растворе. Ограждение условно разделено на пять слоев по 0,154 м каждый. Нумерация слоев – от внутренней поверхности (1/2, 2/3 и т.д. – сечения условных слоев). $R_{\text{то}} = 1,25$ ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)/Вт, $R_{\text{по}}=7,0$ ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$)/мг.

Таблица 2

**Образование зоны конденсации по сечениям ограждения
при понижении температуры наружного воздуха**

Температура наружного воздуха, $^\circ\text{C}$	(E – e) по сечениям ограждения, Па			
	1/2	2/3	3/4	4/5
-10,2	376	123	26	13
-11	316	110	18	3
-12	290	85	0	-13
-13	277	66	-17	-24
-15	230	21	-51	-50
-20	116	-79	-151	-103

Из табл. 2 видно, что сечение 4/5 (ближайшее к наружному воздуху) при температуре -11 $^\circ\text{C}$ близко к конденсации ($E-e=3$). При понижении $t_{\text{н}}$ на 1 $^\circ\text{C}$ (до -12 $^\circ\text{C}$) в этом сечении выпадает конденсат ($E-e=-13$). При понижении $t_{\text{н}}$ до -20 $^\circ\text{C}$ уже в трех сечениях рассматриваемого ограждения (2/3, 3/4 и 4/5) выпадает конденсат. В этих сечениях разность $(E-e)$ имеет отрицательные значения, что в табл. 2 выделено жирным курсивом.

Таким образом, расчетной температурой начала конденсации парообразной влаги в конкретном ограждении $t_{\text{нк}}$ является такая температура наружного воздуха $t_{\text{н}}$, при которой в сечении ограждения, ближайшем к наружной поверхности, разница максимального (E) и действительного (e) давлений водяного пара ($E-e$) равна нулю.

В настоящее время не разработана математическая модель определения $t_{\text{нк}}$ в зависимости от параметров ограждения $R_{\text{п}}$ и $R_{\text{т}}$, поэтому предлагается последовательное определение E_x и e_x в различных сечениях ограждения, начиная с ближайших к наружной поверхности, на основе известного графо-аналитического метода Власова-Фокина.

Предлагается следующая последовательность расчетов:

1. Определяются $R_{\text{т}}$ и $R_{\text{п}}$ по характерным сечениям ограждения.
2. Определяются e_i и ϕ_i в этих сечениях при различных температурах наружного воздуха $t_{\text{н}}$.
3. По температуре в сечениях ограждения ϕ_i на основании справочных таблиц определяется максимальная упругость водяного пара в этих сечениях E_i .
4. Определяется разность $(E_i - e_i)$ по характерным сечениям.
5. Строится зависимость $(E-e)$ от $t_{\text{н}}$ аналогично рис. 3 и по графику определяется температура начала конденсации в данном ограждении - $t_{\text{нк}}$.

Для определения температурных границ зоны конденсации ($t_{\text{нк}}-t_{\text{м}}$) требуется определение максимальной температуры наружного воздуха в данном регионе соответствующей обеспеченности – $t_{\text{м}}$. В связи с недостаточными исследованиями паропроницаемости, оценки объемов конденсированной влаги в ограждениях и влиянием этой влаги на эксплуатационные свойства затруднительно дать обоснованные рекомендации как по величине $t_{\text{м}}$, так и по обеспеченности – величине коэффициента $k_{\text{об}}$.

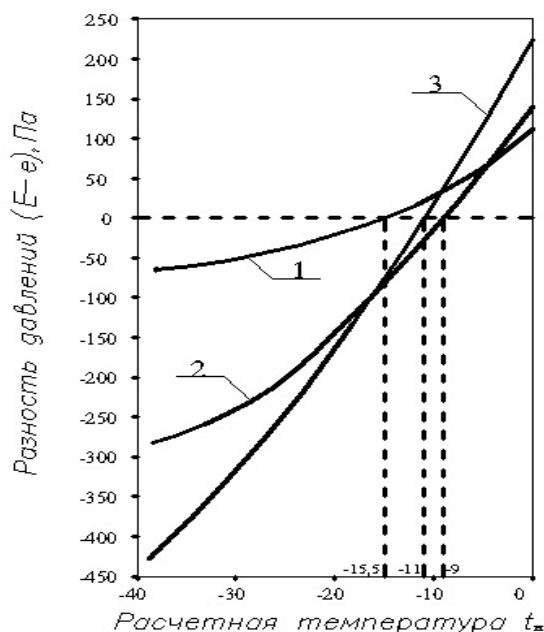


Рис. 4. Зависимость разности давлений водяного пара ($E - e$) в различных сечениях ограждений от расчетных температур наружного воздуха t_n :

1 – наружная поверхность утеплителя в многослойном ограждении;
2 и 3 – на расстоянии 15 и 31 см от наружной поверхности в однослойном ограждении

В первом приближении можно рекомендовать данные СНиП II – А. 6-72 [10] табл. 3 «Повторяемость температур наружного воздуха в часах». Фрагмент этой таблицы СНиП для некоторых городов в области температур ниже нуля градусов приведен в табл. 3.

Таблица 3

Повторяемость температур наружного воздуха в часах

№ интервала	Интервал температур	Москва		Мурманск	
		Всего часов за год	Нарастающий итог часов	Всего часов за год	Нарастающий итог часов
1	-38 ÷ -35,1	3	3	-	-
2	-35 ÷ -30,1	12	15	6	6
3	-30 ÷ -25,1	32	47	32	38
4	-25 ÷ -20,1	125	172	97	135
5	-20 ÷ -15,1	246	418	317	452
6	-15 ÷ -10,1	487	905	665	1117
7	-10 ÷ -5,1	829	1734	1159	2276
8	-5 ÷ -0,1	1299	3033	1726	4002

После определения температуры начала конденсации для данного ограждения $t_{нк}$ по табл. 3 можно найти продолжительность периода конденсации в часах в интервале температур ($t_{нк} - t_m$). В работе [7] приведен пример расчета объемов конденсированной влаги с использованием данных табл. 3.

3. Количество парообразной влаги, поступающее в ограждение и конденсирующееся в нем

С увеличением количества парообразной влаги, проходящей через ограждение, растет объем конденсированной влаги, что снижает эксплуатационные свойства ограждений: повышается теплопроводность увлажненных слоев, вследствие чего снижается теплозащита ограждений; усиливаются процессы замораживания и оттаивания облицовочных слоев и снижается их долговечность. В связи с этим напрашивается вывод о необходимости ограничения количества парообразной влаги, поступающей из помещения в ограждающую конструкцию. Идею о полной изоляции внутренней поверхности ограждения от проникновения через нее парообразной влаги из

помещения следует считать неприемлемой, так как высыхание ограждения в летнее время идет в обе стороны, как через наружную поверхность, так и через внутреннюю поверхность в помещение [9].

Ограничить поступление парообразной влаги в ограждение можно оптимальным подбором материалов и параметров отдельных слоев в многослойном ограждении.

Поток парообразной влаги через ограждение G определяется по аналогии с потоком теплоты по формуле:

$$G = \frac{e_B - e_H}{R_{по}}, \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{ч)}, \quad (4)$$

где: e_B и e_H – действительная упругость водяного пара внутри и снаружи помещения соответственно, Па;

$R_{по}$ – сопротивление паропрооницанию ограждающей конструкции, (м²·ч·Па)/мг.

Из формулы (4) следует, что количество парообразной влаги в ограждении G растет с увеличением разности действительной упругости водяного пара по обеим сторонам ограждения ($e_B - e_H$) и с уменьшением общего сопротивления паропрооницанию ограждения $R_{по}$.

Разность ($e_B - e_H$) определяется требованиями к микроклимату помещений (e_B), климатом места строительства (e_H) и мало зависит от проектировщика, в то время как сопротивление паропрооницанию ограждения $R_{по}$ и отдельных его слоев $R_{пi}$ зависит только от проектировщика и его квалификации.

Величина $R_{пi}$ определяется по формуле

$$R_{пi} = d_i / m_i \quad (5)$$

и может регулироваться изменением толщины слоя d_i или выбором материала с другим коэффициентом паропрооницаемости m_i .

Анализ различных типов современных ограждающих конструкций показал, что их величина сопротивления паропрооницанию $R_{по}$ находится в пределах от 3 до 20 (м²·ч·Па)/мг. Для зимнего периода средней климатической зоны России разность ($e_B - e_H$) может превышать 1000 Па.

Из этих данных следует, что поток парообразной влаги через ограждение в зимний период может изменяться от 50 до 333 мг/м²·ч.

$$G_3 = \frac{e_B - e_H}{R_{по}} = \frac{1000}{3} = 333 \text{ мг/м}^2 \cdot \text{ч}$$

$$G_{20} = \frac{1000}{20} = 50 \text{ мг/м}^2 \cdot \text{ч}$$

Таким образом, количество парообразной влаги, проходящей через ограждение, может изменяться более чем в 6 раз в зависимости от конструкции ограждения. Очевидно, что отрицательное влияние влаги на ограждение изменится также в разы.

В связи с изложенным важнейшей задачей проектирования ограждений является ограничение парообразной влаги, поступающей в ограждение. Это обеспечивается относительно высоким сопротивлением паропрооницанию слоя ограждения, примыкающего к внутреннему воздуху помещения. Отечественные нормативные документы не содержат рекомендаций о величине сопротивления паропрооницанию внутреннего слоя ограждения, что затрудняет процесс проектирования. Этот вопрос требует специального исследования.

В настоящее время, в качестве первого приближения, можно рекомендовать предложение Роджерса [11], который со ссылкой на стандарт США для жилых зданий определил величину паропрооницаемости первого слоя, которая должна быть меньше 0,03 г/(м²·ч·мм рт. ст.). В пересчете на принятую в наших нормах размерность это составит 0,225 мг/(м²·ч·Па). Величина паропрооницаемости слоя является обратной величиной сопротивления паропрооницанию слоя, отсюда $R_{п}$ внутреннего слоя равно 1/0,225=4,44 (м²·ч·Па)/мг. Таким образом, сопротивление паропрооницанию слоя, примыкающего к внутренней поверхности, должно быть не меньше 4,44 (м²·ч·Па)/мг.

Например, для конструкционного слоя из железобетона сопротивление паропрооницанию будет не меньше 4,44 при толщине слоя $d = R_{п} \cdot m = 4,44 \cdot 0,03 = 0,133$ м и более.

Количество парообразной влаги, конденсирующейся в ограждении, может быть определено графоаналитическим методом Власова-Фокина. Рассмотрим пример двухслойного ограждения (для упрощения расчета и наглядности штукатурные слои отсутствуют). Климатические условия: $t_H = -30^\circ\text{C}$, $\varphi_H = 84\%$, $t_B = +20^\circ\text{C}$, $\varphi_B = 50\%$. Материальные слои: 1 – минераловатные плиты УРСА $\rho_0 = 45$ кг/м³, $d_1 = 200$ мм, $m_1 = 0,5$ мг/(м²·ч·Па), $\lambda_1 = 0,047$ Вт/(м·°C); 2 – монолитный железобетон $\rho_0 = 2500$ кг/м³, $d_2 = 100$ мм, $m_2 = 0,03$ мг/(м²·ч·Па), $\lambda_2 = 2,04$ Вт/(м·°C).

Рассмотрены два варианта ограждений: а – теплоизоляционный слой размещен со стороны помещения и б – теплоизоляционный слой размещен с наружной стороны (рис. 5). Результаты расчета t ,

ϕ , E и e нанесены на поперечное сечение ограждения, которое выполнено в масштабе сопротивления паропрооницанию R_n (для получения графика $e_B - e_H$ в виде прямой линии).

Сопротивление паропрооницанию слоев:

$$R_{n1} = d_1/m_1 = 0,2/0,5 = 0,4 \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)/мг};$$

$$R_{n2} = d_2/m_2 = 0,1/0,03 = 3,33 \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)/мг};$$

$$R_{no} = R_{n1} + R_{n2} = 0,4 + 3,33 = 3,73 \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)/мг}.$$

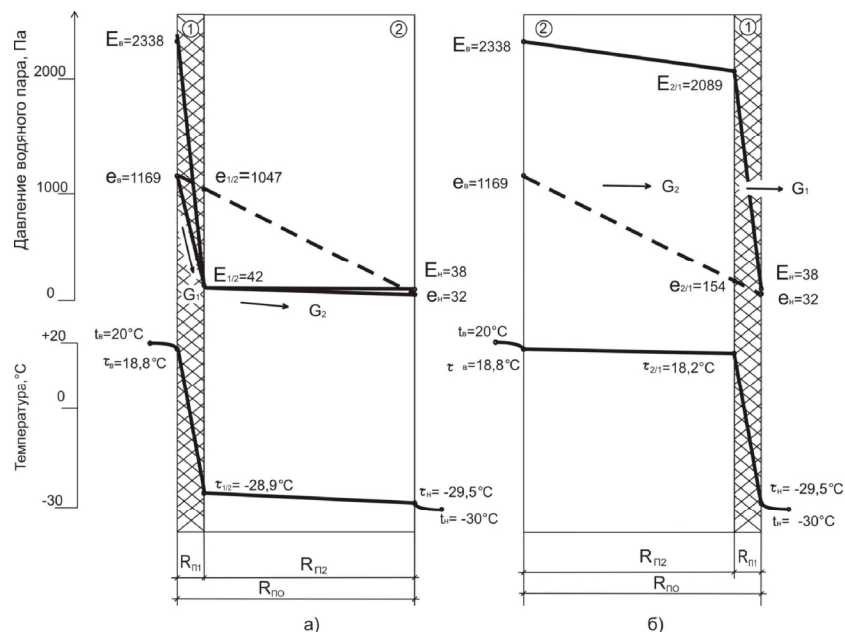


Рис. 5. Распределение t , ϕ , E и e по сечению ограждения.
а) теплоизоляционный слой расположен со стороны помещения;
б) то же с наружной стороны.

На рис. 5б видно, что в такой конструкции ограждения конденсация водяных паров отсутствует. Количество парообразной влаги, проходящей через ограждение и отдельные слои, будет равно: $G = G_2 = G_1$;

$$\frac{e_B - e_H}{R_{no}} = \frac{e_B - e_{2/1}}{R_{n2}} = \frac{e_{1/2} - e_H}{R_{n1}} = \frac{1169 - 32}{3,73} = \frac{1169 - 154}{3,33} = \frac{154 - 32}{0,4} = 305 = 305 = 305 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{ч)}. \quad (6)$$

Для конструкции ограждения, представленного на рис. 5а, количество конденсата ($G_{\text{конд}}$) определяется как разность между количеством водяных паров, приходящих к плоскости конденсации, (G_1) и количеством водяных паров, выходящих из ограждения (G_2):

$$G_{\text{конд}} = G_1 - G_2 = \frac{e_B - E_{1/2}}{R_{n1}} - \frac{E_{1/2} - e_H}{R_{n2}} = \frac{1169 - 42}{0,4} - \frac{42 - 38}{3,33} = 2817,5 - 1,2 = 2816,3 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{ч)}. \quad (7)$$

За сутки это количество составит $67,6 \text{ г/м}^2$, а за месяц превысит два литра воды на 1 м^2 ограждения.

В работе немецких исследователей [9, с. 53] показано, что за зимний период в стенах зданий количество конденсированной влаги не должно превышать 500 г/м^2 , а в кровлях между слоем теплоизоляционного материала и нижней стороной кровельного ковра это количество в течение зимы не должно превышать 10 г/м^2 .

В отечественной нормативной литературе подобные рекомендации отсутствуют. Если взять за основу приведенные немецкие нормы, то конструкция ограждения по схеме рис. 5а является неудовлетворительной.

4. Влияние взаимного расположения слоев в многослойных ограждениях

Если одной из задач проектирования ограждений является ограничение доступа парообразной влаги в ограждение, то другой задачей будет обеспечение беспрепятственной диффузии парообразной влаги через ограждение и выход ее наружу. То есть свойства материалов, характеристика слоев

ограждения и их взаимное расположение должны обеспечить возрастающую легкость диффузии парообразной влаги через отдельные слои и удаление ее из ограждения.

Процесс паропроницания в многослойных конструкциях выявляется более наглядно, если анализировать не сопротивления паропроницанию отдельных слоев R_{Π} , а их обратные величины – величины паропроницаемости слоя $G_i = 1/R_{\Pi}$, мг/(м²·ч·Па). В этом случае наглядно выявляется «правильность» или «неправильность» взаимного расположения слоев.

Для двухслойного ограждения, пример которого рассмотрен в п. 3 данной статьи, сопротивление паропроницанию теплоизоляционного слоя $R_{\Pi 1} = 0,4$, а слоя железобетона $R_{\Pi 2} = 3,33$ (м²·ч·Па)/мг. Паропроницаемость этих слоев составит соответственно $G_1 = 1/R_{\Pi 1} = 1/0,4 = 2,5$ мг/(м²·ч·Па) и $G_2 = 1/R_{\Pi 2} = 1/3,33 = 0,3$ мг/(м²·ч·Па).

Эти расчеты показывают, что через 1 м² слоя теплоизоляционного материала проходит 2,5 мг влаги в час, а через слой железобетона 0,3 мг влаги в час при $\Delta e = 1$ Па.

Для ограждения по схеме рис. 5а будем иметь следующую последовательность передачи парообразной влаги:

$$2,5 > 0,3,$$

т.е. через слой теплоизоляции к поверхности слоя железобетона будет подходить в час 2,5 мг влаги, а удаляться через слой железобетона только 0,3 мг. Таким образом, перед слоем железобетона будет накапливаться $2,5 - 0,3 = 2,2$ мг влаги в час и увеличивать влажность ограждения.

Для ограждения по схеме рис. 5б будем иметь:

$$0,3 < 2,5,$$

т.е. через слой железобетона к поверхности слоя теплоизоляционного материала будет подходить 0,3 мг влаги в час, а удаляться через слой теплоизоляции может 2,5 мг влаги в час. Таким образом, вся влага будет свободно выходить из ограждения, не увеличивая его влажность.

Таким образом, анализ паропроницания двухслойного ограждения через величины паропроницания слоев G_1 и G_2 позволил выявить проблемное сечение, где будет накапливаться влага при «неправильном» взаимном расположении слоев без сложных графоаналитических расчетов и построений.

Рассмотренный пример еще раз подтвердил высокую значимость взаимного расположения слоев в многослойном ограждении, которое должно определяться процессами диффузии водяного пара.

Этот подход не является абсолютно новым. Фокин К.Ф. [12], анализируя «рациональное расположение в ограждении слоев различных материалов», писал, что «материалы ограждения должны располагаться в следующем порядке: к внутренней поверхности – материалы плотные, теплопроводные и малопроницаемые, а к наружной поверхности наоборот, пористые, малотеплопроводные и более паропроницаемые».

В те годы, когда были сформулированы эти рекомендации, конструкции ограждений были простейшими и эти рекомендации были достаточными. В современных ограждающих конструкциях количество материальных слоев может достигать пяти и более, в связи с чем средние слои ограждений остаются «неохваченными» рекомендациями.

Наиболее полные рекомендации к современным ограждениям изложены в работах Роджерса [11] – отдельные слои в многослойных ограждениях следует располагать в такой последовательности, чтобы паропроницаемость каждого слоя нарастала от внутренней поверхности к наружной. То есть должно выполняться неравенство:

$$G_B < G_1 < G_2 < \dots < G_H, \quad (8)$$

где: G_B и G_H – паропроницаемость внутреннего и наружного слоев ограждения соответственно;

$G_1; G_2, \dots$ – паропроницаемость отдельных слоев.

По мнению [11], ограждение не будет накапливать влагу, если паропроницаемость наружного слоя G_H будет, как минимум, в пять раз выше паропроницаемости внутреннего слоя G_B :

$$G_H = 5 G_B. \quad (9)$$

При конструировании ограждения могут возникнуть технические сложности с облицовочным слоем, который должен быть достаточно плотным и водостойким. Величина G_H такого слоя может оказаться достаточно малой, и неравенство (8) не будет выполняться. Следствием этого будет накопление влаги перед облицовочным слоем со всеми негативными последствиями. В этом случае конструкция ограждения должна предусматривать вентилируемую воздушную прослойку перед облицовочным слоем, для удаления излишек парообразной влаги.

5. Заключение

Изложенные выше логичные и понятные рекомендации по проектированию ограждающих конструкций с позиции не накопления в них парообразной влаги не учитываются в подавляющем числе случаев. В настоящее время при проектировании ограждающих конструкций основное внимание направлено на энергосбережение, на получение расчетной энергоэффективности в проектной

документации. Изменение влажностных и теплотехнических характеристик, а также долговечности материалов ограждений при эксплуатационных воздействиях остается на втором плане. «Защита от переувлажнения ограждающих конструкций» в СНиПе 23-02-2003 ограничивается лишь контролем накопления или не накопления влаги в ограждении, которое запроектировано только с позиции энергосбережения. Рекомендаций о том, как проектировать ограждение, чтобы исключить накопление в нем парообразной влаги, не содержится ни в СНиП 23-02-2003, ни в СП 23-101-2004.

В связи с изложенным при проектировании ограждающих конструкций должны одновременно учитываться как требования по достижению необходимого уровня теплозащиты, так и требования по не накоплению в ограждении парообразной и конденсированной влаги.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП II-A.7-62. Строительная теплотехника. Нормы проектирования.
2. СНиП II-A.7-71. Строительная теплотехника.
3. СНиП II-3-79*. Строительная теплотехника, 1995 г.
4. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий.
5. Матросов Ю.А. Энергосбережение в зданиях. Проблема и пути ее решения. – М.: НИИСФ, 2008. – 496 с.
6. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий.
7. Куприянов В.Н., Сафин И.Ш., Хабибуллина А.Г. К вопросу о паропроницаемости ограждающих конструкций // Журнал РААСН ACADEMIA Строительство и архитектура, 2009, № 5. – С. 504-507.
8. Блази В. Справочник проектировщика. Строительная физика. / Пер. с нем. – М.: Техносфера, 2004. – 480 с.
9. Строительная физика /Е. Шильд, Х.-Ф. Кассельман, Г. Дамен, Р. Поленц. / Пер. с нем. – М.: СИ, 1982. – 296 с.
10. СНиП II-A.6-72. Строительная климатология и геофизика.
11. Роджерс Т.С. Проектирование тепловой защиты зданий. / Пер. с англ. – М.: СИ, 1966. – 228 с.
12. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. Изд. 4-е, перераб. и дополн. М.: СИ, 1973. – 287 с.

REFERENCES

1. SNIP II-A. 7-62. Building Heat Engineering. Design standards.
2. SNIP II-A. 7-71. Building Heat Engineering.
3. SNIP II-3-79 *. Building Heat Engineering, 1995.
4. SNIP 23-02-2003. Thermal protection of buildings.
5. Matrosov Y.A. Energy conservation in buildings. The problem and its solutions. – M.: NIISF, 2008. – 496 p.
6. SP 23-101-2004. Design of thermal protection of buildings.
7. Kupriyanov V.N., Safin I.S., Khabibullina A.G. On the water vapor permeability walling // Journal RAASN ACADEMIA Construction and Architecture, 2009, № 5. – P. 504-507.
8. Blazy B. Handbook of the designer. Building Physics. Trans. with him. – M.: Technosphere, 2004. – 480 p.
9. Building Physics / E. Schild, H.-F. Casselman, G. Dahmen, R. Polenz. Trans. with him. – M.: MI, 1982. – 296 p.
10. SNIP II-A. 6-72. Building climatology and geophysics.
11. Rogers T.S. Design of thermal protection of buildings. Trans. from English. – M.: MI, 1966. – 228 p.
12. Fokin K.F. Building heat engineering envelope of the building. Ed. 4th revised. and supplemented. MG: SI, 1973. – 287 p.

УДК 624 (075.8)+621

Мустакимов В.Р. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: mustakimovvr@yandex.ru

Авхадеев Р.Р. – аспирант, ассистент

E-mail: avhad-83@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

К ВОПРОСУ ОСТАТОЧНОЙ ПРОЧНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ. ОПТИМАЛЬНО ДОСТАТОЧНЫЕ СПОСОБЫ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ

АННОТАЦИЯ

На основании опыта освещаются проблемы безопасности зданий, сооружений и их строительных конструкций, ослабленных в условиях реконструкции. Приведен обзор и анализ практикуемых способов усиления остовов различных зданий с точки зрения их эффективности по условию использования остаточной прочности. Изложены современные способы усилительно-восстановительных мероприятий с использованием новых материалов и нанотехнологий при реконструкции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: реконструкция, усиление, нанотехнология, углеволокно, несущая способность, арматура, бетон, раствор, напряжение, усилие.

Mustakimov V.R. – candidate of technical sciences, associate professor

Avhadeev R.R. – post-graduate student, assistant

Kazan State University of Architecture and Engineering

TO THE QUESTION OF REMAINING DURABILITY OF BUILDING CONSTRUCTIONS. OPTIMALLY SUFFICIENT METHODS OF THEIR RENEWAL AT RECONSTRUCTION

ABSTRACT

On the basis of experience, the problems of safety of buildings, structures and their building constructions, weakened in condition of the reconstructions are illuminated. A review over and analysis of the practised ways of the reinforcement frame of different buildings from standpoint of their efficiency on condition of the use to remaining toughness are brought. The modern methods of amplifying-restoration measures with the use of new materials and nanotechnology activity at the reconstruction are expounded.

KEYWORDS: reconstruction, reinforcement, nanotechnology activity, carbon fibre, carrier ability, armature, concrete, solution, voltage, effort.

Тема длительной и безопасной эксплуатационной пригодности усиленных при реконструкции несущих и самонесущих остовов зданий или сооружений является актуальной. Современные инженерные обследования регламентируются требованиями промышленной безопасности и нормативными условиями СП 13-102-2003 [1]. По результатам инженерных инструментальных обследований зданий и сооружений, включая памятники истории и архитектуры Казани и Татарстана, проведенных авторами, часто возникает необходимость в усилении их строительных конструкций.

Приборы и оборудование неразрушающего и разрушающего контроля, при помощи которых определяется фактическая прочность, влажность, плотность, геометрические размеры и др., с достаточной достоверностью позволяют установить исходные физико-механические характеристики строительных материалов (кирпич, раствор, бетон, древесина, металлы) к проверочному расчету [2].

Качество приборов во многом способствует решениям при анализе повреждений и их влияния на несущую способность конструкций.

Использование сертифицированных расчетных программных комплексов, в линейной и нелинейной постановках, с учетом экспериментально полученных прочностных характеристик позволяет теоретически, на моделях с определенной степенью достоверности оценить несущую способность рассчитываемого элемента или остова здания в целом. Такая методика установления прочности и несущей способности, по мнению авторов, не в полной мере отвечает повышенным

требованиям оценки остаточной прочности и несущей способности для зданий I-го и II-го уровней ответственности, а также зданий и сооружений архитектурно-исторического наследия, охраняемых государством. Поэтому в отечественной практике применяются различные схемы усиления стоечных и пролетных конструкций при помощи дополнительного «наращивания» и «навешивания» элементов усиления на ослабленные конструкции. Элементы усиления выполняются из стальных обойм, поясов, накладок, тяжей, струн, распорок и т.д., которые, как правило, назначаются без обоснованных инженерных расчетов «в гарантированный запас» (рис. 1).

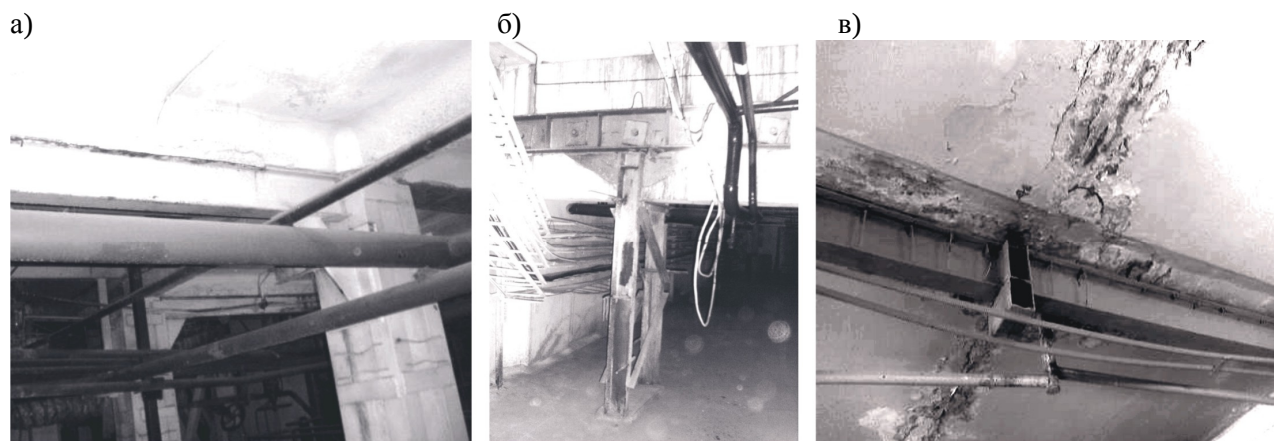


Рис. 1. Результаты усилительно-восстановительных работ ослабленных строительных конструкций «в гарантированный запас»: а – фрагмент колонны в стальной обойме и ребристой плиты усиленной подведенной стальной балкой; б – усиление сборной балки подведением стальной рамы; в – усиление монолитной балки перекрытия подводом балки с затяжкой из арматуры

В этих условиях проблематичным становится вопрос усиления строительных конструкций зданий и сооружений, являющихся памятниками истории и архитектуры, для которых нарушение исторически сложившегося облика интерьера и экстерьера недопустимо, а усиление конструкций необходимо. К подобным объектам, расположенным на территории города Казани и Татарстана, относятся: башня Сююмбике на территории Казанского Кремля; христианские и католические храмы Казани; комплекс объектов древней истории и архитектуры в составе острова-града «Свияжск» и отдельных объектов-памятников «Булгар». Поэтому поиск новых способов, методов и технологий для усилительно-восстановительных инженерных мероприятий становится остро необходимым и актуальным.

Кроме того, следует учитывать, что требования норм и правил являются обобщением накопленного уровня технических знаний. Следовательно, они не могут быть окончательными и периодически пересматриваются с учетом новейших достижений науки, основанных на последних данных исследовательских работ и современной практики. К сожалению, необходимые изменения строительных норм запаздывают.

Для решения подобных задач по ремонту, восстановлению несущей способности строительных конструкций и наращиванию прочности строительных материалов в зарубежной практике широкое распространение получили полотноно-пленочные полимерные композитные материалы (ПКМ) из стеклянных или углеродных волокон на эпоксидной основе. В строительной терминологии они получили название – стеклопластики и углепластики. Среди большого разнообразия ПКМ, предлагаемых строительной отрасли современной химической наукой, широкое распространение получили углеволокнистые композитные ленты (УКЛ).

Сущность универсального метода усиления строительных конструкций, работающих на изгиб, изгиб с кручением, растяжение и сжатие, заключается в том, что на поверхность участка или зоны конструкции, ослабленной физическим износом или дефектами, наносится специальный клеевой состав, наклеивается УКЛ или холст из углепластика, на предварительно выровненную поверхность конструкции. После клеевого схватывания, практически нерастяжимой и очень прочной УКЛ с поверхностью усиливаемой конструкции, выполняется оштукатуривание и отделка, позволяющая полностью исключить визуальный дефект от выполненного усиления. В результате такого усиления реанимированная строительная конструкция приобретает необходимую прочность и жесткость без увеличения веса и без изменения внешнего вида.

В отечественной строительной практике усиление конструкций при помощи УКЛ в последнее время находит все большее распространение. В целом ряде научных центров и вузовских лабораторий, в том числе Казани, отечественными учеными проведены комплексные исследования по изучению свойств УКЛ и границы их эффективного применения при усилении строительных конструкций. Особый интерес исследователей вызывает тот факт, что применение УКЛ позволяет использовать их универсальные свойства на разных стадиях, включая: восстановление прочности и несущей способности конструкции на стадии принятия строительных решений; исправление ранее принятых инженерных решений; усиление ослабленных физическим и механическим износом строительных конструкций и остова в целом.

Анализ случаев разрушений объектов памятников истории и архитектуры, а также других объектов строительства из железобетона показывает, что большая часть повреждений обусловлена коррозией арматуры. Применение УКЛ позволяет восполнить недостающее армирование.

Исследование влияния элементов внешнего армирования на изменение несущей способности объемного блока, а также перераспределение внутренних усилий в элементах исследуемой конструкции [3, 4, 5] позволяет констатировать, что использование углеволокнистых лент и полотен в качестве элементов усиления является эффективным и позволяет восстановить несущую способность поврежденных строительных конструкций практически до первоначального уровня. Усиленный конструктивный элемент становится способным воспринимать внешнюю нагрузку, составляющую 90 % от максимальной, при которой произошло разрушение неповрежденной конструкции. Результаты сопоставительного анализа эффективности усиления конструкций при помощи УКЛ, на примере одной из исследованных моделей, представлены на диаграмме нагрузка – деформация $\Sigma=f(N)$ (рис. 2).

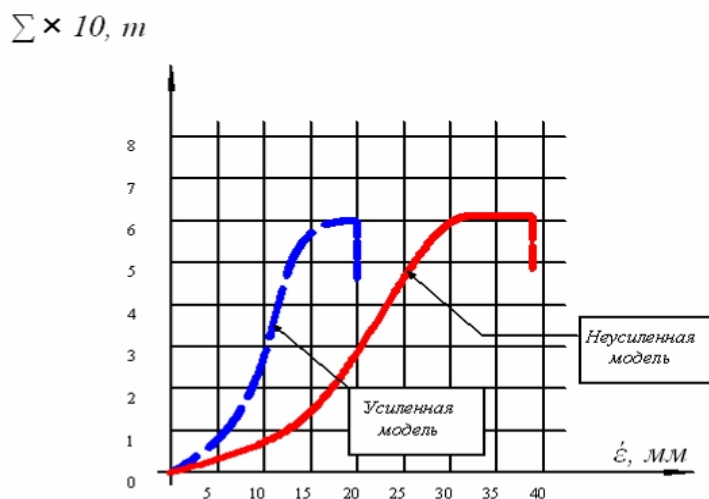


Рис. 2. Диаграмма зависимости нагрузка – деформация $\Sigma=f(N)$ конструктивной модели до и после ее усиления углеволокнистыми композитными лентами (УКЛ):

$\Sigma \times 10$ – усилие от домкрата в тоннах; ϵ – деформация в миллиметрах

Важным фактором при оценке эффективности усиления конструкций является уровень включения в совместную работу элементов усиления с усиливаемой строительной конструкцией. Среди традиционных методов усиления при помощи ненапрягаемых стальных обойм, полос, поясов, накладок, тяжей и распорок показатель эффективности от усиления очень низкий. Большее распространение получили методы с предварительным объемным обжатием усиливаемых конструкций и зданий в целом при помощи натяжения стальных арматурных элементов, получившие название «струнная система». При применении этого метода для усиления в качестве контролирующего фактора напряженно-деформированного состояния процесса усиления авторами в каждом случае, по результатам инструментального обследования, проверяется соблюдение условия $\sigma_{обж.} < R_{mt}$, где $\sigma_{обж.}$ – напряжение, возникающее в усиливаемой конструкции в процессе ее обжатия струнной системой, кПа, определяемое расчетом или экспериментально; R_{mt} – расчетное сопротивление на одноосное сжатие материала усиливаемой конструкции, кПа, принимаемое по таблицам нормативной литературы. Обязательным условием при этом методе является учет релаксации контролируемых напряжений и мониторинговое поддержание режима обжатия в

струнной системе. Достоинством метода усиления при помощи углеволоконных лент и полотен является полное или частичное отсутствие недостатков, присутствующих в традиционных методах.

Одним из примеров успешного применения современных систем нанотехнологии с использованием высокотехнологичных углеволоконных полотен является усиление строительных конструкций стен несущего остова двух многоэтажных жилых домов, расположенных по улице Ямашева в Казани. Углеволокно, как ультрасовременный строительный материал, широко используемый в международной космической промышленности, обладает всеми основными свойствами, актуализирующими процесс усилительно-восстановительных работ.

На объектах Казани полосы шириной 200 мм, нарезанные обычным канцелярским ножом, наклеивались на подготовленные участки стен с двух ее сторон крестообразно, создавая тем самым жесткость и геометрическую неизменяемость, с последующим нанесением специального состава. В процессе сложных физико-химических процессов на наноуровне микроворсинки углеволоконных полотен, увеличиваясь в объеме, приклеились к усиливаемой поверхности кирпичных стен и упрочнили их настолько, что при пробном испытании полотен на отрыв происходило их отделение вместе с фрагментами кирпичной кладки.

Еще одним примером успешного применения специалистами РТ этого метода усиления может служить торговое здание в городе Уфе РБ, где в результате промораживания свежееуложенной бетонной смеси монолитного остова возникла необходимость в усилении железобетонных конструкций колонн, ригелей, балок и плит перекрытий в построечный период с целью восстановления проектной несущей способности. Дефектные участки конструкций с нарушенной структурой бетона и пониженной прочностью, установленной инструментальным апробированием методом неразрушающего контроля, были отремонтированы с восстановлением защитного слоя с применением ремонтного состава (рис. 3а). В соответствии с дефектными ведомостями все конструктивные элементы были усилены при помощи наклейки углеволоконных композитных лент (рис. 3б, 3в, 3г).

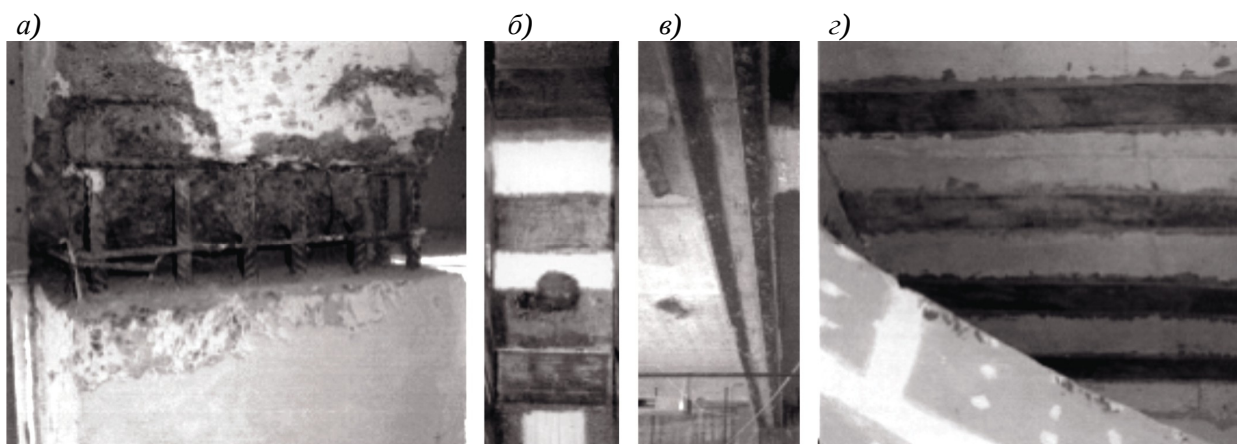


Рис. 3. Результаты усилительно-восстановительных работ ослабленных промораживанием бетона строительных конструкций, выполненных из монолитного железобетона, при помощи технологии наклейки углеволоконных лент:

- а – фрагмент колонны, подготовленный к восстановлению защитного слоя бетона ремонтным составом;
б, в, г – общий вид фрагментов строительных конструкций, соответственно, колонны (б), ригеля (в) и плиты перекрытия (г) после их усиления (УКЛ)

Суть проектирования усиления бетонных конструкций УКЛ состоит в том, что сохранён принцип плоских сечений. В связи с этим, кроме коэффициента $n = E_a/E_b$, как в классическом железобетоне, введён коэффициент $n_1 = E_k/E_b$ (E_a , E_b , E_k – модуль Юнга, соответственно: стали, бетона и композитной ленты). Формулы для определения размеров усложняются по сравнению с существующими подходами, но упомянутый алгоритм позволяет избежать затруднительных вычислений.

Другим примером применения ПКМ, исследования которых актуальны на сегодняшний день и ведутся особенно усиленно в Японии и США, является замена существующих стальных элементов в железобетонных конструкциях на стержни и связи из пластмассы, армированные углеродными волокнами. Данный подход особенно актуален для реализации восстановления конструкций, находящихся в условиях влияния агрессивных сред, в результате которых происходит коррозия стали

внутри конструкции. Ремонт таких конструкций затруднителен, и часто из-за сложных условий его реализации нарушается технология восстановления. Поэтому после ремонтных работ проблема разрушения конструкций от коррозии стали остается.

Выводы:

1. Качественная оценка остаточной прочности ослабленных деформациями строительных конструкций и оптимально достаточные способы их восстановления в капитальном строительстве и в условиях реконструкции, опытно-экспериментальной базой и на уровне современных инженерно-производственных представлений, считается относительно освоенной.
2. Количественная оценка остаточной прочности ослабленных деформациями строительных конструкций с ее научно-теоретической составляющей, по мнению авторов, требует глубокого изучения и научного обоснования.
3. Положительный опыт отечественного и зарубежного применения современных систем нанотехнологии с использованием высокотехнологичных углеволокнистых композитных лент (УКЛ) при усилительно-восстановительных работах для зданий капитального строительства и в условиях реконструкции с усилением предполагает более широкое распространение.
4. Результаты сопоставительного анализа системы УКЛ по отношению к традиционным методам и усиления из стальных элементов позволяют констатировать: высокую эффективность, коррозионную стойкость, прочность на растяжение и усталостную прочность; низкую растяжимость, собственный вес и трудоемкость; возможность применения для конструкций из различных строительных материалов, включая: кирпич, раствор, бетон, сталь, древесина, пластмассы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. – М., 2004. – 28 с.
2. Самолинов Н.А. Использование неразрушающих методов контроля прочности конструкций при определении остаточного ресурса зданий и сооружений. // Сейсмостойкое строительство, безопасность сооружений, 2002, № 3.
3. Пособие по усилению железобетонных конструкций композитными материалами (к СП 52-101-2003): ООО «Интераква», НИИЖБ. – 58 с.
4. Методы усиления и восстановления зданий и сооружений с использованием элементов внешнего армирования из углеволокна // pamag.ru. URL: Предотвращение аварий зданий и сооружений. <http://www.pamag.ru/prensa/erb-methods> (дата обращения: 13.01.2011).
5. Шилин А.А., Пшеничный В.А., Картузов Д.В. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. – М., 2004. – 144 с.

REFERENCES

1. CR 13-102-2003. Rules of inspection of bearing building constructions of building and building. – M., 2004. – 28 p.
2. Samolinov N.A. Using of non-destructive methods of control of durability of constructions for determination of remaining resource of building and building. // Quakeproof building, safety of building, 2002, № 3.
3. Manual on strengthening of reinforce-concrete constructions composite materials (to CR 52-101-2003): LLC «Interakva», RSIAC. – 58 p.
4. Methods of strengthening and renewal of building and building with the use of elements of external reinforcement from carbon fibre // pamag.ru. URL: Prevention of failures of building and building. <http://www.pamag.ru/prensa/erb-methods> (reference date: 13.01.2011).
5. Shilin A.A., Pshenichniy V.A., Kartuzov D.V. Strengthening of reinforce-concrete constructions composite materials. – M., 2004. – 144 p.

УДК 69.04

Фардиев Р.Ф. – ассистент**Каюмов Р.А.** – доктор физико-математических наук, профессор**Мустафин И.И.** – кандидат технических наук, доцентE-mail: fardiev@kgasu.ru**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

**РАСЧЁТ ВНЕЦЕНТРЕННО СЖАТОГО ЭЛЕМЕНТА,
УСИЛЕННОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ОБОЙМОЙ,
С УЧЁТОМ ПРЕДЫСТОРИИ ЗАГРУЖЕНИЯ И НЕЛИНЕЙНЫХ СВОЙСТВ БЕТОНА**

АННОТАЦИЯ

При реконструкции зданий одним из вопросов проектирования является расчёт элементов усиления по методике, максимально отражающей действительную работу конструкций. В основу предложенного подхода заложена гипотеза плоских сечений. Поперечное сечение элемента разбивается на области. Для каждой из областей относительные деформации элементов выражаются через кривизну и начальные деформации. Последние являются неизвестными в системе уравнений равновесия. Для учёта предыстории нагружения предлагается использовать двухстадийный расчёт: до и после усиления. В качестве нелинейной зависимости между деформациями и напряжениями принята зависимость, предложенная в европейских стандартах ЕКБ-ФИП. Результаты расчёта по предложенному подходу дают хорошую корреляцию с результатами экспериментальных исследований.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: усиление обоймой, нелинейные свойства бетона, внецентренно сжатые элементы, предыстория нагружения.

Fardiev R.F. – assistant**Kayumov R.A.** – doctor of physical-mathematical sciences, professor**Mustafin I.I.** – candidate of technical sciences, associate professor**Kazan State University of Architecture and Engineering**

**CALCULATION OF NON CENTRIC COMPRESSED ELEMENT,
STRENGTHENED BY THE REINFORCED-CONCRETE HOLDER WITH THE ACCOUNT
OF BACKGROUND, OF THE WEIGHTING AND NONLINEAR PROPERTIES OF CONCRETE**

ABSTRACT

While reconstructing buildings one of the design problems is calculation of elements of strengthening by methods at most reflecting the actual structural behaviour. A suggested approach is based on the flat cross-section hypothesis. The cross-section of an element is divided into areas. Relative deformations of elements for each area are expressed through curvature and initial deformations. The latest are the unknown in the system of equilibrium equation. To take into account historical data of loading it is suggested to use two-step calculation: before and after strengthening. For non-linear relation between deformations and stress is taken a relation recommended in European standards EKB-FIP. The results of calculation under the suggested approach give rather high precision with the results of experimental research.

KEYWORDS: strengthening by a holder, nonlinear properties of concrete, non centric the compressed elements, background of a weighting.

Работа усиленного сжатого элемента в значительной степени отличается от работы обычно сжатого элемента. Это связано с тем, что на момент усиления элемент, подлежащий усилению, находится под нагрузкой, материал в пределах поперечного сечения усиленного элемента имеет разные деформативные и прочностные характеристики, связь между напряжениями и деформациями носит нелинейный характер. Учесть все данные факторы при расчёте прочности усиленных элементов возможно при использовании следующего подхода.

Пусть на железобетонный элемент до усиления действует вдоль оси Z нагрузка F_0 , приложенная с координатой ε_0 (рис 1, а).

Поскольку при внецентренном сжатии напряжения в поперечном сечении элемента будут переменными, то для определения суммарных усилий, каждый элемент разбивается на элементарные площадки dA с одинаковыми в пределах этих площадок напряжениями σ .

Так как в рассматриваемом случае внешняя сила приложена в точке, лежащей на центральной оси X сечения, то напряжения не зависят от координаты y и для любой элементарной площадки можно записать следующее соотношение для относительных деформаций бетона:

$$e_2 = \chi_0 x + e_0, \quad (1)$$

где χ_0 – кривизна элемента в т. О, e_0 – начальные деформации элемента в т. О, x – координата центра тяжести элементарной площадки dA .

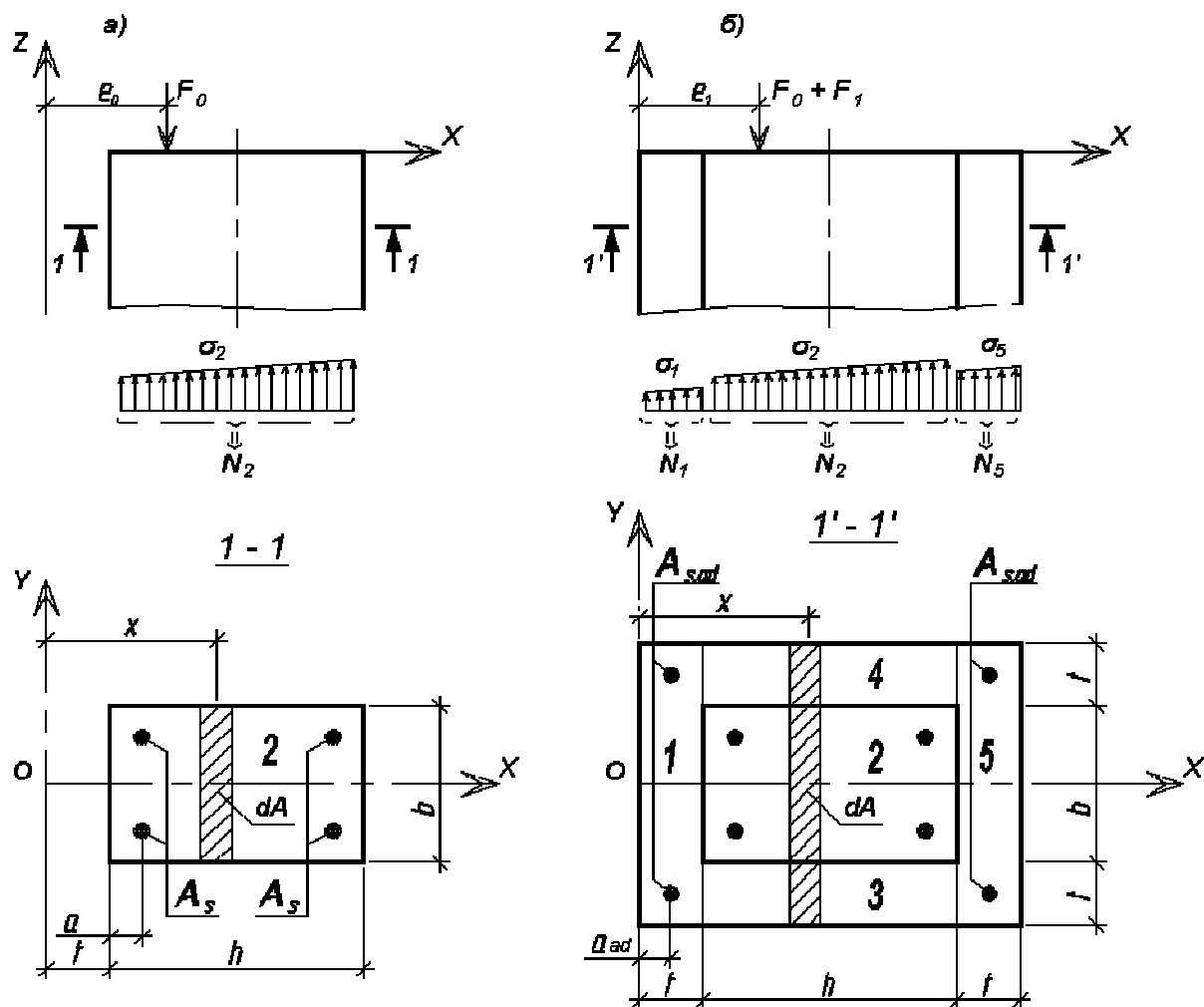


Рис. 1. Расчётная схема элемента:

а) до усиления, б) после усиления,

A_s – площадь арматуры усиляемого элемента,

$A_{s, ad}$ – площадь арматуры элемента усиления

Связь между деформациями и напряжениями для бетона принята нелинейной согласно методике ЕКБ-ФИП [2]:

$$s_2 = R_{ult} \left(\frac{kh - h^2}{1 + (k - 2)h} \right), \quad (2)$$

где

$$\begin{aligned} h &= \frac{e_2}{e_{ult}}, \\ k &= \frac{E_b e_{ult}}{R_{ult}}, \end{aligned} \quad (3)$$

ε_{ult} – предельные относительные деформации сжатия или растяжения бетона, R_{ult} – расчётное сопротивление бетона сжатию или растяжению, где E_2 – модуль деформации (модуль Юнга) элемента без усиления.

Поскольку использование в расчётах выражения (2) затруднительно, кривая по формуле (2) была аппроксимирована квадратной функцией (рис. 2) следующего вида:

$$s_2 = \frac{R_{ult} e_2 (R_{ult} (2e_2 - 2e_{ult}) + E_2 e_{ult} (-2e_2 + 3e_{ult}))}{e_2 e_{ult}^3}. \quad (4)$$

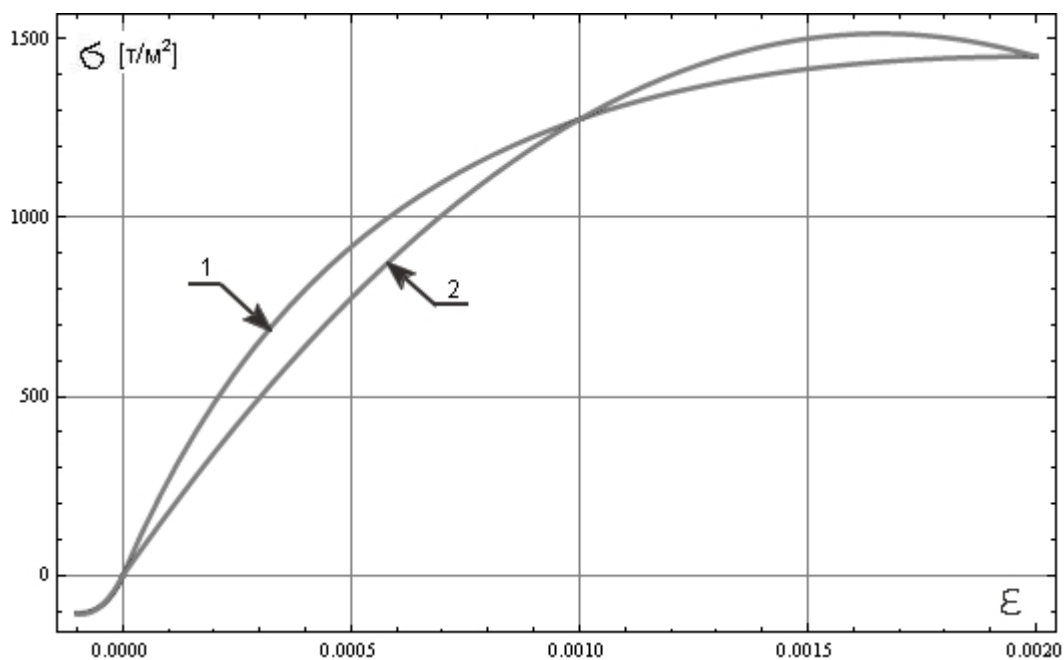


Рис. 2. Исходная (1) и аппроксимированная (2) кривые зависимости напряжений от деформаций для бетона

Равновесие рассматриваемой системы можно описать двумя уравнениями статики:

$$\begin{cases} \Sigma N_z = 0: N_2 + N_c + N_t = F_0, \\ \Sigma M_O = 0: M_2 + M_c + M_t = F_0 e_0, \end{cases} \quad (5)$$

где N_2 и M_2 – соответственно усилие и момент в бетоне, N_c и M_c – усилие и момент в более сжатой арматуре, N_t и M_t – усилие и момент в менее сжатой арматуре.

Поскольку напряжения в рассматриваемом элементе при внецентренном сжатии меняются в зависимости от координаты x , то суммарные усилия и моменты в них будут равны интегралам напряжений по элементарным площадкам dA :

$$\begin{aligned} N_2 &= \int_{A_2} s_2 dA, \\ M_2 &= \int_{A_2} s_2 x dA. \end{aligned} \quad (6)$$

Поскольку расположение стержней арматуры в поперечном сечении носит точечный характер, принимается, что напряжения в пределах их постоянны, в этом случае усилия и моменты в стержнях арматуры будут равны:

$$\begin{aligned} N_c &= s_c A_s = (c_0(t+a) + e_0) A_s, \\ N_t &= s_t A_s = (c_0(t+h-a) + e_0) A_s, \\ M_c &= N_c(t+a) = (t+a)(c_0(t+a) + e_0) A_s, \\ M_t &= N_t A_s(t+h-a) = (t+h-a)(c_0(t+h-a) + e_0) A_s. \end{aligned} \quad (7)$$

С учётом (6), (7) система уравнений (5) примет вид:

$$\begin{cases} \Sigma N_z = 0: \int_{A_2} s_2 dA + (c_0(t+a) + e_0) A_s + (c_0(t+h-a) + e_0) A_s = F_0, \\ \Sigma M_O = 0: \int_{A_2} s_2 x dA + (t+a)(c_0(t+a) + e_0) A_s + \\ + (t+h-a)(c_0(t+h-a) + e_0) A_s = F_0 e_0. \end{cases} \quad (8)$$

Учитывая (1) и (2), интеграл по площади можно заменить однократным интегралом:

$$\begin{cases} \Sigma N_z = 0: b \int_t^{t+h} s_2 dx + (c_0(t+a) + e_0) A_s + (c_0(t+h-a) + e_0) A_s = F_0, \\ \Sigma M_O = 0: b \int_t^{t+h} s_2 x dx + (t+a)(c_0(t+a) + e_0) A_s + \\ + (t+h-a)(c_0(t+h-a) + e_0) A_s = F_0 e_0. \end{cases} \quad (9)$$

С учётом (4) система уравнений (9) решается относительно неизвестных ε_0 и χ_0 . Решение системы получено с использованием компьютерных программ и ввиду громоздкости не приводится.

Далее предполагается, что при действии силы F_0 производится усиление элемента и к усиленному элементу дополнительно прикладывается сила F_1 , которая, как и сила F_0 , приложена в точке с координатой $x = \varepsilon_1$ (рис. 1, б).

Поперечное сечение элемента разбивается на 5 областей. По аналогии с предыдущими рассуждениями относительные деформации и напряжения для каждой из областей будут:

$$\begin{aligned} e_i &= (c_0 + c_1)x + e_0 + e_1, \\ s_i &= \frac{R_{ult} e_i (R_{ult} (2e_i - 2e_{ult}) + E_i e_{ult} (-2e_i + 3e_{ult}))}{e_i e_{ult}}, \end{aligned} \quad (10)$$

где ε_1 и χ_1 – соответственно начальные деформации и кривизна усиленного элемента в т. О от совместного действия сил $F_0 + F_1$.

Выражение (10) запишем отдельно для каждого из рассматриваемых элементов:

$$\begin{aligned} s_1 &= E_1 ((c_0 + c_1)x + (e_0 + e_1)), \quad x \in [0, t], \\ s_2 &= E_2 ((c_0 + c_1)x + (e_0 + e_1)), \quad x \in [t, t+h], \\ s_3 &= s_4 = E_1 ((c_0 + c_1)x + (e_0 + e_1)), \quad x \in [t, t+h], \\ s_5 &= E_1 ((c_0 + c_1)x + (e_0 + e_1)), \quad x \in [t+h, 2t+h], \end{aligned} \quad (11)$$

где E_1 – модуль упругости бетона обеймы, E_2 – модуль упругости бетона колонны.

Равновесие рассматриваемой системы для усиленного элемента также можно описать двумя уравнениями статики:

$$\left\{ \begin{aligned} & (b+2t) \int_0^t s_1 dx + 2t \int_t^{t+h} s_3 dx + (b+2t) \int_{t+h}^{2t+h} s_5 dx + ((c_0+c_1)(t+a) + (e_0+e_1)) A_s + \\ & + ((c_0+c_1)(t+h-a) + (e_0+e_1)) A_s + ((c_0+c_1)a_{ad} + (e_0+e_1)) A_{s,ad} + \\ & + ((c_0+c_1)(2t+h-a_{ad}) + (e_0+e_1)) A_{s,ad} + b \int_t^{t+h} s_2 dx = F_0 + F_1, \\ & (b+2t) \int_0^t s_1 x dx + b \int_t^{t+h} s_2 x dx + 2t \int_t^{t+h} s_3 x dx + (b+2t) \int_{t+h}^{2t+h} s_5 x dx + \\ & + (t+h-a)((c_0+c_1)(t+h-a) + (e_0+e_1)) A_s + \\ & + (t+a)((c_0+c_1)(t+a) + (e_0+e_1)) A_s + a_{ad}((c_0+c_1)a_{ad} + (e_0+e_1)) A_{s,ad} + \\ & + (2t+h-a_{ad})((c_0+c_1)(2t+h-a_{ad}) + (e_0+e_1)) A_{s,ad} = (F_0 + F_1) e_1. \end{aligned} \right. \quad (12)$$

В системе (12) неизвестными являются ε_1 и χ_1 . Решение системы (12), как и системы (9), не приводится ввиду его громоздкости.

Полученные соотношения для определения ε_0 , ε_1 и χ_0 , χ_1 при подстановке в формулы (11) позволяют получить эпюры нормальных напряжений в поперечном сечении элемента.

Для апробации полученных выражений были выполнены расчёты по данным экспериментальных исследований [3]. Результаты расчётов представлены в виде эпюры нормальных напряжений в поперечном сечении (рис. 3) вдоль оси X .

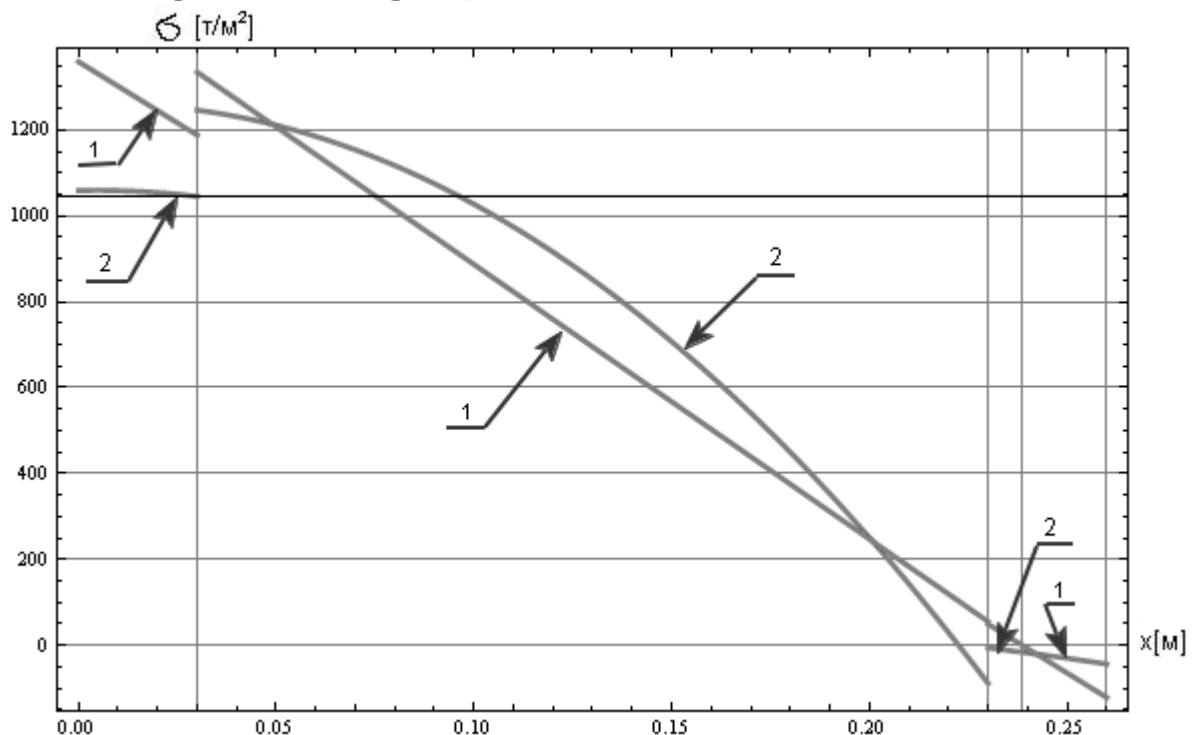


Рис. 3. Эпюра нормальных напряжений в поперечном сечении элемента:
1 – линейное решение, 2 – нелинейное решение

Из рис. 3 видно, что решение с учётом нелинейных свойств бетона значительно отличается от решения в линейной постановке. Отличие по максимальным напряжениям составляет до 25 %.

Согласно полученным результатам расчётов предельное состояние по прочности наступает при достижении в сжатой арматуре предельных напряжений. При этом полученное значение теоретической разрушающей нагрузки практически совпало с экспериментальными данными, разница составила 1,5 %.

Таким образом, предложенный подход расчёта позволил выполнить расчёт внецентренно сжатого элемента, усиленного железобетонной обоймой, с учётом следующих факторов: дискретного расположения в поперечном сечении стержней арматуры усиливаемого элемента и элемента усиления, нелинейной зависимости между деформациями и напряжениями для бетона, различных прочностных и деформативных характеристик бетона в поперечном сечении элемента, предыстории нагружения. Результаты расчёта по предложенному подходу дают хорошую корреляцию с результатами экспериментальных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Варданян Г.С., Андреев В.И., Атаров Н.М., Горшков А.А. Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности: учебник для строительных специальностей вузов. – М.: Ассоциация строительных вузов, 1995. – 566 с.
2. CEB – FIP Eurocode 2: Design of Concrete Structures. Part 1: General Rules and Rules for Buildings, ENV 1992. –1-1. – Brussels: CEN, 1991. – 253 с.
3. Фардиев Р.Ф., Мустафин И.И. Результаты экспериментальных исследований внецентренно сжатых элементов, усиленных железобетонной обоймой. // Сборник статей. МК-36-10. Строительная индустрия: вчера, сегодня, завтра. – Пенза, 2010. – С. 105-109.

REFERENCES

1. Vardanyan G.S., Andreyev V.I., Atarov N.M, Gorshkov A.A. Strength of materials with basics of theory of elasticity and plastic behaviour: textbook for engineering specialties of higher education institutions; Association of higher education institutions of building construction. – M.: 1995, – 556 p.
2. CEB – FIP Eurocode 2: Design of Concrete Structures. Part 1: General Rules and Rules for Buildings, ENV 1992. –1-1. – Brussels: CEN, 1991. – 253 p.
3. Fardiev R.F., Mustafin I.I. Results of experimental research of non-centric compressed elements strengthened by a reinforced concrete collar. Collected works. WK-36-10. Construction engineering: yesterday, today, tomorrow. – Penza, 2010. – P. 105-109.

УДК 624.014, 624.072.32

Фахрутдинов А.Э. – аспирант

E-mail: faxrutdinoff@yandex.ru

Кузнецов И.Л. – доктор технических наук, профессор

E-mail: kuz377@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

НАЗНАЧЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ОЧЕРТАНИЯ ОСИ АРКИ ИЗ УНИФИЦИРОВАННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

АННОТАЦИЯ

Решается задача нахождения оптимального очертания оси арки, составленной из набора унифицированных прямолинейных элементов, при действии многовариантных нагрузений от постоянной, снеговой и ветровой нагрузок согласно действующим нормам. Критерием оптимальности в поставленной задаче является минимальное значение массы арки. Приводятся алгоритм, программа и примеры нахождения оптимального очертания арки при различных статических схемах.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: оптимальное очертание, унифицированные прямолинейные элементы, многовариантные загрузки.

Fakhrutdinov A.E. – post-graduate student

Kuznetsov I.L. – doctor of technical sciences, professor

Kazan State University of Architecture and Engineering

APPOINTMENT OF AN ARCH MADE FROM UNIFIED ELEMENTS AXIS OPTIMUM OUTLINE

ABSTRACT

The paper deals with a problem of finding an optimum outline of arch made from set of unified rectilinear elements axis under the action of multiple loadings from self-weight, snow load and wind action according to acting standards. The criterion of optimality in a task in view is the minimum value of arch weight. The algorithm, program and examples of finding the optimum outline at various static schemes are given.

KEYWORDS: optimum outline, unified rectilinear elements, multiple loadings.

В работах [1, 2] приведены новые конструктивная схема и способ реализации облегченного арочного здания. Здание включает арки, выполненные из унифицированных тонкостенных прямолинейных элементов, прогоны и ограждение из стальных профилированных листов или поликарбоната. Особенностью данных зданий является возможность придания им при возведении произвольного пролета и очертания. Это достигается тем, что соединение унифицированных элементов может быть реализовано под произвольным углом. Следовательно, изменяя число унифицированных элементов и соединяя их под требуемым углом, обеспечиваем реализацию арки произвольных габаритов. Изменение усилий в этих случаях может быть компенсировано:

- приданием арке оптимального очертания;
- назначением соответствующего шага установки арок;
- изменением статической схемы работы арок;
- включением обшивки в совместную работу.

Наиболее существенным способом повышения эффективности арок и в то же время вызывающим трудности из-за отсутствия рекомендаций является назначение оптимального очертания, что и рассматривается в настоящей статье.

Рассмотрим арку пролетом L и стрелой подъема f при шаге несущих конструкций B , составленную из прямолинейных элементов, узлы соединения которых лежат на некоторой кривой. Арка загружена многовариантной нагрузкой, включающей постоянную, снеговую и ветровую нагрузки согласно [3] (рис. 1).

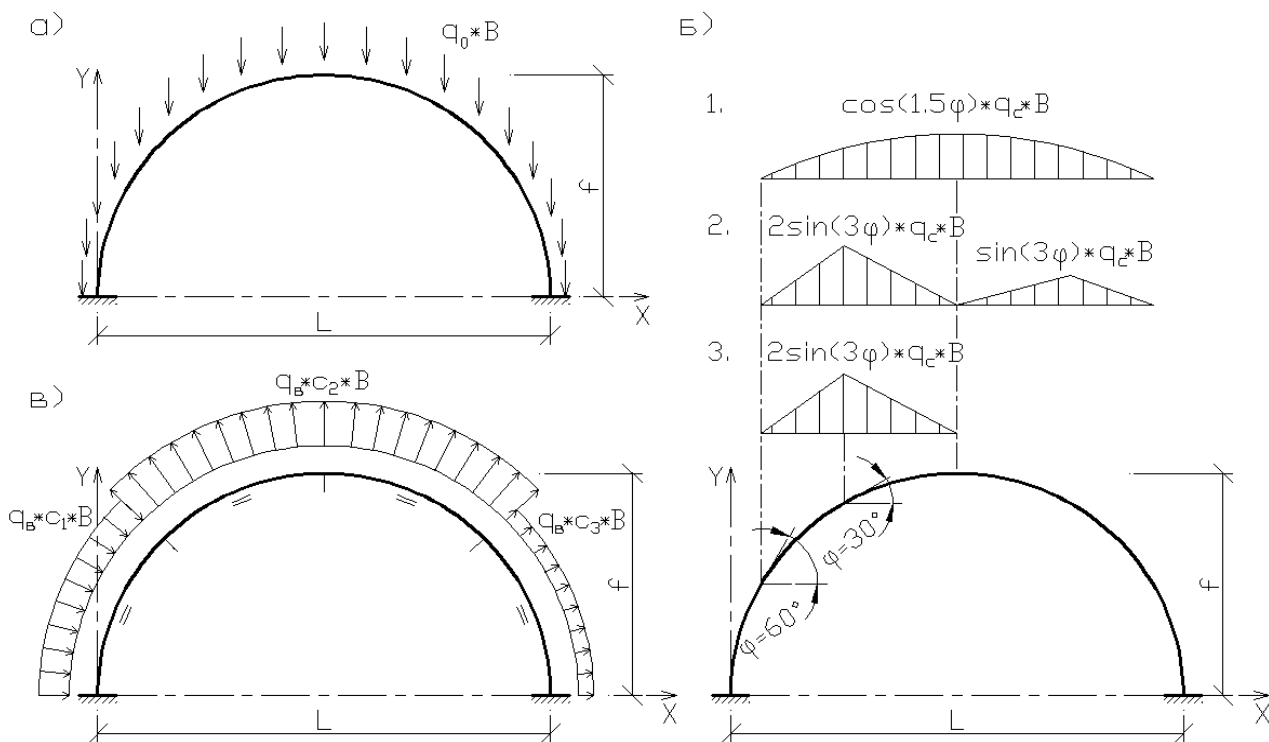


Рис. 1. Схемы нагружений арки различными нагрузками:

- а) – постоянной нагрузкой от собственного веса конструкций; б) – вариантами снеговой нагрузки:
 1 – равномерно распределенной, 2 – неравномерной, 3 – расположенной на половине пролета;
 в) – ветровой нагрузкой

Задача оптимизации состоит в нахождении такого очертания оси арки, при котором ее масса достигает минимального значения, т.е.:

$$G = \frac{\varphi_A \cdot \gamma \cdot S}{R_y \cdot \gamma_c} \cdot \left[\left| \frac{M}{\rho} \right| + |N| \right]^{max} = \min, \quad (1)$$

Здесь φ_A – конструктивный коэффициент арки, γ – плотность стали, S – длина дуги арки, R_y – расчетное сопротивление стали, γ_c – коэффициент условия работы, N – продольное усилие, M – изгибающий момент. Значение приведенного усилия $\left[\left| \frac{M}{\rho} \right| + |N| \right]^{max}$ принимается максимальным от всех возможных сочетаний нагрузок согласно [3, 4].

Стоит отметить, что расчетное сочетание нагрузок по нормам [3] дает значение приведенного усилия $\left[\left| \frac{M}{\rho} \right| + |N| \right]^{max}$, превышающее аналогичное значение, найденное по нормам [4], на величину до 10 %. Это является следствием увеличения в нормах [3] коэффициента сочетаний при одновременном действии нескольких кратковременных нагрузок для основной по степени влияния с 0,9 до 1.

В качестве функции, описывающей оптимальное очертание оси арки, в данной работе используется полином третьей степени вида:

$$y = A \cdot x + B \cdot x^2 + C \cdot x^3. \quad (2)$$

Как показано в работе [5], представление очертания оси арки в таком виде значительно упрощает поиск ее оптимальной формы и достаточно просто позволяет учитывать изменение действующих на арку нагрузок (рис. 1) в зависимости от ее очертания. Задача же оптимизации сводится к поиску таких значений коэффициентов A, B, C , при которых будет выполняться условие (1).

Для нахождения оптимального очертания оси арки была составлена программа «ARKAMAS» для ЭВМ на языке программирования C++ в среде Borland C++ Builder 3. Блок-схема программы «ARKAMAS» представлена на рис. 2. Входные и выходные данные программы представлены в табл. 1.

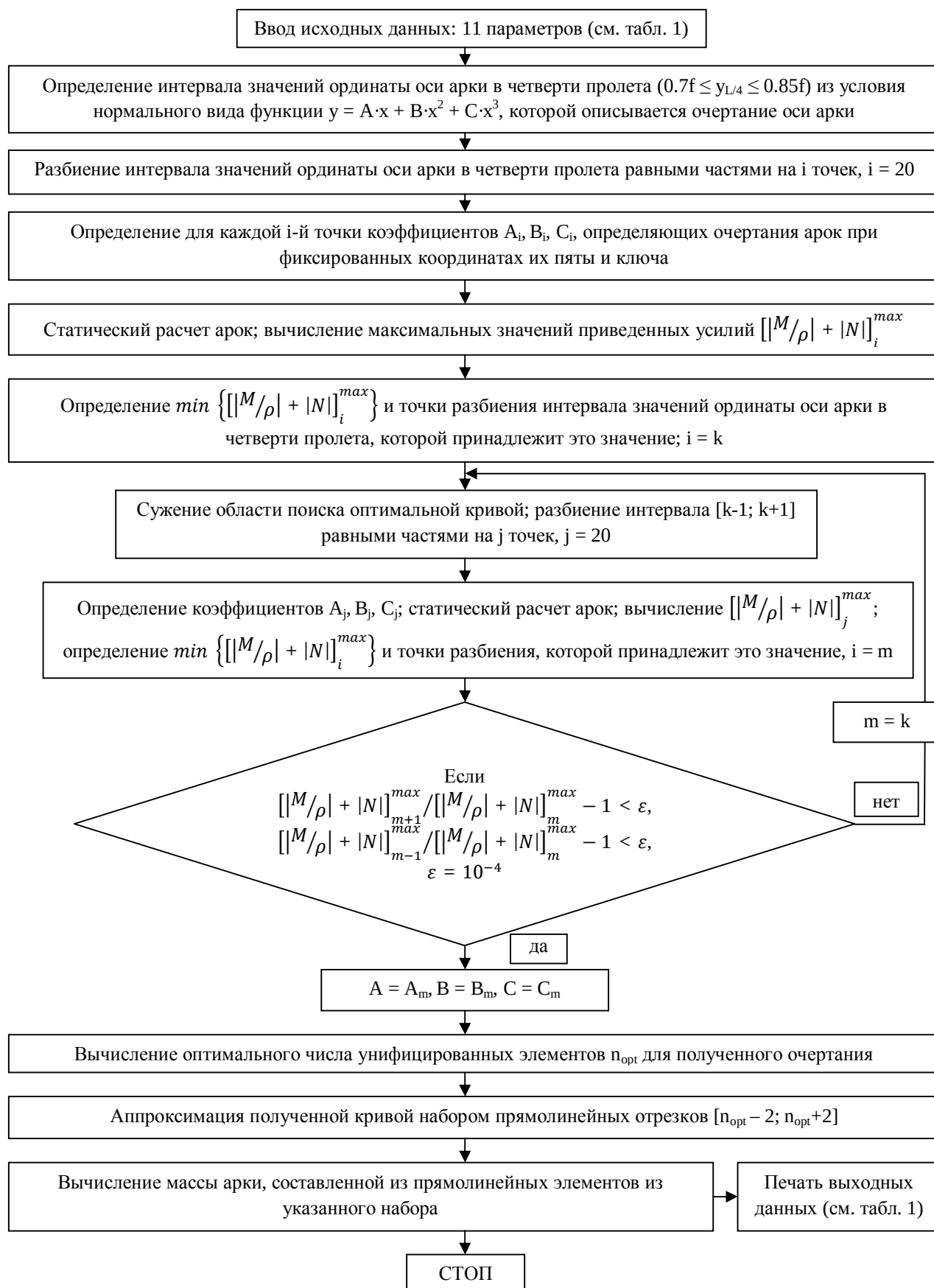


Рис. 2. Блок-схема программы «ARKAMAS»

Таблица 1

Входные и выходные параметры программы «ARKAMAS»

№ п/п	Обозначение параметра	Наименование параметра
Входные параметры		
1	L	Пролет арки, м
2	f	Высота подъема стрелы арки, м
3	n	Число разбиений полупролета арки
4	ρ	Ядровое расстояние сечения унифицированного элемента, см
5	φ_A	Конструктивный коэффициент арки
6	R_y	Расчетное сопротивление стали, кг/см ²
7	γ_c	Коэффициент условия работы
8	q_0	Постоянная нагрузка, кг/м
9	q_c	Снеговая нагрузка, кг/м
10	q_v	Ветровая нагрузка, кг/м
11	ξ_2	Параметр для вычисления строительного коэффициента массы узловых фасонки
Выходные параметры		
1	$[M/\rho + N]^{max}$	Максимальное значение приведенного усилия от расчетного сочетания нагрузок, кг
2	exc	Эксцентриситет в расчетном сечении, см
3	N_{soch}	Номер загрузки, являющегося расчетным сочетанием нагрузок
4	n_{opt}	Оптимальное количество унифицированных элементов
5	A, B, C	Коэффициенты полинома третьей степени, определяющего оптимальное очертание оси арки
6	Графически	Форма арки, эпюры балочных силовых факторов и усилий в арке от всех нагрузок, разбиение полученной оптимальной кривой на заданное количество унифицированных элементов
7	В таблицах	Координаты узлов соединения унифицированных элементов и масса арки при заданном их количестве, усилия в точках разбиения полупролета арки от всех нагрузок и их сочетаний

В качестве примера рассмотрим арку пролетом 12 м и шагом установки несущих конструкций 1 м, варьируя при этом очертанием, высотой подъема стрелы и статической схемой ее работы. Конструкция эксплуатируется в IV снеговом и III ветровом районах, собственная масса конструкций принимается равной 20 кг/м². Усилия в арках, очерченных по дуге окружности и квадратной параболе, определялись расчетом в ПК «ЛИРА», а в оптимальных арках – расчетом в разработанной программе «ARKAMAS».

Результаты расчетов приведены в табл. 2 и 3.

Анализируя данные таблиц, можно сделать следующие выводы:

1. назначение оптимального очертания оси арки, как наиболее существенный способ повышения эффективности этой конструкции, позволяет снизить расход металла по сравнению с традиционными очертаниями по дуге окружности и квадратной параболе для трехшарнирных и бесшарнирных арок – до 40 %, для двухшарнирных арок – до 25 %;

2. назначение рационального числа унифицированных элементов для арок, проектируемых по принципу «открытой» типизации, также является эффективной мерой по снижению материалоемкости таких конструкций (в рассмотренных примерах отклонение от оптимального числа унифицированных элементов на две единицы дает перерасход металла до 7 %).

Таблица 2

Сравнение расчетных сочетаний усилий и максимальных приведенных усилий в арках при варьировании их очертанием, относительной высотой подъема стрелы и статической схемой работы

Очертание арки	Статическая схема	Относительная высота подъема стрелы, f/L	Расчетное сочетание усилий		Максимальное приведенное усилие $[M/\rho + N]^{max}$, кг	Расчетное сочетание нагрузок	Абсцисса расчетного сечения, м	Ордината расчетного сечения, м
			M , кг·см	N , кг				
По дуге окружности	Трехшарнирная	0,3	82574	-637	20892	пост+снег на пол, пролета+ветер	3,126	2,963
		0,4	-80778	-1265	20452	пост+снег равномер	1,289	2,603
		0,5	-112659	-1166	27926	пост+снег равномер	1,085	3,441
	Двухшарнирная	0,3	79113	-674	19439	пост+снег на пол, пролета+ветер	3,126	2,963
		0,4	78944	-445	19197	пост+снег на пол, пролета+ветер	3,400	4,224
		0,5	86469	-324	20863	пост+снег на пол, пролета+ветер	3,464	5,438
Квадратная параболы	Беспарнирная	0,3	70558	-698	17458	пост+снег на пол, пролета	0,000	0,000
		0,4	78961	-557	19313	пост+снег на пол, пролета	0,000	0,000
		0,5	94839	-981	23508	пост+снег неравномер	0,000	0,000
	Трехшарнирная	0,3	111220	-827	27245	пост+снег на пол, пролета+ветер	2,712	2,519
		0,4	97723	-677	23889	пост+снег на пол, пролета+ветер	3,000	3,600
		0,5	77703	-487	18944	пост+снег на пол, пролета+ветер	3,600	5,040
Оптимальное	Двухшарнирная	0,3	97598	-873	24055	пост+снег на пол, пролета+ветер	2,712	2,519
		0,4	87015	-700	21369	пост+снег на пол, пролета+ветер	3,000	3,600
		0,5	72759	-495	17777	пост+снег на пол, пролета+ветер	3,600	5,040
	Беспарнирная	0,3	-94269	-1693	24085	пост+снег на пол, пролета+ветер	0,000	0,000
		0,4	-75797	-1454	19458	пост+снег на пол, пролета+ветер	0,000	0,000
		0,5	59370	-568	14670	пост+снег на пол, пролета+ветер	0,000	0,000
Оптимальное	Трехшарнирная	0,3	-73853	-789	18331	пост+снег на пол, пролета	2,500	2,763
		0,4	-70525	-579	17331	пост+снег на пол, пролета+ветер	2,500	3,573
		0,5	65877	-465	16113	пост+снег на пол, пролета+ветер	3,500	5,181
	Двухшарнирная	0,3	74696	-657	18400	пост+снег на пол, пролета+ветер	3,000	3,060
		0,4	71647	-450	17468	пост+снег на пол, пролета+ветер	3,500	4,356
		0,5	68365	-455	16694	пост+снег на пол, пролета+ветер	3,500	5,201
Оптимальное	Беспарнирная	0,3	63229	-734	15753	пост+снег на пол, пролета	0,000	0,000
		0,4	62029	-584	15318	пост+снег на пол, пролета+ветер	0,000	0,000
		0,5	55448	-562	13733	пост+снег на пол, пролета+ветер	0,000	0,000

Таблица 3

Сравнение масс арок оптимального очертания при варьировании относительной высотой подъема стрелы, статической схемой работы и числом прямолинейных унифицированных элементов

Относительная высота подъема стрелы, f/L	Статическая схема	Уравнение оптимальной кривой	Оптимальное количество унифицированных элементов (n_{opt})	Длина унифицированного элемента при n_{opt} , м	Масса арки из n числа унифицированных элементов, кг				
					$n_{opt} - 2$	$n_{opt} - 1$	n_{opt}	$n_{opt} + 1$	$n_{opt} + 2$
0,3	Трехшарнирная	$1,655556x - 0,251852x^2 + 0,012654x^3$	6	2,457	130,95	126,27	125,28	126,07	127,83
	Двухшарнирная	$1,68x - 0,26x^2 + 0,013333x^3$	6	2,461	127,15	123,95	123,80	125,11	127,16
	Бесшарнирная	$1,436856x - 0,178952x^2 + 0,006579x^3$	6	2,427	112,88	108,30	107,12	107,58	108,93
0,4	Трехшарнирная	$2,078096x - 0,292699x^2 + 0,01328x^3$	6	2,711	138,22	132,88	131,58	132,24	133,96
	Двухшарнирная	$2,24x - 0,346667x^2 + 0,017778x^3$	6	2,735	133,79	130,64	130,59	132,05	134,25
	Бесшарнирная	$1,742192x - 0,180731x^2 + 0,00395x^3$	6	2,667	123,71	117,87	116,07	116,23	117,45
0,5	Трехшарнирная	$2,3665x - 0,288833x^2 + 0,010181x^3$	6	2,974	144,09	137,73	135,87	136,22	137,76
	Двухшарнирная	$2,40004x - 0,300013x^2 + 0,011112x^3$	6	2,978	147,61	141,64	140,07	140,64	142,38
	Бесшарнирная	$1,93426x - 0,144753x^2 - 0,001826x^3$	7	2,512	123,24	119,51	118,46	118,85	120,05

Как показали расчеты, в подавляющем большинстве случаев расчетным сочетанием нагрузок является комбинация собственного веса, снега на половине пролета арки и давления ветра со стороны снегового мешка. Следует отметить, что при прочих равных условиях оптимальные арки, работающие по трехшарнирной схеме, несколько превосходят по экономичности арки, работающие по двухшарнирной схеме. Это является следствием того, что при нагрузке от снегового мешка на половине пролета арки, определяющей расчетное сочетание усилий, изгибающие моменты в четвертях пролета практически совпадают по своему значению, что свидетельствует о более равномерном распределении усилий.

На рис. 3 показана область оптимальных кривых, определенных по составленной программе, для арки пролетом 12 м и высотой подъема стрелы 6 м для различных статических схем.

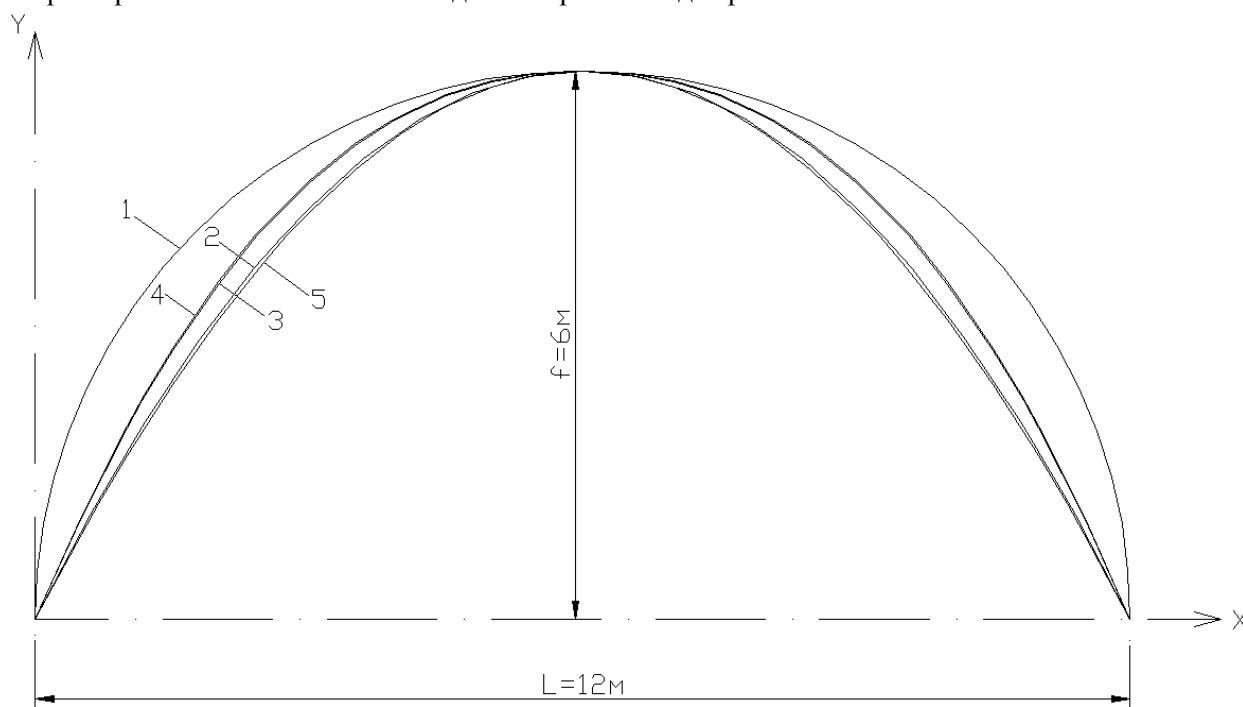


Рис. 3. Область оптимальных кривых для арок пролетом 12 м и высотой подъема 6 м при различных статических схемах работы:

- 1 – окружность; 2 – квадратная парабола; 3 – оптимальная трехшарнирная арка;
4 – оптимальная двухшарнирная арка; 5 – оптимальная бесшарнирная арка

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов И.Л., Фахрутдинов А.Э. Арочные здания из унифицированных элементов // Известия КазГАСУ, 2010, № 1(13). – С. 122-126.
2. Кузнецов И.Л., Фахрутдинов А.Э. Способ возведения арочного здания. Решение о выдаче патента РФ по заявке № 2009143694/03(062156) от 13.12.2010.
3. СТО 36554501-015-2008. Нагрузки и воздействия. – М., 2008. – 49 с.
4. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия. – М., 1988. – 36 с.
5. Кузнецов И.Л. Расчет и конструирование легких арок. – Казань: КГАСА, 1998. – 144 с.

REFERENCES

1. Kuznetsov I.L., Fakhrutdinov A.E. Arch buildings made from unified elements // News of the KSUAE, 2010, № 1(13). – P. 122-126.
2. Kuznetsov I.L., Fakhrutdinov A.E. The method of erection of arch building. The positive decision on the application for a patent of RF № 2009143694/03(062156) from 25.11.2009.
3. STO 36554501-015-2008. Loads and actions. – M., 2008. – 49 p.
4. SNiP 2.01.07-85. Loads and actions. – M., 1988. – 36 p.
5. Kuznetsov I.L. Calculation and designing of light arches. – Kazan: KSABA, 1998. – 144 p.



УДК 624.131.524.4:624.131.35

Гончаров Б.В. – доктор технических наук, профессор

Хабибуллин И.И. – аспирант

Гареева Н.Б. – доктор технических наук, профессор

Галимнурова О.В. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: galimnurova@mail.ru

Уфимский государственный нефтяной технический университет

ЭКСПРЕСС-МЕТОД ОЦЕНКИ ПРЕДЕЛЬНОЙ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ НА СВАЮ-КОЛОННУ ПО ДАННЫМ СТАТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются результаты численных исследований, показывающие существенное отличие в характере взаимодействия свай-колонны с массивом грунта при действии горизонтальной нагрузки от модели работы гибкой сваи бесконечной длины. Обосновывается предположение, что между величиной предельной нагрузки на сваю-колонну и лобовым сопротивлением грунта при зондировании имеется корреляционная связь. Приводятся совместные результаты испытаний свай и статического зондирования. Подтверждается тесная корреляционная связь этих величин. Для практических расчетов предлагается формула для определения предельной горизонтальной нагрузки по данным зондирования с учетом размеров свай-колонн, глубины погружения и процента армирования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: свая-колонна, бесконечно длинная балка, предельная горизонтальная нагрузка, статическое зондирование, коэффициент постели, бесконечно длинная гибкая свая.

Goncharov B.V. – doctor of technical sciences, professor

Khabibullin I.I. – post-graduate student

Gareeva N.B. – doctor of technical sciences, professor

Galimnurova O.V. – candidate of technical sciences, associate professor

Ufa State Petroleum Technical University

EXPRESS-METHOD OF THE ESTIMATION OF LIMITING HORIZONTAL LOADING ON THE PILE-COLUMN ACCORDING TO STATIC SOUNDING

ABSTRACT

Results of the numerical investigations that show the essential differences in the interaction of the pile-column and soil mass under the lateral load of the infinitely long slender pile model are presented. The supposition of the correlation between the value of the pile-column limit load and resistance under the probe tip while CPT is validated. The combined results of the pile test and CPT are given. The close correlation of these values is confirmed. The formula for the limit lateral load determination by CPT data with account of pile-column dimensions, penetration depth and reinforcement percent for the practical design is suggested.

KEYWORDS: pile-column, infinitely long beam, limit lateral load, CPT, coefficient of subgrade reaction, infinitely long slender pile.

Свай-колонны в строительстве производственных и сельскохозяйственных зданий, а также при сооружении свайных опор трубопроводов показали высокую эффективность, по сравнению с традиционными типами фундаментов, по расходу материалов, стоимости и трудозатратам [1]. Технология забивки свай-колонн с применением мобильных копров позволяет использовать забивные сваи длиной до 10 м с погружением на проектную глубину до 5,0...8,0 м. При этом должны быть соблюдены требования: погружение всех свай на площадке точно на проектную отметку и сохранность голов свай для последующих работ.

Для соблюдения первого требования в институте БашНИИстрой разработана методика расчета свай-колонн на вертикальную нагрузку по данным зондирования при обеспечении погружения на заданную отметку [2]. Имея данные зондирования по площадке, желательно иметь и метод расчета свай на действие горизонтальной нагрузки с использованием этих данных.

Сваи-колонны имеют глубину погружения в зависимости от высоты здания до $l_0=5,0\ldots 8,0$ м. Такие сваи, имеющие отношение глубины погружения к размеру стороны сваи $l_0/d \leq 20\ldots 25$, в проектной практике называют сваями конечной длины и жесткости. Экспериментальные исследования В.Н. Голубкова [3] показали, что характер взаимодействия таких свай с грунтом можно представлять защемлением сваи на некоторой глубине. При дальнейшем увеличении длины сваи [4] появляется точка перегиба и характер взаимодействия сваи с грунтом усложняется.

Действующий нормативный документ СП-50-102-2003 [5] рекомендует использовать для расчета предельной горизонтальной нагрузки модель взаимодействия гибкой бесконечно длинной сваи. Основной расчетной характеристикой грунта принимается величина коэффициента пропорциональности K , равная величине коэффициента постели на глубине $Z=1,0$ м, которая увеличивается пропорционально глубине погружения сваи. Величина коэффициента пропорциональности K определяется по таблицам в зависимости от индекса текучести грунта I_L [5].

На кафедре «Автомобильные дороги и технология строительного производства» Уфимского государственного нефтяного технического университета выполнены численные и полевые исследования на трех грунтовых площадках, основные характеристики грунтов площадок приведены в табл. 1.

Численные исследования характера взаимодействия сваи конечной длины и жесткости с глубиной погружения $l_0=5,0$ м выполнялись по грунтовым характеристикам площадки № 2 из трех намеченных для натурных исследований в полевых условиях.

Таблица 1

Основные характеристики грунтов площадок №№ 1, 2, 3

Наименование площадки	I_L	q_s , МПа	w	e
Площадка № 1	0,21	2,4	0,19	0,67
Площадка № 2	0,41	1,7	0,25	0,72
Площадка № 3	0,65	0,9	0,29	0,81

Полученная деформационная картина взаимодействия сваи с грунтовым массивом (рис. 1) не позволяет четко выяснить глубину предполагаемого защемления [3], а также определить точку перегиба (центр поворота) сваи [4]. Эти результаты показывают, что модель взаимодействия сваи-колонны с грунтовым массивом значительно отличается от модели, рекомендуемой для гибких длинных свай СП-50-102-2003 [5]. Поэтому нельзя рассчитывать на достаточно достоверный результат при расчете предельной горизонтальной нагрузки на сваю-колонну.

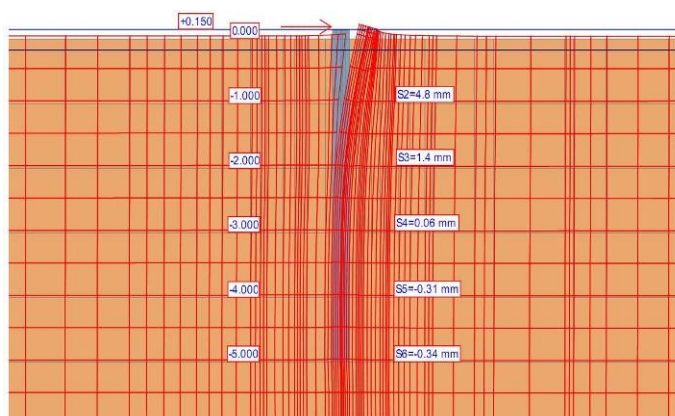


Рис. 1. Деформационная схема взаимодействия сваи с грунтовым массивом на площадке 2

При расчете величины коэффициента постели по формуле, полученной в результате теоретических исследований с использованием модели сваи в виде узкой балки на упругом основании при плоской задаче [6, 7], он определяется по формуле 1

$$K = \frac{p \cdot E_0}{2(1 - m^2) \cdot d \cdot \ln(4a)} \quad (1)$$

где E_0 — модуль деформации, определяемый по штамповым испытаниям, МПа; m — коэффициент Пуассона; d — размер поперечного сечения сваи, м; $a = l_0/d$.

Имеются результаты полевых исследований, показывающие, что величина модуля деформации пропорциональна величине лобового сопротивления грунта q_s при зондировании, и представляющие ее в виде простой линейной зависимости [8, 9, 10].

$$E = A \cdot q_s, \quad (2)$$

где A – эмпирический коэффициент; q_s – лобовое сопротивление при зондировании грунта.

Учитывая это, для проведения полевых исследований принята следующая рабочая гипотеза:

– так как величина коэффициента постели пропорциональна лобовому сопротивлению грунта при зондировании q_s , следует ожидать наличие корреляционной связи между величиной предельной горизонтальной нагрузки и величиной лобового сопротивления при зондировании грунта;

– глубина погружения свай-колонн не превышает 7,0...8,0 м, а площадки для строительства зданий со сваями-колоннами выбираются по данным зондирования с условием отсутствия резкого изменения прочностных свойств грунта по глубине, поэтому можно допустить использование в расчетах средней величины q_s , что равносильно предположению о постоянной средней величине коэффициента постели по глубине.

Были проанализированы результаты выполненных статических испытаний свай на горизонтальную нагрузку. На каждой площадке были рассмотрены результаты статических испытаний (4...5) забивных железобетонных свай сечением 30х30 см, длиной 6,0 м, армированных четырьмя продольными стержнями арматуры диаметром 14...16 мм и проволочными каркасами, погруженных на 5,0 м. График испытаний, выполненных на площадке № 2, приведен на рис. 2.

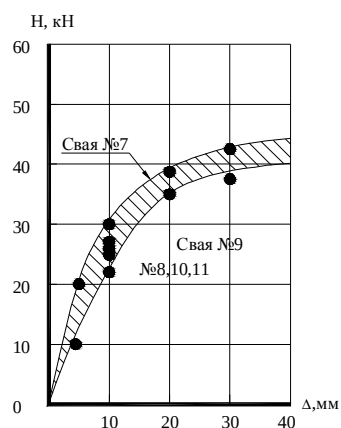


Рис. 2. График испытаний свай на горизонтальную нагрузку на площадке № 2

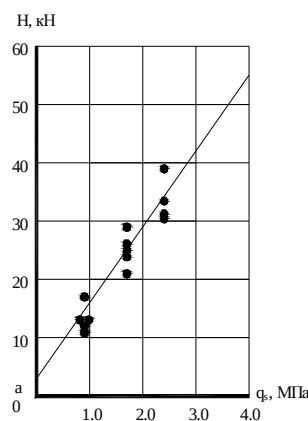


Рис. 3. График экспериментальной зависимости $H = f(q_s)$

Действующие нормативные документы не содержат рекомендаций по величине предельного перемещения сваи в уровне грунта для определения предельной нагрузки. В проектной практике для забивных свай величина перемещения сваи в уровне грунта принимается равной $\Delta 10$ мм.

Результаты испытаний свай с глубиной погружения 5,0 м на трех площадках и данные зондирования представлены в виде графика на рис. 3. По результатам статистической обработки установлена устойчивая корреляционная связь, подтверждаемая величиной коэффициента корреляции, равной 0,87.

Корреляционное уравнение имеет вид

$$H = 0,31 + 14,3bq_s, \quad (3)$$

где H – величина предельной горизонтальной нагрузки, кН;

b – коэффициент, равный единице и имеющий размерность [м];

q_s – величина лобового сопротивления зондированию, МПа.

Для использования зависимости (3) в практике проектирования дополнительно по результатам испытаний свай на горизонтальную нагрузку проведено исследование влияния характера армирования свай, глубины погружения и размера поперечного сечения свай.

Методика исследования влияния арматуры заключалась в сравнении величины предельной горизонтальной нагрузки на сваи с разным армированием на трех описанных выше площадках с

результатами испытаний эталонных свай сечением 30х30 см с основным армированием четырьмя стержнями Ø 14...16 мм. Величина коэффициента K_a , учитывающего влияние армирования, оценивалась отношением величины предельной нагрузки на проектируемую сваю к предельной нагрузке на эталонную сваю. На рис. 4 представлены результаты испытаний свай с различным армированием, отличающимся от армирования эталонных свай.

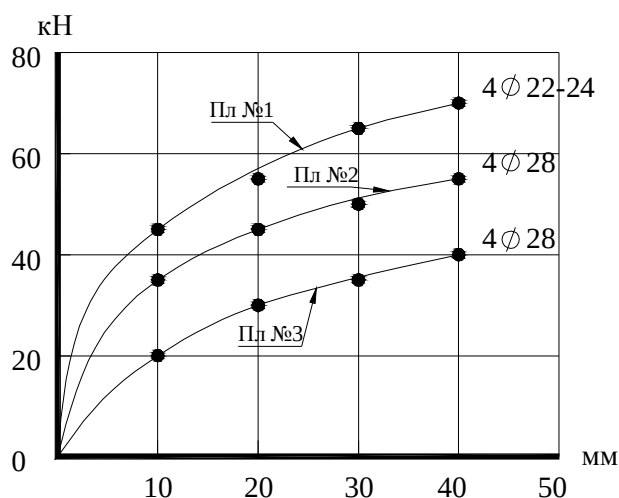


Рис. 4. Результаты испытаний свай с различным армированием

По такой же методике были определены и коэффициенты влияния размера поперечного сечения (стороны) сваи K_d и коэффициента, оценивающего влияние глубины погружения сваи K_L . Величины расчетных коэффициентов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Величины расчетных коэффициентов K_a , K_d , K_L

Коэффициент	Характер армирования	Величина коэффициента
K_a	4 Ø14...16 мм	1,0
	4 Ø 22...24 мм	1,2
	4 Ø 28 мм	1,3
K_d	30 x 30 см	1,0
	25 x 25 см	0,8
	20 x 20 см	0,6
K_L	$3,0 \leq L \leq 5,0$	0,8
	$L = 5,0$	1,0
	$L < 3,0$	1,1

Для практических расчетов предлагается расчетная формула

$$N = K_a \cdot K_d \cdot K_L (0,31 + 14,3 q_s). \quad (4)$$

Таким образом, разработан экспресс-метод определения предельной горизонтальной нагрузки на сваю-колонну по данным статического зондирования на стадии проектных изысканий без проведения статических испытаний свай, что позволяет значительно снизить стоимость и сократить сроки проектирования зданий со сваями-колоннами.

Сравнение результатов расчетов свай-колонн по рекомендациям СП-50-102-2003 с результатами статических испытаний контрольных свай на трех описанных выше площадках для всего интервала грунтов показало, что величина расхождения составляет от 25 до 130 %.

Сравнение результатов расчетов с использованием предлагаемого метода в тех же грунтовых условиях показало величины расхождений от 8 до 18 % от результатов испытаний контрольных свай.

Эти данные позволяют рекомендовать предлагаемый метод при расчете свай-колонн производственных зданий и других сооружений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гончаров Б.В., Рыжков И.Б. О безотходной технологии погружения свай // Основания, фундаменты и механика грунтов, 1990, № 4. – С. 15-17.
2. Гончаров Б.В., Рыжков И.Б., Гареева Н.Б. Использование зондирования для проектирования фундаментов. ТР БашНИИстрой // Вопросы фундаментостроения, вып. 74, т. 2. Зондирование, технология. – Уфа, 2006. – С. 7-59.
3. Голубков В.Н. Несущая способность свайных оснований. – Машстройиздат, 1950. – 140 с.
4. Лалетин Н.В. Основания и фундаменты. – М.: Высшая школа, 1964. – 349 с.
5. Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование и устройство свайных фундаментов СП 50-102-2003.
6. Горбунов-Посадов М.И., Маликова Т.А. Расчет конструкций на упругом основании. – М.: Стройиздат, 1984. – 635 с.
7. Сорочан Е.А., Трофименков Ю.Г. Справочник проектировщика. Основания, фундаменты и подземные сооружения. – М.: Стройиздат, 1985. – 479 с.
8. Трофименков Ю.Г., Воробков П.Н. // Полевые методы исследования строительных свойств грунтов. – М.: Стройиздат, 1981. – 213 с.
9. Гареева Н.Б., Рыжков И.Б. Об определении модуля деформации грунтов статическим зондированием // Сб. трудов НИИпромстрой. – Уфа, 1984. – С. 94-99.
10. Саиглера Г. Исследование грунтов методом зондирования с применением пенетрометра. – М.: Стройиздат, 1971. – 232 с.

REFERENCES

1. Goncharov B.V., Ryzhkov I.B. About technology of immersing of piles Pout waste // Osnovaniya, fundamenti i mekhanika gruntov, 1990, № 4. – P. 15-17.
2. Goncharov B.V., Ryzhkov I.B., Gareyev N.B. Use of sounding for designing of the bases. TR. BashNIISTroy // Voprosi fundamentostroeniya, edition 74, vol. 2. Sounding, technology. – Ufa, 2006. – P. 7-59.
3. Golubkov V.N. Bearing ability of the pile bases. – Mashstroyizdat, 1950. – 140 p.
4. Laletin N.V. Bas and the bases. – M: «Visshaya shkola», 1964. – 349 p.
5. The arch corrected on designing and building. Designing and the device of the pile bases of the SP 50-102-2003.
6. Gorbunov-Posadov M.I., Malikova T.A. Calculation of designs on the elastic basis. – M: Stroyizdat, 1984. – 635 p.
7. Sorochan E.A., Trofimenkov Yu.G. Reference book of the projectors. The bases, the bases and underground constructions. – M: Stroyizdat, 1985. – 479 p.
8. Trofimenkov J.G., Vorobkov P.N. // Field methods of research of building properties subgrades. – M: Stroyizdat, 1981. – 213 p.
9. Gareeva N.B., Ryzhkov I.B. About definition of the module of deformation subgrades static sounding // Collection works NIIPromstroy. – Ufa, 1984. – P. 94-99.
10. Saiglera G. Research subgrades a method of sounding with application penetrometr. – M: Stroyizdat, 1971. – 232 p.



УДК 697.1

Гилязов Д.Г. – кандидат технических наук, доцент

Валиуллин М.А. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: posohin@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИБОРНЫХ УЗЛОВ ИЗ МЕДНЫХ ТРУБ

АННОТАЦИЯ

В жилых и общественных зданиях применяют системы отопления с использованием медных труб. При расчете таких систем необходимо иметь сведения о гидравлических характеристиках унифицированных современных приборных узлов. В работе экспериментально определяются гидравлические характеристики приборных узлов систем отопления с обвязкой из медных труб и современной запорно-регулирующей арматурой.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: приборные узлы из медных труб, приведенный коэффициент местного сопротивления, дросселирование, термостатический клапан.

Gulyazov D.G. – candidate of technical sciences, associate professor

Valiullin M.A. – candidate of technical sciences, associate professor

Kazan State University of Architecture and Engineering

RESEARCH OF HYDRAULIC CHARACTERISTICS OF INSTRUMENT UNITS FROM COPPER PIPES

ABSTRACT

In inhabited and public buildings apply heating systems with use of copper pipes. At calculation of such systems it is necessary to have the information on hydraulic characteristics of the unified modern control nodes. In this work the hydraulic characteristics of control assembly of heating system with use of copper pipes and modern regulation armature are determined experimentally.

KEYWORDS: control nodes from the copper pipes, resulted coefficient of local resistance, throttling, thermostatic valve.

В настоящее время в жилых и общественных зданиях начали применять системы отопления из медных труб. Медные трубы отличаются высокой коррозионной стойкостью, долговечностью, гибкостью и устойчивостью к ультрафиолетовым лучам в отличие от пластиковых. Медные трубы соединяются при помощи фитингов на пайке.

Следует заметить, что гидравлические характеристики стальных и медных труб разнятся между собой [1]. Поэтому при расчете систем отопления необходимо иметь сведения о гидравлических характеристиках различных унифицированных узлов из медных труб.

Из гидравлики известно, что при движении воды по трубам давление расходуется на преодоление сопротивления движению. При наличии сведений о диаметрах участков трубопроводов уравнение для определения потерь давления можно записать в виде

$$\Delta P_{\text{уч}} = l \cdot \frac{l r}{d^2} \cdot w^2 + \sum x \cdot \frac{r w^2}{2} = \left(\frac{l}{d} \cdot l + \sum x \right) \frac{r w^2}{2} = x_{\text{уч}}^{\text{np}} \cdot \frac{r w^2}{2}, \quad (1)$$

где l – коэффициент гидравлического трения;

l – длина трубы;

r – плотность воды;

d – диаметр трубопровода;

w – скорость воды;

$\sum x$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений на расчетном участке;

$x_{уч}^{np} = \left(\frac{l}{d} \cdot l + \sum x \right)$ – приведенный коэффициент м.с. участка;

$x_{уч}^{np}$ учитывает потери давления на трение и в местных сопротивлениях.

Если пользоваться не скоростью движения теплоносителя, а его расходом G , тогда

$$v = \frac{G}{A}, \quad (2)$$

где A – площадь поперечного сечения.

Заменяя в зависимости (1) w через G и через диаметр трубопровода d , тогда

$$\Delta P_{уч} = x_{уч}^{np} \frac{r G^2}{2 A^2} = x_{уч}^{np} \frac{r G^2 \cdot 16}{2 p^2 d^4 r^2} = x_{уч}^{np} \frac{16}{2 p^2 d^4 r} \cdot G^2 = P_{y\partial} x_{уч}^{np} G^2, \quad (3)$$

где $P_{y\partial}$ – удельное динамическое давление, соответствующее прохождению через трубопровод 1 кг/с воды, Па/(кг/с)².

$$P_{y\partial} = \frac{16}{2 p^2 r d^4}. \quad (4)$$

Обозначая в (3) [2]

$$P_{y\partial} \cdot x_{уч}^{np} = S, \quad (5)$$

получим следующее выражение для потерь давления на участке

$$\Delta P_{уч} = S G^2, \quad (6)$$

где S – характеристика сопротивления участка, Па/(кг/с)².

Необходимо иметь в виду, что для приборных узлов S включает и характеристику сопротивления подводов к отопительным приборам и замыкающих участков, поэтому их длины не следует включать в длину этаже-стояков.

Следует отметить, что от величины дросселирования трехходовых и проходных термостатических клапанов также зависит сопротивление приборных узлов.

Для получения гидравлических характеристик, а именно приведенных коэффициентов местных сопротивлений унифицированных приборных узлов экспериментальным путем, в лаборатории ТГВ КГАСУ исследовались образцы приборных узлов однетрубных систем отопления из медных труб с радиаторами типа «Sira GROUP», «Гармония» и конвектором КОНБ-500. Узлы оснащены трехходовыми и проходными термостатическими кранами с термостатической головкой ГЕРЦ-ДИЗАЙН «МИНИ» с определенными позициями регулирования.

В опытах в качестве рабочей жидкости используется воздух [3]. Поэтому необходимо установить условия, при которых достигается гидродинамическое подобие потоков воздуха и воды. Известно, что такое подобие достигается при равенстве критериев Рейнольдса

$$Re_{\epsilon} = Re_w, \text{ или } \frac{v_{\epsilon} l}{u_{\epsilon}} = \frac{v_w l}{u_w}, \quad (7)$$

где v – скорость потока, м/с; l – определенный размер, м; u – кинематическая вязкость среды, м²/с.

Индексы « ϵ » и « w » означают, соответственно, «воздух» и «вода». Из (7) следует, что

$$u_{\epsilon} = u_w \frac{v_{\epsilon}}{v_w}. \text{ При } t_w = (95 + 70) / 2 = 82,5 \text{ }^{\circ}\text{C}, v_w = 3,37 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}, \text{ а при } t_{\epsilon} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

$v_g = 15 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ и значит

$$v_g \approx 45v_w. \quad (8)$$

Скорость движения воды в трубах систем отопления изменяется в пределах 0,2-2 м/с. Отсюда следует, что скорость движения воздуха в опытах должна изменяться в пределах $v_g \approx 9 \div 90 \text{ м/с}$.

Скорость движения воздуха в опытах определяется с помощью коллектора (образующая коллектора выполнена по лемнискате, внутренняя поверхность отполирована), где местные потери давления на входе отсутствуют. Поэтому статическое давление в патрубке коллектора равно

динамическому давлению. Поскольку $P_D = \frac{r v_g^2}{2}$,

$$v_g = \sqrt{\frac{2P_D}{r}}, \quad (9)$$

где r – плотность воздуха, кг/м^3 .

Говоря о потерях давления в элементах узла, подразумевают потери полного давления, т.е.

$$\Delta P_n = \Delta P_{ст} + \Delta P_D. \quad (10)$$

Поскольку диаметры подводок узла не отличаются от диаметра коллектора, это значит, что динамические давления одинаковы и $\Delta P_D = 0$, то

$$\Delta P_n = \Delta P_{ст}. \quad (11)$$

Давления измеряются с помощью жидкостных манометров: U-образных и с наклонной шкалой (микроманометр ММН-240).

Приведенный коэффициент местного сопротивления приборного узла при различных позициях регулирования арматуры может быть определен по формуле

$$X_{уч}^{np} = \frac{\Delta P_n}{P_D}. \quad (12)$$

Через коллектор, установленный в начале испытуемого приборного узла, воздух пылесосом засасывается и по манометру фиксируется динамическое давление в коллекторе и по U-образному манометру – потери давления в приборном узле $\Delta P_{ст}$. Измерения проводятся при трех режимах работы пылесоса и при различных позициях регулирования трехходовых и проходных клапанов.

Результаты испытаний каждого приборного узла представлены на графиках и в виде зависимости приведенного коэффициента местного сопротивления от величины дросселирования трехходовых и термостатических клапанов. На рис. 1 показана экспериментальная кривая зависимости X_{np} от градуса поворота ручки трехходового термостатического клапана «МХОЗ $\frac{3}{4}$ KV4», установленного в приборном узле с радиатором «Sira GROUP», а на рис. 2 – то же с конвектором «КОНБ-500» концевое исполнение с открытым калачом. На рис. 3 показана экспериментальная кривая зависимости X_{np} от номера регулируемых позиций термостатической головки ГЕРЦ-ДИЗАЙН «МИНИ» проходного термостатического клапана, установленного в приборном узле с радиатором стальным трубчатый двухрядным – 6-секционным типа «Гармония».

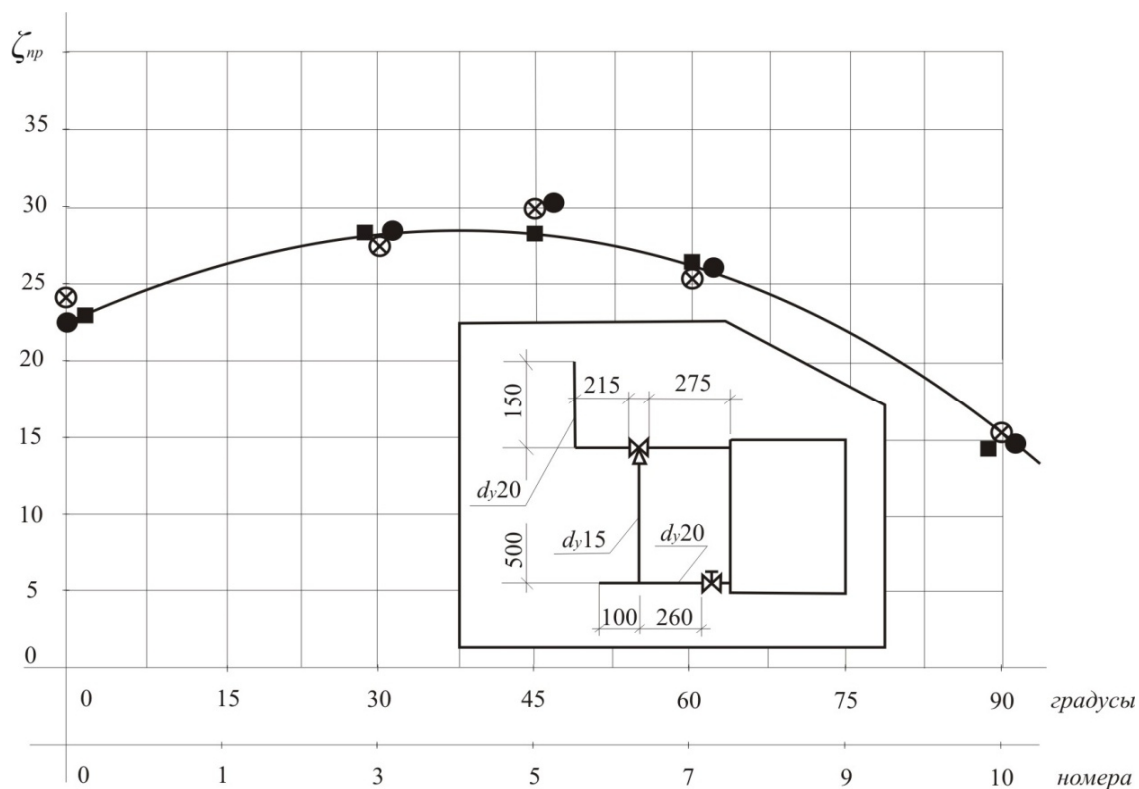


Рис. 1. Приведенный к.м.с. $X_{пр}$ приборного узла с радиатором «Sira GROUP»

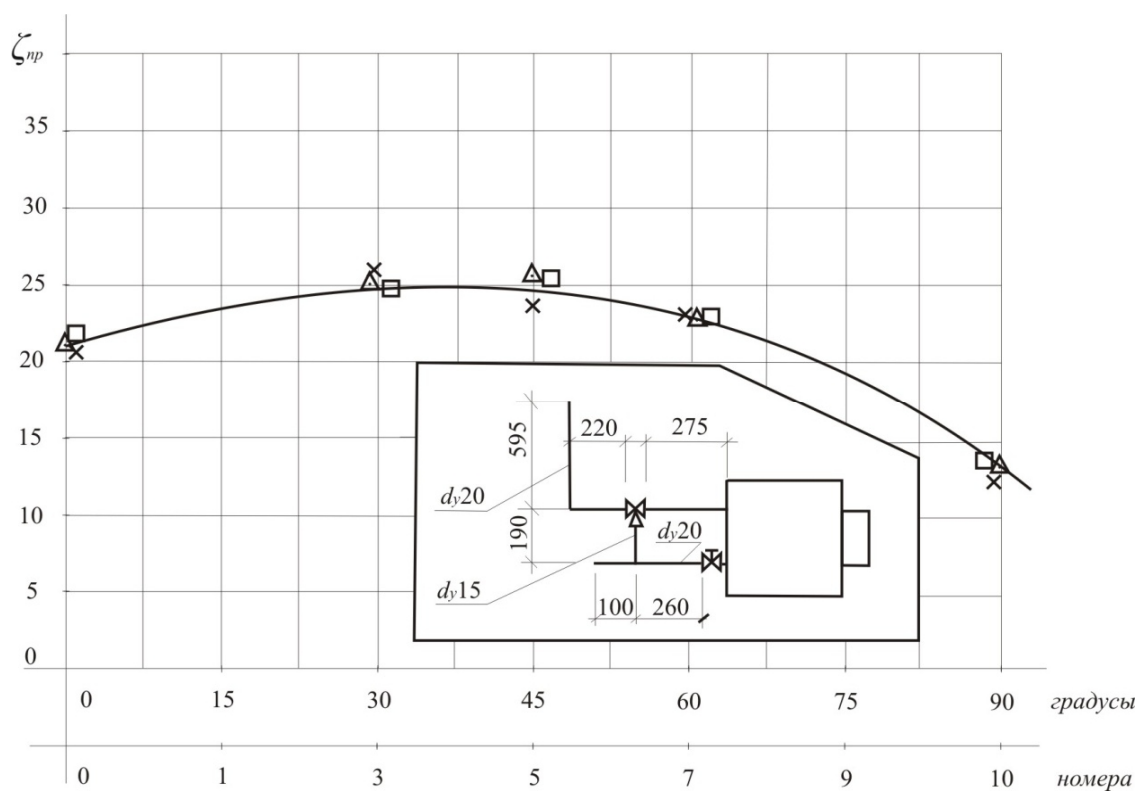
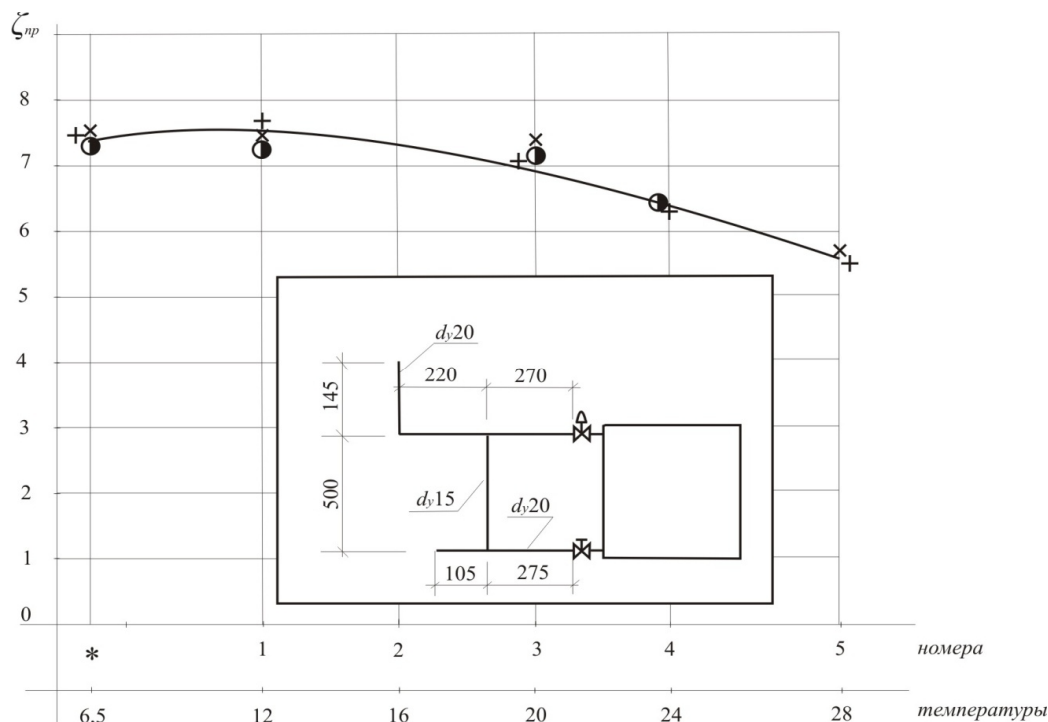


Рис. 2. Приведенный к.м.с. $X_{пр}$ приборного узла с конвектором «КОНБ-500» концевое исполнение с открытым калачом

Рис. 3. Приведенный к.м.с. X_{np} приборного узла

с радиатором стальным трубчатым двухрядным 6-секционным типа «Гармония»

Сопоставление результатов испытаний приборных узлов с различными приборами показывает, что X_{np} зависит в большей степени от конфигурации приборов и в меньшей степени от величины дросселирования трехходовых и проходных термостатических клапанов.

Таким образом, результаты проведенной работы дают возможность определить численные значения приведенных коэффициентов местных сопротивлений рассмотренных узлов из медных труб при гидравлическом расчете систем отопления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Росс Г. Гидравлика систем водяного отопления. – 5-е изд. – СПб.: Питер, 2009. – 365 с.
2. Внутренние санитарно-технические устройства. 3 ч. Часть 1. Отопление / Богословский В.Н., Крупнов Б.А., Сканави А.Н. и др.; Под ред. И.Г. Староверова и Ю.И. Шиллера, 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990. – 344 с. (Справочник проектировщика).
3. Бройда В.А., Валиуллин М.А., Замалеев З.Х., Посохин В.Н. Лабораторный практикум по термодинамике, тепломассообмену, отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха. – Казань: КГАСУ, 2009. – 159 с.

REFERENCES

1. Roos H. Hydraulic of water heating systems, – SPb.: Publishers Piter, 2009. – 365 p.
2. Designing Guide. Internal sanitary devices. Part 1. Heating / Bogoslovskiy V.N., Kroupnov B.A., Skanavi A.N and others; ed. by Staroverov I.G. and Schiller Y.I., 4 th ed., revised and enlarged. – M.: Stroiizdat, 1990. – 344 p.
3. Broida, V.A., Valiullin M.A., Zamaleev Z.H., Posokhin V.N. Laboratory workshop on the Thermodynamics, Heat and Mass Transfer, Heating, Ventilation and Air Conditioning. – Kazan: KSUAE, 2009. – 159 p.

УДК 532.5:621.694

Золотоносков А.Я. – аспирант**Белафина Т.В.** – кандидат технических наук, старший преподаватель**Золотоносков Я.Д.** – доктор технических наук, профессорE-mail: zolotonosov@mail.ru**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

МОДЕРНИЗАЦИЯ УЗЛА ВОДОПОДГОТОВКИ НА БАЗЕ ПАРОСТРУЙНОГО ПОДОГРЕВАТЕЛЯ НА ОБЪЕКТАХ ПРОМТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

АННОТАЦИЯ

В работе предложено техническое решение по модернизации узла нагрева сырой воды в цехе пароснабжения ОАО «Казаньоргсинтез» путем замены кожухотрубного теплообменного аппарата центробежным пароструйным подогревателем. В ходе проведенных авторами инженерных расчетов была определена энергетическая эффективность ряда известных теплообменных аппаратов и показано, что предложенный аппарат обладает наибольшим энергетическим коэффициентом эффективности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: модернизация, водоподготовка, теплообменный аппарат, коэффициент эффективности, пароструйный подогреватель, вращающийся вал, «конфузор-диффузор».

Zolotonosov A.J. – post-graduate student**Belavina T.V.** – candidate of technical science, the senior teacher**Zolotonosov J.D.** – doctor of technical sciences, professor**Kazan State University of Architecture and Engineering**

THE UPGRADE OF WATER TREATMENT UNIT BASED ON STEAM JET HEATER INSTALLATIONS IN THE HEAT-POWER ENGINEERING FACILITIES

ABSTRACT

We offer technical solutions to modernize the site of heating the raw water in the steam supply shop «Kazanorgsintez» by replacing the shell and tube heat exchanger centrifugal steam-jet heater. In the course of the authors of engineering calculations was to determine the energy efficiency of a number of known heat exchangers and shown that the proposed device has the highest energy efficiency ratio.

KEYWORDS: modernization, water preparation, heat-exchange the device, effectiveness ratio, steam heater, a rotating shaft, «confuser diffuser».

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в системах водоподготовки предприятий промышленности и на объектах энергетики широко применяются гравитационные струйные аппараты инжекторного и эжекторного типа. Простота схем включения и конструкций обеспечивают широкую область их использования. Однако наряду с преимуществами такие смешивающие устройства обладают и рядом недостатков, а именно: низким КПД, малым коэффициентом инжекции, не превышающим в лучших конструкциях значения 0,2. Остается актуальной и проблема надежной работы таких аппаратов во всех режимах от запуска до остановки [1].

Широко применяемые кожухотрубные теплообменные аппараты [1], в связи с высоким уровнем морального и физического износа (до 80 %) и вследствие длительного срока их эксплуатации (более 45 лет), не обеспечивают на практике требуемых энергетической и теплогидродинамической эффективностей.

В связи с этим представляется перспективной попытка использования в системах водоподготовки ОАО «Казаньоргсинтез» пароструйного подогревателя центробежного типа с теплообменным элементом типа «конфузор-диффузор» с криволинейными стенками и оребренной проточной частью [2].

Существенным преимуществом предлагаемого подогревателя являются высокие коэффициенты инжекции, а также возможность регулирования его производительности без нарушения тепловых и гидродинамических режимов работы аппарата и в целом всей системы водоподготовки.

Процесс водоподготовки, включающий приготовление частичнообессоленной (ЧОВ) и глубокообессоленной воды (ГОВ), реализуется в цехе пароснабжения ОАО «Казаньоргсинтез» методом ионного обмена, который осуществляется путем фильтрования воды через промышленные фильтры, загруженные ионитами.

Исходная вода с расходом $100 \text{ м}^3/\text{ч}$ с температурой $+8 \text{ }^\circ\text{C}$ зимой и $+18 \text{ }^\circ\text{C}$ летом подается с водозаборных сооружений ОАО «Казаньоргсинтез» на химводоочистку (ХВО) цеха пароснабжения на насосы поз. 25 (рис.), откуда поступает в двухходовые кожухотрубные теплообменники (типа ТН) поз. 27, 28, где подогревается при противотоке до $53,8 \text{ }^\circ\text{C}$ насыщенным паром температурой $110 \text{ }^\circ\text{C}$ давлением $p = 0,15 \text{ МПа}$.

После теплообменников вода направляется на Н-катионитные фильтры поз. 53, 65, а для обессоливания – на анионитные фильтры поз. 66, 67.

Затем вода поступает в декарбонизаторы поз. 55, 69, а из декарбонизаторов насосами поз. 71 подается на Na-катионовые фильтры поз. 58, 59, 72, 93, где снижается один из основных показателей воды – жесткость.

Из фильтров вода сливается в баки ЧОВ поз. 60, 73 и оттуда насосами поз. 74 откачивается в цеха – потребители.

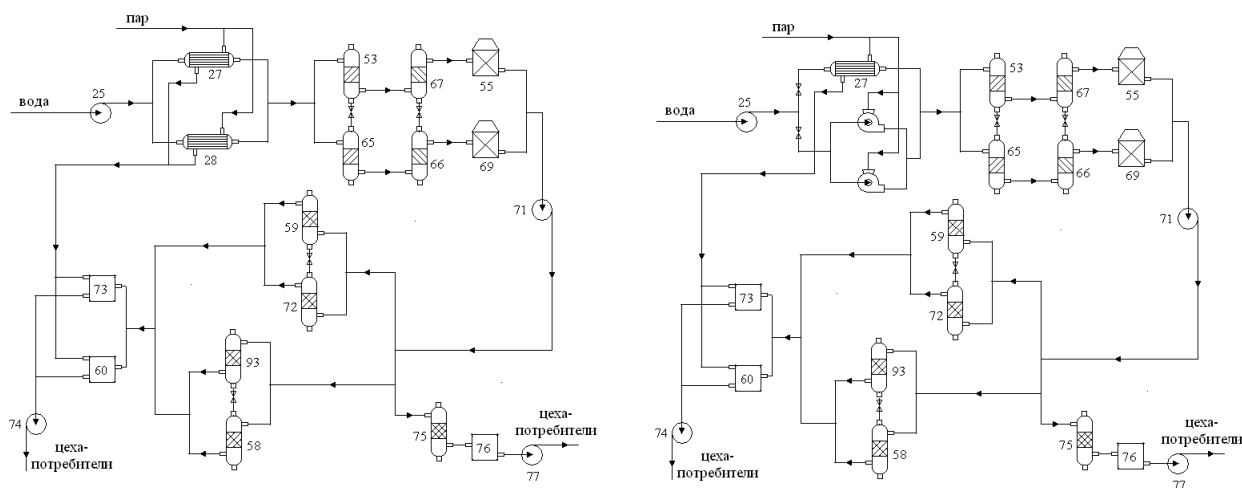


Рис. Схема приготовления частичнообессоленной (ЧОВ) и глубокообессоленной воды (ГОВ) в цехе пароснабжения ОАО «Казаньоргсинтез» (позиции аппаратов по тексту)

Часть декарбонизированной воды насосами поз. 71 откачивается на фильтры смешанного действия поз. 75, загруженные катионитом и анионитом, для глубокого очищения воды от солей и кремневой кислоты, а часть сливается в бак ГОВ поз. 76 и оттуда насосами поз. 77 вода откачивается в цеха – потребители.

ИНЖЕНЕРНЫЕ РАСЧЕТЫ

Произведем тепловой и гидравлический расчет двухходового кожухотрубного теплообменника с неподвижной трубной решеткой типа ТН при противотоке.

Средний температурный напор рассчитан [3] $\Delta t_{\text{лог}} \approx 76,9 \text{ }^\circ\text{C}$, а средняя температура жидкости принята согласно равенству $t_{\text{cp}} = t_{\text{п.р.}} - \Delta t_{\text{лог}} \approx 33 \text{ }^\circ\text{C}$.

Физико-химические характеристики воды при средней температуре $t_{\text{cp}} = 33 \text{ }^\circ\text{C}$ и насыщенного пара при температуре $t_n = 110 \text{ }^\circ\text{C}$ приняты согласно [3].

Тепловая нагрузка аппарата определяется по уравнению теплового баланса: $Q = 5281,05 \text{ кВт}$. Тогда расход греющего пара составит $G_{\text{п}} = 2,37 \text{ кг/с}$.

Число Рейнольдса в трубном пространстве теплообменника

$$Re = \frac{4G \cdot r}{pd(n/z)m} = \frac{400 \cdot 994,5}{3,14 \cdot 0,021 \cdot 244 \cdot 3600 \cdot 0,000757} = 9067,9,$$

здесь z – число ходов в трубном пространстве, n – количество труб.

Для переходной области при $Re = 9067,9$ коэффициент теплоотдачи при сплошном заполнении труб [3]:

$$a_1 = \frac{Nu \cdot l}{d} = \frac{0,008 \cdot Re^{0,9} \cdot Pr^{0,43} \cdot l}{d} = 2116,8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \text{ где число Прандтля } Pr = 5,07.$$

Определим коэффициент теплоотдачи от конденсирующегося пара к поверхности горизонтальных труб [3]:

$$a_2 = 0,728 \cdot \sqrt[4]{\frac{l^3 r^2 rg}{m \Delta t d}} = 11358 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}),$$

здесь $g = 9,81 \text{ м}/\text{с}^2$ – ускорение силы тяжести.

Сумма термических сопротивлений стенки и загрязнений равна:

$$\sum \frac{d}{l} = \frac{d}{l_c} + r_{s1} + r_{s2} = \frac{0,002}{17,5} + \frac{1}{5800} + \frac{1}{2320} = 0,000718 (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}.$$

Коэффициент теплопередачи в теплообменнике определяется по уравнению:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{a_1} + \sum \frac{d}{l} + \frac{1}{a_2}} = \frac{1}{\frac{1}{2116,8} + 0,000718 + \frac{1}{11358}} = 943,16 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Определим гидравлическое сопротивление трубного пространства, с учетом местных сопротивлений:

$$\Delta p_{\text{тр}} = l_{\text{тр}} \frac{z \cdot L}{d} \frac{r_{\text{тр}} \cdot u_{\text{тр}}^2}{2} + (2,5(z-1) + 2z) \frac{r_{\text{тр}} \cdot u_{\text{тр}}^2}{2} + \frac{3r_{\text{тр}} \cdot u_{\text{шт.тр}}^2}{2} = 608,62 \text{ Па}.$$

Здесь скорость жидкости в трубе $u_{\text{тр}} = 0,164 \text{ м}/\text{с}$, диаметр штуцеров в распределительной камере $d_{\text{шт.тр.}} = 0,25 \text{ м}$, скорость теплоносителя в штуцерах $u_{\text{шт.тр.}} = 0,566 \text{ м}/\text{с}$.

Коэффициент трения [4]:

$$l_{\text{тр}} = 0,25 \left[\lg \left(\frac{e}{3,7} + \left(\frac{6,81}{Re} \right)^{0,9} \right) \right]^{-2} = 0,25 \left[\lg \left(\frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{0,021 \cdot 3,7} + \left(\frac{6,81}{9067,9} \right)^{0,9} \right) \right]^{-2} = 0,0098.$$

Скорость пара в межтрубном пространстве $u_{\text{м}} = 15,8 \text{ м}/\text{с}$, скорость теплоносителя в штуцерах межтрубного пространства $u_{\text{шт.м}} = 18,6 \text{ м}/\text{с}$.

Число Рейнольдса, характеризующее режим течения в этой области, равно:

$$Re = \frac{G_{\text{п}} \cdot d_{\text{н}}}{S_{\text{м.тр.}} \cdot m_2} = 31324,2.$$

Гидравлическое сопротивление для межтрубного пространства [4]:

$$\begin{aligned} \Delta p_{\text{тр}} &= \frac{3m(x+1)}{Re_{\text{м}}^{0,2}} \cdot \frac{r_{\text{м}} \cdot u_{\text{м}}^2}{2} + 1,5x \cdot \frac{r_{\text{м}} \cdot u_{\text{м}}^2}{2} + \frac{3r_{\text{м}} \cdot u_{\text{шт.м}}^2}{2} = \\ &= \frac{3 \cdot 13 \cdot 5}{31324,2^{0,2}} \cdot \frac{0,801 \cdot 15,8^2}{2} + 6 \cdot \frac{0,801 \cdot 15,8^2}{2} + \frac{3 \cdot 0,801 \cdot 18,6^2}{2} = 2832,5 \text{ Па}. \end{aligned}$$

$$\text{Здесь } m = \sqrt{\frac{488}{3}} \approx 13.$$

Мощность N_1 , потребляемая двигателем насоса для прокачки жидкости через трубный пучок теплообменника:

$$N_1 = \frac{V \cdot \Delta p}{h} = 0,0273 \text{ кВт}.$$

Мощность N_2 , потребляемая двигателем нагнетателя для подачи пара в межтрубное пространство теплообменника:

$$N_2 = \frac{G_n \cdot \Delta p}{h \cdot r_n} = 12,894 \text{ кВт}.$$

Тогда $N_{\text{общ}} = N_1 + N_2 = 12,921 \text{ кВт}.$

Для оценки эффективности теплообмена академиком Кирпичевым М.В. было предложено использовать энергетический коэффициент, равный отношению количества тепла, отданного поверхностью, к мощности, затраченной на перекачивание теплоносителя относительно поверхности [5]:

$$E = \frac{Q}{N} = 408,72.$$

Рассмотрим одноходовой теплообменник с витыми трубами [6]. Тепловая нагрузка аппарата: $Q = 1977,64 \text{ кВт}.$

Определим критерий Рейнольдса. Для этого определим скорость течения сырой воды в трубе:

$$w = \frac{200}{0,785 \cdot 283 \cdot 0,021^2 \cdot 3600} = 0,56 \text{ м/с},$$

тогда

$$\text{Re} = \frac{0,56 \cdot 0,021}{0,999 \cdot 10^{-6}} = 11772.$$

Скорость теплоносителя в штуцерах трубного пространства:

$$u_{\text{шт.тр}} = \frac{4G_1}{\pi d^2 r_1} = \frac{4 \cdot 200 \cdot 1000}{3,14 \cdot 0,25^2 \cdot 3600 \cdot 999} = 1,14 \text{ м/с}.$$

Коэффициент гидравлического сопротивления по длине трубы

$$l_{\text{тр}} = 0,25 \left[\lg \left(\frac{e}{3,7} + \left(\frac{6,81}{\text{Re}} \right)^{0,9} \right) \right]^{-2} = 0,25 \left[\lg \left(\frac{0,2 \cdot 10^{-3}}{0,021 \cdot 3,7} + \left(\frac{6,81}{11772} \right)^{0,9} \right) \right]^{-2} = 0,0375.$$

Гидравлическое сопротивление для трубного пространства [4]

$$\begin{aligned} \Delta p_{\text{тр}} &= l_{\text{тр}} \cdot \frac{z \cdot L}{d} \cdot \frac{r_{\text{тр}} \cdot u_{\text{тр}}^2}{2} + (2,5(z-1) + 2z) \cdot \frac{r_{\text{тр}} \cdot u_{\text{тр}}^2}{2} + \frac{3r_{\text{тр}} \cdot u_{\text{тр}}^2}{2} = \\ &= 0,0375 \cdot \frac{2,5 \cdot 999 \cdot 0,56}{2 \cdot 0,021} + 2 \cdot \frac{999 \cdot 0,56}{2} + 3 \cdot \frac{999 \cdot 1,14}{2} = 2959 \text{ Па}. \end{aligned}$$

Скорость теплоносителя в штуцерах межтрубного пространства:

$$u_{\text{шт.тр}} = \frac{4 \cdot G_2}{\pi d^2 \cdot r_2} = \frac{4 \cdot 16,6}{3,14 \cdot 0,25^2 \cdot 972} = 0,35 \text{ м/с}.$$

Число Рейнольдса

$$\text{Re} = \frac{G_2 \cdot d}{S \cdot m} = \frac{16,6 \cdot 0,025}{0,04 \cdot 0,000355} = 29225.$$

Скорость теплоносителя в межтрубном пространстве:

$$u_{\text{м}} = \frac{G_2}{S_{\text{м.тр}} r_2} = \frac{16,6}{0,04 \cdot 972} = 0,42 \text{ м/с}.$$

Гидравлическое сопротивление для межтрубного пространства:

$$\Delta p_{\text{тр}} = \frac{3m}{\text{Re}_m^{0,2}} \frac{r_m \cdot u_m^2}{2} + \frac{3r_m \cdot u_{\text{шт.тр}}^2}{2},$$

$$m = \sqrt{\frac{283}{3}} \approx 9,7. \text{ Принимаем } m = 10. \text{ Тогда}$$

$$\Delta p_{\text{тр}} = \frac{3 \cdot 10}{29225^{0,2}} \frac{972 \cdot 0,42^2}{2} + \frac{3 \cdot 972 \cdot 0,35^2}{2} = 506 \text{ Па.}$$

Мощность N (в кВт), потребляемая двигателем насоса для прокачки жидкости через трубный пучок теплообменника с витыми трубами:

$$N_{\text{тр}} = \frac{2958 \cdot 0,06}{0,92 \cdot 1000} = 0,177 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{м.тр}} = \frac{506 \cdot 0,016}{0,92 \cdot 1000} = 0,009 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{общ}} = N_{\text{тр}} + N_{\text{м.тр}} = 0,186 \text{ кВт.}$$

Энергетический коэффициент теплообменника с витыми трубками равен:

$$E = \frac{Q}{N} = 10632,47.$$

Рассмотрим струйный аппарат ФИС-1 Ду-80. По заводским данным, тепловая нагрузка аппарата: $Q = 2256,8$ кВт. Мощность $N = 247,08$ Вт. Энергетический коэффициент аппарата:

$$E = \frac{Q}{N} = 9134,1.$$

Произведем тепловой и гидравлический расчет центробежного пароструйного подогревателя с приводным валом типа «конфузор-диффузор» с криволинейной теплообменной поверхностью и оребренной проточной частью [2, 7].

Запишем основные конструктивные параметры центробежного пароструйного подогревателя с приводным валом «конфузор-диффузор»: длина $L = 2$ м; $d_0 = 0,12$ м [8]; толщина стенки $d = 0,003$ м; конвергентный канал: диаметр входного сечения $d_0 = 0,14$ м; диаметр выходного сечения $d_1 = 0,3$ м; высота входного сечения канала $2z_0 = 0,25$ м; высота выходного сечения канала $2z_1 = 0,02$ м; $d_0 = 0,18$ м [75]; толщина стенки $d = 0,003$ м; длина насадка $L_n = 0,01$ м; $d_0 = 0,01$ м [9]; толщина стенки $d = 0,003$ м.

Нагрев жидкости осуществляется при прямотоке. Средний температурный напор рассчитаем по формуле:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_o + \Delta t_m}{2} \approx 77,6 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Тогда среднюю температуру жидкости находим по формуле: $t_{cp} = t_{n_{cp}} - \Delta t \approx 32,4 \text{ } ^\circ\text{C}.$

Тепловая нагрузка аппарата определяется из уравнения теплового баланса: $Q = G \cdot c \cdot (t_k - t_n) = 2641,32$ кВт. Расход пара составит $G_n = 1,18$ кг/с.

Определим скорость жидкости в проточной части вращающегося вала $u_{\text{тр}} = 0,018$ м/с.

Тогда число Рейнольдса $\text{Re} = 2812,5$.

Коэффициенты теплоотдачи для воды в проточной части вращающегося вала рассчитывались по выражению [4]:

$$\alpha_1 = \frac{1,4 \text{Re}^{0,33} \text{Pr}^{0,43} e_{\text{сп}} \left(\frac{\text{Pr}_{\text{жс}}}{\text{Pr}_c} \right)^{0,25} \cdot \lambda_1}{d_0} = 2599,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}),$$

здесь $e_{ep} = \sqrt{\frac{wd_9}{u_{тр}}} - 1,4 \cdot 10^{-4} \cdot Re$ – коэффициент, учитывающий влияние вращения, d_9 –

эквивалентный диаметр, $u_{тр}$ – средняя скорость потока в канале.

Коэффициент теплоотдачи для пара при «пленочно-капельной» конденсации $a_2 = 21000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ [8].

Тогда коэффициент теплопередачи для вращающегося вала:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{a_1 d_{экв1}} + \frac{1}{2l} \ln \frac{d_1}{d_2} + \frac{1}{a_2 d_{экв2}}} =$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{2599,6 \cdot 0,117} + \frac{1}{2 \cdot 17,5} \ln \frac{0,117}{0,12} + \frac{1}{21000 \cdot 0,12}} = 729,95 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Определим коэффициенты теплоотдачи для воды и пара в криволинейном конвергентном канале.

Скорость жидкости в проточной части конвергентного канала: $u_k = 0,026 \text{ м/с}$.

Тогда число Рейнольдса

$$Re = \frac{u_k d_9}{\nu} = 5796,4.$$

Определим коэффициенты теплоотдачи для воды и пара в криволинейном конвергентном канале. Коэффициенты теплоотдачи для воды рассчитывались по выражению [9]:

$$a_1 = \frac{1,72 Re^{0,48} Pr^{0,4} e_{ep} \left(\frac{Pr_{жк}}{Pr_c} \right)^{0,25} \cdot L_1}{d_9} = 1760 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}),$$

здесь $e_{ep} = \left(\frac{wd_9}{u} \right)^{-1}$ – коэффициент, учитывающий влияние вращения, d_9 – эквивалентный диаметр [9], u_k – средняя скорость потока в канале.

Коэффициенты теплоотдачи для насыщенного пара [10]:

$$a_2 = 17,7 \frac{r_1}{r_1 - r_0} \left[1 - \left(\frac{r_0}{r_1} \right)^{4/3} \right]^{3/4} \sqrt[4]{\frac{n^2 r l^3 g^2}{gm \Delta t}} = 15840 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Тогда коэффициент теплопередачи для криволинейного конвергентного канала:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{a_1} + \sum \frac{d}{l} + \frac{1}{a_2}} = \frac{1}{\frac{1}{1760} + 0,000718 + \frac{1}{15840}} = 621,84 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Расчет мощности аппарата: Мощность аппарата состоит из мощности, затраченной на преодоление инерции барабана и нагрузки в пусковой период

$$N_1 = \frac{1}{2t} (J_1 M + 0,375 J_0 r V) = \frac{1}{240} (7812,5 + 896,24) = 36,29 \text{ Вт},$$

здесь J_1 – окружная скорость на внешнем радиусе r_1 , м/с; J_0 – окружная скорость на внутреннем радиусе r_0 , м/с.

- трения вала в подшипниках $N_2 = l M J_{\text{в}} g = 0,03 \cdot 9,81 \cdot 375 = 110,36 \text{ Вт}$,

- трения пара о стенку $N_3 = 2,94 \cdot 10^{-3} b r_1^2 J_1^3 r_{\text{п}} = 2,94 \cdot 10^{-3} \cdot 2,3 \cdot 0,3^2 \cdot 12,5^3 \cdot 0,801 = 0,95 \text{ Вт}$

Коэффициент трения [9]:

для вращающегося вала

$$l_{\text{тр}} = \frac{24,1}{\text{Re}^{0,8}} = \frac{24,1}{2219,7^{0,8}} = 0,051;$$

для конвергентного канала

$$l_{\text{к}} = \frac{64}{\text{Re}^{0,8}} \frac{J}{u_{\text{к}}} \sqrt{\frac{d}{R_{\text{ср}}}} = \frac{64}{5796,4^{0,8}} \frac{5,5}{0,026} \sqrt{\frac{0,18}{0,11}} = 24,47;$$

для насадки

$$l_{\text{н}} = \frac{64}{\text{Re}^{0,8}} \frac{J}{u_{\text{н}}} \sqrt{\frac{d}{R_{\text{ср}}}} = \frac{64}{6951,4^{0,8}} \frac{15,25}{0,52} \sqrt{\frac{0,01}{0,3}} = 9,22.$$

Гидравлическое сопротивление аппарата:

$$\Delta p = \Delta p_{\text{тр}} + \Delta p_{\text{к}} + \Delta p_{\text{н}} = 2 \cdot \left(l_{\text{тр}} \frac{L}{d} + \sum x_{\text{м}} \right) \frac{u_{\text{тр}}^2 r}{2} + 6 \cdot \left(l_{\text{к}} \frac{L}{d} + \sum x_{\text{м}} \right) \frac{u_{\text{к}}^2 r}{2} + 30 \cdot \left(l_{\text{н}} \frac{L}{d} + \sum x_{\text{м}} \right) \frac{u_{\text{н}}^2 r}{2} = 2 \cdot 0,13 + 6 \cdot 56,24 + 30 \cdot 31,56 = 1034,5 \text{ Па}.$$

Мощность

$$N_4 = \frac{V \cdot \Delta p}{h} = 0,015 \text{ кВт}.$$

Тогда $N_{\text{общ}} = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 = 0,16 \text{ кВт}.$

Энергетический коэффициент центробежного пароструйного подогревателя:

$$E = \frac{Q}{N} = 16508,25.$$

Таблица

**Оценка энергетической эффективности теплообменников
(при равенстве плотности теплового потока $q = 23562 \text{ Вт/м}^2$)**

Теплообменник	Тепловая нагрузка Q, кВт	Мощность N, кВт	Энергетический коэффициент, E
Центробежный пароструйный подогреватель (пат. 2306158)	2641,32	0,16	16508,25
Кожухотрубный с витыми трубами	1977,64	0,186	10632,47
Струйный аппарат ФИС-1 Ду-80	2256,8	0,247	9134,1
Кожухотрубный с прямыми трубами	5281,05	12,92	408,72

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На базе проведенных инженерных расчетов предложено техническое решение по модернизации узла нагрева сырой воды в цехе пароснабжения ОАО «Казаньоргсинтез» путем замены кожухотрубного теплообменника на центробежный пароструйный подогреватель. Годовой экономический эффект от модернизации узла нагрева сырой воды в цехе пароснабжения ОАО «Казаньоргсинтез» на стадии водоподготовки путем замены кожухотрубных теплообменных аппаратов центробежными пароструйными подогревателями составит в среднем 470000 рублей, срок окупаемости – 2 года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белафина Т.В., Золотонос Я.Д. Высокоэффективный пароструйный подогреватель для систем тепло-снабжения жилых и промышленных зданий. // Известия КазГАСУ, 2009. № 1(11). – С. 165-175.
2. Аппарат для проведения процессов тепломассообмена: пат. 2306518 F28D 11/08 Рос. Федерация. №. 2006105076/06; заявл. 17.02.06.; опубли. 20.09.06; Бюл. № 26. – 3 с.
3. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. – М.: МЭИ, 1977. – 392 с.
4. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Учеб. пособие для вузов. – М.: Альянс, 2006. – 575 с.
5. Гортышов Ю.Ф., Олимпиев В.В. Теплообменные аппараты с интенсифицированным теплообменом. – Казань: КГТУ, 1999. – 176 с.
6. Теплообменный элемент: пат. на полезную модель № 62694 Рос. Федерация. № 2006143517/22; заявл. 07.12.06; опубли. 27.04.07; Бюл.12.
7. Аппарат для проведения процессов теплообмена: пат. на полезную модель № 100205 Рос. Федерация. № 20101124171/06; заявл. 11.06.10; опубли. 10.12.10; Бюл.34.
8. Золотонос А.Я., Золотонос Я.Д. Методика исследования теплообменных устройств типа «труба в трубе» с вращающейся поверхностью «конфузор-диффузор». // Известия КазГАСУ, 2010, № 2 (14). – С. 176-183.
9. Мальцев В.В. Исследование движения газа и теплоотдачи во вращающихся роторах// Вестник электропромышленности, 1962, № 11. – С. 15-22.
10. Белафина Т.В. Теплообмен при ламинарном течении жидкости в роторе центробежного пароструйного подогревателя и модернизация на его основе узла нагрева воды в системах водоподготовки.// Автореферат канд. дисс. на соиск. степени канд. техн. наук. – Казань, 2009. – 16 с.
11. Кутателадзе С.С. Теплопередача при конденсации и кипении. – М-Л.: Машгиз, 1952. – 230 с.

REFERENCES

1. Belavina T.V., Zolotonosov J.D. The Highly effective steam-ejecting heater for systems of a heat supply of inhabited and industrial buildings//News KazGASU, 2009, № 1 (11). – P.165-175.
2. The device for carrying out of processes heat exchange: the patent 2306518 F28D 11/08 Russian Federation. №. 2006105076/06; It is declared 17.02.06; it is published 20.09.06. The bulletin № 26. – 3 p.
3. Mikheyev M. A, Mikheyev I. M. Of a heat transfer Basis. – M: MEI, 1977. – 392 p.
4. Pavlov K.F., Romankov P.G, Noskov A.A. Example's and a problem at the rate of processes and devices of chemical technology. The manual for high schools. – M: Alliance, 2006. – 575 p.
5. Gortyshov J.F., Olimpiev V.V .Teploobmennye devices with the intensified heat exchange. Kazan: publishing house KGTU, 1999. – 176 p.
6. A teploobmennyj element: the patent on useful model № 62694 Russian Federation. № 2006143517/22; It is declared 07.12.06; it is published 27.04.07. The bulletin № 12.
7. The device for carrying out of processes of heat exchange: the patent on useful model № 100205 Russian Federation. № 20101124171/06; It is declared 11.06.10; it is published 10.12.10. The bulletin № 34.
8. Zolotonosov A.J., Zolotonosov J.D. A research Technique теплообменных type devices «a pipe in a pipe» with a rotating surface «konfuzor-diffuzor»././ News KazGASU, 2010, № 2 (14). – P. 176-183.
9. Maltsev V.V. Issledovanie of movement of gas and теплоотдачи in rotating rotors. //The electro industry Bulletin, 1962, № 11. – P. 15-22.
10. Belavina T. V. Heat exchange at a laminar current of a liquid in a rotor of a centrifugal steam-ejecting heater and modernization on its basis of knot of heating of water in systems water preparations.// The master's thesis author's abstract on competition of degree of a Cand.Tech.Sci. – Kazan, 2009. – 16 p.
11. Kytateladze S.S. Teploperedacha at condensation and boiling. – M-L.: Mashgiz, 1952. – 230 p.



УДК 691.16

Аюпов Д.А. – аспирант, инженер

E-mail: Ayupov_Damir@rambler.ru

Потапова Л.И. – кандидат химических наук

Мурафа А.В. – кандидат технических наук, профессор

Фахрутдинова В.Х. – кандидат химических наук, доцент

Хакимуллин Ю.Н. – доктор технических наук, профессор

Хозин В.Г. – доктор технических наук, профессор

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БИТУМОВ С ПОЛИМЕРАМИ*

АННОТАЦИЯ

Исследована модификация нефтяных битумов сополимером этилена с бутилакрилатом и глицидилметакрилатом, содержащим активную функциональную группу, и регенератом резины. Методом ИК-спектроскопии изучены изменения в химическом составе битумов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: модификация битумов, Элвалой, регенераты резины.

Ayupov D.A. – post-graduate student, engineer

Potapova L.I. – candidate of chemical sciences

Murafa A.V. – candidate of technical sciences, professor

Fakhrutdinova V.H. – candidate of chemical sciences, associate professor

Khakimullin Y.N. – doctor of technical sciences, professor

Khozin V.G. – doctor of technical sciences, professor

Kazan State University of Architecture and Engineering

A BITUMEN-POLYMER INTERACTION INVESTIGATION

ABSTRACT

Two different bitumen-polymer compositions were made. One of the polymers had got active chemical groups. With the help of Infrared Spectroscopy chemical processes are investigated.

KEYWORDS: modification of bitumens, regenerats of rubbers, Elvaloy.

Использование нефтяных битумов для производства строительных материалов требует их модификации. Наиболее эффективным способом улучшения свойств битумов является модификация их полимерами. На сегодняшний день ассортимент полимерных добавок весьма широк, однако круг практически используемых полимеров значительно уже, и наилучшими в нём сегодня признаны термоэластопласты типа «стирол-бутадиен-стирол» (СБС).

Поначалу улучшенные свойства полимербитумных композиций пытались объяснить образованием химических связей между битумом и полимерами. Химические методы исследования в этом случае оказались бессильны, так как очень сложный состав битумов и полимеров делает эти методы малоэффективными. Однако, с тех пор как стал доступным метод инфракрасной спектроскопии, для большинства полимербитумных композиций было показано отсутствие каких-либо новообразований в смеси. По мнению большинства авторов, полимеры химически не взаимодействуют с битумом, а растворяются (в малых концентрациях) либо диспергируют в нём, упрочняя его структуру [1, 2]. По мере увеличения концентрации частицы полимера увеличиваются в размере за счёт агрегации, сближаются между собой и образуют рыхлую сетчатую структуру. При содержании полимера более 25 % происходит инверсия фаз. Такой характер взаимодействия был многократно подтверждён оптическими и электронномикроскопическими методами [2, 3].

Между тем, химическое взаимодействие компонентов в битумполимерных композициях остаётся желательным, так как обеспечивает однородность и стабильность последних, например,

* Работа выполнена в рамках реализации ГК № П244 ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (конкурс НК-508П(4)).

исключает расслоение композиций под влиянием разности плотностей битумов и их модификаторов. К тому же введение химически не взаимодействующих добавок требует больших концентраций, что удорожает композицию. В то же время очевидно, что в процессе модификации битумов при высоких температурах (160-180 °С) и механическом перемешивании происходят процессы образования свободных радикалов [4], что теоретически может привести к химическим реакциям. Однако большинство рекламируемых химических модификаторов в действительности «работали» в битумах традиционным образом, оставаясь в мальтеновой фракции битума [3]. Поэтому поиск новых полимерных модификаторов битумов, содержащих реакционноспособные функциональные группы, остаётся актуальной задачей.

В связи с этим заслуживает внимания очередная разработка крупной американской химической корпорации «Дюпон» («DuPont») – модификатор битумов «Элвалой 4170» (Elvaloy 4170), представляющий собой бесцветные прозрачные гранулы и являющийся сополимером этилена с бутилакрилатом и глицидилметакрилатом (рис. 1).

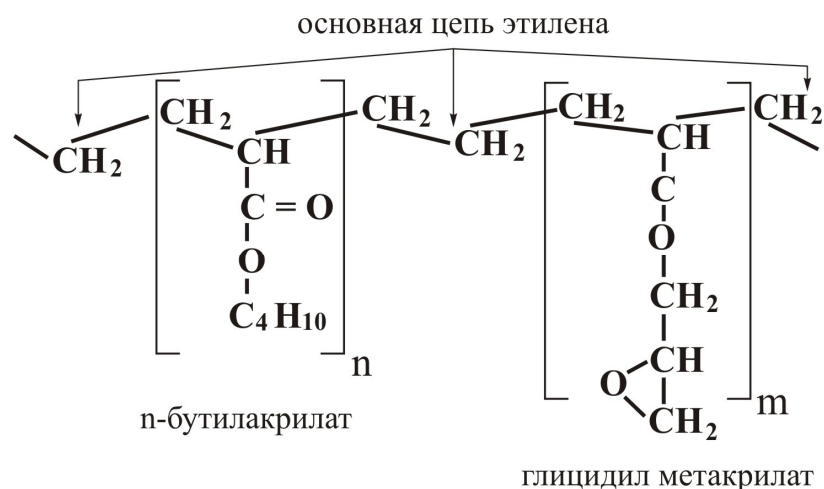


Рис. 1. Структурная формула Элвалоя

Элвалой хорошо зарекомендовал себя как модификатор остаточных битумов, дающий существенный технический эффект. Нами была показана его эффективность на окисленных битумах Татарстана различных марок: дорожном, кровельном, строительном [5].

В табл. 1 показаны свойства битума БНД 90/130, модифицированного Элвалоем, в сравнении со свойствами того же битума, модифицированного небольшой концентрацией другого модификатора, не обладающего реакционной активностью – серным регенератом вулканизаторов бутилкаучука.

Таблица 1

Основные свойства битумов

Состав	Температура размягчения, °С	Пенетрация, 0,1 мм	Дуктильность, см	Эластичность, %
БНД 90/130	46	129	72	13
БНД 90/130 + 1,5 % Элвалоя	64	91	19	52
БНД 90/130 + 5 % серного регенерата	54	65	9	27

Как видно из табл. 1, 1,5 % Элвалоя в битуме дают больший технический эффект, чем 5 % эластомера.

По нашему мнению, наличие в составе Элвалоя реакционноспособной эпоксигруппы создаёт возможность химического взаимодействия её с функциональными группами -ОН, -COOH, -NH₂, -SH и др., содержащимися в асфальтенах битума, например, по следующей химической реакции (рис. 2).

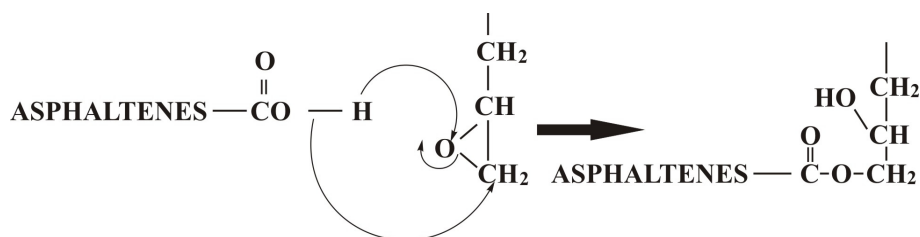


Рис. 2. Реакция химического взаимодействия между битумом и Элвалоем

Для сравнительного анализа изменений, происходящих в групповом и химическом составе битума, в настоящей работе использовался метод ИК-спектроскопии.

Для получения более чёткого отображения изменений в составе битума на спектрах нами была осуществлена также модификация 1,5 % Элвалою битума БНД 60/90, содержащего в своём составе больше асфальтенов, чем в БНД 90/130.

ИК спектры соединений регистрировали на Фурье-спектрометре Vector 22 (Bruker, Германия) в среднем ИК диапазоне ($4000-400\text{ см}^{-1}$), (оптическое разрешение 4 см^{-1} , накопление 64 скана, время регистрации 16 с). Программное обеспечение – OPUS фирмы Bruker. Регистрация ИК-спектров битумов производилась непосредственно между окнами из КВг, подогретыми до $50-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ без применения вазелинового масла, т.к. консистенция битумов при этой температуре позволяет получить капиллярную пленку необходимой толщины. Результаты ИК-спектроскопии исходного и модифицированного битумов представлены на рис. 3. При этом, в соответствии с методикой проведения сравнительного анализа химического состава соединений с использованием ИК-спектроскопии, полученные спектры накладывались с масштабированием по CH_2 -группам, содержание которых не зависит от условий проведения эксперимента. Такое сравнение дает возможность проследить за изменениями в их количестве относительно друг друга.

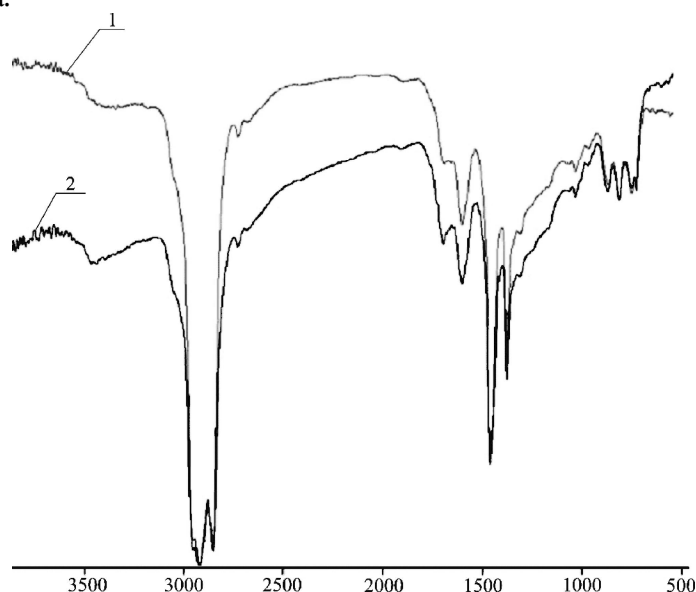


Рис. 3. ИК-спектры чистого (1) и модифицированного 1,5 % Элвалою (2) битумов БНД 60/90

Таблица 2

Экспериментальные частоты ν (см^{-1}) и оптические плотности некоторых полос в ИК-спектрах в интервале $500-4000\text{ см}^{-1}$

БНД 60/90		
Частоты $\nu(\text{см}^{-1})$	Оптическая плотность	Отнесение
1688	20	$\nu(\text{C}=\text{O})$
1602	57	$\nu(\text{C}_{\text{ar}})$
БНД 60/90+1,5 % Элвалою		
1695	30	$\nu(\text{C}=\text{O})$
1602	52	$\nu(\text{C}_{\text{ar}})$

Анализ полученных результатов исследований битумов марки БНД 60/90 показал наличие характерных для битумов интенсивных полос в области $3000\text{--}2800\text{ см}^{-1}$ (валентные колебания $\text{n}(\text{CH})$ и CH_2 групп), 1460 см^{-1} (деформационные колебания $\delta(\text{CH}_2)$) и 1377 см^{-1} (деформационные колебания $\delta(\text{CH}_3)$). Указанные полосы всегда присутствуют в спектрах предельных углеводородов, парафинов, масел [6]. В спектрах компонентов четко видна полоса пропускания при 720 см^{-1} , которая соответствует деформационным колебаниям $\delta(\text{CH}_2)$ групп в свободных парафиновых цепях. Отчетливо проявляется характеристический триплет $747, 812, \text{ и } 870\text{ см}^{-1}$ – признак наличия ароматических структур.

Значительно большей интенсивностью характеризуются полосы пропускания в области $1600\text{--}1700\text{ см}^{-1}$, свидетельствующие о присутствии кислородсодержащих соединений. Полоса 1602 см^{-1} характеризует валентные колебания непредельных $\text{C}=\text{C}$ связей, в основном, циклического строения, и прежде всего бензольных колец. Большая полуширина и сложная структура данной полосы свидетельствует о широком распределении по составу ароматических соединений – асфальтенов в битумах. В области 1688 см^{-1} находятся полосы карбонильных и карбоксильных $\text{C}=\text{O}$ групп, возникающие при окислении органических соединений.

Наиболее информативными для сравнительного анализа являются:

- 1) высокочастотный пик 3344 см^{-1} (в исходном битуме). Частота и малая полуширина этого пика однозначно позволяет отнести его к валентным колебаниям гидроксильных групп OH , не ассоциированных каким-либо типом водородной связи [6]. Модификация битума Элвалоем приводит к изменениям частоты валентных $\text{n}(\text{OH})$ в высокочастотной части: интенсивность увеличивается, а максимум смещается от 3344 см^{-1} (спектр битума) к 3440 см^{-1} (модифицированного битума). Это изменение связано с некоторой перестройкой в структуре водородных связей битума при введении в него Элвалоа;
- 2) характерная полоса поглощения карбонильной группы, которая в спектре модифицированного битума имеет большую интенсивность, чем в спектре исходного, и смещается с 1689 до 1695 см^{-1} (рис. 3).

Известно [4], что в асфальтеновых веществах концентрируются свободные радикалы, которые являются одним из факторов, определяющих склонность асфальтенов к ассоциации. Наличие свободных радикалов обусловлено тем, что в асфальтенах сосредоточено больше всего конденсированных ароматических структур, которые создают явление парамагнетизма. Это приводит к межмолекулярному взаимодействию, способствующему образованию надмолекулярных структур.

Очевидно, по изменению в области валентных колебаний $\text{n}(\text{OH})$ и частично по полосам $\text{n}(\text{C}=\text{O})$ (характеризуют водородные связи карбоксильных групп) можно предположить образование межмолекулярных водородных связей [7].

Анализ приведенных спектров указывает на повышенное содержание в модифицированном битуме высокомолекулярных асфальтенов с некоторым увеличением структурирующих смол, поскольку наблюдается усиление полос поглощения карбонильной группы при 1689 см^{-1} (смещение в модифицированном битуме до 1695 см^{-1}) и ароматических колец при 1602 см^{-1} . Кроме того, при взаимодействии с модификатором в битуме снижается содержание масляной фракции, в частности, парафино-нафтеновых углеводородов, характеризующихся парафиновыми цепями с полосой спектра при 720 см^{-1} .

Снижение концентрации парафино-нафтеновых углеводородов в битуме приводит к повышению лиофильности асфальтенов, которые сольватируются и набухают в ароматических углеводородах и нерастворимы в парафино-нафтеновых. Такой битум отличается тем, что асфальтены могут взаимодействовать своими полярными (лиофобными) участками поверхности, образуя агрегаты и зародыши коагуляционной структуры, а на лиофильной внешней стороне асфальтенов ориентированно адсорбируются смолы.

Нами были также сняты ИК-спектры чистого Элвалоа 4170 (рис. 4) и модельной системы – битума БНД 60/90, избыточно модифицированного десятью процентами Элвалоа (рис. 5).

Достоверным подтверждением прохождения химической реакции между Элвалоем и битумом является отсутствие в спектре модифицированного битума полосы эпоксидной группы – 911 см^{-1} , явно присутствующей в ИК-спектре Элвалоа.

Указанные изменения группового химического состава и структуры битума под действием данного модификатора не могут не отражаться на основных свойствах битума, что было показано ранее в работе [5].

Исследовались ИК-спектры чистого битума БНД 90/130 и битума, модифицированного серным регенератором вулканизата бутилкаучука в количестве 5 %, который не содержит реакционноспособных функциональных групп.

Анализ приведенных ИК-спектров показал, что спектры почти идентичны (рис. 6).

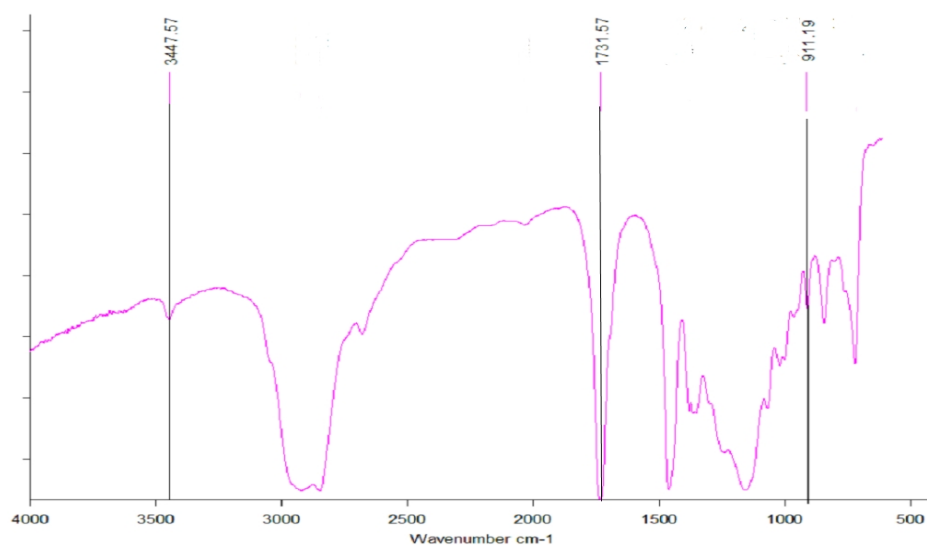


Рис. 4. ИК-спектр Элвалоля

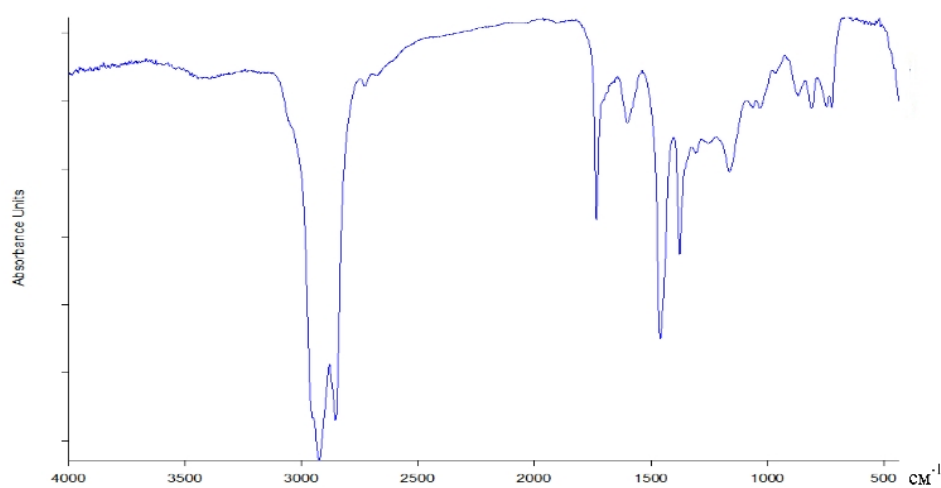


Рис. 5. ИК-спектр БНД 60/90 + 10 % Элвалоля

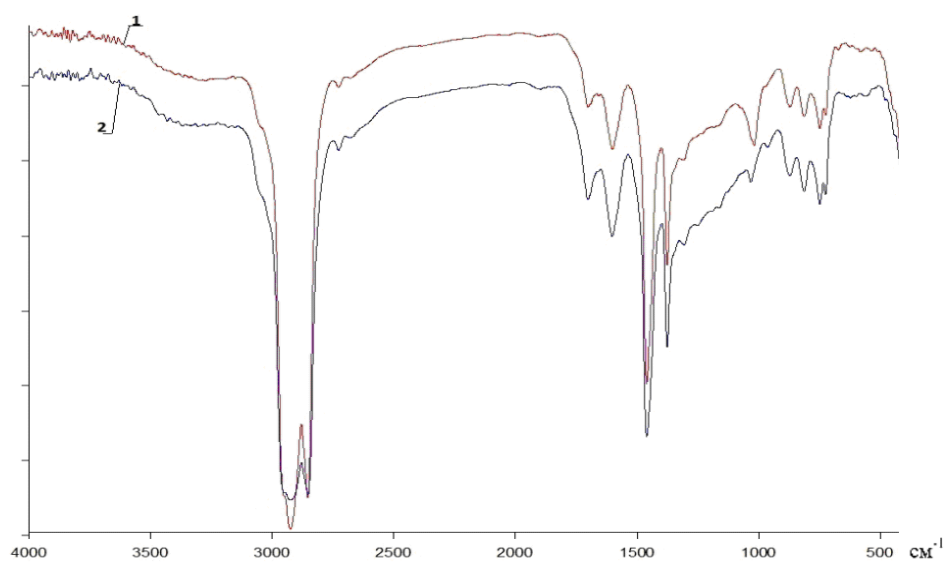


Рис. 6. ИК-спектры чистого (1) и модифицированного 5 % регенерата (2) битумов БНД 90/130

Некоторое различие лишь в том, что в области 1700 см^{-1} также присутствует расщепленная на несколько пиков полоса небольшой интенсивности. Как было отмечено ранее, в данной области находятся полосы карбонильных и карбоксильных C=O групп, возникающие при окислении органических соединений. Причем в спектре модифицированного битума эта полоса имеет меньшую интенсивность, чем в спектре исходного.

Помимо полос, отвечающих органическим соединениям, в спектре битума имеются также изменения на частотах 1032 см^{-1} , 1159 см^{-1} , которые возникают при связывании атома серы с углеродом и кислородом. Наблюдается усиление полосы поглощения и смещение в модифицированном битуме до 1018 см^{-1} , и смещение полосы при 1166 см^{-1} . Изменения в серосодержащих соединениях объяснимы: в работе [8] показано, что при модификации битумов серными регенератами бутиловых резин происходит их растворение в битуме, что можно объяснить деструкцией серных вулканизационных поперечных связей.

В модифицированном битуме не происходит химических превращений: не появляются характерные для ассоциированных ОН-групп полосы с сильным поглощением в области $3300\text{--}3500\text{ см}^{-1}$, изменения частоты 3306 см^{-1} по сравнению со спектром исходного битума не наблюдаются.

Проведённые исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Увеличение интенсивности и смещение максимума валентных колебаний ОН-групп битума, модифицированного Элвалом, и изменение в области полосы поглощения карбонильной группы в сторону большей интенсивности могут свидетельствовать о возникновении межмолекулярной водородной связи.
2. ИК-спектры Элвала и битума, модифицированного избытком Элвала, явно показывают раскрытие эпоксидной группы в процессе химической реакции с асфальтенами битума.
3. Анализ ИК-спектра битума, модифицированного серным регенератом бутиловых резин, показал отсутствие характерных для ассоциированных ОН-групп полос, что подтверждает отсутствие химических превращений в модифицированном битуме.
4. Изменения в частотах, характерных для серосодержащих соединений, объясняются деструкцией серных поперечных связей в регенерате резины. Таким образом, Элвалой, содержащий в своем составе реакционноспособную эпоксигруппу, в отличие от современных модифицирующих битум добавок: термоэластопластов и эластомеров, вступает в химическое взаимодействие с функциональной карбоксильной группой асфальтенов. Очевидно, этим объясняется модифицирующий эффект Элвала даже при малых концентрациях его в битуме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Розенталь Д.А., Березников А.В., Кудрявцева И.Н., Таболина Л.С., Федосеева В.А. Битумы. Получение и способы модификации. – Л.: ЛТИ им. Ленсовета, 1979. – 80 с.
2. Кисина А.М., Куценко В.И. Полимербитумные кровельные и гидроизоляционные материалы. – Л.: Стройиздат, 1983. – 134 с.
3. Мурузина Е.В. Битум-полимерные композиции кровельного назначения / Дисс... канд. техн. наук. – Казань, 2000. – 189 с.
4. Сурмели Д.Д., Красновская О.А., Мизонова В.И., Пискарев В.А. Влияние вида резины на параметры производства и качество резинобитумных материалов // Строительные материалы, 1976, № 5. – С. 21-22.
5. Аюпов Д.А., Мурафа А.В., Хакимуллин Ю.Н., Хозин В.Г. Модифицированные битумные вяжущие строительного назначения // Строительные материалы, 2009, № 8. – С. 50-51.
6. Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул. – М.: Изд-во иностр. лит., 1963. – 590 с.
7. Пиментел Дж., Мак-Клеллан А.Л. Водородная связь. – М.: Мир, 1964. – 568 с.
8. Аюпов Д.А., Мурафа А.В., Хакимуллин Ю.Н. Модификация дорожных битумов радиационными регенератами бутиловых резин // Строительные материалы, 2009, № 12. – С. 44-45.

REFERENCES

1. Rozental D.A., Bereznikov A.V., Kudryavtseva I.N., Tabolina L.S., Fedoseeva V.A. Bitumens. Reception and ways of modification. – L.: LTI im. Lensovet, 1979. – 80 p.
2. Kisina A.M., Kutsenko V.I. Polymer-bitumen roof and waterproofing materials. – L.: Stroyizdat, 1983. – 134 p.
3. Muruzina E.V. Bitumen-polymer compositions for roofs / Thesis... candidate tech. science. – Kazan, 2000. – 189 p.
4. Surmeli D.D., Krasnovskaya O.A., Mizonova V.I., Piskarev V.A. The influence of rubber's type on production parameters and rubber-bitumen materials' quality // Stroitelnye materialy, 1976, № 5. – P. 21-22.
5. Ayupov D.A., Murafa A.V., Khakimullin Y.N., Khozin V.G. Modified bitumen bindings for byulding // Stroitelnye materialy, 2009, № 8. – P. 50-51.
6. Bellami L. Infra-red spectrums of compound molecules. – M.: Publishing house of the foreign literature, 1963. – 590 p.
7. Pimentel J., McKlellan A.L. Hydrogen bond. – M.: Mir, 1964. – 568 p.
8. Ayupov D.A., Murafa A.V., Khakimullin Y.N. Modification of asphalts by butyl rubbers radiation regenerates // Stroitelnye materialy, 2009, № 12. – P. 44-45.

УДК 678.743.22

Бурнашев А.И. – аспирант

E-mail: airatbyr@rambler.ru

Абдрахманова Л.А. – доктор технических наук, профессор

E-mail: laa@kgasu.ru

Колесникова И.В. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: irinafeos@rambler.ru

Низамов Р.К. – доктор технических наук, профессор

E-mail: Nizamov@kgasu.ru

Хозин В.Г. – доктор технических наук, профессор

E-mail: khozin@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ВЛИЯНИЕ ПОРОДЫ И ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСНОЙ МУКИ НА СВОЙСТВА НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫХ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ*

АННОТАЦИЯ

Разработана композиция на основе непластифицированного поливинилхлорида и модифицированной наноразмерным связующим агентом древесной муки. Определена оптимальная порода и влажность применяемого органического наполнителя. Исследованы технологические и эксплуатационные характеристики полученных материалов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: древесно-полимерный композит, жесткий поливинилхлорид, наноразмерный связующий агент.

Byrnashev A.I. – post-graduate student

Abdrahmanova L.A. – doctor of technical sciences, professor

Kolesnikova I.V. – candidate of technical sciences, associate professor

Nizamov R.K. – doctor of technical sciences, professor

Khazin V.G. – doctor of technical sciences, professor

Kazan State University of Architecture and Engineering

INFLUENCE OF BREED AND MOISTURE OF WOOD FLOUR ON THE PROPERTIES OF NANOMODIFIED POLYVINYLCHLORIDE WOOD-POLYMER COMPOSITES

ABSTRACT

A composition based on rigid polyvinylchloride and nanoscale coupling agent modified wood flour is developed. Optimum breed and moisture of used organic filler is determined. Technological and operational characteristics of the received materials are investigated.

KEYWORDS: wood-polymer composite, rigid polyvinylchloride, nanoscale coupling agent.

Использование наполнителей в производстве композиционных материалов на основе поливинилхлорида (ПВХ) позволяет получать изделия с улучшенным комплексом свойств, сократить расход дорогостоящего полимерного сырья и существенно уменьшить стоимость.

Все большее применение в качестве наполнителей жестких ПВХ-композиций находят органические отходы в виде дисперсной древесной муки. Выбор древесной муки в качестве наполнителя объясняется низкой стоимостью, общедоступностью, легкостью помола, большими запасами, высокой дисперсностью и нетоксичностью.

В результате проведенного литературного поиска [1-4] оказалось, что порода древесной муки, используемой при изготовлении ДПК на основе ПВХ, чаще всего выбирается в зависимости от доступности и затратности, однако многие физико-механические свойства древесины зависят от ее макро- и микроструктуры и влажности.

*Работа выполнена в рамках реализации ГК № 16.740.11.0026 ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы.

Изучению влияния природы древесного наполнителя на свойства композиционного пластифицированного ПВХ материала посвящена работа [5]. В результате проведенных исследований автор делает выводы, что порода древесины существенного влияния на эксплуатационные и технологические характеристики наполненного ПВХ материала не оказывает.

Элементарный химический состав древесной муки всех пород практически одинаков, однако содержание основных компонентов (целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина) в древесной муке хвойных и лиственных пород отличается (табл.) [6].

Таблица 1

Основные компоненты древесины

Тип породы древесины	Содержание компонента, %		
	Целлюлоза	Гемицеллюлоза	Лигнин
Хвойные породы древесины (сосна, пихта, ель)	45-52	17-23	35
Лиственные породы древесины (клен, ясень)	35-42	15-25	23-27

Требования разных источников по максимально допустимой влажности сильно варьируются – от 1 до 9 % [2, 3, 5]. Чем выше влажность, тем больше времени требуется для ее удаления, резко снижается производительность формующего оборудования [7].

В нашей работе было исследовано влияние породы и влажности исходной и наномодифицированной древесной муки марки 180 на свойства получаемых высоконаполненных древесно-полимерных композитов на основе жесткого поливинилхлорида. Использовалась древесная мука на основе хвойных и лиственных пород с исходной влажностью 7,2 % для хвойной и 7,4 % для лиственной при хранении в закрытом отапливаемом помещении (20 ± 1 °С). За абсолютно сухую древесную муку принимался органический наполнитель после длительной сушки (10 ч.) при 103 ± 2 °С.

Первоначально было определено максимальное количество древесной муки марки 180 в жестких ПВХ-материалах, позволяющее перерабатывать композиции методом вальцевания. В качестве традиционного (контрольного) наполнителя использовался гидрофобизированный мел.

Испытания проводились на пленочных образцах по следующим эксплуатационно-техническим и технологическим показателям: прочность на растяжение, относительное удлинение, водопоглощение и термостабильность (рис. 1).

При стандартных рецептуре и технологических параметрах смешения формование пленочных образцов с равновесной влажностью в 7,4 % с наполнением более 60 масс. ч. не представляется возможным. Для образцов, наполненных абсолютно сухой (~0 %) древесной мукой, удалось увеличить степень наполнения до 70 масс. ч.

Прочностные показатели образцов, наполненных высушенной древесной мукой хвойной породы, превышают показатели образцов, наполненных лиственной древесной мукой, и контрольных с мелом на 3-5 МПа.

Все это доказывает необходимость предварительной сушки применяемой древесной муки. При вальцевании (нагреве) вода, увеличиваясь в объеме, ведет себя как вспенивающий агент, препятствуя образованию водородных связей между ОН-группами молекул целлюлозы [8]. Эти водородные связи плотно удерживают и скрепляют вместе цепи целлюлозы и образуют твердые стабильные кристаллические области [3]. Таким образом, связь между молекулами целлюлозы ослабевает вплоть до полного расщепления микрофибрил (длинных тонких молекул целлюлозы, переплетенных между собой) на отдельные линейные молекулы [6]. В результате получается пористый материал с пониженной адгезией между полимерной матрицей и древесной мукой с невысокими прочностными показателями.

Преимущество образцов на основе хвойной муки, по сравнению с образцами на основе лиственной, обусловлено, по-видимому, более высоким содержанием лигнина – природного адгезива, расположенного внутри целлюлозных волокон и между ними.

Экстремум по прочности при 20 масс. ч. связан, видимо, с распределением высокодисперсного наполнителя в межмолекулярных областях, связанных между собой проходными цепями, при этом наблюдается некоторое упорядочение структурных фрагментов полимера [9].

Равномерное снижение относительного удлинения закономерно при увеличении степени наполнения.

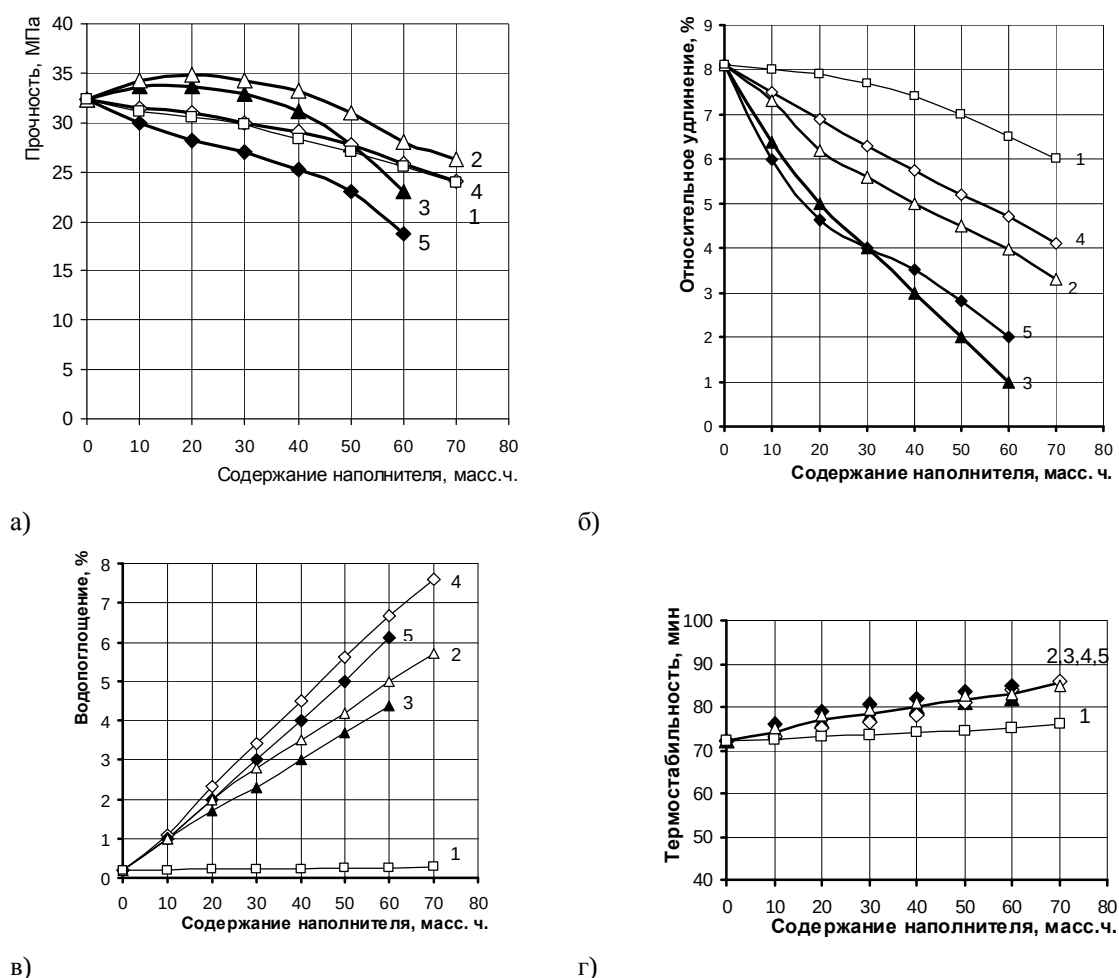


Рис. 1. Зависимости прочности (а), относительного удлинения (б), водопоглощения (в) и термостабильности (г) жестких ПВХ-композиций от содержания мела (1) и древесной муки: хвойной породы абсолютно сухой (2) и исходной (3) и лиственной породы абсолютно сухой (4) и исходной влажностями (5)

Рост водопоглощения обусловлен высокой гидрофильностью древесной муки, причем максимальные показатели для муки лиственной породы обусловлены, вероятно, более высоким, по сравнению с хвойной древесной мукой, содержанием в составе целлюлозы. Молекула целлюлозы представляет собой гигроскопичную полярную молекулу, которая легко подвергается водородному связыванию, ответственному за способность древесины абсорбировать влагу из окружающей среды [10].

В составе образцов с равновесной влажностью уже имеется некоторое количество влаги, поэтому водопоглощение этих образцов немного ниже, чем у высушенных.

Увеличение термостабильности объясняется адсорбцией выделяющегося при термодеструкции хлористого водорода развитой системой микропор древесной муки, независимо от породы и влажности.

Предельное содержание древесной муки в ПВХ-композиции зависит от характера и степени взаимодействия на границе раздела полимерная матрица – наполнитель. Низкая адгезия между древесной мукой и непластифицированным поливинилхлоридом не позволила получить высоконаполненные композиции с сохранением необходимых технологических и эксплуатационных свойств.

Целью настоящей работы является обеспечение необходимого уровня взаимодействия ПВХ и древесной муки для создания высоконаполненных (с содержанием органического наполнителя более 50 % масс.) древесно-полимерных композиций.

Основным способом увеличения адгезии между ПВХ и древесными наполнителями при разработке высоконаполненных композитов является использование связующих агентов – соединений органической или неорганической природы, предназначенных для образования прочных связей на границе раздела «полимер-органический наполнитель».

Связующие агенты органической природы, например изоцианаты, взаимодействуют с полярными группами (-ОН) целлюлозы и лигнина древесного наполнителя. Связующие агенты неорганической природы чаще проявляются как модификаторы поверхности органического наполнителя [10], делая гидрофильную поверхность древесного волокна гидрофобной, подобно полимерной матрице. В результате поверхностная энергия органического наполнителя приближается к значению расплавленного ПВХ, а следствием является повышение адгезии [11].

Так как ПВХ и древесная мука – полярные полимеры с сильно кислотными характеристиками [12], нами предложен механизм улучшения адгезии, основанной на взаимодействии кислотно-основных и донорно-акцепторных сил. В таких взаимодействиях одна фаза реагирует как донор (основание), а другая – как акцептор электронов (кислота) [11]. Модификация поверхности древесной муки осуществлялась изменением кислотно-щелочных характеристик органического наполнителя связующим агентом неорганической природы из числа наноразмерных.

Модификатор представлял собой коллоидный раствор с $pH = 10,3$, содержащий частицы размером 5-9,5 нм. Предполагалось, что пропитка раствором древесной муки будет способствовать увеличению основности поверхности, благодаря присутствию в составе модификатора гидроксильных ОН-групп.

Модификатор использовался в виде 1-10 % раствора с шагом в 1 %. В области малых концентраций (до 2) шаг равнялся 0,33 %. Далее разбавленный до необходимых концентраций раствор модификатора и древесная мука механически перемешивались. После высушивания при температуре $103 \pm 2^\circ C$ в течение 10 часов до постоянной массы модифицированная древесная мука хвойной и лиственной пород с влажностью $7,8 \pm 0,2\%$ и в абсолютно сухом состоянии использовалась для наполнения непластифицированных ПВХ-композиций. Состав композиции включал: ПВХ (100 масс. ч.), модифицированная древесная мука (50 масс. ч.), термостабилизатор (5,5 масс. ч.) и модификатор ударной прочности (7 масс. ч. на масс. ч. ПВХ).

Полученные образцы испытывались на прочность при растяжении и термостабильность. Результаты проведенных испытаний наномодифицированных образцов представлены на рис. 2.

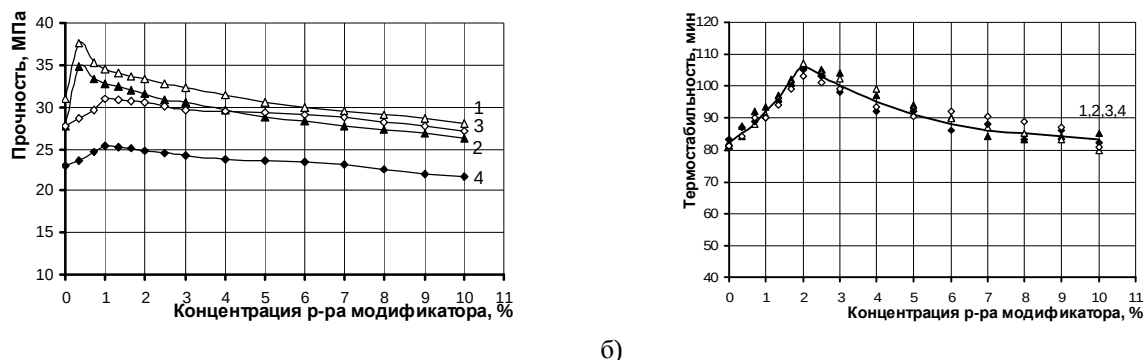


Рис. 2. Зависимости прочности (а) и термостабильности (б) наномодифицированных (1-10 % раствором) жестких ПВХ-композиций от содержания модификатора: хвойной породы абсолютно сухой (1) и исходной (2) и лиственной породы абсолютно сухой (3) и исходной влажностями (4)

Рост прочности при повышении концентрации раствора модификатора связан, по-видимому, с увеличением электростатического взаимодействия активных групп ПВХ и наномодифицированной древесной муки, создающего благоприятные условия для контактной электризации, происходящей при соприкосновении сильно полярных полимеров и активных наполнителей [14].

Экстремум по прочности при модификации 0,35 %-ным нанораствором для высушенной древесной муки хвойной породы масс. ч. связан, видимо, с оптимальным соотношением модификатора и лигнина. Следует отметить, что прочностные показатели хвойных образцов на основе высушенной наномодифицированной древесной муки выше по сравнению с остальными образцами. Это доказывает, что порода древесины важна и при наномодификации, а полученное древесной мукой активное электрическое состояние зависит от влажности органического наполнителя.

Равномерное снижение относительного удлинения связано с процессом охрупчивания, развивающимся при сушке наномодифицированной древесной муки.

Увеличение термостабильности обусловлено, вероятно, связыванием входящим в состав модификатора щелочным металлом выделяющегося в процессе термодеструкции хлористого водорода [14].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ежов Б.С. и др. Свойства композиций на основе пластифицированного ПВХ с древесными наполнителями / Б.С. Ежов, В.Б. Можухин, И.И. Козлова, В.В. Гузеев, Г.П. Малышева, Н.П. Уртминцева, А.М. Киселев, С.М. Юшкова // Пластические массы, 1988, № 7. – С.12-14.
2. Руководство по разработке композиций на основе ПВХ / Под. ред. Гроссмана Р.Ф. Пер. с англ. под ред. Гузеева В.В. – СПб.: Научные основы и технологии, 2009. – 608 с.
3. Клесов А.А. Древесно-полимерные композиты. – СПб.: Научные основы и технологии, 2010. – 736 с.
4. Kokta B.V., Maldas D., Beland P. Composites of poly (vinyl chloride) and wood fibers. Part II. Effect of chemical treatment / Polym. Compos, 1990, № 11. – P. 84-89.
5. Тихонов Н.Н. Исследование в области разработки новых материалов на основе ПВХ, наполненного отходами деревообрабатывающей промышленности // Пластические массы, 2000, № 9. – С. 41-43.
6. Fabiyi J.S. Chemistry of wood plastic composite weathering: a Dissertation for the degree of Doctor of philosophy / in the College of Graduate Studies // James Sunday Fabiyi, University of Idaho, 2007. – 227 p.
7. Володин В.П. Экструзия профильных изделий из термопластов. – СПб.: Профессия, 2005. – 480 с.
8. Winandy J.E., Rowell R.M. The Chemistry of Wood Strenght, Chapter 5 of The Chemistry of Solid Wood (Ed.: Rowell, R.M.), American Chemical Society, Washington, DC, 1984. – 218 p.
9. Низамов Р.К. Поливинилхлоридные композиции строительного назначения с полифункциональными наполнителями: дис. ... докт. техн. наук: защищена 29.05.2009 / Низамов Р.К. – Казань, 2007. – 369 с.
10. Lu J.Z.. Chemical coupling in wood fiber and polymer composites: a rewiew of agents and treatments / Society of Wood science and technology, 1998. – 17 p.
11. Уилки Ч., Саммерс Дж., Даниелс Ч Поливинилхлорид / Пер. с англ. под ред. Г.Е. Заикова. – СПб.: Профессия, 2007. – 728 с.
12. Matuana L.M., Balatinecz J.J., Park C.B. Surface Characteristics of Chemically Modified Fibers Determined by Inverse Gas Chromatography / Wood Fiber Science, Vol. 31, 1999. – P. 116-127.
13. Коршун О.А. Экологически чистые древеснонаполненные пластмассы / О.А. Коршун, Н.М. Романов, И.Х. Наназашвили // Строительные материалы, 1997, №5. – С. 8-11.
14. Минскер К.С. Деструкция и стабилизация поливинилхлорида / К.С. Минскер, Г.Т. Федосеева. – М.: Химия, 1972. – 424 с.

REFERENCES

1. Ezhov B.S. Properties of compositions based on plasticized PVC with wood filler / B.S. Ezhov, V.B. Mozzhukhin, I.I. Kozlov, V.V. Guzeev, G.P. Malyshev, N.P. Urtmintseva, A.M. Kiselev, S.M. Yushkova // Plastics, 1988, № 7. – P.12-14.
2. Guidance on development of compositions based on PVC / Edited by R.Grossman. Translated by V. Gyzeev.- St.P: Scientific foundations and technology, 2009. – 608 p.
3. Klyosov A.A. Wood-plastic composites.- St.P: Scientific foundations and technology, 2010. – 736 p.
4. Kokta B.V., Maldas D., Beland P. Composites of poly (vinyl chloride) and wood fibers. Part II. Effect of chemical treatment / Polym. Compos, 1990, № 11. – P. 84-89.
5. Tikhonov, N.N. Research in the field of reception of new materials on the basis of the PVC filled by waste of the woodworking industry / H.H. Tikhonov // Plastics, 2000, №9. – P. 41-43.
6. Fabiyi J.S. Chemistry of wood plastic composite weathering: a Dissertation for the degree of Doctor of philosophy / in the College of Graduate Studies // James Sunday Fabiyi, University of Idaho, 2007. – 227 p.
7. Volodin V.P. Extrusion profile products from thermoplastics.- St.P: Profession, 2005. – 480 p.
8. Winandy J.E., Rowell R.M. The Chemistry of Wood Strenght, Chapter 5 of The Chemistry of Solid Wood (Ed.: Rowell, R.M.), American Chemical Society, Washington, DC, 1984. – 218 p.
9. Nizamov R.K. Polyvinylchloride composition constructions with polyfunctional fillers: a Dissertation for the degree of Doctor of technical sciences / prot. 29.05.2009 / Nizamov R.K. – Kazan, 2007. – 369 p.
10. Lu J.Z.. Chemical coupling in wood fiber and polymer composites: a rewiew of agents and treatments / Society of Wood science and technology, 1998. – 17 p.
11. Wilkie C., Summers J., Daniels C. Polyvinylchloride / Translate from English under Ed. G.E. Zaikov. – St. Petersburg: Profession, 2007. – 728 p.
12. Matuana L.M., Balatinecz J.J., Park C.B. Surface Characteristics of Chemically Modified Fibers Determined by Inverse Gas Chromatography / Wood Fiber Science, Vol. 31, 1999. – P. 116-127.
13. Korshun, O.A. Environmentally Friendly wood-filled plastics: O.A. Korshun, N.M. Romanov, I.H. Nanazashvili // Building Materials, 1997, № 5. – P. 8-11.
14. Minsker K.S. Destruction and stabilization of polyvinylchloride/ K.S. Minsker, G.T. Fedoseeva. – M.-Chemistry, 1972. – 424 p.

УДК 691 001.891.57 519.8 69:51-7

Гарькина И.А. – доктор технических наук, доцент

Данилов А.М. – доктор технических наук, профессор, советник РААСН

E-mail: regas@pguas.ru

Ермолаева Е.И. – кандидат педагогических наук

E-mail: fmatem@pguas.ru

Зарецкий А.М. – аспирант

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

СЛОЖНЫЕ СИСТЕМЫ МОДУЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ: КОМПОЗИТЫ, АВТОНОМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СЕПАРАТНЫХ ПОДСИСТЕМ*

АННОТАЦИЯ

Рассматривается системный подход к проектированию сложных систем. На основе представления композиционных материалов как сложных систем модульной структуры разрабатывается алгоритм их конструирования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сложные системы, композиты, модульная структура, методология проектирования, системный подход.

Garkina I.A. – doctor of technical sciences, associate professor

Danilov A.M. – doctor of technical sciences, professor, advisor RAASN

Ermolaeva E.I. – candidate of technical sciences

Zaretsky A.M. – post-graduate student

Penza State University of Architecture and Construction

COMPLEX SYSTEMS OF MODULAR STRUCTURE: THE COMPOSITES, INDEPENDENT STUDY OF SEPARATELY SUBSYSTEMS

ABSTRACT

System approach to design of complex systems is considered. An algorithm to construct composite materials as a complex systems with modular structure is developed.

KEYWORDS: complex systems, composite materials, the modular structure, design methodology, system approach.

Технический прогресс порождает необходимость разработки новых композитов с заранее заданными свойствами, технологии их производства и методов расчета. Современная наука о таких материалах представляется чрезвычайно разветвленной и далекой от своего завершения. Экспериментальное определение свойств композиционных материалов требует большого объема дорогостоящих исследований. Возникает целесообразность автономных исследований сепаратных подсистем в иерархической структуре и построения их теоретических моделей при конструировании композитов.

Проектирование композитов как сложных систем должно производиться с соблюдением основных принципов системного подхода:

- иерархичность – каждая система или элемент рассматривается как отдельная система;
- структурность – возможность описания системы через описание связей между ее элементами;
- взаимозависимость – проявление свойств системы только при взаимодействии с внешней средой;
- множественность описания – описание системы множеством взаимодействующих математических моделей;
- проектирование части с учетом целого.

Центральным этапом является построение математических моделей отдельных подсистем и описание их взаимодействия.

* Работа выполнена по заказу Минобрнауки РФ на 2011-2013 гг. (тема: «Физико-химические основы синтеза тонкодисперсных наполнителей на основе гидросиликатов для композиционных материалов. Разработка составов, технологии»)

В связи с размытостью представлений об идентификации как об особом типе человеческой деятельности идентификационный подход к настоящему времени еще окончательно не оформился. Пока в нём доминирует математический уровень строгости; математический язык рассматривается как наилучшее средство представления системы. В большинстве работ ограничиваются лишь постановкой и исследованием математических задач и не затрагиваются содержательные и человеческие аспекты практической идентификации. Подобная избирательность во многом определяется тем, что при значительном объеме представлений о потенциально возможных способах исследования не в состоянии разработать детальную общую схему идентификации, ориентированную на использование определенной системы научных понятий, достаточных с точки зрения большинства исследователей для обоснования. Не сформулированы пока и понятия, отражающие роль человека при определении целей идентификации.

Нами в качестве субъекта идентификации рассматривается группа специалистов, способная выполнить все операции (любая человеческая деятельность, объединенная единым замыслом и направленная на достижение определенной цели) для реализации процесса идентификации. Поскольку идентификация носит междисциплинарный характер, то, естественно, группа должна состоять из специалистов различного профиля (при синтезе радиационно-защитных материалов – материаловеды, физики, химики, математики, управленцы, специалисты в области системного анализа и др.). Каждый из представителей играет доминирующую роль при определении отдельных фрагментов системы; а межэлементные связи определяются группой в целом. Операцию нельзя формализовать, ее можно лишь так структурировать, чтобы ее отдельные этапы можно было эквивалентно заменить специально подобранным алгоритмическим процессом. Операциональная модель субъекта идентификации включает как физические, так и мысленные (ментальные) операции. Операциональная модель имеет ярко выраженный описательный (феноменологический) характер. Она не содержит объяснения механизмов, с помощью которых субъект способен выполнить операции.

До определенного уровня декомпозицию материала можно осуществить на основе когнитивного моделирования (построение орграфа), и синтез целостной системы приближенно свести к решению задач синтеза подсистем. Так, когнитивные модели позволили выявить класс математических моделей при оптимизации структуры и свойств радиационно-защитных композитов [1, 2]. Входящие в состав материала (объекта) отдельные фрагменты рассматривались как подсистемы; указывались способы измерения свойств каждой из подсистем. Естественно, предполагалось, что в идеале существует истинная математическая модель, позволяющая заменить объект идентификации во всех необходимых случаях (при реально многоуровневой иерархической структуре материала (многовязной системы) ее получение – несбыточная мечта [3]). Возникла задача описания материала на основе формализации его свойств (которые, впрочем, определяют и его структуру). По традиции оценка материала осуществлялась по совокупности ряда физико-механических характеристик [4]. Каждое из свойств при оптимизации рассматривалось как один из частных критериев (в общем случае – противоречивых).

Нетривиальная задача выбора математической модели для описания свойства связана со структурной идентификацией (выбор класса моделей); решением общей задачи идентификации в выбранном классе моделей с последующим решением частной задачи идентификации – параметрической. Одним из главных требований к моделям считается простота интерпретаций физического смысла входящих в модели коэффициентов. Учитывалось, что регрессионные модели при синтезе материалов по существу не применяются; а модели, полученные математическими методами планирования эксперимента, в основном, также носят иллюстративный характер и редко используются для решения задач прогноза и целенаправленного изменения значений факторов.

Большой практический интерес имеют математические модели, представленные семейством уравнений с заданным кортежем параметров (параметры классического типа – буквенные константы; неклассического типа – множество допустимых значений параметра классического типа, метапараметр [5]). При описании каждой из физико-механических характеристик материала нами задавался пробный класс математических моделей, которому, по мнению участников когнитивного моделирования, гипотетически могла бы принадлежать истинная ее модель. Было признано целесообразным описание каждой из эксплуатационных характеристик материала в виде асимптотического значения решения (кинетический процесс формирования физико-механической характеристики) некоторого дифференциального уравнения. Такое представление не является единственным (при необходимости возможна замена пробного класса).

Учитывалось, что задача идентификации относится к классу некорректных задач. Если при приближенном решении обратной задачи использовать какой-либо классический алгоритм формально без учета некорректности задач, то возможно получение результата, не имеющего ни научной, ни прикладной ценности. Игнорировать некорректность постановки задачи нельзя. Для ее преодоления можно использовать дополнительную информацию об искомом решении либо воспользоваться методами регуляризации некорректно поставленных задач. Нами в качестве дополнительной информации об искомом решении использовалось сравнение результатов экспериментальных исследований с теоретическими. Была показана возможность моделирования основных кинетических процессов (набор прочности, изменение модуля упругости, контракция и усадка, нарастание внутренних напряжений, тепловыделение, химическая стойкость, водопоглощение и водостойкость) в классе обыкновенных дифференциальных уравнений n -го порядка. А именно, четвертого порядка с постоянными коэффициентами и с действительными корнями характеристического полинома [6].

Поиск адекватной модели состоял из трех стадий: структурной, параметрической и непараметрической идентификации. На этапе структурной идентификации осуществлялись: выбор пробного класса и пробных значений для всех метапараметров из заданного кортежа параметров пробного класса; выбор пробного множества моделей объекта в результате замены всех метапараметров из заданного кортежа параметров пробными значениями; интерпретация выбранных пробных значений метапараметров как приемлемых для данной стадии приближений к адекватным значениям; интерпретация выбранного пробного множества моделей объекта как приемлемого приближения к адекватному множеству моделей объекта. На этапе параметрической идентификации осуществлялась интерпретация выбранных пробных значений параметров классического типа как приемлемых приближений к адекватным значениям (при непараметрической идентификации имеется хотя бы один функциональный параметр, допустимыми значениями которого являются функции).

В случае больших сложных систем, сформированных по модульному принципу (в том числе и композиционных материалов), легко осуществить декомпозицию системы на отдельные подсистемы, обладающие определенной степенью автономности (интегративные свойства приближенно можно определить на основе автономных исследований отдельных подсистем). Здесь каждый элемент иерархической структуры качества системы определяет автономное (без учета **всех** межсистемных связей) качество отдельной подсистемы. Результаты автономных исследований модулей можно использовать для определения интегративных свойств (определяются связями между модулями, уровнями и на каждом из уровней; в основном, лишь на качественном уровне). Возможность использования результатов автономных исследований отдельных подсистем при конструировании системы в целом напрямую связана с необходимостью устранения межсистемных связей. Это можно сделать введением **настраиваемых эталонных моделей с одновременной децентрализацией модулей по входам**. Условия для переноса результатов автономных исследований на систему в целом определяются полнотой понимания процессов формирования структуры и свойств системы. В частности, при определении некоторых свойств материала в зависимости от гранулометрического состава можно использовать ингредиенты из других материалов, но с тем же гранулометрическим составом, что и в синтезируемом материале. Однако необходимо обеспечить аналогичные, по возможности точные, межсистемные связи (например, смачиваемость). При переносе результатов автономных исследований смачиваемости на формирование структуры и свойств материала необходимо знать параметры смачиваемости входящих компонентов в стесненных условиях. Принципиально это можно обеспечить использованием настраиваемой эталонной модели, предусматривающей регулирование давления между компонентами. Настройку можно обеспечить с использованием экспериментальных данных на образцах.

Используемые традиционно в строительном материаловедении данные о кинетических процессах формирования структуры и физико-механических характеристик материала по существу являются автономными исследованиями отдельных отдельных модулей. Здесь требуемые параметры кинетических процессов определяются с учетом межсистемных связей. Неявно присутствуют эталонные модели, предусматривающие одновременную децентрализацию по входам.

При конструировании радиационно-защитных композитов нами использовался приводимый на рисунке алгоритм синтеза.

В его основе лежит техническое задание с указанием организации и свойств системы. Возможность создания композита и реализация технического задания первоначально определяются

на этапе когнитивного моделирования с установлением интенсивных и экстенсивных свойств с выделением управляющих параметров. На основе когнитивной карты определяются иерархические структуры критериев качества, а в соответствии с выделенными критериями качества – соответствующие структурные схемы системы (для каждого выделенного масштабного уровня). Далее осуществляется формализация критериев качества системы и разрабатываются математические модели в соответствии с каждым из критериев. Наконец, на основе решения задач однокритериальной оптимизации с использованием найденных оптимальных значений осуществляется формализация многокритериальной задачи и ее решение (определяются оптимальные организация и свойства системы).

По результатам апробации при разработке ряда материалов специального назначения предлагаемый алгоритм синтеза получил положительную оценку.

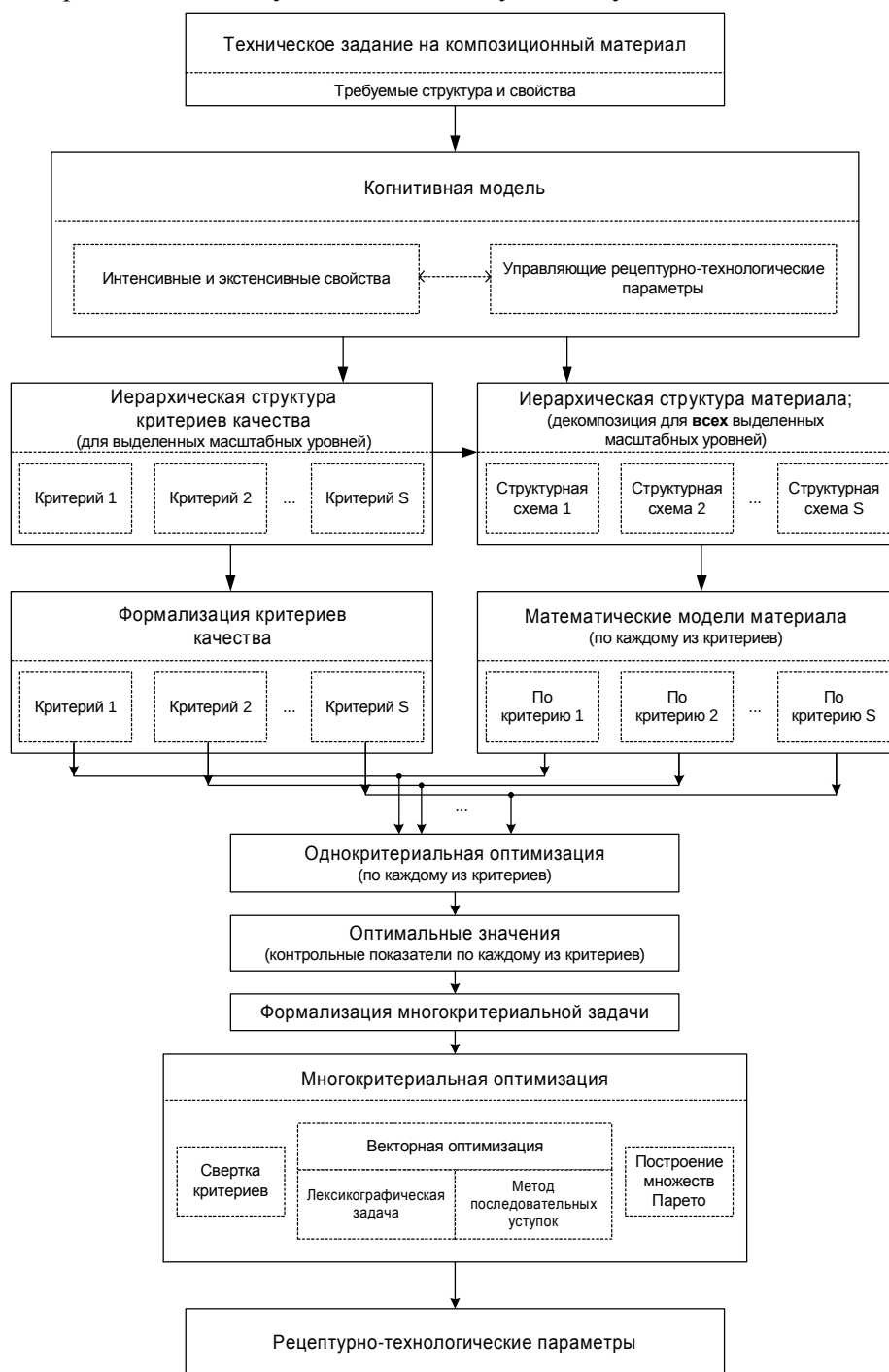


Рис. Алгоритм синтеза композиционного материала

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гарькина И.А., Данилов А.М., Королев Е.В. Когнитивное моделирование при синтезе композиционных материалов как сложных систем // Известия вузов. Строительство, 2009, № 3/4. – С. 30-37.
2. Гарькина И.А., Данилов А.М., Королев Е.В., Смирнов В.А. Флокулообразование в композиционных материалах: предельные системы // Региональная архитектура и строительство, 2008, № 1 (4). – С. 124-131.
3. Бутковский А.Г. К философии и методологии проблем управления // Идентификация систем и задачи управления SICPRO`03: Пленарные доклады II Международной конференции. Москва, 29-31 января 2003, ИПУ РАН им. В.А.Трапезникова. – С. 36-43.
4. Гарькина И.А., Данилов А.М., Королев Е.В. Строительные материалы как системы // Строительные материалы, 2006, № 7. – С. 55-58.
5. Гинсберг К.С. III Международная конференция «Идентификация систем и задачи управления» // Проблемы управления, 2004, № 4. – С. 96-99.
6. Гарькина И.А., Данилов А.М. Управление качеством материалов со специальными свойствами // Проблемы управления, 2008, № 6. – С. 67-74.

REFERENCES

1. Garkina I.A., Danilov A.M., Korolev Y.V. Cognitive Modeling in the synthesis of composite materials such as complex systems // Proceedings of the higher education institutions. Building, 2009, № 3/4. – P. 30-37.
2. Garkina I.A., Danilov A.M., Korolev Y.V., Smirnov V.A. The emergence of clusters in composite materials: the limiting system // Regional architecture and engineering, 2008, № 1 (4). – P. 124-131.
3. Butkovskiy A.G. By philosophy and methodology of management problems // System Identification and Control Problems SICPRO `03: Plenary session of the II International Conference. Moscow, January 29-31, 2003, ISP RAS. VA Trapeznikov. – P. 36-43.
4. Garkina I.A., Danilov A.M., Korolev Y.V. Building materials as systems // Building materials, 2006, № 7. – P. 55-58.
5. Ginsberg K.S. III International Conference «System Identification and Control Problems» // Control Sciences, 2004, № 4. – P. 96-99.
6. Garkina I.A., Danilov A.M. Quality management of the materials of special properties // Control problems, 2008, № 6. – P. 67-74.

УДК 539.3

Каюмов Р.А. – доктор физико-математических наук, профессорE-mail: kayumov@mail.ru**Мухамедова И.З.** – кандидат физико-математических наук, доцент**Шакирова А.М.** – кандидат физико-математических наук**Казанский государственный архитектурно-строительный университет****Лобова Л.В.** – кандидат технических наук, доцент**Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна****Абдуллин И.Ш.** – доктор технических наук, профессор**Хамматова В.В.** – доктор технических наук, профессорE-mail: venerabb@mail.ru**Казанский государственный технологический университет им. Кирова**

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМИРОВАНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ТКАНЕЙ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ

АННОТАЦИЯ

Предложена модель поведения модифицированных тканей с целью оценки их деформативности в своей плоскости. Анализируется применимость методики оценки жесткости флокированной ткани по линейной теории механики многослойных структур в зависимости от свойств ткани и клея (ее толщины и доли занимаемой клеем площади). Излагается метод определения жесткостных характеристик, приводятся результаты обработки натурных экспериментов, анализ численных исследований задачи о растяжении образцов ткани по разработанной модели.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: холодная плазма, полиэфирная ткань, флокированная ткань, идентификация, жесткость.

Kayumov R.A. – doctor of physical and mathematical sciences, professor**Muhamedova I.Z.** – candidate of physical and mathematical sciences, associate professor**Chakirova A.M.** – candidate of physical and mathematical sciences**Kazan State University of Architecture and Engineering****Lobova L.V.** – doctor of technical sciences, associate professor**St. Petersburg State University of Technology and Design****Abdullin I.C.** – doctor of technical sciences, professor**Hammatova V.V.** – doctor of technical sciences, professor**Kazan State Technological University**

THE MODELLING OF DEFORMATION OF THE MODIFIED FABRICS AT STRETCHING

ABSTRACT

We suggest the behavior model of the modified fabrics for deformability estimation in their own planes. The applicability of the methodology for the rigidity estimation of flocked fabric by the linear theory of the mechanics of multilayer structures, depending on the properties of the fabric and glue (its thickness and the proportion occupied by the adhesive area) is analyzed. The method for the stiffness (rigidity) characteristics determination is stated, the results of processing carried out field experiments are shown. The analysis of numerical studies of the fabric samples stretching by the developed model is presented.

KEYWORDS: cold plasma, polyether fabric, flocked fabric, identification, rigidity.

Придание материалам улучшенных механических и технологических свойств осуществляется путем их модификации. В настоящее время в связи с ограниченными возможностями традиционных методов модификации (механических, химических, электрохимических) в текстильной промышленности все чаще используются и другие, например, в [1-6] приводятся методы модификации с помощью обработки тканей холодной плазмой. Одним из эффективных способов

*Работа выполнена в рамках реализации Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (государственный контракт № 2432 от 19.11.2009 г.)

модификации натуральных и синтетических материалов является использование процесса флокирования. С помощью этой технологии возможно получение требуемых технологических, эксплуатационных свойств текстильных материалов, а также целенаправленное улучшение физико-механических свойств тканей.

Для анализа качества модифицированных тканей полезно иметь математические модели, описывающие напряженно-деформированное состояние (НДС) ткани при воздействии различных нагрузок. Это актуально и в связи с тем, что такие модели позволят легче решать проблему оптимизации технологии обработки тканей.

1. Нелинейно-упругая модель деформирования ткани

В дальнейшем будем оперировать только усилиями, приходящимися на единицу длины сечения образца. Будем обозначать их через N_{11} , N_{22} , N_{12} (усилия вдоль основы, утка и усилие сдвига). Соответствующие деформации обозначим через e_{11} , e_{22} , g_{12} , введем векторы $\{N\}$, $\{\varepsilon\}$:

$$\{N\} = \{N_{11}, N_{22}, N_{12}\}^T, \quad \{\varepsilon\} = \{\varepsilon_{11}, \varepsilon_{22}, \gamma_{12}\}^T$$

Индекс «т» означает операцию транспонирования.

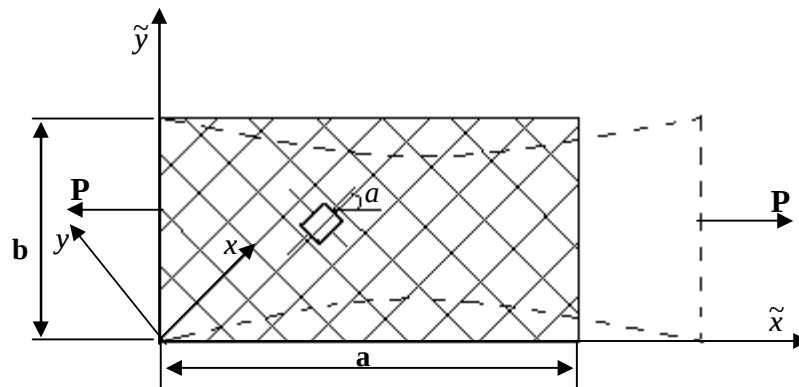


Рис. 1. Деформирование образца ткани, вырезанного под углом a к основе под действием силы P

Для нелинейного случая в осях ортотропии упругий потенциал для не флокированной ткани примем в следующей форме:

$$W = D_{110}e_{11}^2/2 + D_{112}e_{11}^4/12 + D_{120}e_{11}e_{22} + D_{220}e_{22}^2/2 + D_{222}e_{22}^4/12 + D_{330}g_{12}^2/2 + D_{334}g_{12}^6/30. \quad (1)$$

Аналогично вводится упругий потенциал для флокированной ткани. Отличать соотношения будем с помощью индекса «флок»:

$$W^{\text{флок}} = D_{110}^{\text{флок}}e_{11}^2/2 + D_{112}^{\text{флок}}e_{11}^4/12 + D_{120}^{\text{флок}}e_{11}e_{22} + D_{220}^{\text{флок}}e_{22}^2/2 + D_{222}^{\text{флок}}e_{22}^4/12 + D_{330}^{\text{флок}}g_{12}^2/2 + D_{334}^{\text{флок}}g_{12}^6/30 \quad (2)$$

В приращениях связь погонных усилий через приращения деформаций запишем в виде:

$$d\{N\} = [D]d\{e\} \quad (3)$$

$$\text{где, } D_{11} = \frac{d^2W}{de_{11}^2}, \quad D_{22} = \frac{d^2W}{de_{22}^2}, \quad D_{33} = \frac{d^2W}{dg_{12}^2}, \quad D_{12} = \frac{d^2W}{de_{11}e_{22}}. \quad (4)$$

Тогда согласно (1), (3) получаем выражения для характеристик жесткости не флокированной ткани $D_{ij}^{ткань}$:

$$\begin{cases} D_{11}^{ткань} = D_{110} + D_{112}e_{11}^2, & D_{22}^{ткань} = D_{220} + D_{222}e_{22}^2 \\ D_{12}^{ткань} = D_{120}, & D_{21}^{ткань} = D_{12}^{ткань} \\ D_{33}^{ткань} = D_{330} + D_{334}g_{12}^4 \\ D_{23}^{ткань} = D_{32}^{ткань} = D_{13}^{ткань} = D_{31}^{ткань} = 0 \end{cases} \quad (5)$$

Упругий закон в лабораторной системе координат $\tilde{X} \tilde{Y}$, т.е. в осях, параллельных краям испытуемого прямоугольного образца ткани, изображенного на рис. 1, примет вид:

$$d\{\tilde{N}\} = [\tilde{D}]d\{\tilde{e}\}, \quad [\tilde{D}] = [T][D][T]^T, \quad T = \begin{bmatrix} \cos^2 a & \sin^2 a & -\sin 2a \\ \sin^2 a & \cos^2 a & \sin 2a \\ \frac{\sin 2a}{2} & \frac{-\sin 2a}{2} & \cos 2a \end{bmatrix} \quad (6)$$

Для численного анализа процесса деформирования образцов тканей применялся принцип Лагранжа в приращениях в виде:

$$\int_{\Omega} \Delta N^T de \, d\Omega = \int_w \Delta p^T du. \quad (7)$$

Здесь Ω – область, занимаемая образцом ткани, $\partial\Omega$ ее граница, Δp – приращение вектора погонных сил, приложенных на этой границе, de , du – вариации векторов деформаций и перемещений. Для дискретизации области применялся МКЭ с шестиузловым треугольным элементом второго порядка [8].

Для учета неспособности ткани воспринимать сжимающую нагрузку использовался следующий подход. На каждом шаге приращения нагрузки анализировалось силовое поле N_{ij} . Если вдоль основы или утка усилия N_{11} или N_{22} принимали отрицательные значения, то на этом шаге соответственно жесткости D_{11} или D_{22} уменьшались на несколько порядков (в нашем случае в 500 раз). После этого заново проводилось решение уравнения (7), и усилия пересчитывались. Эта процедура повторялась до тех пор, пока не стабилизировалось поле деформаций и усилий.

2. Методика определения механических характеристик

Пусть считаются известными данные испытаний конструкций с замером внешних воздействий, а параметры математической модели поведения материала и конструкций являются искомыми. Параметры моделей будем подбирать так, чтобы были близки результаты численного расчета и данные испытаний из условия минимальности квадратичной невязки между расчетными и экспериментальными результатами:

$$\begin{aligned} d^2 = & (v_1[(P)^{эксн} - (P)^{расч}]^2 + m_1[\Delta a^{эксн} - \Delta a^{расч}]^2 + k_1[\Delta b^{эксн} - \Delta b^{расч}]^2) \Big|_{a_1} + \\ & (v_2[(P)^{эксн} - (P)^{расч}]^2 + m_2[\Delta a^{эксн} - \Delta a^{расч}]^2 + k_2[\Delta b^{эксн} - \Delta b^{расч}]^2) \Big|_{a_2} + \\ & \dots + \\ & + (v_n[(P)^{эксн} - (P)^{расч}]^2 + m_n[\Delta a^{эксн} - \Delta a^{расч}]^2 + k_n[\Delta b^{эксн} - \Delta b^{расч}]^2) \Big|_{a_n} \end{aligned} \quad (8)$$

Здесь n – количество проведенных экспериментов, $\Delta a^{расч}$, $\Delta b^{расч}$, $\Delta a^{эксн}$, $\Delta b^{эксн}$ расчетные и экспериментальные значения изменений сторон образца в продольном и в поперечном направлениях соответственно (см. рис. 1), $a_1, a_2, \dots, a_n$ углы между основой и длинной стороной образца,

$v_1, \dots, v_n, m_1, \dots, m_n, k_1, \dots, k_n$ весовые коэффициенты. Неизвестными являются жесткостные характеристики $D_{110}, D_{114}, D_{220}, D_{224}, D_{120}, D_{330}, D_{334}$. При этом должно выполняться следующее ограничение:

$$D_{11} D_{22} - D_{12}^2 > 0. \quad (9)$$

Условие (9) будет обеспечено, если принять $D_{110} D_{220} - D_{120}^2 > 0$. Для отыскания минимума d^2 применялись стандартные градиентные методы. Жесткостные характеристики $D_{110}, D_{112}, D_{220}, D_{222}, D_{120}, D_{330}, D_{334}$ были определены как для флокированной, так и исходной тканей на основе анализа данных испытаний образцов, вырезанных под разными углами ($0^\circ, 90^\circ, 45^\circ, 30^\circ$) к основе при различных растягивающих усилиях.

С целью отработки методик приведенный выше подход сначала был оттестирован на следующей задаче. Была решена прямая задача с заданными жесткостными характеристиками для образцов, вырезанных под углами $0^\circ, 90^\circ, 45^\circ$. Полученные результаты считались «экспериментальными». Затем решалась обратная задача на основе полученных «экспериментов», т.е. определялись жесткостные характеристики данной математической модели. Результаты показали работоспособность методики и разработанной программы.

3. Верификация методики на примере определения жесткостных характеристик для ткани, подверженной обработке низкотемпературной плазмой

Далее были проанализированы результаты экспериментов, где в качестве экспериментального образца рассматривалась обработанная в теч. 180 сек. холодной плазмой полиэфирная ткань. Схема нагружения образца представлена на рис. 1. Идентификацию неизвестных $D_{220}, D_{222}, D_{120}, D_{330}, D_{334}$ проводили по экспериментальным данным для модифицированных низкотемпературной плазмой образцов ткани, вырезанных под углами к основе $0^\circ, 90^\circ, 45^\circ$.

Образец, вырезанный под углом 30° к основе, считался контрольным.

В результате для обработанной холодной плазмой полиэфирной ткани получены следующие жесткостные характеристики:

$$\begin{aligned} D_{110} &= 1.2, D_{112} = 5900, D_{220} = 0.835, D_{222} = 1000, \\ D_{120} &= 0.178, D_{330} = 0.045, D_{334} = 2 \end{aligned} \quad (10)$$

В (10) жесткостные коэффициенты имеют размерность $[МПа \cdot мм]$.

Далее был проведен расчет зависимости $P(\Delta a)$ для углов $0^\circ, 90^\circ, 45^\circ$, а также для контрольного образца с углом наклона к основе $a = 30^\circ$. Результаты приведены на рис. 2. Видно, что полученные результаты хорошо согласуются с экспериментом.

4 Определение жесткостных характеристик для исходной ткани, ткани с клеем и флокированной ткани по результатам экспериментов на растяжение

В данном разделе приведены результаты обработки экспериментальных данных для исходной ткани, ткани с клеевой прослойкой и флокированной ткани с целью определения жесткостных характеристик ткани, клея и флокированного слоя. Жесткостные характеристики D_{ij} для ткани также

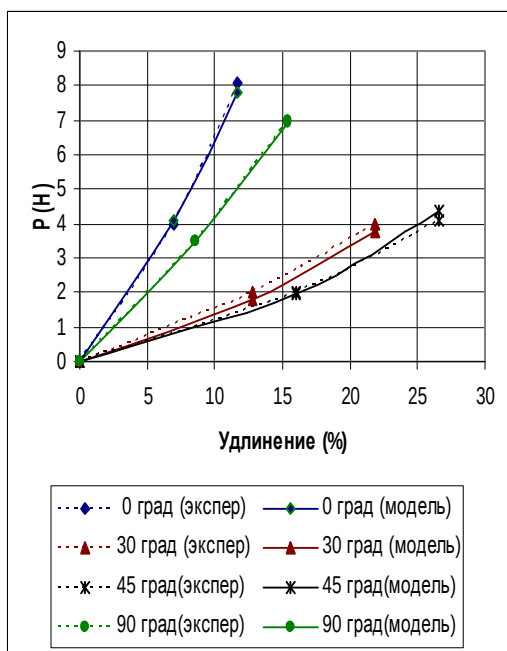


Рис. 2. Зависимость среднего усилия на торце P от удлинения Δa экспериментальных данных и теоретической кривой по найденным жесткостным характеристикам полиэфирной ткани, подверженной обработке холодной плазмой в теч. 180 с.

принимались в виде (5). Для проведения численных расчетов использованы эксперименты, проведенные для образцов, вырезанных под углами 0° , 90° , 45° , 30° . В отличие от предыдущего случая в этих экспериментах не известны значения Δb – изменения поперечных размеров образца. Однако и в этом случае можно определить 4 функции D_{ij} , но уже по результатам испытаний 4-х образцов, вырезанных под различными углами к основе a .

После обработки экспериментов для исходной ткани были получены следующие жесткостные характеристики (толщина ткани составляла 0.15 мм, размерность D_{ijk} [МПа * мм]):

$$\begin{aligned} (D_{110})^{\text{ткань}} = 8, (D_{112})^{\text{ткань}} = 43000, (D_{220})^{\text{ткань}} = 3.5, (D_{222})^{\text{ткань}} = 3500, \\ (D_{120})^{\text{ткань}} = 0.97, (D_{330})^{\text{ткань}} = 0.17, (D_{334})^{\text{ткань}} = 195 \end{aligned} \quad (11)$$

Для ткани с клеем были получены следующие результаты (толщина сырого клея составляла 0.2 мм):

$$\begin{aligned} (D_{110})^{\text{тк+кл}} = 21, (D_{112})^{\text{тк+кл}} = 49000, (D_{220})^{\text{тк+кл}} = 5.049, (D_{222})^{\text{тк+кл}} = 4000, \\ (D_{120})^{\text{тк+кл}} = 0.97, (D_{330})^{\text{тк+кл}} = 0.26, (D_{334})^{\text{тк+кл}} = 235 \end{aligned} \quad (12)$$

Для флокированной ткани было найдено (толщина флокированной ткани составляла 0.65 мм):

$$\begin{aligned} (D_{110})^{\text{флок}} = 26, (D_{112})^{\text{флок}} = 55500, (D_{220})^{\text{флок}} = 6, (D_{222})^{\text{флок}} = 4100, \\ (D_{222})^{\text{флок}} = 4100, (D_{120})^{\text{флок}} = 0.97, (D_{330})^{\text{флок}} = 0.27, (D_{334})^{\text{флок}} = 235.5 \end{aligned} \quad (13)$$

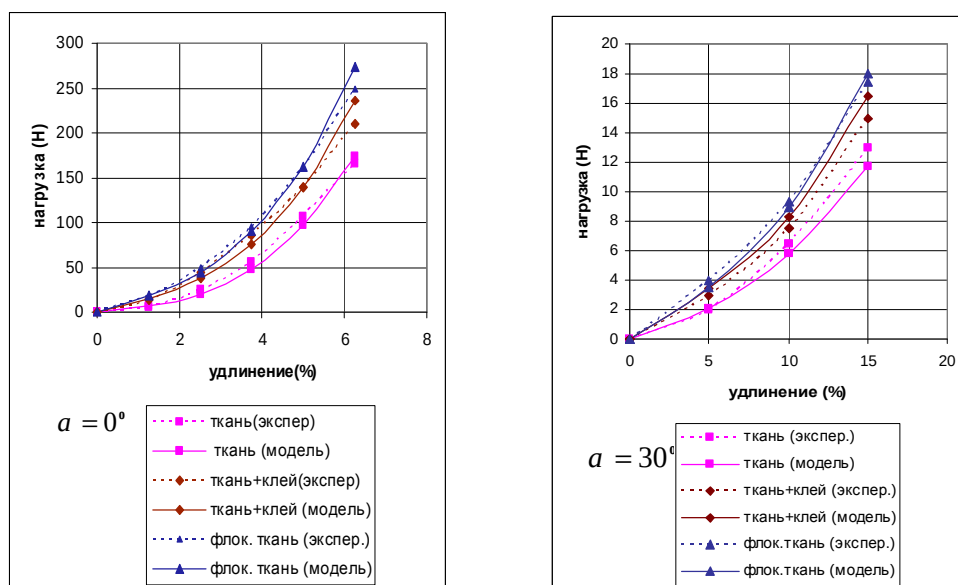


Рис. 3. Графики зависимости нагрузки от удлинения

На рис. 3 приведены графики зависимостей приложенной нагрузки от деформации для вышеприведенных образцов тканей при разных углах a .

Штриховой линией обозначены экспериментальные зависимости, сплошной – зависимости, полученные по разработанной модели. Видно, что экспериментальные результаты и кривые, полученные по разработанной модели, хорошо согласуются между собой. Невязки имеют величины порядка 10 %.

5. Возможность применения теории смесей при расчете флокированной ткани на растяжение

В данном разделе приведены результаты исследования двух подходов к решению задачи о растяжении образцов ткани. В первом используется теория смесей, а во втором учитывается конфигурация рисунка флокированной части ткани. При этом рассматривалась гипотетическая

флокированная ткань, у которой жесткость флокированной части могла быть выше, чем у реальной. Это превышение определялось коэффициентом $R = D^{\phi} / D_0^{\phi}$, где компоненты матрицы D_0^{ϕ} определялись по соотношениям (13).

На рис. 4 приведены зависимости силы P , необходимой для удлинения образца на 20 %, от доли площади флокированной части ткани при различных R , полученные при точном учете конфигурации рисунка флокированной части, а также полученные по теории смесей. В последнем случае принималось, что

$$D_{ij}^{срел} = D_{ij}^{ткани} (1 - A_{флок}) + D_{ij}^{флок} A_{флок}, \quad (14)$$

где $A_{флок}$ – удельная площадь флокированной части.

Анализ численных экспериментов показывает, что в нашем случае формулу смесей для практических расчетов можно применять с погрешностью порядка 5 %, если жесткости флокированной части отличаются от жесткости ткани не более чем на порядок.

6. Зависимость жесткостных характеристик флокированной ткани от толщины сырого клея

Далее была исследована возможность применения теории смесей для осреднения жесткостных характеристик по толщине. Согласно этой теории компоненты матрицы жесткости проклеенной ткани можно представить в виде:

$$D_{ij}^{тк+кл} = D_{ij}^{ткани} + D_{ij}^{кл} \quad (15)$$

Клеевое покрытие принималось изотропным:

$$D_{11}^{кл} = D_{22}^{кл}, D_{12}^{кл} = D_{21}^{кл}, D_{11}^{кл} = E_{кл} h_{кл}^2 / (1 - n_{кл}^2), D_{12}^{кл} = n_{кл} D_{11}^{кл}, \quad (16)$$

Для ткани использовались соотношения (5).

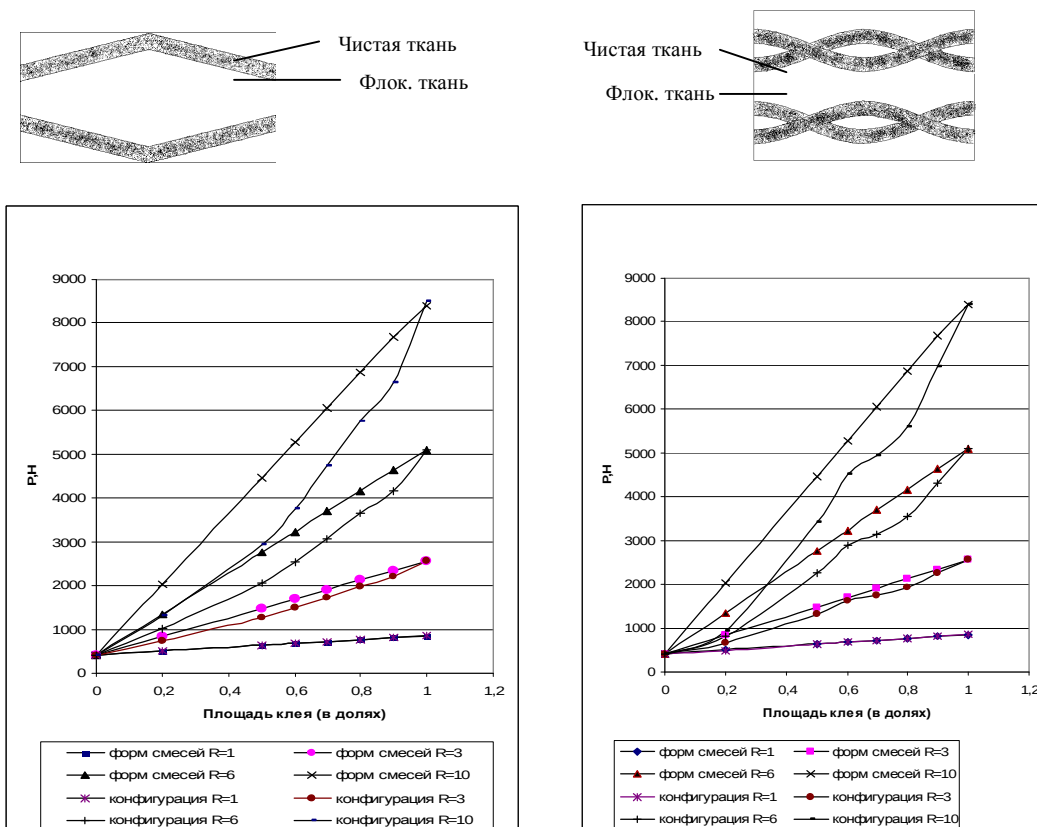


Рис. 4. Графики зависимостей силы P , необходимой для удлинения образца на 20 %, от удельной площади флокированной части ткани по упрощенной методике и по методике, учитывающей конфигурацию рисунка флокированной части

Как показала обработка экспериментальных данных при определении жесткости тканевого композитного материала путем осреднения жесткостей ткани и клея по толщине, теория смесей (15) не позволяет определить параметры $D^{кл}$ с приемлемой точностью по невязке экспериментальных и численных результатов. Поэтому для вычисления жесткостей флокированной ткани в зависимости от толщины клея необходимо применить другие подходы. Наиболее простым является метод разложения этих соотношений в ряд по степеням толщины сырого клея $h^{кл}$.

Поскольку в вышеприведенных экспериментах получены жесткостные характеристики только для двух случаев (для исходной ткани и для ткани, у которой толщина сырого клея $h^{кл}$ составляет 0.2 мм), то можно использовать полином лишь 1-ого порядка.

Тогда жесткостные характеристики для флокированной ткани можно представить в виде:

$$\begin{aligned} D_{11}(h^{кл}, e_{11}) &= (8 + 43000e_{11}^2) \cdot \frac{0.2 - h^{кл}}{0.2} + (26 + 55500e_{11}^2) \cdot \frac{h^{кл}}{0.2}, \\ D_{22}(h^{кл}, e_{22}) &= (3.5 + 3500e_{22}^2) \cdot \frac{0.2 - h^{кл}}{0.2} + (6 + 4100e_{22}^2) \cdot \frac{h^{кл}}{0.2}, \\ D_{33}(h^{кл}, g_{12}) &= (0.17 + 1945g_{12}^4) \cdot \frac{0.2 - h^{кл}}{0.2} + (0.27 + 2355g_{12}^4) \cdot \frac{h^{кл}}{0.2}, \\ D_{12}(h^{кл}) &= 0.978 \cdot \frac{0.2 - h^{кл}}{0.2} + 0.978 \cdot \frac{h^{кл}}{0.2}, \end{aligned} \quad (17)$$

где $h^{кл}$ – толщина сырого клея.

Заключение

Разработанная методика определения жесткостных характеристик флокированной ткани по результатам испытаний образцов, вырезанных под разными углами ($0^\circ, 90^\circ, 30^\circ, 45^\circ$) к основе при различных растягивающих усилиях, позволила провести анализ влияния флокирования на ее механические характеристики. Выявлено, что теория смесей при осреднении свойств тканей и клея по толщине не позволяет определить жесткостные характеристики с приемлемой точностью. Определены границы применимости теории смесей при проведении осреднения механических характеристик по площади флокированной ткани.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдуллин И.Ш., Хамматова В.В. Влияние потока низкотемпературной плазмы на свойства текстильных материалов. – Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 2003. – 216 с.
2. Каюмов Р.А., Абдуллин И.Ш., Серазутдинов М.Н., Хамматова В.В., Мухамедова И.З., Кумпан Е.В., Шакирова А.М. Физически нелинейная модель тканевых материалов, обработанных в потоке высокочастотной плазмы // Вестник КГТУ, – Казань, 2010, № 6. – С. 42-53.
3. Абдуллин И.Ш., Хамматова В.В., Кумпан Е.В. Экспериментальные исследования влияния плазмы ВЧЕ разряда на адгезионные свойства композиционных материалов // Прикладная физика. – М.: РАН ВАК, 2005, № 6. – С. 92-94.
4. Хамматова В.В. Исследование физико-механических характеристик текстильных материалов после воздействия ВЧЕ разряда // Изв. вузов. Технология текстил. пром-ти, 2005, № 1. – С. 22-25.
5. Хамматова В.В. Влияние плазмы ВЧЕ разряда на структуру и физико-механические свойства текстильных волокон // Химические волокна, 2005, № 4. – С. 47-49.
6. Серазутдинов М.Н., Каюмов Р.А., Хамматова В.В. Расчет деформационных свойств текстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, 2006, № 5. – С. 34-38.
7. Каюмов Р.А., Нежданов Р.О., Тазюков Б.Ф. Определение характеристик волокнистых композитных материалов методами идентификации. – Казань: Изд-во КГУ, 2005. – 258 с.
8. Образцов И.Ф., Савельев Л.М., Хазанов Х.С. Метод конечных элементов в задачах строительной механики летательных аппаратов. – М.: Высшая школа, 1985. – 329 с.

REFERENCES

1. Abdullin I.Sh., Hammatova V.V. Effect of low temperature plasma flow on the properties of textile materials. – Kazan: Publishers KGU, 2003. – 216 p.
2. Kayumov R.A., Abdullin I.Sh., Serazutdinov M.N., Hammatova V.V., Muhamedova I.Z., Kumpan E.V., Shakirova A.M. Physical nonlinear model of fabric materials, processed in a stream of high-frequency plasma. // Bulletin of the Kazan Technological University. – Kazan: KGTU, 2010, № 6. – P. 42-53.
3. Abdullin I.Sh., Hammatova V.V., Kumpan E.V. Experimental study the effect of plasma discharge on yester adhesive properties of composite materials // Applied Physics. – M.: RAN VAK, 2005, № 6. – P. 92-94.
4. Hammatova V.V. Investigation of physical and mechanical properties of textile materials after exposure to yester discharge // Izvestiya Vuzov. Technology of Textile Industry, 2005, № 1. – P. 22-25.
5. Hammatova V.V. Influence of plasma yester discharge on the structure and mechanical properties of textile fibers // Chemical fibers, 2005, № 4. – P. 47-49.
6. Serazutdinov M.N., Kayumov R.A., Hammatova V.V. Calculation of the deformation properties of textile materials // Izvestiya Vuzov. Technology of Textile Industry, 2006, № 5. – P. 34-38.
7. Kayumov R.A., Neshdanov R.O., Tazyukov B.F. Defining characteristics of fibrous composite materials by means of identification. – Kazan: Publishers KGU, 2005. – 258 p.
8. Obrazcov I.F., Savelev L.M., Hazanov H.S. Finite element method in problems of structural mechanics of aircraft. – M.: High school, 1985. – 329 p.

УДК 691.32

Кононова О.В. – кандидат технических наук, доцент**Черепов В.Д.** – аспирант, ассистент**Солдатова Е.А.** – аспирант, ассистентE-mail: ksmts@marstu.net**Марийский государственный технический университет**

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОТСЕВОВ ДРОБЛЕНИЯ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД

АННОТАЦИЯ

Разработана технология изготовления композиционного материала на основе модифицированных отсевов дробления карбонатных пород.

Технология предполагает применение в качестве модификатора 1-процентного водного раствора фтористоводородной кислоты. Модификация отсевов дробления карбонатных пород производится методом смачивания до формовочной влажности непосредственно перед применением. В качестве основного вяжущего применялся портландцемент. Изучено влияние рецептурно-технологических факторов на формирование структуры композиционного материала.

Внедрение результатов исследования будет способствовать решению проблемы утилизации отсевов дробления карбонатных пород.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: композиционный материал, мелкозернистый бетон, отсевы дробления карбонатных пород, химическая модификация.

Kononova O.V. – candidate of technical sciences, associate professor**Cherepov V.D.** – post-graduate student, assistant**Soldatova E.A.** – post-graduate student, assistant**Mary State Technical University**

COMPOSITE MATERIALS BASED ON MODIFIED CARBONACEOUS ROCK CRUSHING SCREENINGS

ABSTRACT

Composite materials based on modified carbonaceous rock crushing screenings production technology is developed. This technology suggest the use of 1-percent aqua hydrofluoric acid as the modifier. Carbonaceous rock crushing screenings modification is made by wetting up to forming dampness method before the application. The Portland cement is used as the basic binding agent. Composite material formation structure and technology factors dependence is analyzed.

The introduction of investigation results will make the carbonaceous rock crashing screenings utilization problem solved.

KEYWORDS: the composite material, sand concrete, the carbonaceous rock crashing screenings, chemical modification.

Одной из актуальных задач, требующих решения в области производства строительных материалов, является разработка и внедрение высокоэффективных, ресурсосберегающих, безотходных технологий, ориентированных на максимальное использование местного минерального сырья. [1, 6]. В рамках этой проблемы заслуживает внимания вопрос применения осадочных пород, в том числе карбонатных. На территории России природные запасы этого минерального сырья широко распространены. Комплексное использование карбонатных пород – относительно редкое явление в силу его высокой неоднородности.

В таблице приведены сведения о свойствах карбонатных пород Республики Марий Эл [2].

Таблица

Карбонатные породы Республики Марий Эл

№ п/п	Наименование месторождения	Химический состав, %: CaCO ₃ MgCO ₃		Средняя плотность, кг/м ³	Предел прочности при сжатии, МПа	Водопоглощение, %
1	Иван-Солинское	74,4-85,09	18,72-9,88	2140-2180	23,5-93,04	0,72-16,8
2	Коркатовское	57,11-60,00	11,00-32,68	1900-2610	11,7-91,30	0,60-14,3
3	Новоторьяльское	50,73-95,76	1,46-45,35	780-2250	43,5-44,9	5,3-6,6
4	Помашьяльское	60,08-97,06	5,46-34,46	1760-2710	30,0	0,5-10,0
5	Пумерское	82,16	9,98-11,44	1770-2630	20,0-100,0	1,45-12,20
6	Чукшинское	60,29-87,82	4,45-34,67	2000-2600	30,0-40,0	0,5-10,0
7	Юрдурское	51,94-98,74	1,15-40,15	1570-2630	10,0-60,0	0,5-18,8
8	Шуледурское	94,06	3,13	1830-2690	10,6-108,9	0,5-9,0

Приведенные сведения показывают, что карбонатные породы месторождений РМЭ отличаются исключительно высокой неоднородностью не только по плотности и прочности, но и по минералогическому составу. Применение карбонатных пород в качестве щебня для бетонов без сортировки по плотности и прочности не целесообразно. Содержание магнезитов в пределах одного месторождения отличается на десятки процентов. Это сдерживает использование местных карбонатных пород в производстве извести, цемента и силикатных изделий.

При разработке карбонатных пород на щебень образуется значительное количество отсеков дробления. Одним из освоенных направлений утилизации отсеков дробления осадочных карбонатных пород в Республике Марий Эл является производство доломитовой муки для сельского хозяйства и минерального порошка для асфальтовых бетонов [4]. Расширение производства строительных материалов на основе экологически чистых карбонатных пород – одно из перспективных направлений по причине высокой материалоемкости строительной отрасли и экологических требований к строительным материалам. В настоящее время появилось достаточно много новых научно-практических разработок и рекомендаций по применению осадочного минерального сырья в производстве строительных материалов. Особого внимания заслуживают идеи получения полимер-песчаных композиций, применения фильтр-прессования при формовке изделий, применения осадочных пород в смешанных вяжущих, применения модифицирующих и поверхностно-активных добавок в рецептурах бетонов и многокомпонентных строительных смесей [5].

Изучены условия эффективности применения отсеков дробления карбонатных пород (ОДКП) в производстве мелкозернистого бетона.

В исследованиях применялись ОДКП Коркатовского карьера РМЭ с содержанием магнезитов 28,3 % и общим содержанием карбонатов кальция и магния 82,1 %. Зерновой состав отсеков дробления характеризовался содержанием частиц менее 0,16 мм около 35 %. В качестве вяжущего применялся портландцемент ПЦ 400 Новоульяновского цементного завода.

Исследовались закономерности структурообразования мелкозернистого бетона с добавками ОДКП. Отсевы дробления вводились взамен части песка от 0 до 50 % по массе. С целью снижения водопотребности бетонных смесей применялись химические добавки с водоредуцирующим эффектом – суперпластификатор С-3 и полифункциональная добавка Лигнопан-Б2.

Из смесей формовались образцы – кубы с ребром 70 мм, которые уплотнялись вибрацией в течение 20 с и твердели в нормальных условиях в течение 28 суток. Для составов, содержащих суперпластификатор С-3 в количестве 1 % от массы цемента, получена регрессионная полиномиальная модель зависимости прочности композиционного материала, МПа от содержания цемента (X_1) от 10 до 30 % и частичной замены песка отсевами дробления карбонатных пород (X_2) от

0 до 50 %. При доверительной вероятности 95 % модель имеет вид:

$$Y_1 = 18.9 + 13.3X_1 + 3.5X_2 - 3.3X_1X_2 \quad (1)$$

Математическая модель зависимости прочности от исследуемых параметров в присутствии полифункциональной химической добавки Лигнопан-Б2 имеет вид:

$$Y_2 = 26.7 + 15.6X_1 - 2.5X_2 - 4.4X_1^2 - 2.4X_2^2 - 2.3X_1X_2 \quad (2)$$

Геометрический образ моделей прочности, соответствующей классам бетона, приведен на рис. 1.

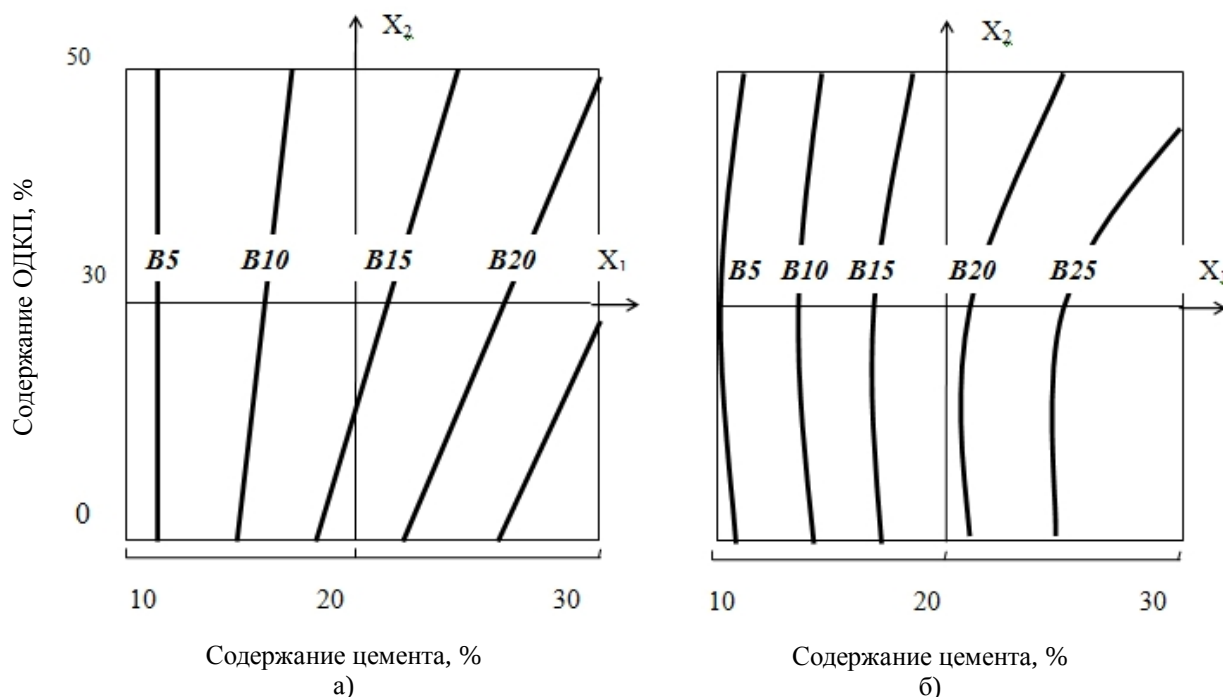


Рис.1. Диаграмма прочности мелкозернистого бетона при частичной замене песка отсевами дробления карбонатных пород в координатах
Содержание цемента, % / Содержание ОДКП при частичной замене песка, %, в присутствии водоредуцирующих добавок: а) 1 % суперпластификатора С-3; б) 1,5 % Лигнопана-Б2

В пределах факторного пространства и в присутствии химических добавок – суперпластификаторов были получены составы мелкозернистого бетона классов В 3,5...В 25.

Химические добавки способствовали понижению водопотребности бетонных смесей и росту прочности в среднем на 15 %. С точки зрения расхода цемента добавка Лигнопан-Б2 оказалась сравнительно более эффективной, чем суперпластификатор С-3. Введение добавки Лигнопан-Б2 в составы с содержанием цемента 20...30 % способствовало приросту прочности вибрированных образцов на 17...18 %. Водопотребность бетонных смесей за счет введения добавки Лигнопан-Б2 понизилась в среднем на 10...11 %. В составах, содержащих 10 % цемента, водоредуцирующий эффект добавок практически не проявился, но при равной водопотребности и удобоукладываемости малоцементные составы за счет добавок повысили прочность на 20...30 %. Как видно на рис. 1, эффективность использования ОДКП зависит от содержания цемента в композиционном материале. При содержании цемента 10 % замена песка до 50 % отсевами дробления не только не снижает прочность мелкозернистого бетона, но и улучшает его структуру. В присутствии добавки Лигнопан-Б2 и при содержании цемента до 25 % введение ОДКП методом замены до 25 % песка также не снижает прочность композиций. В присутствии добавки С-3 и при повышении содержания цемента свыше 10 % введение ОДКП снижает прочность составов в силу их повышенной вязкости и водопотребности. В присутствии добавки Лигнопан-Б2 введение ОДКП свыше 20 % приводит к аналогичному результату. Таким образом, анализ результатов исследования показывает, что наиболее

целесообразной областью использования ОДКП в мелкозернистом бетоне, изготавливаемом по вибрационной технологии, являются составы с низким содержанием цемента. Низкая прочность этих составов из пластичных смесей сильно ограничивает область их использования.

На основании выполненных исследований принято решение рассмотреть возможность применения отсевов дробления карбонатных пород без добавок природного песка в прессованных цементных композициях по технологии грунтобетона, которая позволяет формировать жесткие смеси.

Исследовано влияние содержания цемента от 10 до 30 % (X_1) и прессующего давления в пределах от 5 до 15 МПа (X_2) на формирование прочности композиционного материала на основе отсевов дробления карбонатных пород. Исследования выполнены с применением Новоульяновского портландцемента марки ПЦ 400 Д 20. Водосодержание смесей составляло 12 % от массы сухих материалов, что обеспечивало ее удовлетворительную формуемость в рамках заданной технологии прессования. Из смесей изготавливались образцы цилиндрической формы диаметром 50 мм и высотой 50 мм. Образцы твердели 28 суток во влажной среде, после чего контролировалась их прочность при сжатии.

По результатам эксперимента получена регрессионная математическая модель зависимости прочности при сжатии композиционного материала от исследуемых параметров, которая при уровне значимости 0,05 имеет вид:

$$Y_3 = 9.4 + 7.6X_1 + 1.1X_2 - 3.0X_1^2 \quad (3)$$

На рис. 2 приведен геометрический образ модели (3).

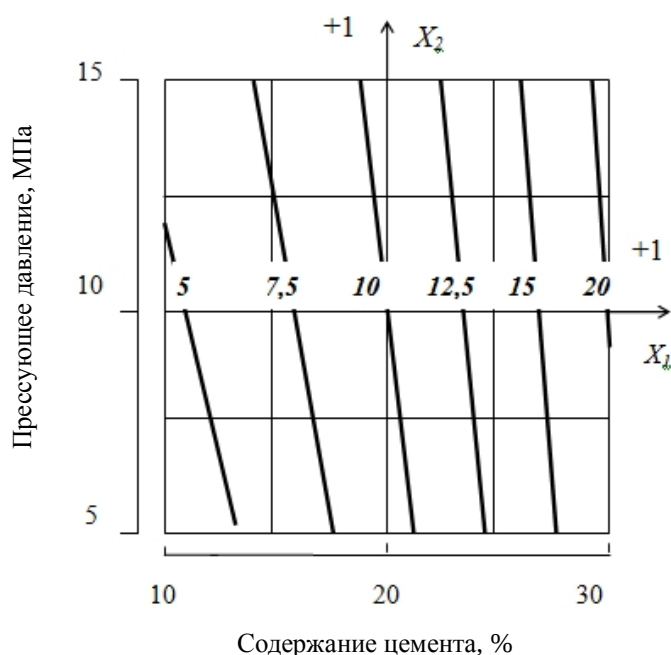


Рис. 2. Диаграмма предельной прочности при сжатии, МПа, композиционного материала на основе ОДКП в координатах: X_1 — содержание цемента, % от массы твердых компонентов/
 X_2 — прессующее давление, МПа

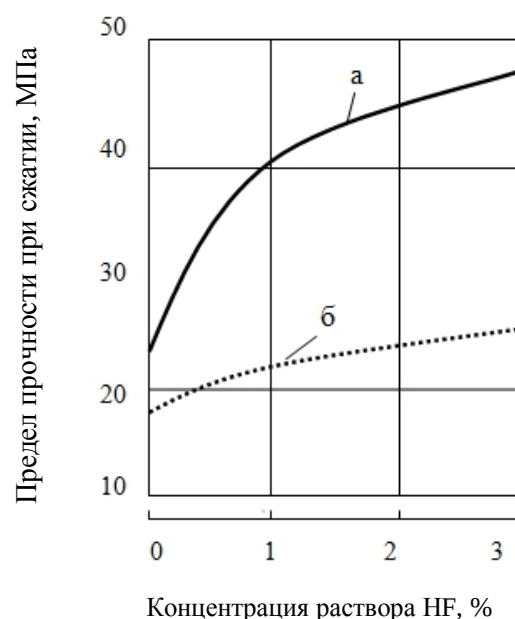


Рис. 3. Зависимость прочности прессованных композиционных материалов на основе ОДКП, модифицированных раствором HF, при содержании цемента: а) 50 %, б) 20 %

Анализ модели показывает, что в заданном диапазоне варьирования переменных факторов методом прессования на основе ОДКП может быть получен композиционный материал с пределом прочности при сжатии 5...25 МПа. При использовании метода прессования прочность составов определяется не только содержанием цемента, но величиной прессующего давления. Увеличение прессующего давления с 5 до 15 МПа при расходе цемента 10 % способствовало росту прочности с 3,5 до 6,5 МПа, то есть почти вдвое. При расходе цемента 20 % повышение прессующего давления увеличило прочность с 9,0 до 10,8, то есть на 30 %.

С целью дальнейшего повышения прочности прессованного композиционного материала предпринято химическое модифицирование отсевов дробления карбонатных пород. Перед перемешиванием компонентов отсева дробления карбонатных пород увлажнялись 1...3-процентным водным раствором HF до влажности 12 %. Обработанные ОДКП перемешивались с портландцементом и водой так, чтобы влажность всей сырьевой смеси составляла 12 % от массы сухих материалов. Модификация ОДКП сначала обеспечивает химическое взаимодействие модификатора с карбонатным наполнителем с образованием фторидов, а затем оказывает влияние на формирование структуры прессованного материала на стадии твердения цемента.

Из сырьевой смеси под давлением 15 МПа прессовались образцы цилиндрической формы высотой 50 мм и диаметром 50 мм. Образцы твердели в нормальных условиях 28 суток, после чего определялась их прочность при сжатии. Зависимость прочности при сжатии образцов от концентрации модифицирующей добавки представлена на рис. 3.

В сравнении с образцами, не содержащими модификатор, прочность композиционного материала с модификатором в виде 3-процентного водного раствора HF возросла на 36...104 %. При содержании цемента 20 % от твердых компонентов прочность при сжатии состава повысилась до 25 МПа, а при содержании цемента 50 % прочность повысилась с 23,9 до 48,8 МПа. Химическое взаимодействие на границе фаз обеспечило образование прочных и водостойких соединений CaF_2 и MgF_2 не только от взаимодействия модификатора с карбонатными породами, но и от взаимодействия с гидроксидом кальция, выделяющимся при твердении цемента. Под влиянием химического модификатора уплотняется структура композиционного материала. Исследование водопоглощения материала показало, что при содержании цемента 20 % модификация способствовала снижению водопоглощения с 16 % до 14 %, а при содержании цемента 50 % водопоглощение снизилось с 8,0 до 5,1 %.

Графическая зависимость прочности композиционных материалов на основе модифицированных ОДКП от концентрации раствора HF позволила установить, что наиболее интенсивно нарастание прочности модифицированного композиционного материала происходит при повышении концентрации раствора HF до 1 %, что с точки зрения экономичности и технического эффекта принято за оптимальную концентрацию. Дальнейшие исследования структурообразования композиционного материала были выполнены на ОДКП, модифицированных раствором HF 1-процентной концентрации. Формовка образцов выполнялась при давлении 15 МПа. Исследовано влияние расхода цемента, формовочной влажности и содержания метилцеллюлозы на свойства прессованного композиционного материала на основе ОДКП, предварительно модифицированных 1-процентным раствором HF. Исследования выполнены на среднеалюминатном цементе Новоульяновского цементного завода с удельной поверхностью 350 м²/кг. Прессованные образцы-цилиндры диаметром 50 мм и высотой 50 мм подвергались мягкому режиму тепловлажностной обработки при 40°C в течение 18 ч, после чего высушивались при 105°C и через сутки контролировалась их прочность при сжатии.

Для исследования применен трехфакторный близкий к D-оптимальному математический план эксперимента на кубе типа В₃. В качестве переменных факторов были приняты рецептурные параметры, в процентах от массы твердых компонентов: X_1 – содержание цемента в интервале 10...50 %, X_2 – формовочная влажность смеси в пределах 11...13 %, X_3 – содержание метилцеллюлозы, от 0,04 до 0,5 %. На основании проведенных исследований получена регрессионная модель зависимости прочности материала от исследуемых факторов. При уровне значимости 0,05 модель имеет вид:

$$Y_2 = 25.0 + 12.6X_1 + 1.2X_2 - 1.2X_3 - 1.3X_1^2 - 2.3X_1X_3 \quad (4)$$

Анализ математической модели показывает, что все три переменных фактора значимы. Наиболее существенное влияние на формирование свойств композиционного материала оказывает фактор X_1 , что объяснимо с учетом широкого диапазона его варьирования. Фактор X_2 влияет на

показатель прочности линейно и приводит к выводу о том, что повышение формовочной влажности смесей с 11 до 13 % улучшает формуемость смеси при выбранном прессующем давлении.

Влияние содержания метилцеллюлозы (фактор X_3) не однозначно, модель содержит эффект взаимодействия, что дает основание считать, что влияние метилцеллюлозы на прочность композиционного материала зависит от содержания цемента.

Геометрический образ регрессионной модели (4) приведен на рис. 4.

На рис. 4а изображена диаграмма зависимости прочности при сжатии от содержания цемента и метилцеллюлозы при формовочной влажности 12 %.

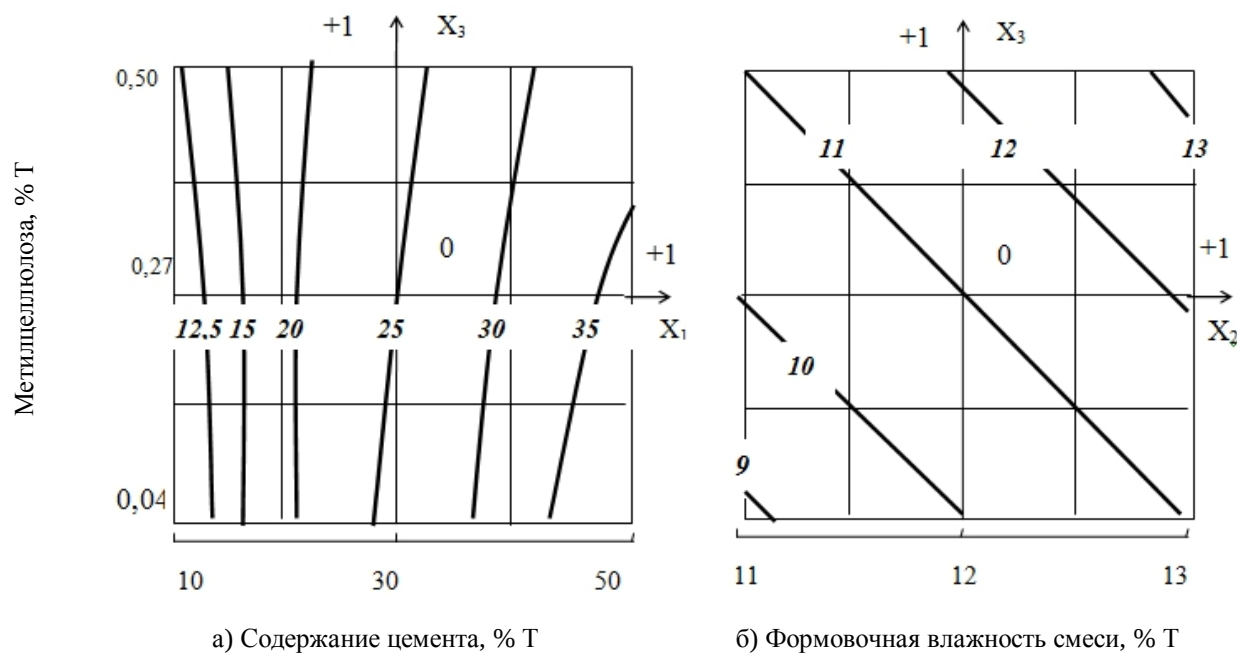


Рис.4. Диаграмма зависимости прочности композиционного материала на основе ОДКП, предварительно модифицированных 1 %-ным раствором HF в координатах:

а) Содержание цемента, % / содержание метилцеллюлозы, % от массы твердых компонентов (Т); б) Формовочная влажность смеси, % Т / содержание метилцеллюлозы

Анализ рис. 4а показал, что повышение содержания метилцеллюлозы с 0,04 до 0,5 % от массы твердых компонентов (Т) понижает прочность составов при содержании цемента 50 % на 18 %, а при содержании цемента 30 % – соответственно на 10 %. При расходе цемента 10 % повышение содержания метилцеллюлозы способствует увеличению прочности композиционного материала. На рис. 4б приведена диаграмма зависимости прочности при сжатии композиционного материала в координатах: формовочная влажность / содержание метилцеллюлозы для составов, содержащих 10 % цемента. Диаграмма показывает, что оптимизация смеси по содержанию формовочной влажности и метилцеллюлозы позволяет повысить прочность при сжатии материала с 8,8 МПа до 13,3 МПа. При оптимальной в диапазоне исследования формовочной влажности 13 % введение метилцеллюлозы повысило прочность составов на 20 %.

Выводы

1. Установлены границы эффективного использования отсеков дробления карбонатных пород в мелкозернистом бетоне с пониженным содержанием цемента методом частичной замены песка.
2. Изучены закономерности структурообразования прессованных композиционных материалов на основе ОДКП. Установлена возможность повышения их прочности при повышении давления прессования с 5 до 15 МПа, что особенно значимо для малоцементных составов. При расходе цемента 20 % увеличение прочности при сжатии материала с ростом прессующего давления составило 30 %.
3. Выявлено, что предварительная модификация отсеков дробления карбонатных пород 1 %-ным раствором фтористоводородной кислоты значительно повышает прочность цементных композиционных

материалов на их основе. Прирост прочности прессованных при давлении 15 МПа композиционных материалов, содержащих 20 % цемента, за счет модификации отсеков дробления составил 28 %.

4. Для составов на основе модифицированных ОДКП, полученных прессованием при давлении 15 МПа, оптимальным, с точки зрения формирования прочности, признан расход воды 13 % от массы твердых компонентов.

5. Положительное влияние добавки метилцеллюлозы на формирование прочности прессованных композиционных материалов на основе модифицированных ОДКП установлено только для малощелочных составов с содержанием цемента 10 %, прочность которых увеличилась на 20 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кононова О.В., Черепов В.Д., Солдатова Е.А. О комплексном использовании местных сырьевых ресурсов // Программа. Тезисы докладов 62-й респ. конф. по пробл. арх-ры и стр-ва. – Казань: КГАСУ, 2010. – 144 с.
2. Объяснительная записка к обзорной карте месторождений строительных материалов Марийской АССР / Сост. М.Д. Сычева, А.И. Белянина, А.В. Гришанина. – М.: Геологический фонд РФ, 1984. – 127 с.
3. Пат. № 2386532 Российская Федерация. МПК В28В 3/00, С04В 28/04, С04В 111/27 Способ получения искусственного строительного камня / Кононова О.В., Черепов В.Д., Солдатова Е.А. и др.; заявитель и патентообладатель МарГТУ. Заявка. № 2008148466, приор. изобр. 08.12.2010 г. Зарегистр. 20.04.2010.
4. Салихов М.Г., Кононова О.В., Вайнштейн В.М. К вопросу о комплексном использовании карбонатных пород в производстве бетонов // Композиционные строительные материалы. Теория и практика: сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. – Пенза, 2002. – С. 301-303.
5. Сахаров Г.П. Экструдированный мелкозернистый бетон с повышенными качественными показателями // Бетон и железобетон, 2010, № 4. – С. 2-7.
6. Шелихов Н.С., Рахимов Р.З. Комплексное использование карбонатного сырья для производства строительных материалов // Строительные материалы, 2006, № 9. – С. 42-44.

REFERENCES

1. Kononova O.V., Cherepov V.D., Soldatova E.A. Complex using local raw material resources // Programme. Points of reports of 62nd Republic conference of architecture and construction problems – Kazan: KSACU, 2010. – 144 p.
2. Explanatory note for reviewing field map of Mariiskaya ASSR / Compilers. M.D. Sicheva, A.I. Belyanina, A.V. Grishanina. – M.: Geological archive of RF, 1984. – 127 p.
3. Patent № 2386532 Russian Federation. IPKB28B 3/00, C04B 28/04, C04B 111/27 Method of producing manufactured building stone / Kononova O.V., Cherepov V.D., Soldatova E.A. and others; applicant and patent holder is MarSTU. Application № 2008148466, date of priority 08.12.2010, date of filing 20.04.2010.
4. Salihov M.G., Kononova O.V., Vainshtein V.M. To the question of complex using of carbonate rock in concrete production // Composite building materials. Theory and practice: collection of scientific papers of international research-to-practice conference. – Penza, 2002. – P. 301-303.
5. Saharov G.P. Extruded sand concrete with increased quality factors // Concrete and reinforced concrete, 2010, № 4. – P. 2-7.
6. Shelichov N.S., Rachimov R.Z. Complex using of carbonate rock for producing building materials // Building materials, 2006, № 9. – P. 42-44.

УДК 661.683.3:661.844 032.25

Королев Е.В. – доктор технических наук, профессорE-mail: KorolevEV@mgsu.ru**Гришина А.Н.** – младший научный сотрудникE-mail: GrishinaAN@mgsu.ru**Московский государственный строительный университет**

ПАРАМЕТРЫ СОСТОЯНИЯ РАДИАЦИОННО-ЗАЩИТНЫХ ЖИДКОСТЕКОЛЬНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ОТВЕРЖДЕННЫХ ХЛОРИДОМ БАРИЯ

АННОТАЦИЯ

В работе представлены закономерности влияния количества хлорида бария и температуры твердения на параметры состояния жидкостекольных композитов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: параметры состояния, жидкое стекло, хлорид бария, структурообразование, защита от радиации.

Korolev E.V. – doctor of technical sciences, professor**Grishina A.N.** – junior research fellow**Moscow State University Civil Engineering**

STATUS VARIABLES OF THE RADIATION-PROTECTIVE MATER-GLASS-BASED BUILDING MATERIALS HARDENED BY BARIUM CHLORIDE

ABSTRACT

The regularities of influence of hardener's amount (barium chloride) and temperature of hardening to the state parameters of water glass composites are presented.

KEYWORDS: state parameters, water glass, barium chloride, structure forming, protection from radiation.

Радиационно-защитные свойства материалов определяются их химическим составом и плотностью упаковки образующейся структуры. Химический состав проектируют с учётом условий эксплуатации: вида ионизирующего излучения, его энергетических характеристик, теплового режима работы конструкции и т.д. Одним из эффективных вяжущих для защиты от смешанного гамма-нейтронного излучения является жидкое стекло, отверждённое хлоридом бария. Это обусловлено сочетанием в его составе химических элементов различной атомной массы [1]. Плотность образующейся структуры определяется особенностями структурообразования, протекающими при твердении. Эта характеристика позволяет не только прогнозировать защитные свойства вяжущего, но и механические свойства строительных материалов на его основе и их стойкость к воздействию различных эксплуатационных сред.

Средняя плотность жидкостекольных материалов зависит от вида продуктов реакции и степени их упаковки в объёме, которые определяются параметрами химической реакции. В общем случае особенности химического процесса (кинетические, геометрические, вид и характеристики продуктов) в основном зависят от концентрации компонентов (количества отвердителя, воды, жидкого стекла) и температурного режима твердения.

Влияние указанных факторов на среднюю плотность жидкостекольных материалов, отверждённых хлоридом бария, представлено на рис. 1.

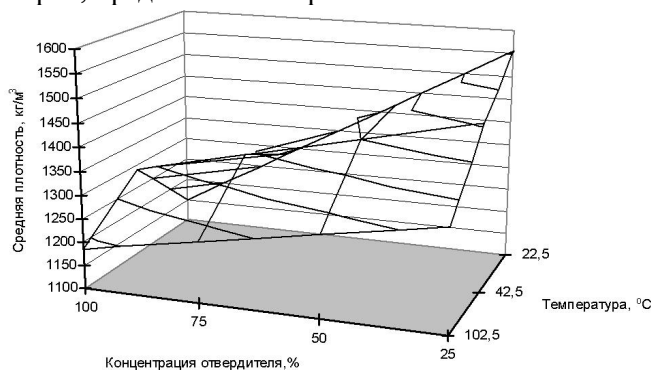


Рис. 1. Зависимость средней плотности жидкостекольных материалов от температуры твердения и количества отвердителя

Анализ процесса структурообразования в системе «жидкое стекло – хлорид бария» позволяет предположить, что средняя плотность материала будет увеличиваться прямо пропорционально количеству вводимого отвердителя

$$f_1 = a + bP,$$

где a – коэффициент, характеризующий среднюю плотность силикат-глыбы, кг/м³; b – коэффициент, характеризующий эффективность использования отвердителя, кг/(м³%); P – расход отвердителя, %.

Очевидно, что значения коэффициентов a и b зависят от условий твердения: модуля открытой поверхности образца, температурного режима и др.

Другим конкурирующим процессом, снижающим величину средней плотности, является формирование и деформирование сетки продуктов реакции [2]. Закономерно предположить, что плотность сетки будет нелинейно зависеть от количества отвердителя. Допустим:

$$f_2 = 1 + cP + dP^2,$$

где c, d – эмпирические коэффициенты.

Очевидно, что в процессе f_1 количество отвердителя является экстенсивным фактором (процесс f_1 характеризует увеличение массы единицы объёма материала), а в процессе f_2 – интенсивным фактором (процесс f_2 характеризует структуру материала). Отсюда средняя плотность жидкостекольного материала равна

$$\rho = \frac{f_1}{f_2} = \frac{a + bP}{1 + cP + dP^2}.$$

Значения эмпирических коэффициентов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Значения эмпирических коэффициентов

Температура твердения, °C	Значения эмпирических коэффициентов			
	a , кг/м ³	b , кг/(м ³ %)	$c \cdot 10^{-2}$, 1/%	$d \cdot 10^{-4}$, 1/(%) ²
20...25	1650,00	10,00	0,76	0,55
40...45	1510,00	0,21	0,27	0,06
100...105	1350,00	0,30	0,12	0,04

Значения процессов f_1 и f_2 приведены в табл. 2.

Таблица 2

Значения процессов f_1 и f_2

Температура твердения, °C	Процесс	Количество отвердителя, %			
		25	50	75	100
20...25	f_1	1900,00	2150,00	2400,00	2650,00
	f_2	1,25	1,52	1,88	2,31
40...45	f_1	1562,50	1615,00	1667,50	1720,00
	f_2	1,07	1,15	1,24	1,33
100...105	f_1	1357,50	1365,00	1372,50	1380,00
	f_2	1,03	1,07	1,11	1,16

Анализ табл. 2 показывает, что с повышением содержания отвердителя значения f_1 и f_2 закономерно увеличиваются. Причём процесс f_1 по сравнению с процессом f_2 менее чувствителен к изменению количества отвердителя. Об этом свидетельствуют зависимости изменения скорости процессов f_1 и f_2 от концентрации отвердителя:

$$\frac{df_1}{dP} = b; \quad \frac{df_2}{dP} = c + 2dP$$

Скорость процесса f_2 увеличивается с повышением содержания отвердителя, что свидетельствует о снижении плотности упаковки продуктов взаимодействия и локальном разрыхлении структуры. Это объясняется возникновением стерического эффекта (особенно при высоких концентрациях отвердителя), который препятствует протеканию химической реакции, а

также способствует образованию центров кристаллизации хлорида натрия, рост кристаллов которого способствует разрыхлению сформировавшейся сетки гидросиликатов бария.

С увеличением температуры процессы f_1 и f_2 замедляются. Несмотря на увеличение скорости химической реакции взаимодействия гидросиликата натрия и хлорида бария (закон Вант-Гоффа), испарение физической воды жидкого стекла является доминирующим процессом, замедляющим структурообразование.

Дополнительным подтверждением сложности процессов, протекающих при структурообразовании жидкостекольных материалов, отверждённых хлоридом бария, является анализ зависимости средней плотности от интегрального показателя – усадки. Учитывая особенности структурообразования жидкостекольных композитов, масса затвердевшего материала равна:

$$m = \sum_{i=1}^n m_i - \sum_{j=1}^m m_j ,$$

где m_i – масса i -го компонента смеси; m_j – масса j -го компонента, удаляющегося из смеси при твердении, а изменение его объёма (при $e = e_x = e_y = e_z$):

$$V = V_0(1 - \varepsilon)^3 ,$$

где V_0 – объём смеси; ε – линейная усадка материала.

Отсюда плотность материала равна:

$$\rho_{\tau} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i - \sum_{j=1}^m m_j}{(1 - \varepsilon)^3 \left[\sum_{i=1}^n \frac{m_i}{\rho_i} \right]} , \quad i = 1, 2, \dots, n, j = 0, 1, 2, \dots, m, i > j, n > m, \quad (1)$$

где ρ_{τ} – плотность композита; ρ_i – плотность i -го компонента смеси.

Предлагаемая формула учитывает рецептуру материала и его физические преобразования, причём опосредованно интенсивность физических воздействий, влияние химических и физико-химических особенностей продуктов химических реакций.

Результаты расчётов приведены на рис. 2.

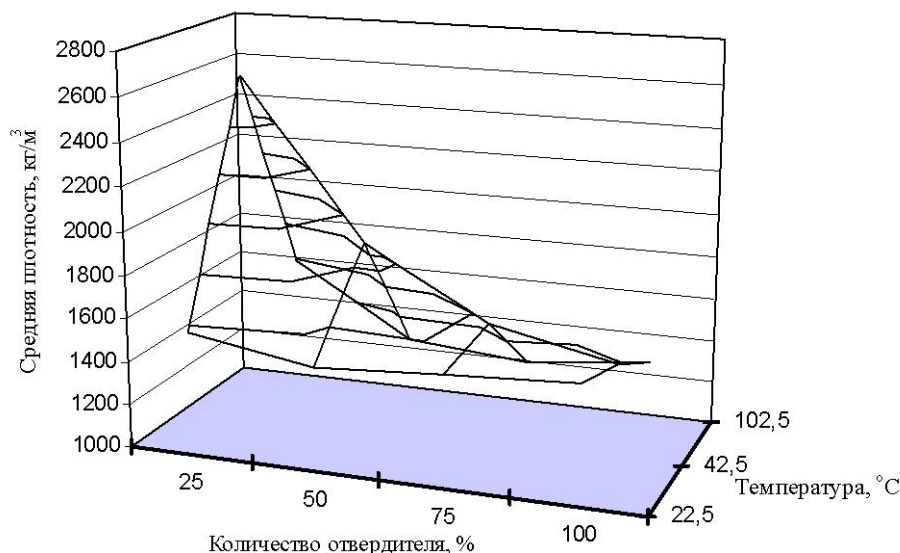


Рис. 2. Зависимость расчётной средней плотности жидкостекольных композитов, отверждённых хлоридом бария, от количества отвердителя и температуры твердения

Значения величины $\Delta\rho$, характеризующей отклонение расчётной плотности от экспериментальной, приведены на рис. 3.

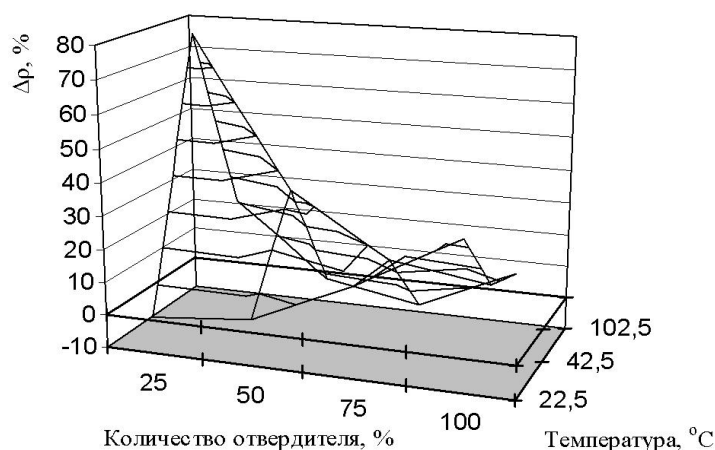


Рис. 3. Значение относительной разницы теоретически и экспериментально определённой средней плотности ($\Delta\rho = 100(\rho_t - \rho_{эк})\rho_{эк}^{-1}$, где ρ_t , $\rho_{эк}$ – соответственно, расчётная и экспериментальная средние плотности)

Анализ рис. 3 показывает, что интегральный показатель – линейная усадка – учитывающий при прочих равных условиях (при образовании продуктов одинакового химического состава) структурные преобразования, не позволяет однозначно объяснить влияние концентрации отвердителя и температуры твердения. Существенное отклонение расчётной плотности от экспериментальных значений свидетельствует о том, что при формировании однотипных структур образуются различные продукты взаимодействия. Так, в зависимости от химического состава плотность гидросиликатов бария варьируется в широком диапазоне от 2600 до 4850 кг/м³ [3]. Очевидно, что вид и строение образующихся гидросиликатов бария будут определяться рецептурными и технологическими факторами (количество отвердителя, содержание физической воды и температура).

Количество отвердителя определяет структуру материала и условия образования продуктов реакции. С увеличением количества отвердителя расстояние между его частицами уменьшается (рис. 4, а). При невысоком содержании отвердителя (до 20 %) расстояния между частицами отвердителя значительны (значения функции $d\left(\frac{h}{d_f}\right)/dP$ существенно изменяются, рис. 4, б).

Наблюдается практически полное растворение частиц отвердителя.

При дальнейшем увеличении количества хлорида бария (с 20 до 60 %) происходит изменение условий формирования структуры материала: частицы отвердителя располагаются на достаточно близких расстояниях и вследствие высокой скорости химической реакции образования гидросиликатов бария продукты реакции блокируют частицы отвердителя, затрудняя процесс их растворения. Дальнейший синтез гидросиликатов бария происходит в околочастичном пространстве, концентрация ионов бария в котором высока, что способствует образованию более плотных гидросиликатов бария [4], которые дополнительно блокируют поверхность частиц отвердителя. Структура жидкостекольного материала, содержащего до 60 % отвердителя, неоднородна и представлена отдельными плотными структурными элементами, состоящими из частиц отвердителя, окружённых слоем из гидросиликатов бария, связанных рыхлой сеткой нитевидных гидросиликатов бария.

Увеличение содержания отвердителя от 60 до 100 % не приводит к значимому изменению толщины слоя вяжущего между его частицами (рис. 4, а). При этом концентрация ионов бария на границе раздела фаз возрастает (рис. 4, б). Это приводит к увеличению толщины и плотности оболочки из гидросиликатов бария на частицах отвердителя, способствуя быстрому блокированию его поверхности. Поэтому количество нитевидных образований в межчастичном пространстве сокращается. Структура такого материала представлена частицами отвердителя, покрытыми плотными гидросиликатами бария, соединёнными между собой редкими нитевидными образованиями.

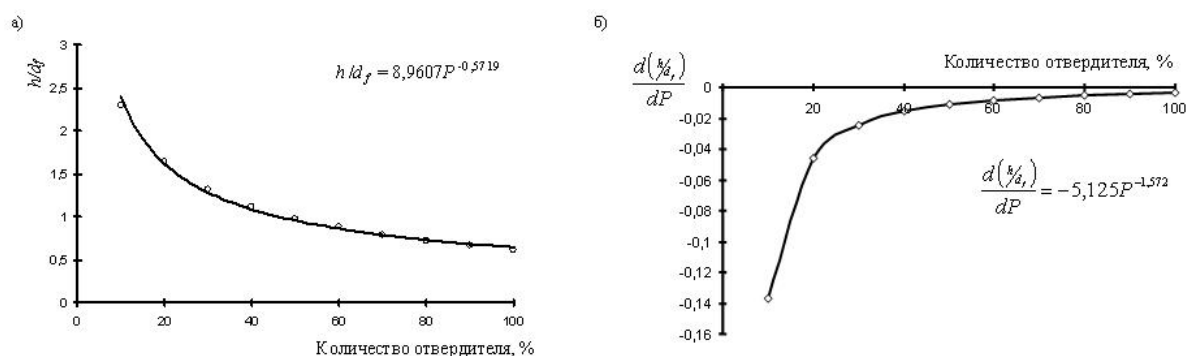


Рис. 4. Зависимость отношения толщины слоя жидкого стекла

к среднему диаметру частиц отвердителя h/d_f (а) и $\frac{d(h/d_f)}{dP}$ от содержания хлорида бария (б)

При увеличении температуры твердения растворимость хлорида бария возрастает [4], что ускоряет образование гидросиликатов бария. Это приводит к формированию однотипных структур материала, отверждённого при высоком расходе отвердителя, но при нормальной температуре твердения, и материала, твердеющего при повышенной температуре и меньшем содержании отвердителя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гришина А.Н., Королёв Е.В. Структурообразование и свойства композиции «жидкое стекло-хлорид бария» для изготовления радиационно-защитных строительных материалов // Научный вестник Воронежского ГАСУ «Строительство и архитектура», 2009, № 4 (16). – С. 70-77.
2. Королёв Е.В., Гришина А.Н. Основные принципы создания радиационно-защитных материалов. Определение эффективного химического состава // Известия КазГАСУ, 2009, № 1 (11). – С. 261-265.
3. Горшков В.С., Савельев В.Г., Абакумов А.В. Вяжущие, керамика и стеклокристаллические материалы: Структура и свойства. Справочное пособие. – М.: Стройиздат, 1994. – 584 с.: ил.
4. Гороновский И.Т., Назаренко Ю.П., Некряч Е.Ф. Краткий справочник по химии. – 5-ое изд., испр. и доп. – Киев: Наукова думка, 1987.

REFERENCES

1. Grishina A.N., Korolev E.V. The structurization and properties of the composition based on liquid glass and barium chloride under influence of modifier // Vестnik VGASU, 2009, № 4 (16). – P. 70-77.
2. Korolev E.V., Grishina A.N. The cardinal principles of the creation radiation and defensive material. determination of the efficient chemical composition // Izvestiya KSUAE, 2009, № 1 (11). – P. 261-265.
3. Gorshkov V.S., Savelev V.G., Abakumov A.V. Binders, cemamics and crystalline glass: structure and properties. Reference manual. – M.: Strouizdat, 1994. – 584 p.
4. Goronovsky I.T., Nazarenko Y.P., Nekrach E.F. Chemistry reference book. – Kiev: Naukova dumka, 1987.

УДК 691.327

Хохряков О.В. – кандидат технических наук, старший преподавательE-mail: olvik@list.ru**Морозов Н.М.** – кандидат технических наук, доцентE-mail: nikola_535@mail.ru**Хозин В.Г.** – доктор технических наук, профессорE-mail: khozin@kgasu.ru**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕЛЬНИЦ ПО РАЗМОЛОСПОСОБНОСТИ КВАРЦЕВОГО ПЕСКА И ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТИ В ЦЕМЕНТНЫХ БЕТОНАХ

АННОТАЦИЯ

Применение тонкодисперсных наполнителей в цементных бетонах позволяет улучшить их физико-механические характеристики. Как правило, их получают путем помола природных или техногенных материалов. В статье выполнена сравнительная оценка мельниц трех разных производителей по размолоспособности и продолжительности измельчения в них кремнеземистого наполнителя – кварцевого песка. На следующем этапе работы исследована его техническая эффективность в цементных бетонах. На основании результатов гранулометрического распределения частиц, активности по отношению к гидратной извести и прочности цементных бетонов показано, что эффективность кварцевого песка выше при его измельчении в виброшаровых мельницах.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: наполнители, гранулометрический состав, цементный бетон, измельчение.

Khohryakov O.V. – candidate of technical science, senior lecturer**Morozov N.M.** – candidate of technical science, associate professor**Khozin V.G.** – doctor of technical science, professor**Kazan State University of Architecture and Engineering**

COMPARATIVE ESTIMATION OF MILLS BY EFFICIENCY IT IS THIN THE GROUND FILLER IN CEMENT CONCRETE

ABSTRACT

Application is thin disperse fillers in cement concrete allows to improve their physicomachanical characteristics. As a rule, fillers receive by a grinding of natural or technogenic materials. In article the comparative estimation of mills of three different manufacturers by efficiency of a filler – ground quartz sand in cement concrete is executed. On the basis of positive results of distribution of particles in the diameters, to activity in relation to a lime and durability of cement concrete it is shown that efficiency of quartz sand above at crushing in vibrating spherical mills.

KEYWORDS: fillers, grain structure, cement concrete, crushing.

Широко распространенным приемом улучшения структуры и свойств цементных бетонов является использование тонкодисперсных наполнителей [1]. В зависимости от химической природы и происхождения их действие проявляется весьма разносторонне: обеспечивается возможность химического взаимодействия с продуктами гидратации цемента и упрочнения цементного камня, уплотняется структура цементного камня, улучшаются реологические свойства цементных бетонов и др.

Применяемые для получения порошковых наполнителей помольные агрегаты весьма разнообразны. От вида мельницы и способа разрушения исходных зерен зависит техническая эффективность наполнителей в цементных бетонах. Это связано, главным образом, с особенностями поверхности частиц измельченного наполнителя и его гранулометрическим составом.

Под измельчением твёрдых тел понимается направленное уменьшение их первоначальных размеров в результате механического воздействия. В производстве минеральных добавок и наполнителей применяется механическое измельчение, приводящее к образованию дисперсных систем, или порошков [2]. Разрушение твёрдых тел может производиться различными способами, наиболее распространёнными из которых являются: раздавливание, истирание, изгиб, раскалывание.

Обычно в размольных машинах или мельницах разрушение твёрдого тела происходит несколькими способами в результате комбинированного воздействия, но преобладающими являются один или два способа. Исходя из физических свойств твёрдого тела, выбирается наиболее оптимальный способ его разрушения. Однако, помимо физических свойств материала на выбор механизма измельчения, реализующего наиболее оптимальный способ разрушения, оказывает влияние исходный размер твёрдого тела и, в большей степени, требуемый размер частиц конечного продукта. При этом наполнители с одинаковой степенью измельчения могут отличаться по морфологии зерен и гранулометрическому составу [2, 3, 4].

Целью нашей работы явилась сравнительная техническая оценка мельниц трех разных производителей по размолоспособности в них кварцевого песка до удельной поверхности $600 \text{ м}^2/\text{кг}$ и изучение его влияния на свойства цементных бетонов. Для помола использованы следующие мельницы: вибрационно-шаровые СМВ-0,005 (производитель ООО «Консит-А») и СВМ-3 (производитель ООО «Опытный завод со специальным бюро»), а также пружинная с истирающе-сдавливающим способом измельчения. Начальная удельная поверхность кварцевого песка составляла $5 \text{ м}^2/\text{кг}$.

Первоначально выполнена сравнительная оценка лабораторных мельниц по следующим техническим показателям: мощность привода (Вт), энергозатраты N (кВт·ч/кг), коэффициент размолоспособности КР ($\text{м}^2/\text{ч}$), удельные энергозатраты на единицу поверхности $N/\Delta S_{\text{уд}}$ (Вт·ч/м²). Размолоспособность КР рассчитана путем умножения изменения удельной поверхности от начального ($5 \text{ м}^2/\text{кг}$) до конечного ($600 \text{ м}^2/\text{кг}$) значения на массу навески, кг, и их делением на продолжительность измельчения, ч.

Таблица 1

**Сравнительная техническая эффективность лабораторных мельниц
на примере помола кварцевого песка**

№ п/п	Вид помольного агрегата	Значения технических показателей						
		мощность привода, Вт	$\Delta S_{\text{уд}}$, $\text{м}^2/\text{кг}$	масса навески, кг	время помола, ч	КР, $\text{м}^2/\text{ч}$	N , Вт·ч/кг	$N/\Delta S_{\text{уд}}$, Вт·ч/м ²
1	СМВ-0,005	550	595	1,5	4	225	1380	2,3
2	Пружинная мельница	1500		0,2	0,083	1428	375	0,63
3	СВМ-3	3000		3,0	0,333	5355	180	0,3

Как следует из табл. 1, наименее энергоемкой и с большей эффективностью по размолоспособности является мельница СВМ-3. Менее эффективными оказались СМВ-0,005 и пружинная мельница. Очевидно, что это связано не только со способом помола в данных мельницах, но также и с объемом измельчаемого материала. При увеличении объема мельницы чаще всего увеличивается ее энергоэффективность.

Оценку гранулометрического распределения частиц измельченного песка кварцевого выполняли с помощью лазерного анализатора Horiba LA-950V2 с диапазоном измерения от 0,01 до 3000 мкм. Исследования проводили на низкоконтентированных суспензиях наполнителя (~0,6 %) в дистиллированной воде. Для разрушения крупных агрегатов и скоплений частиц суспензии подвергали ультразвуковой обработке в течение одной минуты. Результаты определения представлены на рис. 1 и в табл. 2.

Как следует из рис.1, вид кривых распределения идентичен. Они имеют три максимума с диапазоном частиц для левой «ветви» 0,22-1,7 мкм, среднего диапазона 1,7-9 мкм и правой «ветви» 9-116 мкм. Несмотря на схожесть кривых, содержание крупных и мелких частиц и преобладающий размер в каждом из указанных интервалов отличаются (табл. 2). Как видно, с наибольшим содержанием мелких частиц оказался кварцевый песок, измельченный в мельнице СВМ-3.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что независимо от вида и направления ударной нагрузки разрушение зерен песка происходит строго по одним и тем же дефектным зонам. Различие в соотношении мелких и крупных частиц, вероятно, связано лишь со скоростью «раскрытия» одних дефектных зон по отношению к другим.

Весьма информативным показателем эффективности измельченного кварцевого песка является его способность к поглощению гидратной извести ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Методика её определения, описанная в [5], заключается в оценке доли связанной извести песком (в пересчете на CaO) из её насыщенного раствора в течение 30 сут. Кварцевый песок был измельчен до $S_{\text{уд}}=600 \text{ м}^2/\text{кг}$. Результаты определения приведены на рис. 2.

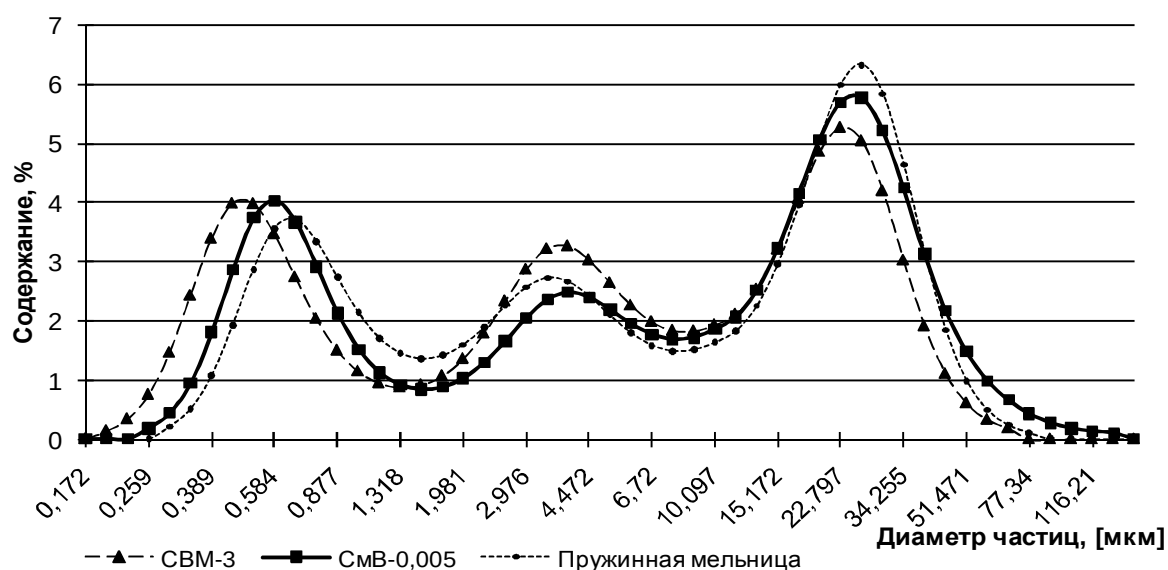


Рис. 1. Распределение частиц по размерам измельченного кварцевого песка

Таблица 2

Содержание и преобладающий размер частиц в измельченном кварцевом песке

№ п/п	Вид помольного агрегата	Содержание частиц, %, размером, мкм			Преобладающий размер частиц в каждом максимуме, мкм		
		0,22-1,7 (левая ветвь)	1,7-9 (средний максимум)	9-116 (правая ветвь)	0,22-1,7 (левая ветвь)	1,7-9 (средний максимум)	9-116 (правая ветвь)
1	СВМ-0,005	28,0	22,6	49,4	0,64	4,5	30,1
2	Пружинная мельница	28,0	24,6	47,4	0,71	4,1	32,0
3	СВМ-3	31,2	28,4	40,4	0,55	4,2	25,1

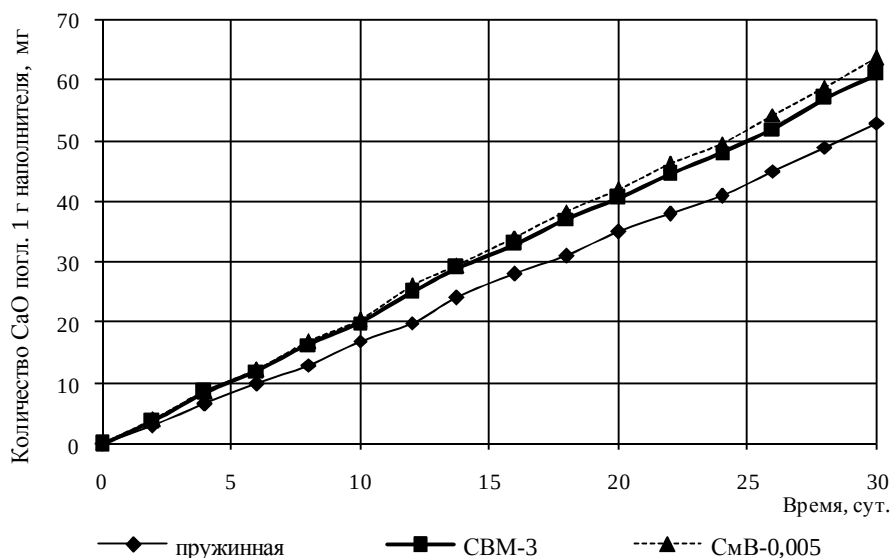


Рис. 2. Активность молотого кварцевого песка в зависимости от вида мельницы

Из рис. 2 видно, что наибольшей активностью обладают пески, полученные измельчением в вибрационно-шаровых мельницах. Скорость поглощения СаО 1 г песка для СМВ-0,005 составила 2-2,1 мг/сут, для СВМ-3 – 1,9-2 мг/сут. Кварцевый песок, измельченный в пружинной мельнице, оказался наименее активным по отношению к СаО, скорость поглощения составила всего 1,6-1,7 мг/сут.

Представленные результаты хорошо согласуются с данными гранулометрического распределения частиц песка. Чем выше доля мелких частиц в кварцевом песке, тем большую активность он проявляет к поглощению извести. Закономерно это должно отразиться и на прочности цементных систем.

Для проверки этого предположения были изготовлены образцы цементного камня размером 2х2х2 см, полученные из теста нормальной густоты. В состав образцов вводили измельченный кварцевый песок ($S_{уд}=600\text{м}^2/\text{кг}$) в количестве 5 % от массы цемента. В качестве вяжущего использовали портландцемент марки ЦЕМ II/А-П 42,5Н ОАО «Мордовцемент». Образцы твердели в нормально-влажностных условиях и по истечении 1 и 7 суток были подвергнуты испытанию. Результаты прочности на сжатие представлены в табл. 3.

Таблица 3

Прочность на сжатие цементного камня с молотым кварцевым песком

№ п/п	Вид мельницы, на которой производили помол песка	Плотность цементного камня, $\text{кг}/\text{м}^3$	Прочность цементного камня на сжатие, МПа/%, в возрасте	
			1 суток	7 суток
1	-	2015	40,1/100	59,4/100
2	СМВ-0,005	2102	51,5/128	71,5/120
3	Пружинная мельница	2077	43,1/107	63,3/107
4	СВМ-3	2089	50,2/125	67,3/113

Как видно из табл. 3, кварцевый песок с большей активностью по отношению к СаО способствует большему росту прочности цементного камня. Наибольшим приростом прочности отличается цементный камень, содержащий в своем составе кварцевый песок, измельченный в вибрационно-шаровой мельнице СМВ-0,005. Это связано не только с высокой его активностью по отношению к СаО, но и с гранулометрическим составом. По рис. 1 видно, что такой песок имеет меньше всего частиц диаметром от 2 до 20 мкм, зато больше частиц в правой ветви кривой. Это позволяет лучше уплотнить цементный камень (табл. 3), так как частицы цемента находятся в диапазоне размера от 10-25 мкм, а наполнитель содержит, в основном, частицы либо большего, либо меньшего размера. Повышение плотности упаковки частиц цемента и наполнителя на микроуровне позволяет повысить прочность цементного камня [6]. Поэтому при практически равной активности (по поглощению СаО) песков, измельченных на мельницах СВМ-3 и СМВ-0,005, большей эффективностью обладает помол на последней.

Далее было проведено исследование эффективности наполнителей в песчаном бетоне. Так как наполнители увеличивают водопотребность бетонных смесей, то дополнительно в состав песчаного бетона вводили суперпластификатор С-3. Состав песчаного бетона принят с соотношением цемента к песку 1:3. Наполнитель (измельченный кварцевый песок) вводили в количестве 5 % от массы цемента (табл. 4).

Таблица 4

Прочность песчаного бетона с наполнителем

№ п/п	Вид мельницы	Удельная поверхность наполнителя, $\text{м}^2/\text{кг}$	Количество наполнителя, %	Содержание С-3, %	Прочность бетона, МПа в возрасте 7 суток	
					при изгибе	при сжатии
1	пружинная	200	5	0,5	4,0	24,4
2		400			4,3	26,4
3		600			4,5	27,6
4	вибро-шаровая (СМВ-0,005)	200	5	0,5	4,2	25,4
5		400			4,4	28,8
6		600			4,7	29,6
7	вибрационная (СВМ-3)	200	5	0,5	4,1	24,9
8		400			4,4	25,2
9		600			4,6	27,5

Из табл. 4 видно, что прочность песчаного бетона зависит от степени измельчения наполнителя. При увеличении степени помола с 200 до 600 м²/кг прочность увеличивается на 12-16 % в зависимости от вида мельницы. При этом наилучшие результаты по прочности, как на сжатие, так и при изгибе, имеют составы песчаного бетона с наполнителем, приготовленным в вибрационно-шаровой мельнице.

Наибольший прирост прочности наблюдается при испытании на изгиб, что говорит о лучшей степени взаимодействия наполнителя с продуктами гидратации цемента. Прочность на растяжение при изгибе больше в составах бетона с кварцевым песком, измельченным во второй и третьей мельницах, так как в составе такого наполнителя много мелких частиц и высока их активность по поглощению СаО. Уменьшение портландита в мелкозернистом бетоне приводит к повышению сцепления цементного камня с заполнителем, что позволяет увеличить прочность бетона на растяжение.

Таким образом, наиболее эффективен помол кварцевого песка в вибрационно-шаровых мельницах. При применении такого кварцевого наполнителя увеличивается прочность цементного камня и бетона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л., Бродюженко О.М., Гарницкий Ю.В., Житковский В.В. Практическое бетоноведение в вопросах и ответах: Справочное пособие – СПб.: ООО «Строй-бетон», 2008. – 328 с.
2. Ходаков Г.С. Тонкое измельчение строительных материалов. – М.: Изд-во литературы по строительству, 1972. – 239 с.
3. Липилин А.Б., Коренюгина Н.В., Векслер М.В. Инновационные технологии снижения расхода цемента в строительстве на основе использования сырьевых ресурсов Тульской области. Часть 1 // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, 2007, № 12. – С. 14-15.
4. Хохряков О.В., Хозин В.Г., М.И. Якупов, Красникова Н.М., Сибгатуллин И.Р. Влияние ПАВ (суперпластификаторов и пенообразователей) на размолоспособность портландцемента и наполнителей // Науковий вісник будівництва – ХДТУБА, ХОТБ АБУ. – Харків, вип. 59, 2010. – С. 78-90.
5. Кальгин А.А., Сулейманов Ф.Г. Лабораторный практикум по технологии бетонных и железобетонных изделий. – М.: Высшая школа, 1994. – 272 с.
6. Морозов Н.М., Хозин В.Г. Песчаный бетон высокой прочности // Строительные материалы, 2005, № 11. – С. 25-26.

REFERENCES

1. Dvorkin L.I., Dvorkin O.L., Brodugenko O.M., Garnicki Y.V., Gitkovski V.V. Practical Science about concrete in questions and answers: Help posobie./ – SPb.: Open Company «System-concrete», 2008. – 328 p.
2. Hodakov G. S. Thin crushing of building materials. – M: literature publishing house on building, 1972. – 239 p.
3. Lipilin A.B., Korenjugina N.V., Vexler M.V. Innovative technologies of decrease in the expense of cement in building on the basis of use of a source of raw materials of the Tula area. A part 1.//Building materials the equipment of technology of the XXI-st century, № 12, 2007. – P. 14-15.
4. Hohrjakov O. V, Hozin V. G, M.I.Jakupov, Krasinikova N.M., Sibgatullin I.R. Influence of surface-active substances (supersofteners and foaming agents) on Ability to a grinding cement and fillers//Scientific bulletin building – Kharkov, release 59, 2010. – P. 78-90.
5. Kalgin A.A., Sulejmanov F.G. Laboratory a practical work on technology of concrete and ferro-concrete products. – M: The higher school, 1994. – 272 p.
6. Morozov N.M., Hozin V.G. Sandy concrete of high durability // Building materials, 2005, № 11. – P. 25-26.



УДК 330.341

Добросердова Е.А. – старший преподаватель, аспирант

E-mail: ele79958738@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

**ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ
КАК ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В УСЛОВИЯХ РЕСУРСНЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ:
ПОСТАНОВКА ВОПРОСА**

АННОТАЦИЯ

Инновационная деятельность хозяйствующих субъектов в условиях современной экономики, основанная на взаимосвязи ресурсных возможностей хозяйствующих субъектов и возможностей научно-технического прогресса, является приоритетным направлением. Основной подход инновационных направлений базируется на моделировании экономических и организационно-управленческих аспектов с использованием оперативного анализа факторов внешней и внутренней среды.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: инновационная деятельность, ресурсные ограничения, управление инновациями, факторы внешней и внутренней среды.

Dobroserdova E.A. – senior lecturer, post-graduate student

Kazan State University of Architecture and Engineering

**INNOVATIVE ACTIVITY OF MANAGING SUBJECTS AS THE PRIORITY DIRECTION
IN THE CONDITIONS OF RESOURCE RESTRICTIONS: QUESTION STATEMENT**

ABSTRACT

Innovative activity of managing subjects in the conditions of the modern economy, based on interrelation of resource possibilities of managing subjects and possibilities of scientific and technical progress, is a priority direction. The basic approach of innovative directions is based on modeling of economic and organizational-administrative aspects with use of the operative analysis of factors of the external and internal environment.

KEYWORDS: Innovative activity, resource restrictions, management of innovations, factors of the external and internal environment.

Упрочнение и дальнейшее развитие общего экономического потенциала является стратегической задачей в условиях рынка, поэтому для ее решения привлекаются все активные компоненты системы¹: экономические ресурсы, производственные резервы и интеллектуальные способности. Именно количественное и качественное состояние экономических ресурсов, как эндогенных факторов системы, способствующих развитию или ограничению экономической деятельности, выступает основой успешного достижения желаемых результатов при сочетании оптимального и сбалансированного их использования и применения. Например, сравнение некоторых основных экономических показателей по Республике Татарстан за 2010 г. с показателями 2009 г. позволяет утверждать, что прослеживается положительная динамика экономического развития: увеличение объема инвестиций в основной капитал – на 6 %, объема отгруженных товаров, работ, услуг предприятиями промышленности, в том числе инновационных, – на 2,6 %, реальных денежных доходов населения – на 9,4 %, объема валового регионального продукта – на 13,33 % [2, 3].

Сохранение соответствующего уровня экономического развития возможно при развитии ресурсной базы и корреляции ресурсных ограничений на основе эффективных инновационных разработок и экологизации производства, где экономическим ресурсам отведена роль инвестиционного объекта. Непрерывное и интенсивное внедрение инноваций способно повысить качество жизни населения при условии отлаженной работы институциональной базы, передовой структуры трудового и руководящего состава, при оснащении основных фондов производства в соответствии с научно-техническим прогрессом, использующих комплексно-рациональные методы и технологии, которые учитывают потребность в ресурсосбережении и ресурсозамещении природных ресурсов [2].

Однако, многообразие взаимодействия имеющихся факторов может привести к усложнению структуры отношений в экономической системе и к ее разбалансированности (неустойчивости). Нейтрализовать состояние разбалансированности и выровнять интеграцию негативных эндогенных и экзогенных отношений можно с

¹ Система – группа(ы), сформированная и организованная взаимозависимостью взаимосвязанного взаимодействия (ВВВ) реализаторов различной подчиненности и развивающаяся в единой направленности на достижение единой цели (авторское определение).

помощью индикаторов, которые отвечают за взаимодействие соответствующих факторов системы и указывают на позиции, которые требуют немедленной корреляции. Формирование таких индикаторов предполагает наличие основных реализаторов² динамичного инновационного развития вектора производства и совершенной институциональной базы. Развитие производственных систем на ограниченной территории поддерживается и контролируется государственными структурами. Уполномоченные органы разрабатывают соответствующие руководящие документы, концепции и программы отраслевого и социально-экономического развития, создавая тем самым объектно-субъектные связи. С точки зрения автора, действующую структуру системы управления инновационной деятельностью в Республике Татарстан необходимо усилить объединением по вертикали, учитывая специфику интересов и целей субъектов бизнеса, власти и социума, структурных реализаторов и институциональных компонентов, которые способны регламентировать деятельность исполнителей (рис. 1).

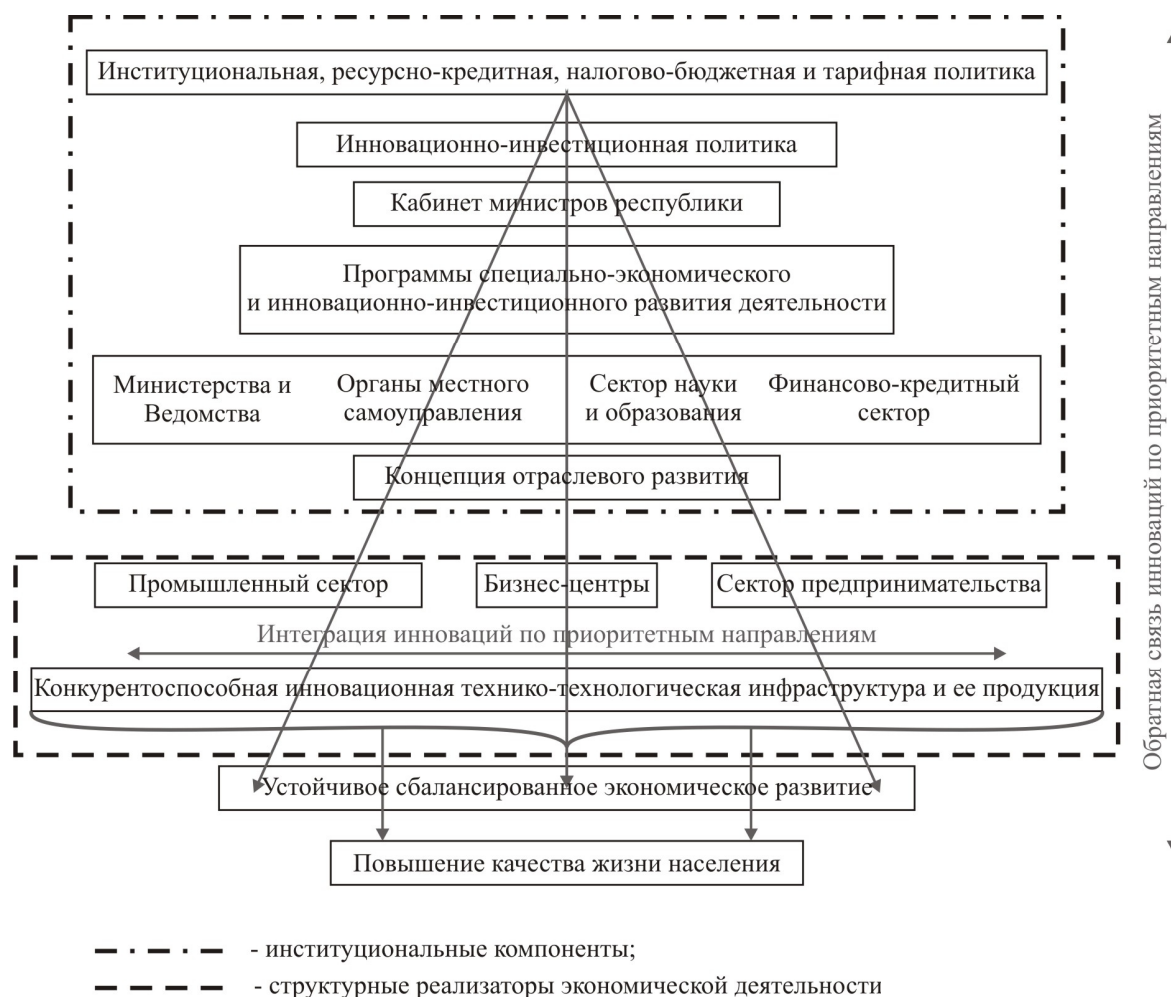


Рис. 1. Структура системы управления инновационной деятельностью в Республике Татарстан

Основные реализаторы (промышленный сектор, бизнес-центры, сектор предпринимательства) хозяйствующего субъекта, которые способны выпускать конкурентоспособную продукцию, по мнению автора, объединившись в специфическую инфраструктуру, создадут благоприятные условия для эффективной интеграции инноваций по приоритетным направлениям, что позволит добиться в условиях ресурсного ограничения устойчивого сбалансированного экономического развития и улучшить качество жизни населения. Техно-технологическая инфраструктура с научно-образовательным сектором выступает единым центром, который проводит исследования и выявляет наиболее слабые и отстающие стороны тех или иных отраслей, сопоставляет имеющиеся возможности и целесообразность удовлетворения потребностей, а также определяет эффективные социально-эколого-экономические направления.

Инновационная деятельность как система балансирует между государственными интересами и интересами бизнеса, поэтому режим самокупаемости хозяйствующих субъектов должен быть обеспечен государственной поддержкой для максимально быстрого выхода инновационной продукции с последующим ее

² Реализаторы – эвентуальные (возможные при определенных условиях) элементы системы, взаимодействие которых приводит к внутреннему и внешнему синергетическому эффекту с действительным изменением первоначального (исходного) состояния системы (авторское определение).

тиражированием. Поддержка внедрения и эксплуатации инновационных решений и предложений в новаторских центрах может быть осуществлена через финансово-кредитный сектор, привлечение прогрессивных инвесторов и частного капитала, при использовании механизма государственного заказа и венчурного инвестирования.

Инновационная политика государства и необходимость установления социально-эколого-экономической эффективности хозяйственной деятельности требует выявления главного инвестиционного объекта для оперативного вмешательства в структуру экономических ресурсов, поэтому в данном случае актуальным становится исследование поведения хозяйствующих субъектов в условиях ресурсного ограничения, сочетая традиционный анализ производственно-хозяйственной деятельности с элементами экологических составляющих [1].

Хозяйственная деятельность субъекта зависит от существующих экономических взаимосвязей и технологических нововведений, от его общей готовности к инвестициям в новое, поэтому, по мнению автора, оперативная оценка состояния эндогенных и экзогенных факторов способна ориентировать ресурсный потенциал на определение основных приоритетных направлений и совершенствование своих основных экономических ресурсов. В анализ внешней среды обязательно должно быть включено исследование социально-эколого-экономической ситуации, инновационно-инвестиционного климата и потенциала административно-территориальной единицы, изучение действующих перспективных отраслей для прогнозирования процессов взаимодействия и активности основной отрасли, в которой предполагается осуществлять хозяйственно-экономическую деятельность. Аналитика внутренней среды хозяйствующего субъекта проводится с помощью анализа его производственно-хозяйственной деятельности на основе системы экономической информации. Полученные результаты группируются и систематизируются, определяются субъективные и объективные факторы экономической деятельности, после чего на основе обобщенных данных моделируются текущая и перспективная эколого-экономическая, организационно-управленческая и производственная ситуации, характерные для исследуемого объекта в данных условиях (рис. 2).

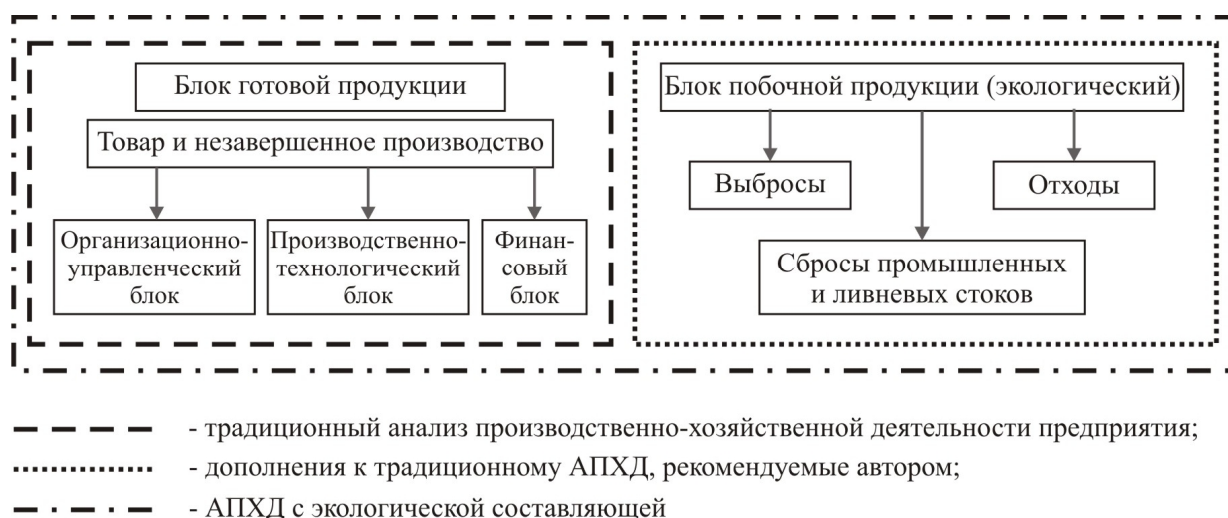


Рис. 2. Схема традиционного анализа производственно-хозяйственной деятельности предприятия с экологическими составляющими

Современная социально-эколого-экономическая ситуация подчеркивает востребованность и необходимость проведения традиционного анализа производственно-хозяйственной деятельности предприятия с включением элементов экологической направленности с целью совершенствования существующей системы распределения расходов. Любая хозяйственная деятельность осуществляется в условиях ограничений внутренними (сроком службы основного капитала, спросом, инвестированием, политикой) и внешними (открытие новых ресурсов, освоение дополнительных территорий, инновациями) факторами, которые формируют цикличность экономического потенциала с фазами подъема, активности и спада. Фазы экономического цикла изучаются анализом производственно-хозяйственной деятельности с учетом влияния конечных результатов по блокам готовой и побочной продукции, как эндогенных факторов, на получение прибыли, поэтому предлагается авторская оценка условий осуществления производственно-хозяйственной деятельности на предприятии с учетом экологической составляющей (см. табл.). Модель I определяет фазу подъема, модель II – фазу активности, позиции III – фазу спада.

Таблица

Оценка хозяйственно-экономической деятельности с учетом эколого-производственной составляющей

Модели	Производственные мощности	Блок готовой продукции	Блок побочной продукции	Вектор прибыли	Условия осуществления производственно-хозяйственной деятельности на предприятии
I	Y^0	$\sum_{i=1}^n G_{zn}^0$	$\sum_{i=1}^n G_{nn}^0$	0	Хозяйственная деятельность не осуществляется, производственные мощности не используются.
	Y^0	$\sum_{i=1}^n G_{zn}^{\min}$	$\sum_{i=1}^n G_{nn}^{\min}$	$\uparrow\downarrow$	Ведение хозяйственной деятельности при участии человека, но без использования производственных мощностей.
	Y^0	$\sum_{i=1}^n G_{zn}^{\max}$		$\uparrow\downarrow$	Производственные мощности не используются (отсутствуют). Исключением по наличию производственных мощностей - образовательная, научно-исследовательская, сфера услуг и др., где готовым продуктом является не овеществленная деятельность.
	$Y^{\min}$	$\sum_{i=1}^n G_{zn}^{\min}$		$\uparrow\downarrow$	Минимальное использование производственных мощностей.
II	$Y^{\max}$	$\sum_{i=1}^n G_{zn}^{\max}$	$\sum_{i=1}^n G_{nn}^{\max}$	$\uparrow +$	Максимальное использование современных производственных мощностей (полная занятость ресурсов предполагает потенциальный объем производства при 10-20% незагруженных производственных мощностей).
II	$Y_{mii}^{\max}$	$\sum_{i=1}^n G_{zn}^{\max}$	$\sum_{i=1}^n G_{nn}^{\min}$	$\uparrow +$	Максимальное использование современных производственных мощностей при модернизации и внедрении инноваций (Modernization and introduction of innovations – «mii»).
III	$Y_{opa}^{\min}$	$\sum_{i=1}^n G_{zn}^{\min}$	$\sum_{i=1}^n G_{nn}^{\max}$	$\downarrow -$	Минимальное использование производственных мощностей, обусловленное устареванием производственных фондов (Obsolescence of production assets – «OPA»).
	$Y_{opa}^{\max}$	$\sum_{i=1}^n G_{zn}^{\max}$		$\uparrow +$	Максимальное использование производственных мощностей, обусловленное устареванием производственных фондов.

Производственные предприятия в своей структуре имеют несколько блоков, отвечающих за хозяйственно-экономическую деятельность. Автор выделяет следующие блоки в этой деятельности:

- **организационно-управленческий блок** отвечает за общую организацию всех этапов жизнедеятельности предприятия и необходимые составляющие элементы хозяйственной деятельности: земли, здания, сооружения, машины, оборудование, автотранспорт, сырье, материалы, подготовка кадров управления и производства.

- специалистами **производственно-технологического блока** осуществляется эксплуатация имеющегося технического оснащения с помощью разработанных технологий по применению соответствующего сырья и материалов на каждом этапе жизненного цикла производства продукции.

- взаимодействие организационно-управленческого и производственно-технологического блока сводится к образованию **блоков готовой и побочной продукции**.

На выходе из блока готовой продукции – товары, предназначенные для реализации, обладающие положительным $\uparrow +$ эндогенным эффектом. Увеличение массы прибыли зависит от объемов производства и структуры снижения издержек производства, при использовании инноваций обеспечивается постоянство

обновления выпускаемой продукции и уникальность, что вызывает рост объемов реализации и прибыль от реализации. Снижение объемов производства отрицательно $\downarrow$ – сказывается на доходности предприятия. Блок побочной продукции образует отрицательный экстернальный и эндогенный (последующие затраты на снижение или его нейтрализацию) эффект (рис. 3.).



Рис. 3. Матрица взаимодействия производственных процессов с положительными и отрицательными экстернальными эффектами

$\mathcal{E}\mathcal{E}^0$ – отсутствие негативных экстернальных эффектов на окружающую среду;

$\uparrow_{\text{неб}}^+$ – положительный экстернальный эффект, снижение негативного воздействия на окружающую среду вследствие модернизации производственных процессов и внедрения инноваций;

$\downarrow_{\text{неб}}^-$ – отрицательный экстернальный эффект, рост негативного воздействия на окружающую среду вследствие производственных процессов.

Схема взаимодействия производственных процессов с положительными и отрицательными экстернальными эффектами традиционно используется для анализа взаимодействия производственного процесса, сырья, товарной продукции, отходов производства с элементами окружающей среды. Снижение побочной продукции имеет положительный вектор $\uparrow_{\text{эб}}^+$, так как нейтрализует негативный характер производственного процесса на окружающую среду.

Циклические колебания объемов производства позволяют говорить о цикличности образования побочной продукции. Параллель между фактическим и потенциальным объемом производства и образованием побочной продукции в условиях инновационной экономики рассчитывается по следующей формуле:

$$\mathcal{O}_{\text{inn}} = \frac{\sum_{i=1}^n G_{\text{пп}}^{\text{факт}} - \sum_{i=1}^n G_{\text{пп}}^{\text{max}}}{\sum_{i=1}^n G_{\text{пп}}^{\text{max}}}$$

$\mathcal{E}_{\text{inn}}$ – индикатор инновационного эффекта;

$\sum_{i=1}^n G_{\text{пп}}^{\text{факт}}$ – фактическая единица побочной продукции, приходящейся на один условный

объем готовой продукции производства;

$\sum_{i=1}^n G_{\text{пп}}^{\text{max}}$ – максимальная единица побочной продукции, приходящейся на потенциальный объем

производства при максимальном использовании производственных мощностей.

Тождество указывает на то, что результаты блока побочной продукции могут выступать индикатором эффективности использования основных фондов производства, показателем инновационного развития экономики, основанием для принятия решений об инвестировании, элементом привлекательности для инвесторов и положительным фактором для финансовых возможностей, поэтому в анализ производственно-хозяйственной деятельности необходимо включать блок побочной продукции.

На современных предприятиях управление и организация внутрипроизводственных отношений чаще всего строятся на принципе разделения и узкой специализации трудовых процессов, используя уже отлаженные технологии, что облегчает дифференцированный подход к исследованию. При размещении в технико-технологической инфраструктуре носителей модернизированной технологии производства, управления и финансирования может быть решена проблема ограничения ресурсов, обеспечивающих производство экономических благ.

Именно в процессе исследования взаимодействия и интеграции инноваций активно должны использоваться индикаторы для определения обратной связи в развитии векторов инноваций и производства, предоставляя тем самым возможность своевременно пересмотреть и отредактировать поставленные цели и задачи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гольдштейн Г.Я. Инновационный менеджмент. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1998.
2. Государственный доклад «Об итогах инновационной деятельности в Республике Татарстан в 2009 году».
3. Экономический барометр. Ежемесячное обозрение, 2010, № 11.

REFERENCES

1. Goldstein G.Ja. Innovative management. – Taganrog: Publishing house TRTU, 1998.
2. The state report «About results of innovative activity in Republic Tatarstan in 2009».
3. An economic barometer. A monthly review, 2010, № 11.

УДК 332.146

Казаков В.А. – аспирантE-mail: Kazakov@kgasu.ru**Казанский государственный архитектурно-строительный университет****МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ
В ЭКОНОМИКЕ РЕГИОНА****АННОТАЦИЯ**

В статье произведено моделирование развития инженерной инфраструктуры в экономике города и муниципалитетов (на примере ряда городов РФ), целью которого является совершенствование механизмов формирования муниципальных программ капитального ремонта инженерной инфраструктуры, и на этой основе разработаны мероприятия, направленные на повышение экономической и социальной эффективности деятельности всех участников, задействованных в осуществлении капитального ремонта.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: индикативное планирование, инженерная инфраструктура, капитальный ремонт.

Kazakov V.A. – post-graduate student**Kazan State University of Architecture and Engineering****MODELLING OF DEVELOPMENT OF THE ENGINEERING INFRASTRUCTURE
IN THE REGIONAL ECONOMY****ABSTRACT**

In article modeling of development of an engineering infrastructure in a city economy and municipalities (on an example of some cities of the Russian Federation) which purpose is perfection of mechanisms of formation of municipal programs of major repairs of an engineering infrastructure, and on this basis working out of the actions directed on increase of economic and social efficiency of activity of all participants, involved in major repairs realization is made.

KEYWORDS: indicative planning, an engineering infrastructure, major repairs.

Для рассмотрения интегральных показателей развития социально-экономической системы устанавливается набор характеризующих ее параметров.

В этом случае социально-экономическую систему (регион, муниципальные образования, город, район) можно рассматривать как точку многомерного пространства R^n , размерность которого n определяется числом параметров. Расстояния между точками пространства, исчисляемые по правилам аналитической геометрии, позволяют определить положение каждой точки относительно остальных точек и, следовательно, определить место этой точки во всей совокупности, что делает возможным провести упорядочения исследуемых объектов и их классификацию по выделенной группе характеристик.

При формировании системы показателей необходимо выполнить условия их полноты, репрезентативности и достоверности. Выделенные параметры, необходимые для построения модели развития инженерной коммунальной инфраструктуры городов, представляют собой совокупность однородных индикаторов: обеспеченность территорий водопроводными, канализационными и тепловыми сетями. Они имеют общую единицу измерения: $1 \text{ км}/\text{км}^2$. Средняя протяженность инженерных сетей на единицу площади города, района, региона или муниципального образования [1, 2]. Мы полагаем, что каждый параметр оказывает, в среднем, одинаковое влияние на развитие инженерно-коммуникационных систем экономических субъектов. Поэтому веса всех трех параметров одинаковы:

$w_i = 1, i = \overline{1,3}$, где w_i – удельный вес i – того параметра экономической системы.

Таким образом, используя показатели обеспеченности территории водопроводными, канализационными, тепловыми сетями (табл. 1) городов РФ и РТ, можно вычислить интегральный

показатель развития сетей тепло-, водоснабжения и канализации (обеспеченность инженерной инфраструктурой) k -го экономического субъекта по формуле:

$$Y_k = \sqrt{Y_{k1}^2 + Y_{k2}^2 + Y_{k3}^2}$$

где $k = \overline{s, N}$,

N – количество сравниваемых экономических субъектов (систем).

Таблица 1

Данные по обеспеченности инженерной инфраструктуры городов*

Муниципальное образование	Обеспеченность территории водопроводными сетями, км/км ²	Обеспеченность территории канализационными сетями, км/км ²	Обеспеченность территории тепловыми сетями, км/км ²
г. Новочеркасск	2,49	1,25	0,32
г. Ростов-на-Дону	3,53	1,42	1,74
г. Самара	2,72	2,27	1,31
г. Новосибирск	3,22	2,77	1,56
г. Томск	1,99	1,15	0,98
г. Пермь	1,85	1,37	1,10
г. Казань	2,6	2,14	1,57
г. Набережные Челны	3,13	3,53	-
г. Елабуга	7,95	3,17	-

*Примечание: Данные муниципальных программ развития городов (2005-2008 гг.).

Согласно положению аналитической геометрии о трехмерном пространстве, интегральный показатель Y_k будет характеризовать положение точки $S_k (Y_1, Y_2, Y_3)$, соответствует k -тому экономическому субъекту в трехмерном пространстве R^3 (рис. 1).

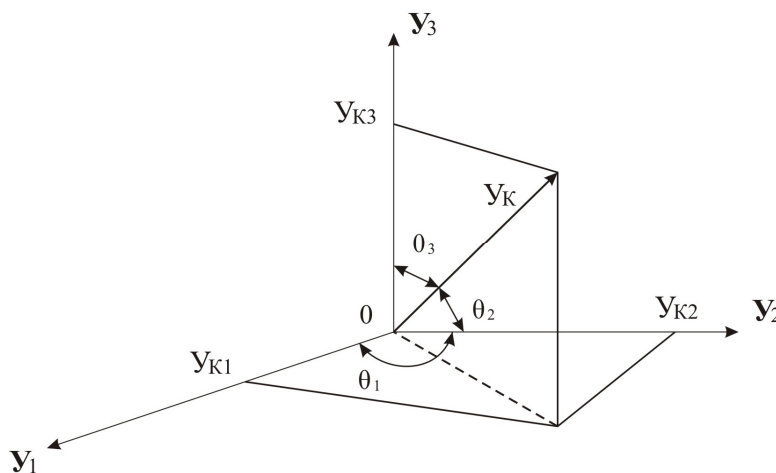


Рис. 1. Трехмерное пространство индикативных показателей по развитию города

Здесь $Y_k = \sqrt{Y_{k1}^2 + Y_{k2}^2 + Y_{k3}^2}$ есть длина радиус-вектора точки S_k , характеризующей положение экономической системы в данном трехмерном пространстве.

Таким образом, каждая точка S_k , соответствующая интегральному показателю Y_k k -той экономической системы, занимает определенное положение в пространстве R^3 . Зонирование пространства по величине интегрального показателя Y позволит судить о степени развития инженерных коммуникаций инфраструктуры городов и других экономических субъектов. В рассматриваемой совокупности городов зонирование будет представлено в следующем виде (табл. 2, рис. 2).

Таблица 2

Интегральные показатели развития инженерной коммунальной инфраструктуры городов РФ

№	Муниципальное образование	I	Область зонирования
1	г. Новочеркасск	2,8	II
2	г. Ростов-на-Дону	4,18	III
3	г. Самара	3,82	II
4	г. Новосибирск	4,53	III
5	г. Томск	2,5	II
6	г. Пермь	2,55	II
7	г. Казань	3,7	II
8	г. Набережные Челны	4,72	III
9	г. Елабуга	8,56	IV

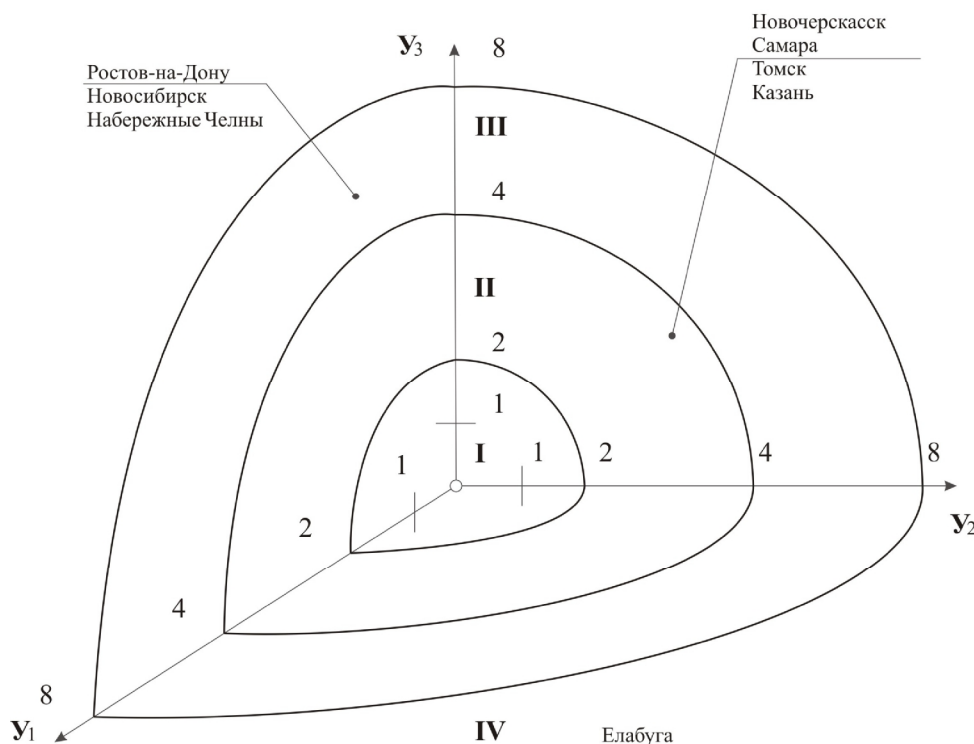


Рис. 2. Уровни развития инженерных коммуникаций городов

Исходя из экономических особенностей региональной экономики и руководствуясь собственными экономико-математическими расчетами на обширной статистике регионов, автор предлагает следующие границы уровней развития инженерных коммуникаций городов:

I уровень (координаты $0 \leq Y \leq 2$) соответствует низкому качеству и темпам развития инженерной инфраструктуры;

II уровень (координаты $2 < Y \leq 4$) соответствует среднему качеству и темпам развития инженерной инфраструктуры;

III уровень (координаты $4 < Y \leq 8$) соответствует высокому качеству и темпам развития инженерной инфраструктуры;

IV уровень (координаты $8 < Y$) соответствует очень высокому качеству и темпам развития инженерной инфраструктуры.

Важное значение при определении соотношения развития компонента инженерно-коммуникационной инфраструктуры имеет $\cos q_{ki} = \frac{Y_{ki}}{Y_k}$, где $k = \overline{1, N}$, N – количество рассматриваемых экономических систем, $i = \overline{1, 3}$, i – номер параметра k -той экономической системы.

Согласно теории аналитической геометрии, $\cos q_{ki}$ характеризует угол наклона q_{ki} радиус вектора $\overline{Y_k}$ к оси Y_i . В интерпретации рассматриваемой экономической модели соотношение значений $\cos q_{k1} : \cos q_{k2} : \cos q_{k3}$ для k -ой экономической системы показывает соотношение показателей развития систем водоснабжения, канализации и теплоснабжения для изучаемого объекта. Так, из данных вычислений, приведенных в табл. 3, следует, что развитие систем водоснабжения имеет большой удельный вес в городах Набережные Челны и Елабуга.

Таблица 3

Интегральные показатели развития инженерной коммунальной инфраструктуры городов РФ

№	Муниципальное образование	I_k	$\cos u_1$ (водоснабжение)	$\cos u_2$ (водоотведение)	$\cos u_3$ (теплоснабжение)
1	г. Новочеркасск	2,8	0,88	0,446	0,114
2	г. Ростов-на-Дону	4,18	0,845	0,34	0,416
3	г. Самара	3,82	0,712	0,594	0,343
4	г. Новосибирск	4,53	0,787	0,612	0,344
5	г. Томск	2,5	0,796	0,46	0,392
6	г. Пермь	2,55	0,726	0,537	0,431
7	г. Казань	3,7	0,703	0,578	0,424
8	г. Набережные Челны	4,72	0,66	0,75	-
9	г. Елабуга	8,56	0,93	0,37	-

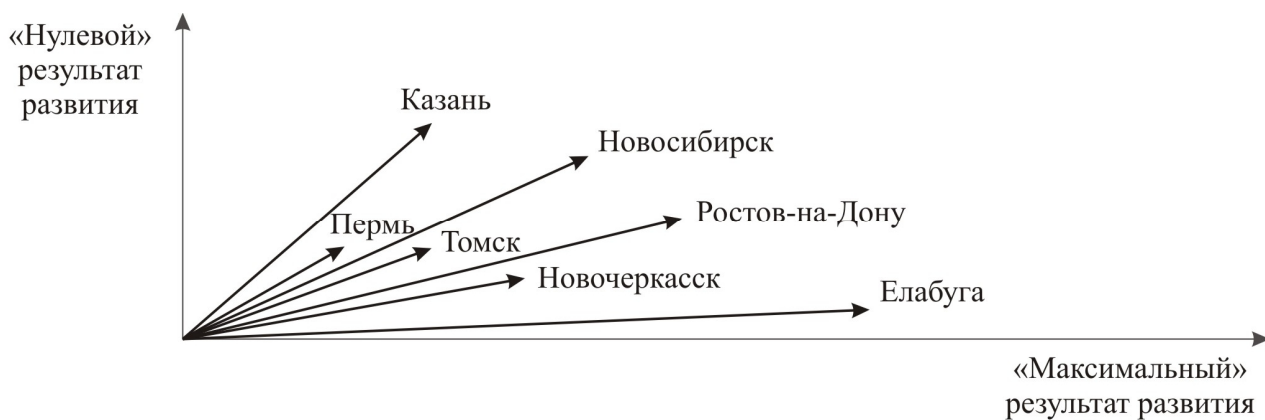


Рис. 3. Векторы развития инженерных систем (в разрезе городов) – на примере систем водоснабжения

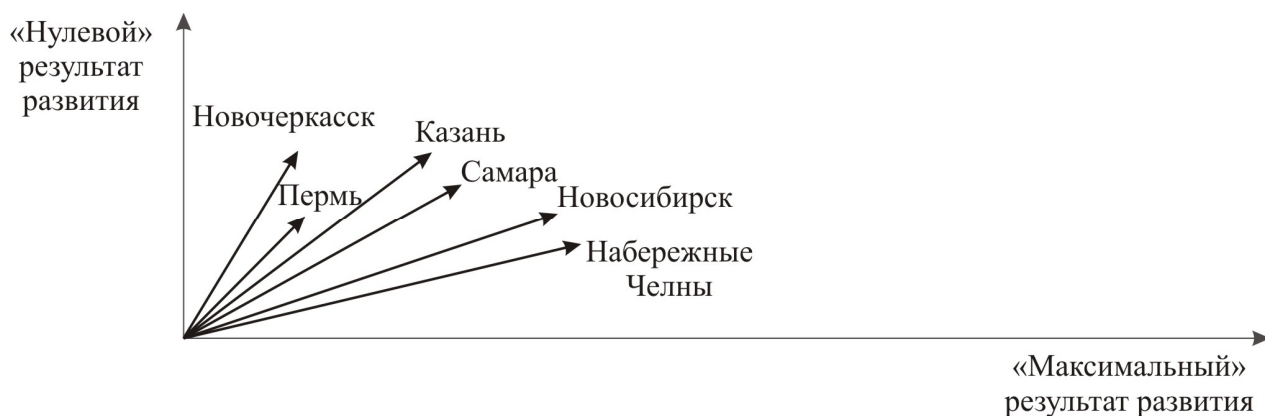


Рис. 4. Векторы развития инженерных систем (в разрезе городов) – на примере систем водоотведения

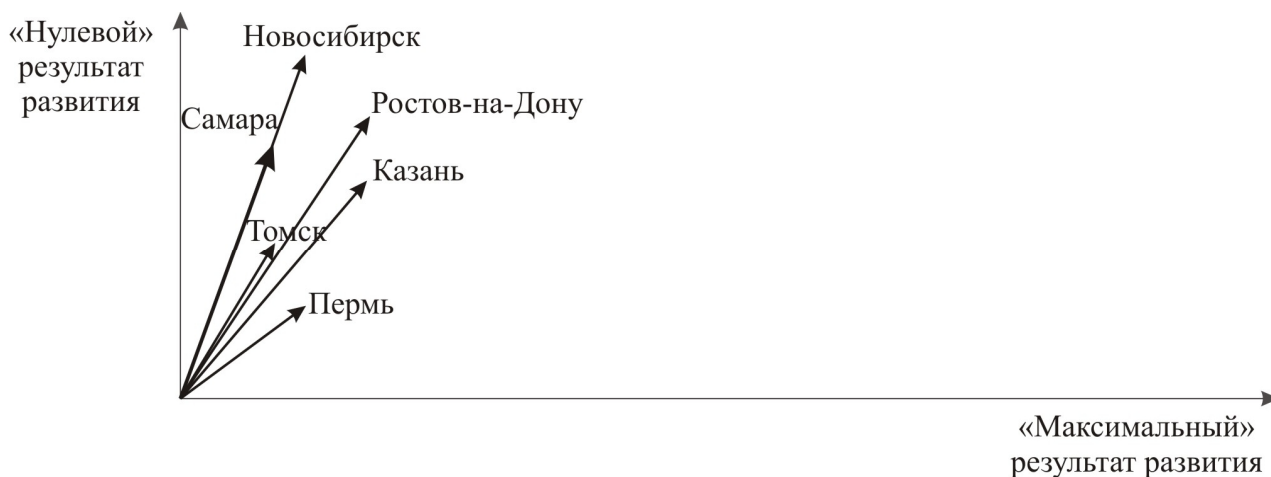


Рис. 5. Векторы развития инженерных систем (в разрезе городов) – на примере систем теплоснабжения

Развитие систем канализирования и обработки сточных вод г. Новочеркасск и г. Елабуга. Развитие системы теплоснабжения – г. Пермь и г. Казань.

Анализ динамического интегрального показателя уровня развития экономической системы предполагает наличие эталонного признака (значения) Y_{0s} для каждого параметра Y_s системы. Координатами эталона служат нормативные либо определяемые экспертно оптимальные значения признаков.

Поскольку данные о нормативных значениях исследуемых величин отсутствуют, в качестве эталона можно принять некоторые их фиксированные величины на некоторый период значения, рассматривая их не только как цель, но и как условия развития системы.

Например, если в качестве эталона по группе исходных параметров г. Казани рассмотреть г. Самара, стоящий выше по значению интегрального показателя ($Y_{Казань} = 3,7$ и, соответственно, $Y_{Самара} = 3,82$), то можно рассчитать отклонение рассматриваемой i -той системы C_{io} до цели развития:

$$C_{io} = \left[\sum_{s=1}^3 (Y_{is} - Y_{0s})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad i = \overline{1, N}$$

Y_{is} – значение s -ого параметра i -ой экономической системы;

Y_{0s} – значение s -ого параметра эталона.

Для рассмотрения соотношения развития инженерной инфраструктуры Казань–Самара (в качестве эталонного Самара) отклонение до эталона развития будет вычисляться по формуле:

$$C_o = \left[\sum_{s=1}^3 (Y_s - Y_0)^2 \right]^{\frac{1}{2}},$$

где Y_s – значения s -ого параметра развития инженерной инфраструктуры г. Казани,
 Y_0 – значения s -ого параметра развития инженерной инфраструктуры г. Самары.

Тогда отклонение от эталона развития:

$$\begin{aligned} C_o &= \left[(2,72 - 2,6)^2 + (2,14 - 2,27)^2 + (1,57 - 1,31)^2 \right]^{\frac{1}{2}} = \\ &= \left[0,0144 + 0,0169 + 0,0676 \right]^{\frac{1}{2}} = 0,0989^{\frac{1}{2}} \approx 0,315. \end{aligned}$$

Интерпретация отклонения от эталона развития следующая: развитие экономической системы в рассматриваемых показателях тем выше, чем ближе величина отклонения от эталона к нулю.

При определении показателя уровня экономического развития системы используются нормированные расстояния до эталона:

$$d_i^* = \frac{C_{io}}{C_o},$$

где C_o – максимально возможное отклонение от эталона i -той экономической системы.

На практике чаще используется показатель развития $d_i = 1 - d_i^*$.

Чем ближе d_i к 1, тем выше уровень экономического развития системы по отношению к эталону.

Представленная автором экономико-математическая модель имеет возможность к расширению при введении прочих индикаторов развития инженерной инфраструктуры городов (газоснабжения, электроснабжения, ТБО и пр.). Применение данной модели позволит более тщательно планировать развитие территорий, усилит контролируемость ресурсного обеспечения экономики города, что, в конечном счете, повысит управляемость муниципальными финансами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зайцева Ю.С. Индикаторы муниципального экономического развития. Лекции по экономике города и муниципальному управлению. – М.: Фонд «Институт экономики города», 2004. – С. 291-323.
2. Матвеев И.Ю. Воспроизводство жилищного фонда в регионе в условиях современной российской экономики. // Дисс. ... канд. эк. наук. – Казань, 2010.
3. Олтяну А.А. Повышение эффективности управления в сфере содержания и ремонта МКД // Управление многоквартирным домом, 2009, № 5.

REFERENCES

1. Zaitseva Yu.S. Indicator of municipal economic development. Lectures on city economy and municipal management. – M.: Fund «Institute of economy of city», 2004. – P. 291-323.
2. Matveev I.Yu. Reproduction of available housing in region in the conditions of modern Russian economy. Dis. ... Cand. Econ. Sci. – Kazan, 2010.
3. Oltyanu A.A. Increase of a management efficiency in sphere of the maintenance and apartment house repair // Management of apartment house, 2009, № 5.

УДК 332.83:338.46

Миронова М.Д. – кандидат педагогических наук, доцентE-mail: margmir@mail.ru**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

**ВЫБОР СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ
В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ
(НА ПРИМЕРЕ СФЕРЫ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНЫХ УСЛУГ)**

АННОТАЦИЯ

Разработана методика выбора стратегий управления при неопределенности условий климатических параметров внешней среды. Проведены сравнительные исследования эффективности критериев оптимальных стратегий предприятия жилищно-коммунальной сферы. Разработана матрица игры с природой предприятия ЖКХ, позволяющая провести детальный анализ возможных стратегий на основе принципа максимизации дохода предприятия с учетом вероятности неблагоприятных событий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: стратегии управления, неопределенность условий климатических параметров, матрица игры с природой.

Mironova M.D. – candidate of pedagogic sciences, associate professor**Kazan State University of Architecture and Engineering**

**CHOICE OF OPERATION STRATEGY OF THE ENTERPRISE
IN THE CONDITIONS OF UNCERTAINTY
(ON THE EXAMPLE OF HOUSING-AND-MUNICIPAL SERVICES SPHERE)**

ABSTRACT

The technique of a management strategy choice is developed at uncertainty of conditions of climatic parameters of environment. Comparative researches of efficiency of criteria of optimum strategy of the enterprise of housing-and-municipal sphere are conducted. The matrix of game with the nature of the enterprise of the housing and communal services is developed, allowing to carry out the detailed analysis of possible strategy on the basis of a principle of maximization of the income of the enterprise taking into account probability of adverse events.

KEYWORDS: management strategy, uncertainty of conditions of climatic parameters, a matrix of game with the nature.

Эффективность проводимых экономических преобразований в жилищно-коммунальной сфере во многом определяется стратегической направленностью системы управления, позволяющей предприятиям ЖКХ адаптироваться к изменяющимся рыночным условиям в процессе их функционирования и развития. В последние десятилетия на развитие и состояние мировой и региональной экономики оказывают влияние глобальные процессы изменения климата. В этих условиях глобальных процессов климатических изменений как одного из важнейших факторов нестабильности внешней среды в деятельности предприятий ЖКХ актуальной становится проблема обоснования стратегических подходов к обновлению и повышению качества работы систем управления различных уровней, а также к созданию механизмов, способных решать эти задачи. В этой связи представляется важным исследование проблем управленческих инноваций, место и роль которых определяются принципиальными сдвигами в содержании, характере деятельности предприятий жилищно-коммунальной сферы и ее результата.

Непредсказуемость климатических процессов, их быстрая изменчивость порождают определенную «реакцию» на них коммунальной инфраструктуры. Но, как правило, управленческие действия в быстро меняющихся условиях внешней среды имеют преимущественно характер последствий, что определяет необходимость коммунальных служб ликвидировать последствия негативных для отрасли ЖКХ событий, а не вырабатывать стратегию упреждающих действий. Таким образом, с целью выработки стратегии устойчивого развития жилищно-коммунального комплекса

нами разработан инновационный подход к выработке управленческих решений в условиях неопределенности климатических воздействий на основе адаптированной к параметрам деятельности предприятия ЖКХ математической модели с использованием понятийно-инструментального аппарата теории игр с природой.

Так как коммунальные услуги невозможно заготовить впрок, то выделяются сезонные периоды возрастания потребностей на оказание услуги по ремонту сетей тепло- и водоснабжения. Как показывают наши исследования, это 11-12 месяцы и 1-2 месяцы года.

Средние показатели сезонной динамики повторных заявок на оказание коммунальных услуг 2006-2009 гг. представлены на рис. 1.

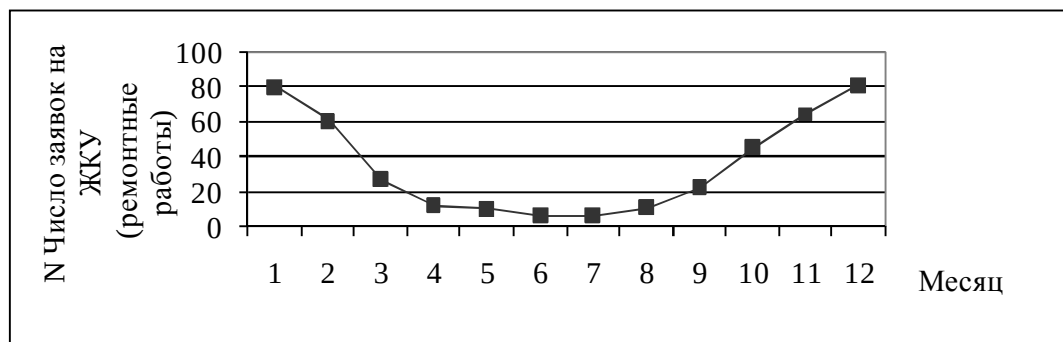


Рис. 1. Средние показатели сезонной динамики повторных заявок на оказание коммунальных услуг по месяцам 2006-2009 гг.

Деятельность предприятия ЖКХ в условиях неопределенности состояния погоды мы предлагаем рассмотреть с использованием адаптированной экономико-математической модели на основе теории игры с природой. Проблемные ситуации управления, решение которых основано на применении понятийно-методологического аппарата данной теории, имеют неопределенность. Данная неопределенность вызвана отсутствием информации об условиях, в которых осуществляется управленческая деятельность. В частности, погода, ее непредсказуемые изменения в настоящее время являются источником неопределенности. Поэтому мы полагаем, что условия деятельности предприятия ЖКХ зависят не только от сознательных действий субъекта, а от объективных обстоятельств, создаваемых природой.

Рассмотрим ситуацию игры с природой на основе четырех состояний природы B_j и четырех стратегий предприятия A_i .

B_1 – прогноз на теплую зиму $t_{cp}^0 = 0^\circ - 10^\circ C$;

B_2 – t^0 зимнего сезона прогнозируется в среднем около значения $t^\circ = 15^\circ C$;

B_3 – t^0 ниже среднего, очень холодных дней 20-30 % от общего количества дней зимнего сезона;

B_4 – очень холодная зима (80 % и более суток $t_{cp} = -25^\circ - 35^\circ C$).

Тогда каждый элемент матрицы игры с природой A рассчитаем по формуле $a_{ij} = \frac{A_{ij}}{A_{ii}}$, (1)

где A_{ij} – доход предприятия, использующего стратегию A_i , при стратегии природы B_j , A_{ii} – чистая стратегия предприятия.

Тогда матрица игры с природой (платежная матрица) имеет следующий вид:

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} B_1 & B_2 & B_3 & B_4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ A_4 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1,0 & 0,6 & 0,2 & 0 \\ 0,6 & 0,8 & 0,6 & 0,2 \\ 0,2 & 0,4 & 0,6 & 0,5 \\ 0 & 0,2 & 0,4 & 0,5 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

С учетом возможных потерь предприятия, связанных в несовпадением выбранной стратегии и реального состояния природы, можно рассчитать элементы платежной матрицы:

Рассмотрим возможные исходы деятельности предприятия ЖКХ в условиях неопределенности, используя критерии игр с природой [1].

1. Критерий Вальде:

$$\max_i (\min_j a_{ij}) = 0,2$$

Выгодно использовать стратегии A_2 и A_3 (равновероятно).

2. Критерий Сэвиджа. Построим матрицу рисков $R = (r_{ij})$

$$r_{ij} = \max_i a_{ij} - a_{ij} \quad (2),$$

где a_{ij} - элементы матрицы игры с природой. Тогда матрица рисков R имеет следующий вид:

$$R = \begin{pmatrix} 0 & 0,2 & 0,4 & 0,5 \\ 0,4 & 0 & 0 & 0,3 \\ 0,8 & 0,4 & 0 & 0 \\ 1 & 0,6 & 0,2 & 0 \end{pmatrix}$$

Согласно критерию Сэвиджа определяем $\min_i (\max_j r_{ij}) = 0,4$. В соответствии с данным критерием необходимо применять стратегию A_3 .

Критерий оптимизма – расчет на максимальный доход предприятия ЖКХ $\max_i \max_j a_{ij} = 1$.

В соответствии с данным критерием необходимо применять стратегию A_3 .

3. Воспользуемся критерием Гурвица. Положим $a = \frac{1}{2}$, что указывает на равновероятность благоприятного и неблагоприятного исходов относительно прогноза погоды.

$$\max_i (a \min_j a_{ij} + (1-a) \max_j a_{ij}) = \max_i (\frac{1}{2} \min_j a_{ij} + \frac{1}{2} \max_j a_{ij}) = \frac{1}{2} \max_j (\min_i a_{ij} + \max_i a_{ij}) = 0,6.$$

Следовательно, оптимальными являются стратегии предприятия A_3 и A_4 .

Таким образом, в условиях максимального рассогласования прогнозных состояний природы и выбора управленческих стратегий известные критерии выбора оптимальной стратегии не дают определенного предпочтения одной наиболее благоприятной для предприятия ЖКХ стратегии, обеспечивающей его эффективную деятельность и развитие.

В этом случае для анализа выбора наиболее эффективных стратегий мы предлагаем использовать величину математического ожидания дохода предприятия ЖКХ и дисперсии ожидаемой величины как меру риска и/или отклонение от ожидаемого значения [2].

В условиях неопределенности выбора управленческой стратегии на основе критериев игр с природой рассчитаем математическое ожидание дохода предприятия ЖКХ в условиях неопределенности состояний климата.

Если принять равновероятностное распределение различных состояний природы $p_1 = p_2 = p_3 = p_4 = \frac{1}{4}$, то для принятия решения следует найти математическое ожидание выигрыша:

$$M(Q_1) = 0,45; M(Q_2) = 0,55; M(Q_3) = 0,425; M(Q_4) = 0,275$$

Так как максимальное значение имеет M_2 , то следует использовать стратегию A_2 .

Если распределение вероятностей состояния природы изменится в сторону ожидания теплой зимы, можно принять $\bar{P} = \left(\frac{1}{2}; \frac{1}{4}; \frac{1}{8}; \frac{1}{8}\right)$.

Рассчитаем риски и определим множество решений задачи выбора стратегии предприятия ЖКХ $\{s_i, M_i\}$ при равновероятностном ожидании состояний природы распределение вероятностей сезонных температурных параметров имеет следующий вид:

$$\bar{P} = \left(\frac{1}{4}; \frac{1}{4}; \frac{1}{4}; \frac{1}{4} \right).$$

Рассчитаем среднеквадратичное отклонение s_i как меру отклонения возможных значений доходов предприятия ЖКХ около среднего ожидаемого значения. Величина s_i будет тождественна в данном случае риску неблагоприятного события r_i в контексте отклонения прогнозируемых доходов от ожидаемой величины.

$$s_1 = 0,384; s_2 = 0,218; s_3 = 0,148; s_4 = 0,192$$

Точки, характеризующие множество решений

$$c_i = \{s_i, M_i\}, i = 1, 2, 3, 4, \text{ изобразим на двумерной плоскости (рис. 2).}$$

$M(Q_i)$

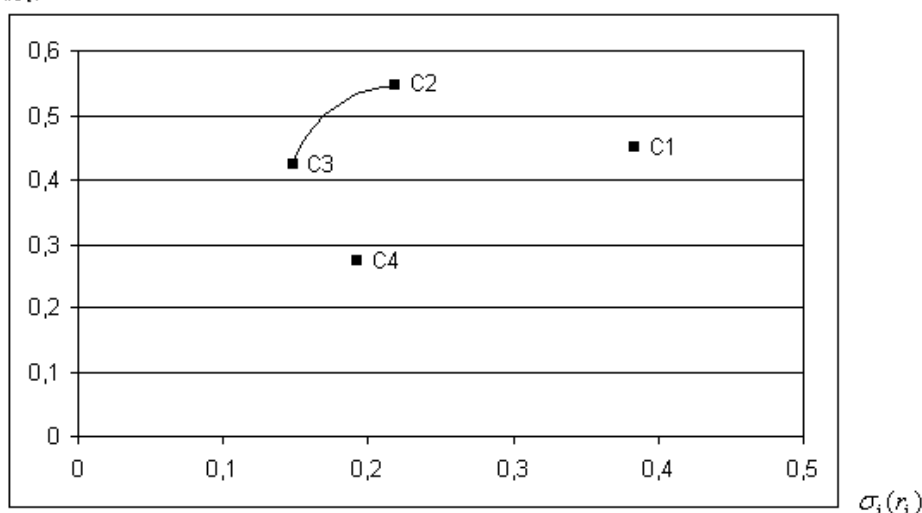


Рис. 2. Схема выбора стратегии предприятия при равновероятностном ожидании состояний природы

$$\bar{P} = \left(\frac{1}{4}; \frac{1}{4}; \frac{1}{4}; \frac{1}{4} \right).$$

Как видно из рис. 2, для выбора оптимальной стратегии управления решение C_1 и C_4 надо отбросить, так как они хуже решений C_2 и C_3 , обладающих большими доходами. Решение C_2 характеризуется наибольшим доходом, но и большим риском, чем риск решения C_3 .

Доход решения C_3 меньше дохода решения C_2 . Для предприятия ЖКХ выбор смешанной стратегии управления находится между точками C_3 и C_2 . Очевидно, что при росте ожидаемого дохода предприятие расплачивается более высоким риском. Следовательно, максимальный доход предприятия обеспечивает выбор стратегии A_2 . Но меньший риск соответствует стратегии A_3 . Таким образом, критерий выбора оптимального решения, обеспечивающего минимум возможных потерь, обуславливает выбор управленческой стратегии A_3 .

Прогноз теплой зимы – смещение значений вероятностей в сторону увеличения вероятности ожидания более высоких средних сезонных температур. При этом распределение вероятностей сезонных температурных параметров имеет следующий вид:

$$\bar{P} = \left(\frac{1}{2}; \frac{1}{4}; \frac{1}{8}; \frac{1}{8} \right).$$

Точки, характеризующие множество решений $F_i = \{s_i, M_i\}, i = 1, 2, 3, 4$ изобразим на двумерной плоскости.

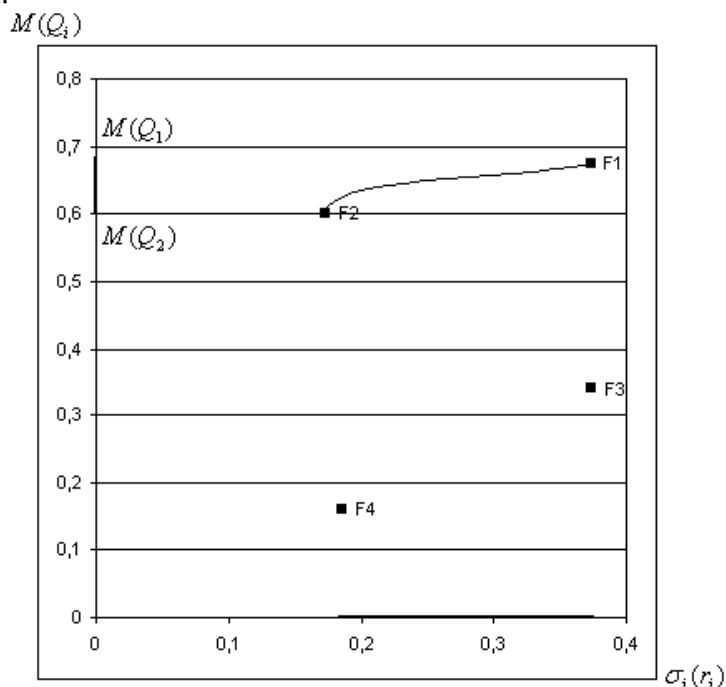


Рис. 3. Схема выбора стратегии предприятия при смещении вероятности в сторону ожидания теплой зимы

При выборе оптимальной стратегии в этом случае анализ графика (рис. 3) показывает, что решение F_4 и F_3 нужно отбросить, как обеспечивающие меньший доход в стратегиях предприятия ЖКХ A_4 и A_3 . В то же время, решение F_1 , соответствующее стратегии A_1 , характеризуется наибольшим доходом, но и максимальным для предприятия риском. В данном случае применение стратегии A_2 предприятием ЖКХ даст чуть меньший доход (снижение на 10 %). Но риск наступления неблагоприятных для предприятия состояний природы значительно меньше, чем при использовании стратегии A_1 . Следовательно, для смещения распределения вероятностей в направлении ожидания теплой зимы стратегия A_1 даст максимальный доход при достаточно высоком значении риска неблагоприятного развития событий.

Выбор же стратегии A_2 уменьшает ожидаемую величину дохода лишь на 10 %, в то время как вероятность наступления неблагоприятного события уменьшается более, чем в 2 раза, что более соответствует устойчивому состоянию системы.

Следовательно, использование предприятием ЖКХ выбора стратегий с использованием управленческих инноваций на основе анализа математического ожидания в играх с природой с высокой вероятностью будет обеспечивать максимальную величину ожидаемого дохода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Красс М.С., Чупрынов Б.П. Основы математики и ее приложения в экономическом образовании: Учебник для вузов. – М.: Дело, 2000. – 688 с.
2. Хачатрян С.Р., Пинегина М.В., Буянов В.П. Методы и модели решения экономических задач: Учебное пособие. – М.: Издательство «Экзамен», 2005. – 384 с.

REFERENCES

1. Krass M.S., Chuprynov B.P. Bases of mathematics and its appendix in economic education: the Textbook for vuz. – M.: Delo, 2000. – 688 p.
2. Hachatrjan S.R., Pinegina M.V., Bujanov V.P. Methods and models of the decision of economic problems: the Manual. – M.: Publishing house «Examen», 2005. – 384 p.

УДК 338.242.2

Сиразетдинов Р.М. – кандидат экономических наук, доцентE-mail: rustem.m.s_1999@mail.ru**Казанский государственный архитектурно-строительный университет****ФОРМИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ
ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ
(НА ПРИМЕРЕ АНАЛИЗА РЫНКА НЕДВИЖИМОСТИ)****АННОТАЦИЯ**

Важную роль в экономике играет инвестиционно-строительный комплекс, так как эффективность его функционирования во многом предопределяет как темпы выхода из кризиса, так и конкурентоспособность всей отечественной экономики. Проведенный анализ рынка недвижимости и последствий мирового финансового кризиса обуславливает необходимость формирования стратегии управления инвестиционной деятельностью с учетом взаимосвязи темпов экономического развития и привлекаемых инвестиционных ресурсов. Назрела необходимость формирования инновационной стратегии управления инвестиционно-строительной деятельностью.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: экономика, инвестиционно-строительная деятельность, рынок недвижимости, последствия финансового кризиса, девелопмент, инновационная стратегия, инвестиционная деятельность.

Sirazetdinov R.M. – candidate of economic sciences, associate professor**Kazan State University of Architecture and Engineering****FORMATION OF INNOVATION MANAGEMENT STRATEGY INVESTING ACTIVITIES****ABSTRACT**

Investment-building complex plays an important role in the economy, because the efficiency of its operation largely determines the pace of recovery as well as the competitiveness of the entire national economy. The analysis of the real estate market and the global financial crisis governs the need for a strategy of investment management, taking into account the relationship of economic growth rates and attracted investment resources. There is a need to create an innovative strategy for managing investment and construction activities.

KEYWORDS: economics, investment and construction activities, real estate market, the impact of financial crisis, development, innovative strategy, investment development.

Необходимость перехода к инновационной экономике, способной, с одной стороны, обеспечить достаточное разнообразие производимых в стране продуктов, а с другой – сократить зависимость от импорта стратегически важных товаров и технологий, значительно усилилась в связи с мировым финансовым кризисом. Падение мировых цен на энергоресурсы при одновременно высокой для России доле импорта повлекло за собой фактическую девальвацию национальной валюты. Успешное преодоление кризисных явлений во многом зависит от того, каким потенциалом будет обладать российская экономика по окончании кризиса. Этот потенциал и будет определять конкурентоспособность экономики России, повышение которой возможно на основе технологической модернизации за счет отечественных разработок и импорта передовых инновационных решений.

Следует констатировать, что последствия кризиса коснулись всех секторов экономики, в частности, и строительства. На сектор жилищного строительства действует ряд негативных факторов, которые являются неблагоприятным моментом для развития строительного комплекса и экономики в целом.

Особую роль в экономике региона играет инвестиционно-строительный комплекс, так как эффективность его функционирования во многом предопределяет как темпы выхода из кризиса, так и конкурентоспособность региона и всей отечественной экономики. Инвестиционно-строительный комплекс первым принимает на себя удар при наступлении кризиса и первым же воспринимает подъем экономики, отсюда и повышенный общественный и научно-практический интерес к

возможностям и деятельности инвестиционно-строительной сферы. Стабильность инвестиционно-строительного комплекса имеет ключевое значение для развития экономики.

Важнейшим условием развития инновационной экономики является поиск эффективных методов инвестирования инноваций, а также решение вопросов в области эффективного использования ресурсной базы для инновационного развития предприятий. Состояние инвестиционно-строительного комплекса является индикатором состояния экономики в стране. Это обуславливает необходимость обоснования стратегических и тактических мер по развитию инвестиционно-строительного комплекса.

Опыт зарубежных стран и объективных экономических закономерностей, выход экономики из кризисного состояния сопровождается увеличением инвестиционной активности, ростом капитальных вложений в новое строительство и реконструкцию основных фондов, опережающим развитием производственного потенциала строительной отрасли и ее материально-технической базы. Непременным условием этого стало повышение эффективности капитального строительства, включая рациональное использование инвестиционных ресурсов, направление их в программы и проекты, дающие наибольший экономический и социальный эффект, а также повышение эксплуатационной рентабельности инвестиционных проектов.

Инвестиционно-строительный комплекс – это центральный элемент экономического потенциала страны. Оценка инвестиционной привлекательности является важным аспектом формирования отраслевой инвестиционной политики. От ее научной обоснованности и эффективности инвестиционных решений, которые в комплексе должны обеспечивать выгодное вложение средств и наращивание инвестиционного потенциала, зависят последствия как для инвесторов, так и для экономики региона в целом. Все это подтверждает необходимость разработки стратегии инвестирования в сферу строительства.

На наш взгляд, важным элементом является прослеживание степени влияния финансово-экономического кризиса на развитие инвестиционной деятельности и на развитие рынка недвижимости. Строительная сфера России находится в тяжелом состоянии. На ситуацию в секторе жилищного строительства действует ряд негативных факторов, что неблагоприятно сказывается на всей экономике страны. В связи с этим необходимо выработать пути решения проблемы доступности жилья для населения. Следует отметить, что одним из мощнейших детонаторов кризиса в РФ стало перекредитование строительства. При этом конкретные характеристики кризиса в инвестиционно-строительной сфере и процесс его протекания являются результатом свободного выбора интенсивно развивающегося строительного бизнеса, попавшего в ловушку больших займов, на фоне несбалансированных подрядных портфелей и отсутствия государственного управления развитием этой важнейшей отрасли национальной экономики.

В последние годы в нашей стране ярко проявились следующие тенденции: высокий уровень монополизации рынков земли, недоступность недвижимости для подавляющего большинства населения, неадекватность городской среды стандартам жизни и ведения бизнеса, превращение жилой недвижимости в предмет спекулятивного роста, ресурсоемкий вариант развития инвестиционно-строительной деятельности.

Российский рынок недвижимости повторяет сценарий развития рынка европейского. Причем ему следует не только Москва, как можно было бы предположить, но и другие регионы России, хотя и с некоторым временным опозданием.

В России, так же, как в европейских странах, в последнее десятилетие:

- наблюдался повышенный темп роста цен на недвижимость, сменявшийся периодами стагнации;
- отношение «цены/доходы» росло высокими темпами, сравнимыми по динамике с США и ЕС;
- до последнего времени улучшались условия ипотечного кредитования: появились более рискованные программы, снижались процентные ставки, сокращались временные издержки на оформление кредита.

С наступлением мирового кризиса проявились следующие тенденции:

- обозначился серьезный дефицит ресурсов, которые банки могли бы направить на выдачу кредитов;
- около 15 % банков свернули программы ипотечного кредитования;
- ужесточились требования к заемщикам при выдаче кредитов;
- ухудшились программы кредитования: сократилось количество программ с пониженным первоначальным взносом, повысились процентные ставки, внимательнее стали оцениваться закладываемые объекты.

Тенденции развития российского рынка недвижимости настолько похожи на европейский сценарий, что прогнозировать его дальнейшее развитие, опираясь только на внутренние изменения, было бы неправильно (рис. 1, 2).

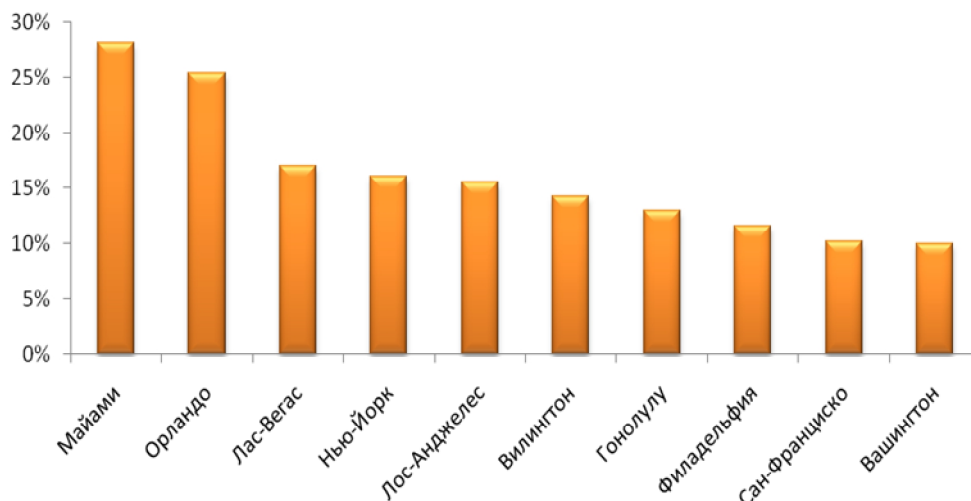


Рис. 1. Темпы снижения стоимости жилья в 10 крупнейших городах США

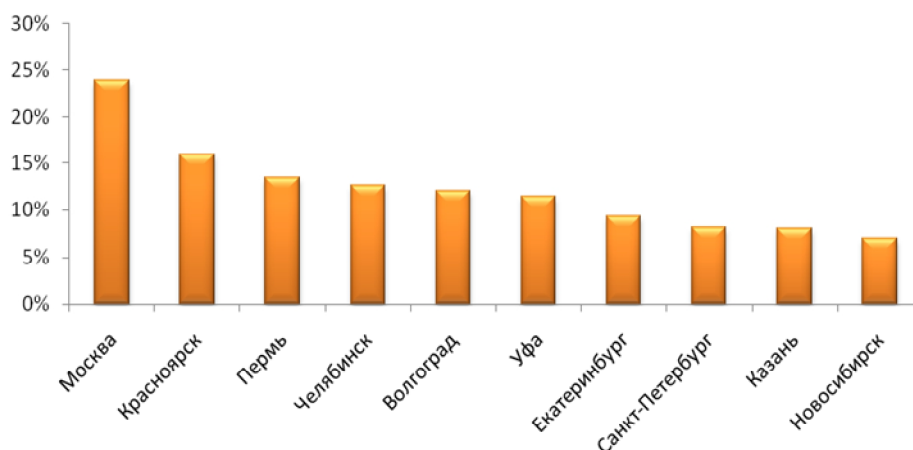


Рис. 2. Темпы снижения стоимости жилья в 10 крупнейших городах РФ

Россия – часть Европы, и российские активы уже стали крупным объектом международных инвестиций. Исходя из этого, учет внешних факторов должен предварять, а не следовать за анализом рынка. И, чем выше привлекательность российского региона для иностранных инвестиций, тем сильнее зависимость динамики его развития от внешних факторов.

Очевидно, что все рынки недвижимости в мире ощутили на себе последствия мирового финансового кризиса, хотя степень воздействия будет неодинаковой, что связано с различиями как в структуре рынков, так и в экономиках этих стран.

Все рынки недвижимости находятся в разных стадиях экономического состояния. В то время как каждый рынок недвижимости подвергся воздействию глобального спада в экономике, степень и продолжительность этого влияния на некоторые страны будет отличаться. Кризис, который мы наблюдали, не похож на все предыдущие как по причинам, так и по масштабности. Опыт, полученный при помощи анализа прошлых экономических спадов, полезен только теоретически, не очевидно, что он поможет создать точную картину того, как и когда рынки будут восстанавливаться.

В мировом масштабе рынок недвижимости одним из первых ощутил последствия кризиса: обвал кредитных отношений привел к потере доверия и оттоку денежных средств с мировых

финансовых рынков, что автоматически негативно повлияло на рынок недвижимости. Значительно сократилось финансирование, ужесточились условия инвестирования, что заставило многих девелоперов прекратить строительство или же отложить начало новых проектов из-за отсутствия необходимого объема финансирования.

В данный момент финансирование получить нелегко, но возможно, и, что особенно важно, банки могут повысить проценты по кредитным займам, однако главные требования, которые они предъявляют к качеству финансируемых проектов недвижимости (касательно технических, правовых и коммерческих аспектов), значительно не изменились.

Сейчас в мире появилось и продолжает расти недоверие, возникшее после резкого ухудшения финансового состояния лидеров банковского и страхового секторов, результатом которого стало значительное уменьшение объемов кредитования. От этого, в первую очередь, пострадал сектор недвижимости, поскольку строительство требует больших капиталовложений, поэтому без кредитных ресурсов обойтись невозможно.

Самым значительным генератором проблем, вызывающим снижение продаж, остается кризисное состояние рынка ипотеки. В конце бума банки активно выдавали множество кредитов на льготных условиях, разработанных специально для заемщиков с плохими кредитными историями. Сейчас это увеличивает рискованность их портфелей, и, чтобы подстраховаться, банки сегодня сокращают число выдаваемых кредитов. При этом известно, что 95 % домов в США приобретаются по ипотеке, и, спрос, таким образом, ограничивается лишь более состоятельными заемщиками.

Приобретение недвижимости с использованием ипотечного кредита в странах Западной Европы и США достигает 70-90 % всех сделок. В России этот показатель на сегодняшний день составляет 5-10 %. Если рассмотреть объем ипотечных кредитов по отношению к ВВП, то в России он не превышает 1-2 %, в то время как, например, в Норвегии он достигает 90 % от ВВП.

Безусловно, история развития ипотечного рынка в США насчитывает несколько десятилетий, а в России ипотека как понятие появилась после принятия Федерального закона № 102-ФЗ «Об ипотеке» от 16 июля 1998 года. То есть законодательные основы для развития рынка жилищного кредитования были созданы более 10 лет назад. По мнению некоторых ученых, именно неразвитость ипотеки в России и уберегла нашу страну от потрясений рынка недвижимости и финансов, который захлестнул США и некоторые европейские страны.

Ипотечный кризис в США связан с событиями в одном из сегментов рынка ипотечного кредитования – сегменте нестандартного кредитования. Нестандартное кредитование (subprime market) – это, как правило, процесс выдачи ипотечных кредитов заемщикам, которые не могут получить стандартные ипотечные кредиты, то есть кредиты, выдаваемые по стандартам агентств, поддерживаемых правительством США [1].

Обычно, говоря о влиянии мирового кризиса ликвидности на рынок недвижимости и условия кредитования, имеют в виду рынки недвижимости США и Великобритании. Но резкое снижение показателей роста рынков недвижимости в других, помимо Великобритании, европейских странах приводит к выводу о том, что кризис затронул и их. С начала финансового кризиса особенное снижение темпов роста цен на недвижимость было отмечено в странах Западной Европы, где процент приобретений жилья по ипотеке очень высок – до 90 %. Цены в этом регионе во многом зависят от доступности и стоимости ипотечного кредитования. В среднем, судя по завершенным сделкам, мы можем говорить о 10 %-ом снижении уровня цен.

Если в Западной Европе мировой финансовый кризис стал причиной стагнации на рынке недвижимости, рынок недвижимости стран Восточной Европы он практически не затронул. Банковская система восточноевропейских стран в большинстве случаев независима от глобальных перемен, и, что более важно, их экономика менее зависима от экономик развитых рынков.

В свою очередь, обратим внимание на то, что меньшее влияние на недвижимость Восточной Европы американского ипотечного кризиса и мирового финансового кризиса было обусловлено и тем, что значительная часть недвижимости в Восточной Европе финансировалась банковскими кредитами в швейцарских франках, тогда как в ряде стран Центральной и Западной Европы рынки недвижимости были тесно привязаны к курсу американской валюты, а основные ипотечные займы конвертировались именно в долларах США.

Руководство Центробанка не раз высказывало свою озабоченность слишком высокими темпами роста кредитования физических лиц, в частности, ипотеки. Ведь при этом, по его словам, растут

опережающими темпами дефолты по кредитам, и увеличивается рискованность банковских операций. Однако чтобы достичь того уровня, при котором этот рынок становится способным оказывать влияние на основные макроэкономические показатели страны в целом, российскому ипотечному рынку надо развиваться такими же ускоренными темпами и дальше, причем не годы, а десятилетия, безусловно, с параллельным регулированием уровня риска.

В нынешней ситуации тот факт, что доля ипотечных кредитов в ВВП составляет меньше 2 %, уменьшает степень прямого и косвенного влияния последствий кризиса на отечественный рынок недвижимости и ипотеки. Ипотека в России слишком слаба, чтобы повлиять на экономику страны.

С ростом инфляции уровень реальных доходов населения снизится, что еще больше сузит спрос на ипотеку. И если сейчас, по самым оптимистичным расчетам, она доступна 15-17 % населения, то, если развиваться по европейскому сценарию, в ближайшие год-два эта доля увеличиваться не будет. Для наращивания объема спроса на жилье все очевидней становится необходимость стимулирования жилищных накоплений (через систему стройсберкасс, жилищные вклады и т.п.). В дальнейшем, после оздоровлении ситуации на кредитном рынке, первоначальные накопления смогут заложить основу для массового выхода на ипотечный рынок новой категории заемщиков – тех, кто не имеет активов для первоначального взноса в виде жилья, а вынужден накапливать сумму на первоначальный взнос с нуля. Это позволит расширить базу ипотечных заемщиков и вывести ипотечный рынок на новый уровень.

С учетом роста средних доходов населения доступность жилья для россиян не снизилась, однако взять ипотеку стало намного труднее. Нынешнее снижение покупательской активности связано с психологическим эффектом ожидаемого падения цен на недвижимость.

Кризис критично не затронул девелоперов, которые уже сделали себе имя на рынке, и привлекать заемные средства для реализации проектов им будет намного проще, чем полупрофессиональным игрокам рынка.

В краткосрочной перспективе станет меньше сделок купли-продажи готовых объектов, ожидается также увеличение ставок капитализации. Инвесторы будут отдавать предпочтение сегменту премиум-класса. Проблему финансирования девелоперы будут решать за счет привлечения стратегических инвесторов [2].

Значительное негативное влияние на рынок жилой недвижимости объясняется тем, что два главных источника финансирования объектов жилой недвижимости – средства частных инвесторов, непосредственных покупателей квартир, а также банковское кредитование – оказались практически недоступными для застройщиков. Банки ужесточили условия и повысили стоимость как ипотечных займов для населения, так и кредитования для девелоперов. Кроме того, на рынок жилья оказали также негативное влияние высокий уровень роста потребительских цен и значительное удорожание себестоимости строительства.

Представляет интерес поведение российского рынка недвижимости в период кризиса 1998 года. Тогда был самый настоящий обвал: вдруг резко и полностью исчез спрос на квартиры. В течение полугода рынок недвижимости пытался удерживать «докризисные» цены, но девелоперы, поняв, что по таким ставкам продать ничего не смогут, резко снизили цены. Осенью 1998 года цены на жилье начали снижаться, спрос падать, а предложение возросло. Пик падения пришелся на 1999 год. В период кризиса 1998 года в связи с резким сокращением спроса на объекты недвижимости, наблюдалось снижение цен на рынке до 30-35 %. Цены упали более чем в 2-2,5 раза. Затем пошел процесс стабилизации, и цены на жилую недвижимость начали расти.

В условиях макроэкономических потрясений 1998-1999 годов рынок недвижимости все-таки сохранился и, более того, открыл новые возможности для застройщиков, риэлторов, покупателей и инвесторов.

Сегодня потенциальные покупатели отложили приобретение квартиры в ожидании прояснения ситуации на рынке. Некоторые компании объявили о существенном дисконте на свои объекты, другие девелоперы предпочли приостановить свою деятельность до лучших времен и объявили о замораживании перспективных проектов, сконцентрировав свои производственные мощности на реализации уже строящихся объектов. Сейчас застройщики нуждаются в государственной поддержке; если государство поддержит рынок новостроек, то ситуация выправится, если нет, то через полтора-два года рынок первичного жилья ждет провал предложения и новая волна роста цен. Сокращение предложений из-за замораживания новых проектов и возвращение отложенного спроса через какое-то время спровоцируют очередной рост цен.

Влияние макроэкономической ситуации в России на рынок жилой недвижимости колоссально, а наиболее весомым фактором является финансовый фактор. В рамках исследований рассматривались зависимости цен на жилье от некоторых макроэкономических показателей, таких как: инвестиции в основной капитал, ВВП, уровень инфляции, цены на нефть и ряд других параметров.

Рост стоимости денег на международных рынках вследствие мирового финансового кризиса не мог не сказаться на ставках кредитования внутри страны, это отразилось и на покупателях жилья, использующих ипотечное кредитование, и на девелоперах.

Наиболее серьезные проблемы испытывают девелоперы с портфелем проектов, не генерирующих денежного потока, такими как коммерческая недвижимость на стадии строительства, или имеющих низкую ликвидность в условиях кризиса и высокой долговой нагрузкой.

Однако, кризис для одних игроков рынка – это возможности для других. Пока одни игроки в целях улучшения ликвидности будут пытаться избавиться от активов (земли, проектов, инвестиционных контрактов), другие будут искать, рассматривать и оценивать данные активы. Таким образом, в сфере недвижимости начался период активного рыночного передела.

Поскольку жилая недвижимость является не только огромным рынком, но и социально значимой сферой, то поддержка девелоперам может быть оказана со стороны государства. Со стабилизацией ситуации в финансовой сфере и восстановлением потребительской активности, восстановление объемов нового строительства и предложения на рынке займет еще значительное время [3].

Следует отметить, что стремительное развитие общего финансового кризиса и коррекции цен на недвижимость имеет свои положительные стороны. После семилетнего периода постоянного роста цен рынку недвижимости необходимо подготовиться к новому продолжительному периоду роста. Специфика сегодняшней ситуации на рынке недвижимости в том, что мало объектов высокой степени готовности, а потребители обоснованно боятся покупать жилье в стадии долевого строительства.

В условиях последствий финансового кризиса прогнозы рынка недвижимости кажутся неопределенными, как никогда. Дальнейшее развитие событий во многом будет зависеть от общего макроэкономического фона, но постепенная активизация покупателей будет происходить за счет высокой потенциальной потребности в жилье и необходимости в улучшении жилищных условий. А это значит, что впоследствии рынку обеспечен новый период подъема.

Сейчас на рынке действуют две группы активных покупателей. Во-первых, это граждане, имевшие валютные накопления и решившие для надежности переложить их в недвижимость. Во-вторых, это покупатели, решившие воспользоваться снижением цен и улучшить свои жилищные условия. В частности, это подтверждается возросшим количеством альтернативных сделок. То есть реализуется отложенный спрос. Слишком многое указывает на то, что ушедшие с рынка купли-продажи инвестиционные квартиры вряд ли на него скоро вернуться. Каких-то других резервов на вторичном рынке нет. Что же касается новостроек, то и здесь запас квартир не бесконечен, как и возможности для демпинга. Спрос сфокусирован на жилье высокой степени готовности, а его немного. Дома, которые находятся в начальной стадии строительства, даже не рассматриваются потенциальными покупателями. Поскольку динамика прибыли изменилась (стало меньше покупателей при том, что затраты застройщиков остаются высокими), инвестиционная активность в обозримом будущем будет минимальной.

Государство в период стагнации на рынке недвижимости должно разрабатывать адекватные меры по активизации ситуации. Целесообразны меры, среди которых удешевление подключения домов к инженерным коммуникациям, уменьшение сроков регистрации прав на жилье, а также стимулирование ипотеки.

Сейчас существует большой неудовлетворенный спрос на качественное жилье – как городское, так и загородное. И ежегодно он увеличивается на 20-30 %. Помимо спроса существует еще целый ряд факторов, влияющих на ценообразование: снижение объемов строительства, повышение стоимости стройматериалов, уменьшение количества выданных ипотечных кредитов и рост процентных ставок по ним, большой размер отчислений в городской бюджет от каждой построенной квартиры (до 20 %), недостаток свободных земельных участков.

Причины слабеющей покупательской активности – в снижении темпа роста доходов населения, уменьшении доли потребления товаров долгосрочного пользования и понижении инвестиционной активности населения. Недостаточный спрос вызывает снижение темпов ввода в эксплуатацию жилья, особенно бизнес-класса, но высокая себестоимость строительства – с учетом стоимости земли, проектно-разрешительной документации, всевозможных отчислений по городу – дорогие

финансовые ресурсы не позволят застройщикам снизить цену продажи квартир. Такая ситуация привела к уходу ряда участников с рынка жилья, а, возможно, и к банкротству некоторых строительных компаний, однако в краткосрочной перспективе.

Проведенный нами анализ рынка недвижимости и последствий мирового финансового кризиса обуславливает необходимость формирования стратегии управления инвестиционной деятельностью с учетом взаимосвязи темпов экономического развития и привлекаемых инвестиционных ресурсов.

Формирование в России инновационной экономики позволит уменьшить зависимость уровня и темпов социально-экономического развития страны от получаемых доходов вследствие экспорта сырьевых ресурсов.

Время безудержной эйфории и ожиданий бесконечного роста ушло безвозвратно. Очевидно, что наступила другая эпоха. Тренды, которые сейчас набирают силу, приведут к совершенно другой модели рынка жилья, иным структурам потребления и бытия в целом. Изменяется технологии строительства, финансовые схемы, градостроительные подходы. Неизбежен резкий рост влияния государства на рынок жилья. Вопрос лишь в том, как быстро мы начнем внедрять новые механизмы жилищного строительства.

Очевидна назревшая необходимость формирования инновационной стратегии управления инвестиционной деятельностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Загидуллина Г.М., Файзуллин И.Э., Файзуллина Л.И., Клещева О.А., Сиразетдинов Р.М. Проблемы инвестирования в жилищное строительство: монография. – Казань: КГАСУ, 2010. – 230 с.
2. Шлюева Н. Эксперты банковского сектора обсудили возможные последствия финансового кризиса в Америке и Европе для рынка недвижимости в России Knight Frank Russia & CIS. Издание Rambler Media Group. URL: <http://lenta.ru/news2/2007/09/21/knightfrank/> (дата обращения: 05.02.2011).
3. Земцова С. Рынок жилой недвижимости в условиях финансового кризиса. URL: <http://lenta.ru/news2/2008/10/23/usadba/> (дата обращения: 11.01.2011.).

REFERENCES

1. Zagidullina G.M., Faizullin I.E., Faizullina L.I., Kleshcheva O.A., Sirazetdinov R.M. The problems of investing in housing: a monograph. – Kazan: KGASU, 2010. – 230 p.
2. Shlyueva N. The experts of the banking sector discussed the possible impact of financial crisis in America and Europe for the real estate market in Russia, Knight Frank Russia & CIS. Publication of Rambler Media Group. URL: <http://lenta.ru/news2/2007/09/21/knightfrank/> (date accessed: 05/02/2011.).
3. Zemtsova S. housing market in crisis conditions. URL: <http://lenta.ru/news2/2008/10/23/usadba/> (date accessed: 11/01/2011.).

УДК 347.77

Устинова Л.Н. – старший преподавательE-mail: buro.ustinova@mail.ru**Казанский государственный архитектурно-строительный университет****МОДЕЛЬ РЕАЛИЗАЦИИ НОУ-ХАУ****АННОТАЦИЯ**

В рамках настоящей статьи автор рассматривает вопрос реализации прав на объекты интеллектуальной собственности в виде реализации прав на объекты, представляющие производственный и коммерческий интерес третьих лиц. Реализация данных прав позволит создать финансовую базу по обеспечению собственных программ стратегического развития, а также позволит увеличить уровень собственных средств предприятия. При изменении подхода и объекта рассмотрения создается возможность увеличения стоимости бизнеса на основе нематериальных активов, что дополнительно представляет собой залоговую массу, которая может быть использована в обеспечении заемных средств.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: модернизация, ноу-хау, правовая защита.**Ustinova L.N.** – senior lecturer**Kazan State University of Architecture and Engineering****MODEL OF REALIZATION OF A KNOW-HOW****ABSTRACT**

Within the limits of the present article authors will consider the problem realizations of the rights to objects of intellectual property in the form of realization of the rights to the objects representing industrial and commercial interest of the third parties. Realization of the given rights will allow to create financial base on maintenance of own programs of strategic development, and also will allow to increase level of own means of the enterprise. At change of the approach and object of consideration possibility on increase in cost of business on the basis of non-material actives is created that in addition represents mortgaging weight which can be used in maintenance of extra means.

KEYWORDS: modernization, a know-how, legal protection.

На современном этапе социально-экономического развития Российской Федерации, в период начала государственной программы по глубокой модернизации промышленности, особую значимость приобретают вопросы повышения качества продукции отечественных производителей, увеличения доли импортозамещения в технике и технологиях.

Существенными и значимыми условиями решения поставленных вопросов являются задачи по привлечению финансирования как из банковского, так и частного секторов.

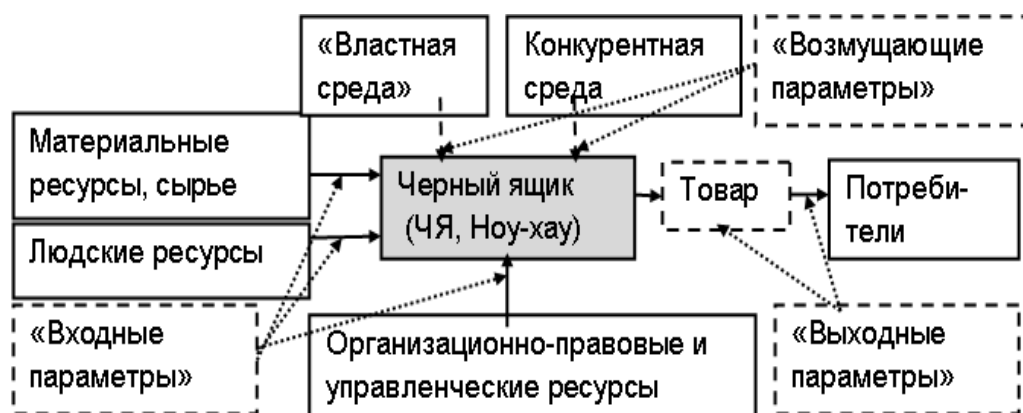
При организации работ по привлечению и использованию стороннего финансирования проектов и/или производств дополнительно встает вопрос о решении задач по обеспечению вложенных (кредитных, заемных) средств в виде имущественных комплексов и прав на объекты различных форм собственности. Таким образом, перед современным предприятием формируется система задач, решение которых будет способствовать обеспечению производственной программы как предприятия, так и государства.

В рамках настоящей статьи автор рассматривает вопрос реализации прав на объекты интеллектуальной собственности в виде реализации прав на объекты, представляющие производственный и коммерческий интерес третьих лиц. Реализация данных прав позволит создать финансовую базу по обеспечению собственных программ стратегического развития, а также увеличить уровень собственных средств предприятия. При изменении подхода и объекта рассмотрения создается возможность увеличения стоимости бизнеса на основе нематериальных активов, что дополнительно представляет собой залоговую массу, которая может быть использована в обеспечении заемных средств.

Предприятия строительной отрасли не являются исключением из существующего ряда современных производственных организаций, перед которыми стоит подобная задача [1].

Особое место в системе поставленных задач занимает защита и коммерциализация интеллектуальной собственности.

Для предметной характеристики идеи воспользуемся авторской моделью [4], представленной ниже.



За всеми блоками, изображенными на рисунке, скрываются определенные субъекты и их права.

«Черный ящик» – символическое изображение пространства, в котором действуют и как-то (неизвестно) взаимодействуют люди (организация людей). Эта организация приобретает ресурсы X_i и, осуществляя за время t какую-то неизвестную деятельность f , производя товар Y ($Y = f(X_i, t)$).

Что делается внутри ЧЯ (каков вид функции f), остается неизвестным. Однако, известно:

- что поступает в ЧЯ (виды и свойства ресурсов, сырья);
- что выходит из ЧЯ (вид и свойства выходящего из него товара, его потребительские и иные свойства);
- какие рамочные командные воздействия оказывают органы власти на деятельность в ЧЯ («внешние возмущения»);
- как и чем отличаются товары, произведенные и реализованные с использованием «ноу-хау» от товаров аналогичного назначения, производимых конкурентами, и как конкуренты могут влиять на конкурентоспособность товаров, произведенных с использованием «ноу-хау» («возмущающие факторы»).

Все указанные характеристики условно назовем «факторами», которыми владелец «ноу-хау» может характеризовать свойства и значимость своего объекта интеллектуальной собственности, определяя весь комплекс таких параметров, их взаимосвязь в качестве объекта «авторского права».

Полагается, что каждый обладатель «ноу-хау», не раскрывая секреты своего ЧЯ, должен в интересах потенциального покупателя необходимым и достаточным образом определить все входные ресурсы и условия (факторы 1 и 3), выходные параметры товара, получаемого на основе использования «ноу-хау» (фактор 2), а также сравнительные характеристики полученного товара и товара конкурентов (фактор 4). При этом сохраняется секретность «ноу-хау», но идентифицируются внешние условия и результаты его использования [4].

В данной модели речь идет о таких «внешних параметрах», которые характеризуют ресурсные (затратные), конкурентные и другие экономически значимые параметры инвестиционной деятельности с использованием «ноу-хау». Именно такой комплекс характеристик назван авторами «внешней идентификацией «ноу-хау» в первом приближении».

Необходимость такой идентификации является условием, необходимым для правоотношений. Любой покупатель (приобретатель) «ноу-хау» вправе заранее знать условия и будущие результаты использования «ноу-хау», а субъект, предлагающий «ноу-хау», должен согласно договору нести ответственность по конечному и промежуточному результату использования «ноу-хау» после его приобретения.

Формирование предложений «ноу-хау», их востребованность и эффективность использования определяются в процессе опыта, а также поддержкой или препятствиями, создаваемыми умелыми или неумелыми действиями органов власти.

При раскрытии информации «окружающей «ноу-хау» необходимо учитывать не только интересы потенциальных покупателей, не только свои «экономические интересы», но и условия обеспечения секретности и защищенности «ноу-хау».

Всякое «ноу-хау» можно рассматривать как способ, позволяющий добиться какого-то результата. При таком подходе иногда оказывается возможным в составе внешних факторов и их характеристик выделить ряд существенных показателей, необходимых для использования «ноу-хау», и весь комплекс входных, возмущающих и выходных характеристик представить в виде «единой технологии», основным элементом которой является «ноу-хау».

Напомним представление о «праве на единую технологию» (объекте интеллектуальной собственности), повторяя содержание статьи 1542 ГК РФ: «1. Единой технологией в смысле настоящей главы признается выраженный в объективной форме результат научно-технической деятельности, который включает в том или ином сочетании изобретения, полезные модели, промышленные образцы, программы для ЭВМ или другие результаты интеллектуальной деятельности, подлежащие правовой охране в соответствии с правилами настоящего раздела, и может служить технологической основой определенной практической деятельности в гражданской или военной сфере (единая технология) [1].

В состав единой технологии могут входить также результаты интеллектуальной деятельности, не подлежащие правовой охране на основании правил настоящего раздела, в том числе технические данные, другая информация».

Следует обратить внимание на существенный признак «единой технологии», выраженный в виде – «выраженный в объективной форме результат научно-технической деятельности».

С позиций модели Черного ящика речь идет о характеристике «выходных параметров», привязанных к представлениям о секретном способе как элементе единой технологии. Защита прав на единую технологию позволяет не только полнее детализировать внешние свойства «ноу-хау», но и включить их в новый объект права, расширяя и развивая его защиту.

Для целей популяризации, коммерциализации и рекламы своего «ноу-хау» его правообладатель может формировать, структурировать, распространять и защищать свое индивидуальное авторское право на комплекс входных, выходных и возмущающих параметров своей модели и технологии использования «ноу-хау» или объединяться в защите своих прав на интеллектуальную собственность с владельцами других объектов защиты авторского права.

В первом случае владелец «ноу-хау» публикует (обнародует) комплексную внешнюю характеристику своего приобретения и регистрирует личное авторское право на продукт такой публикации.

Следует отметить, что по договору с издательством или иной специализированной организацией владелец такой публикации может, согласно договору с ним и в соответствии с нормами части 4 ГК РФ, на руки получить свидетельство об авторском и исключительном праве на результат публикации с указанием государственных регистрационных идентификаторов такого права.

Во втором случае владелец «ноу-хау» объединяется с владельцем другого объекта интеллектуальной собственности в рамках использования «единой технологии» [4].

Например, согласно статье 1259 ГК РФ и законодательству об архитектуре к объектам авторских прав относятся «произведения архитектуры, градостроительства..., в том числе в виде проектов, чертежей, изображений» [4].

В случае возможности совместного использования архитектурно-строительного проекта и «ноу-хау», владельцы этих разных объектов могут вступать в рыночные отношения совместно в рамках единого градостроительного проекта, согласуя свои интересы и усиливая привлекательность и конкурентоспособность совместного проекта. В этом случае «ноу-хау» становится составной частью единого проекта и единой технологии, которая коллективно защищается участниками.

Такая привязка «ноу-хау» к архитектурному или градостроительному проекту тоже является разновидностью внешней идентификации.

В порядке эксперимента авторы приняли участие в организации и в правовом обеспечении себя и других авторов законно оформленным и выданным свидетельством об авторском праве и исключительном праве на объект интеллектуальной собственности. При оформлении, выдаче и получении такого свидетельства авторы используют комплекс разных государственных идентификаторов авторского права и действующее законодательство, в том числе нормы ГК РФ, которые приведены выше.

Право на «ноу-хау» может включено в состав «прав использования результатов интеллектуальной деятельности в составе единой технологии» (глава 77 части 4 ГК РФ).

Поясним это утверждение. Приведенный выше набор характеристик «ноу-хау» может быть расширен в привязке к проекту строительства конкретного многоквартирного дома, квартала или микрорайона города с включением в градостроительный проект дополнительных проектных разработок, отличающих «типичные проекты» от проектов с использованием «ноу-хау».

Например, использование «ноу-хау» приводит к существенному изменению технологии и идеологии градостроительного проектирования и реализации инвестиционного проекта, которое полностью отсутствует в сложившейся практике такого проектирования и его реализации в России. Например, в проект включается решение группы задач, связанных с новым, особым по функциональному назначению зонированием территории, которое является следствием использования «ноу-хау». Возникает новая и единая технология от проектирования до завершения строительства, приобретения и реализации гражданами прав собственности на построенный объект.

В этом случае «ноу-хау» становится частью единой технологии градостроительства. Отдельные компоненты такой «технологии» вместе с входящим в ее состав «ноу-хау» могут быть обнародованы, без полного раскрытия секрета «ноу-хау». В этом авторские права получают новый вид защиты, установленный в пункте 10 части 2 статьи 1270 ГК РФ:

«Использованием произведения независимо от того, совершаются ли соответствующие действия в целях извлечения прибыли или без такой цели, считается, в частности: ...10) практическая реализация архитектурного, дизайнерского, градостроительного или садово-паркового проекта».

Распространение защиты авторского права на «практическую реализацию проекта» является существенным усилением защиты авторских прав и на входящее в его состав ноу-хау [5].

Специфика автора произведения архитектуры и градостроительства отражена в статье 1294 ГК РФ [1]:

«1. Автор произведения архитектуры, градостроительства или садово-паркового искусства имеет исключительное право использовать свое произведение в соответствии с пунктами 2 и 3 статьи 1270 настоящего Кодекса, в том числе путем разработки документации для строительства и путем реализации архитектурного, градостроительного или садово-паркового проекта.

Использование архитектурного, градостроительного или садово-паркового проекта для реализации допускается только однократно, если иное не установлено договором, в соответствии с которым создан проект. Проект и выполненная на его основе документация для строительства могут быть использованы повторно только с согласия автора проекта.

2. Автор произведения архитектуры, градостроительства или садово-паркового искусства имеет право на осуществление авторского контроля за разработкой документации для строительства и право авторского надзора за строительством здания или сооружения либо иной реализацией соответствующего проекта. Порядок осуществления авторского контроля и авторского надзора устанавливается федеральным органом исполнительной власти по архитектуре и градостроительству.

3. Автор произведения архитектуры, градостроительства или садово-паркового искусства вправе требовать от заказчика архитектурного, градостроительного или садово-паркового проекта предоставления права на участие в реализации своего проекта, если договором не предусмотрено иное».

В рассмотренном выше примере такие элементы идентификации и развития ноу-хау не использованы, хотя некоторые из них носят универсальный характер, не связанный с конкретным видом жилищно-строительного проекта. Некоторые элементы создания таких «единых технологий» уже апробированы (впервые в России) в рамках дипломного проектирования выпускников Казанского государственного архитектурно-строительного университета с участием практикующих архитекторов (научный руководитель – доктор архитектуры, профессор Г.Н. Айдарова и др.), в том числе в работах 7 дипломантов 2010 года.

При создании интеллектуальной собственности на объект «единой технологии», а также при установлении договорных правил реализации градостроительного проекта вместе с содержащимся в нем ноу-хау появляется возможность формирования и совместной защиты участниками «смежных прав» прав на ноу-хау. В частности, в состав участников «смежных прав» войдут приобретатели прав на градостроительный проект. В рамках идентификации смежных прав происходит дальнейшая детализация идентификации и защиты прав на ноу-хау. Эти права дополняются «правом на исполнение», в том числе «правом на совместное исполнение», единой технологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гражданский кодекс Российской Федерации. Часть 1 от 30 ноября 1994 г. № 51-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации, 1994, № 32. – Ст. 3301.
2. Конституция Российской Федерации (с поправками от 30.12.2008 № 6-ФКЗ и от 30.12.2008 № 7-ФКЗ).
3. Федеральный закон от 29.07.04 № 98-ФЗ «О коммерческой тайне» (в ред. Федерального закона от 02.02.2006 № 19-ФЗ).
4. 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.
5. Ланцов В.М., Устинов А.Э., Устинова Л.Н., Ланцов В.М. Инновации: ноу-хау. Моделирование правовой защиты, коммерциализации, рентабельности. – Казань: ЗАО «Новое знание», 2010. – 52 с.
6. Устинов А.Э. Формирование экономического механизма реализации инновации // Автореферат канд. дисс. на соиск. степени канд. эконом. наук. – Казань, 2002. – 22 с.

REFERENCES

1. The civil code of the Russian Federation. A part 1 from November, 30th 1994 № 51-FZ // Meeting of the legislation of the Russian Federation, 1994, № 32, – St. 3301.
2. The constitution of the Russian Federation (with amendments from 12.30.2008 № 6-FKZ and from 12.30.2008 № 7-FKZ).
3. The federal law of the Russian Federation from 29.07.04 № 98-FZ «About a trade secret» (in ред. Federal law from 2.2.2006 № 19-FZ).
4. Lantsov V.M., Shajmardanova A.N., Kireeva T.M., Ustinov A.E. Housing and communal services: bases of the theory and the critical analysis of the Russian experience. – Kazan: Joint-Stock Company «New knowledge», 2008. – 504 p.
5. Lantsov V.M., Ustinov A.E., Ustinova L.N., Lantsov V.M. Innovation: a know-how. Modeling of legal protection, commercialization, profitability. – Kazan: Joint-Stock Company «New knowledge», 2010. – 52 p.
6. Ustinov A.E. Formation of the economic mechanism of realization of an innovation // The masters thesis author's abstract on competition of ecom. cand. – Kazan, 2002. – 22 p.

УДК 338.2

Файзуллин И.Э. – кандидат экономических наук, доцентE-mail: irek.fayzullin@gmail.com**Казанский государственный архитектурно-строительный университет****ПРИОРИТЕТНЫЕ МЕРЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА****АННОТАЦИЯ**

Государственные меры в области жилищной политики последних лет в России в основном были направлены на стимулирование платежеспособного спроса. Механизмы развития предложения жилья пока не срабатывают. Остро встает вопрос реальных стимулов и возможностей увеличения предложения доступного жилья за счет регулирования структуры строящихся жилищ с ориентацией на малоодоходные группы населения. Примерно 1/5 строящегося жилищного фонда должна быть почти в 2 раза дешевле, чем средняя рыночная цена квартиры в каждом регионе.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: инвестиционно-строительный комплекс, государственное регулирование, инвестирование

Fayzullin I.E. – candidate of economical sciences, associate professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

**PRIORITY MEASURES OF STATE REGULATION
OF THE INVESTMENT-BUILDING COMPLEX****ABSTRACT**

The state measures in the field of a housing policy of last years basically have been directed to Russia on stimulation of solvent demand. Mechanisms of development of the offer of habitation yet don't work. Sharply there is a question of real stimulus and possibilities of increase in the offer of accessible habitation at the expense of regulation of structure of under construction dwellings with orientation on population groups. About 1/5 under construction available housings average market price of apartment in each region should be cheaper almost in 2 times, than.

KEYWORDS: investment-building complex, state regulation, investment.

Реализация конституционного права граждан на жилище, обеспечение одной из основных потребностей человека – иметь домашний очаг, достойные и доступные условия проживания для себя и своих близких – это одна из фундаментальных задач любого правового государства. Наличие собственного жилья является одной из базовых ценностей человеческого существования, основных его потребностей, обеспечивающей здоровье нации, формирование семьи и сохранение семейных ценностей, стабилизацию и положительное развитие демографической ситуации. Это – источник уверенности людей в завтрашнем дне и опора стабильности в обществе [1]. Кроме того, помимо выполнения базовых функций, жилье как объект недвижимости является средством накопления капитала и в то же время инвестиционным механизмом в сфере производства и оборота капитала в обществе.

Вместе с тем, позиционирование роли государства как гаранта соблюдения этого гражданского права, должно включать в себя и его координирующие действия в развитии строительного комплекса и формировании благоприятных инвестиционных условий для того, чтобы обеспечить заинтересованность в реализации жилищных программ самих строительных организаций [2]. Инвестиционно-строительный комплекс в настоящее время является ведущей отраслью народного хозяйства, где решаются жизненно важные задачи структурной перестройки материальной базы всего производственного потенциала страны и развития непромышленной сферы. Так, по данным Национального агентства финансовых исследований (НАФИ), одно рабочее место в сфере строительства обеспечивает занятость до 6 человек в смежных отраслях. Строительство и жилой, и коммерческой недвижимости обладает синергетическим эффектом привлечения инвестиций в ряд других отраслей – банковский сектор, легкая промышленность, торговля, которые своими услугами закрывают возникающие потребности новых собственников (арендаторов) построенной недвижимости. От эффективности функционирования строительного комплекса во многом зависят как темпы

выхода из кризиса, так и конкурентоспособность отечественной экономики. Кроме того, жилищное строительство является и генератором налоговых поступлений в бюджеты всех уровней, величина которых в полной мере способна покрыть необходимые затраты отрасли на подготовку территорий для комплексной жилой застройки (по предварительной оценке, 1 рубль государственных инвестиций в строительство социальной и инженерной инфраструктуры в жилищном строительстве влечет за собой от 3 до 6 рублей вложений инвесторов и населения, что дает практически 100 %-ный возврат вложенных государственных средств в доходы бюджета в качестве налоговых поступлений). Строительство в целом является точкой роста экономики государства, залогом его эффективного развития как в экономическом, так и в социальном плане. И пассивное отношение к существующим проблемам в этой отрасли способно привести к реальной угрозе экономической безопасности страны, вырождаемости нации [3].

Актуальность решения комплекса проблем в сфере развития жилищного строительства подчеркивается тем, что, несмотря на создание в Российской Федерации основ функционирования рынка жилой недвижимости, приобрести жилье с использованием рыночных механизмов на сегодняшний день способен ограниченный круг семей с уровнем доходов выше среднего. Основными причинами низкого платежеспособного спроса на жилье являются низкая доступность долгосрочных ипотечных жилищных кредитов, а также высокий уровень рисков и издержек на этом рынке. Данные социологических обследований в 2009 году, приводимые Министерством регионального развития Российской Федерации, показывают, что жилищная проблема стоит перед 60 процентами российских семей, в той или иной степени не удовлетворенных жилищными условиями, при этом для 32 процентов семей жилищная проблема стоит достаточно остро и требует решения в ближайшие 3 года. При этом каждая четвертая семья имеет жилье, находящееся в плохом или очень плохом состоянии. Общая потребность населения России в жилье составляет 1570 млн. кв. метров, и для ее удовлетворения необходимо увеличить жилищный фонд на 46 процентов. В Республике Татарстан потенциальная доля семей, имеющих возможность приобрести жилье по существующим ипотечным программам (по социальной ипотеке и по классической ипотеке в рамках механизма, реализуемого ОАО «Агентство по ипотечному жилищному кредитованию» (АИЖК)), ориентировочно составляет 33 процента. Таким образом, более 2/3 населения республики улучшить свои жилищные условия в настоящее время не в силах.

Помимо низкой покупательской способности населения на рынке жилья, существует целый комплекс проблем, который препятствует инвестиционной активности в строительстве, причем речь идет как о невозможности реализации жилищных проектов крупными застройщиками, так и о сдерживании инвестиционной активности самих граждан – в части индивидуального жилищного строительства и объединения в жилищные строительные и накопительные кооперативы [4].

Основные причины сложившейся ситуации заключаются в следующем:

- общее снижение инвестиционной активности в строительстве в период 2008-2009 гг., связанное с последствиями мирового финансового кризиса;
- слабая проработанность на региональном и местном уровнях документации градостроительного планирования и зонирования, отсутствие четкой определенности в градостроительной политике не позволяет строительному бизнесу грамотно спланировать свою деятельность и оптимально реализовать инвестиционные проекты, что в свою очередь, ведет к приостановке инициатив по застройке территорий;
- недоступность земельных участков для застройщиков;
- излишне регламентированная и чрезвычайно громоздкая система выдачи исходно-разрешительной документации на осуществление строительства, получение технических условий на подключение к объектам коммунальной инфраструктуры и на ввод объектов в эксплуатацию, что приводит к созданию искусственных административных барьеров для реализации строительного бизнеса;
- отсутствие реально подготовленных для комплексной жилой застройки земельных участков, имеющих инфраструктурное обеспечение;
- высокая изношенность (до 60-70 %) производственных мощностей большинства действующих предприятий промышленности строительных материалов;
- низкая доступность кредитных ресурсов для строительных организаций, возникшая на волне кризиса и продолжающая оставаться, как фактор негативного влияния на развитие отрасли в целом;
- проблема ценообразования в жилищном строительстве, напрямую влияющая на квалификацию рабочей силы в строительстве, себестоимость и качество строительства [5].

Республика Татарстан является лидером в Приволжском федеральном округе по объему строительства жилья (в 2008 году республика по объему работ, выполненных по виду

«строительство», и по объему ввода жилья заняла 1 и 2 место соответственно), и занимает 6 место в целом среди субъектов Российской Федерации. По итогам 2008 и 2009 гг. по совокупным результатам жилищного строительства и проведения реформ ЖКХ, оценку которых производит Министерство регионального развития Российской Федерации, Республика Татарстан занимает также 1-е и 2-е место среди всех регионов России соответственно (табл. 1).

Таблица 1

**Ввод в действие общей площади жилых домов и общежитий
в регионах Приволжского федерального округа, тыс. кв.м. общей площади**

№	Приволжский федеральный округ	2007 год	2008 год	2009 год
1	Республика Башкортостан	1 856,8	2 351,8	2 352,7
2	Республика Марий Эл	283,7	298,8	299,9
3	Республика Мордовия	242,8	284,1	276,6
4	Республика Татарстан	2 040,7	2 222,5	2 010,2
5	Удмуртская Республика	483,0	486,4	464,8
6	Чувашская Республика	1 004,5	977,8	852,2
7	Пермский край	884,1	832,8	695,1
8	Кировская область	375,8	425,8	335,9
9	Нижегородская область	1 072,0	1 353,9	1 403,9
10	Оренбургская область	752,4	775,9	740,1
11	Пензенская область	554,3	605,1	610,2
12	Самарская область	1 287,0	1 328,2	1 025,2
13	Саратовская область	1 022,1	1 112,5	1 129,9
14	Ульяновская область	429,4	508,5	530,6
Всего		12 288,6	13 563,9	12 727,2

Объем работ, выполненных по виду деятельности «Строительство» в Приволжском федеральном округе в 2009 году, составил 623,6 млрд. руб. или 88,8 % к уровню 2008 г., индекс физического объема в уровню 2008 г. составил 80,0 % (табл. 2). Следует отметить, что в докризисный период (январь-сентябрь 2008 года) рост данного показателя составлял 17,6 %. Доля округа в общероссийском объеме работ, выполненных собственными силами по строительству, составила 16,1 %.

В течение 2007-2010 гг. в рамках приоритетного национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России» оказана господдержка по инфраструктурному развитию более чем 20 инвестиционным проектам комплексного развития территорий под жилищное строительство, с общим планируемым объемом вводимого жилья порядка 10 млн. кв. метров. Это позволило реально вовлечь в хозяйственный оборот свыше 3 тыс. га земли. Ввод жилья по площадкам комплексного освоения территорий составил более 800 тыс. кв. метров. Проекты реализуются в крупнейших городах республики – Казани, Нижнекамске, Набережных Челнах, Елабуге и в пригородной зоне столицы (Верхнеуслонский и Зеленодольский районы). Эти проекты многоквартирного и малоэтажного жилищного строительства включают в себя строительство не только самого жилья, но и сопутствующей инфраструктуры (инженерные сети, автодороги, объекты социальной сферы – детские сады, школы, учреждения здравоохранения, а также объекты коммерческой недвижимости, физкультуры и спорта). Общий объем государственной поддержки данных проектов составил 5,2 млрд. руб., что, в свою очередь, позволило привлечь в отрасль частных инвестиций свыше 20 млрд. руб.

В рамках этих проектов:

- субсидии на погашение процентной ставки по кредитам на строительство инженерных сетей (195,5 млн. руб.);
- субсидии на строительство объектов социальной сферы и коммунальной инфраструктуры в объеме почти 2,7 млрд. рублей;
- предоставленные субсидии на строительство автомобильных дорог в размере свыше 2,4 млрд. рублей (бюджет Российской Федерации – 1,39 млрд. руб., бюджет Республики Татарстан – 1,14 млрд. руб.).

Кроме того, в республике выполняются социальные гарантии – обеспечены жильем свыше 7 тысяч молодых семей, более 14,5 тысяч ветеранов и инвалидов, 372 семьи граждан, отнесенных к отдельным категориям, что непосредственно влияет на рынок жилья в целом и на его доступность для населения. Все эти меры в целом позволили также серьезно активизировать реализацию в республике программы социальной ипотеки, направленной, прежде всего, на предоставление жилья малообеспеченным слоям населения (в том числе работникам бюджетной сферы) [6].

Таблица 2

**Объем работ, выполненных по виду деятельности «Строительство»
в Приволжском федеральном округе в 2009 году (млрд. руб.).**

	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Индекс физического объема в % к 2008 г.
Приволжский федеральный округ	519,6	714,7	623,6	80,0
Республика Башкортостан	83,1	102,3	73,5	76,7
Республика Марий Эл	7,5	9,8	6,5	68,9
Республика Мордовия	11,0	15,0	13,8	88,7
Республика Татарстан	133,7	157,0	184,1	104,5
Удмуртская Республика	17,3	25,2	14,7	68,0
Чувашская Республика	25,0	34,3	18,5	57,6
Пермский край	38,9	60,5	56,5	81,8
Кировская область	11,7	14,5	9,0	60,6
Нижегородская область	53,1	110,0	102,8	67,5
Оренбургская область	24,6	34,5	25,2	70,1
Пензенская область	18,1	28,9	25,1	75,1
Самарская область	48,0	55,8	41,0	72,4
Саратовская область	31,7	43,0	33,4	80,0
Ульяновская область	15,9	23,9	19,5	78,7

В целях стимулирования жилищного строительства необходима и оптимизация процедуры рассмотрения документов на строительство, учитывая, что вопрос находится в компетенции как федеральных и республиканских, так и муниципальных органов власти. В рамках компетенции Республики Татарстан срок согласования разрешительной документации с 2000 г. сокращен практически в два раза, но составляет более 6 месяцев. В рамках реализации административной реформы и разработки регламентов оказания государственных услуг необходимо сократить указанные сроки по различным видам строительства от двух месяцев до 15 дней. Вместе с тем, в условиях неудовлетворенной потребности населения в жилье и отсутствия платежеспособного спроса возникает необходимость создания новых мер поддержки банковских и ипотечных продуктов, которые смогут оживить и активность населения в приобретении жилья, с одной стороны, и активность застройщиков, которые получают возможность финансировать свои проекты, с другой стороны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдуллаев Ф.Р. Инвестиционная деятельность институциональных инвесторов в регионе / Ф.Р. Абдуллаев, С.В. Раевский. – М.: «Издательство «Экономика», 2007.
2. Государственное регулирование инвестиций / С.М. Анисимов, М.П. Афанасьев, Р.А. Билык и др. – М.: Наука, 2000.
3. Грицюк Т.В. Государственное регулирование экономики: Теория и практика. – М.: РДЛ, 2004.
4. Краснянский Л.Н. Повышение инвестиционной активности в городском строительстве. – М.: Экономика, 2001.
5. Кольев А.А., Пахолков Н.А. Привлечение инвестиций в жилищное строительство / Под общ. ред. Н.А. Пахолкова. – Вологда: ВоГТУ, 2005.
6. Степанов И.С. Экономика строительства. Учебник – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: Юрайт-Издат, 2005. – 512 с.

REFERENCES

1. Abdullaev F.R Investment activity of institutional investors in region / F.R. Abdullaev, S.V. Raevsky. – M: «Publishing house» Economy», 2007.
2. State regulation of investments / S.M.Anisimov, M.P.Afanasev, R.A.Bilyk, etc. – M: the Science, 2000.
3. Gricuk T.V. State regulation of economy: the Theory and practice. – M: RDL, 2004.
4. Krasnjansky L.N. Increase of investment activity in city building. M: Economy, 2001.
5. Kolev A.A., Paholkov N.A. Attraction of investments into housing construction / Under N.A. Paholkova. – Vologda: VoGTY, 2005.
6. Stepans I.S. economy of building. The textbook – M: Jurajt-Izdat, 2005.

УДК 332.834.8

Хабибулина А.Г. – аспирантE-mail: albgomer@mail.ru**Казанский государственный архитектурно-строительный университет****ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИНФОРМАЦИОННОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ
РЕГИОНАЛЬНЫХ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОГРАММ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН****АННОТАЦИЯ**

В статье рассмотрены вопросы становления инновационной системы информационного сопровождения региональных инвестиционных жилищных программ, ведущей к созданию современной системы государственной поддержки населения, соответствующей европейским стандартам улучшения жилищных условий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: жилищное строительство, застройщик, источники финансирования, финансовые средства.

Khabibulina A.G. – post-graduate student**Kazan State University of Architecture and Engineering****INNOVATIVE METHODS OF INFORMATION SUPPORT
OF REGIONAL INVESTMENT PROGRAMS IN REPUBLIC OF TATARSTAN****ABSTRACT**

In article questions of formation of innovative system of information support of regional investment housing programmes, leading to creation, the modern system of the state support of the population corresponding to the European standards of improvement of living conditions are considered.

KEYWORDS: housing construction, the builder, financing sources, financial assets.

Развитие жилищного строительства является приоритетной задачей правительства любого региона, поскольку интенсификация деятельности в этой отрасли приводит к активации большинства отраслей народного хозяйства. Благодаря этому обеспечивается экономическое развитие региона и повышается благосостояние населения. Основным индикатором развития жилищного строительства является объём введенного жилья.

По итогам 2010 года, общая площадь жилых помещений, построенных в Республике Татарстан, составила 2 млн. кв.м. В пересчете на душу населения получается, что в республике на одного жителя введено около 0,55 кв.м., что в среднем несколько выше общероссийского значения и большинства регионов Российской Федерации. Вместе с тем, данные показатели ниже результатов 2008 года, прежде всего, вследствие снижения доступности ипотечного кредитования и сокращения доходов населения.

Несмотря на достаточно высокие объёмы жилищного строительства, большая часть населения нуждается в улучшении жилищных условий. Однако, самостоятельно или с привлечением кредитов приобрести собственное жильё может не более 20 % населения. Основная причина – стоимость жилья, которая при сложившемся уровне доходов является запредельно высокой.

Одна из причин высокой стоимости жилья – сложившаяся система источников финансирования объектов жилой недвижимости. Из всего многообразия возможных источников финансирования жилищного строительства в России более 80 % всех проектов финансировалось за счет средств граждан, вкладывающих деньги в строительство квартир посредством долевого участия в многоквартирном жилищном строительстве. Причиной этого являются недостаточные государственные капитальные вложения. Более того, неразвитость инфраструктуры банковской системы, высокие ставки кредитования застройщиков и покупателей также привели к тому, что девелоперы для финансирования жилищного строительства вынужденно стали привлекать непосредственно средства граждан, желающих приобрести жильё. Выгоды такого источника финансирования – а это бесплатное использование для реализации проектов – позволили застройщикам снизить активность в поиске и разработке других организационно-правовых схем привлечения ресурсов, так как их устраивала высокая рентабельность девелоперской деятельности. Необходимо отметить, что участие

в долевым строительстве для граждан, решивших приобрести жилье, характеризуется рядом рисков, связанных как с общеэкономической ситуацией, так и реализацией конкретного проекта.

В Республике Татарстан к настоящему времени сложилась уникальная ситуация, когда, благодаря эффективному сочетанию федеральной и региональной жилищной политики, удается обеспечивать высокие темпы развития инвестиционно-строительного комплекса. В частности, благодаря активному участию в реализации федеральных программ, прежде всего, в мероприятиях приоритетного национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России», доля жилья, возводимого с привлечением средств федерального бюджета, достигает 30 %. Основной формой освоения средств федерального бюджета является предоставление участникам программ государственной поддержки на приобретение жилья. Рассматривая особенность использования бюджетных средств, отметим, что они используются непосредственно для финансирования на этапе строительства, а средства населения привлекаются для оплаты готового жилья.

Таким образом, к настоящему времени в Республике Татарстан основными источниками финансирования жилищного строительства являются средства населения и бюджетные средства.

Использование целевых бюджетных средств в рамках жилищных программ существенно различается. В рамках социальной ипотеки первичное финансирование жилищного строительства осуществляется на целевые средства. Однако для снижения зависимости от целевых средств механизм программы сформирован таким образом, что предоставление жилья осуществляется на конкурсной основе, побуждающей участников к внесению первоначального взноса больших размеров. В рамках подпрограммы «Обеспечение жильем молодых семей» федеральной целевой программы «Жилище» на 2002-2010 годы финансирование строительства осуществляется аналогичным образом.

Иной подход к финансированию строительства жилья сформирован в рамках Закона Республики Татарстан «О государственной поддержке молодых семей в улучшении жилищных условий». В данном случае финансирование строительства изначально осуществляется на привлеченные от участников программы средства.

Единым для всех жилищных программ является то, что доступность приобретения жилья обеспечивается низкой стоимостью жилья (на 30-40 % ниже рыночных), а также льготными условиями рассрочки.

Таким образом, средства населения и бюджетные ресурсы одновременно являются источниками, ограничивающими объемы жилищного строительства, но при этом именно они обеспечивают основные объемы вводимого жилья.

Изучив практику реализации государственной жилищной политики, а также оценив масштабы платежеспособного спроса населения, мы пришли к выводу, что в настоящее время для создания условий опережающего роста объемов жилищного строительства необходимо значительно увеличить привлечение средств населения для обеспечения себя доступным и комфортным жильем.

Отметим, что в последние годы заметно увеличилось число призывов к активизации привлечения средств населения в жилищное строительство, в первую очередь через создание некоммерческих жилищных объединений и специализированных жилищно-строительных кооперативов.

Целью создания некоммерческих организаций является создание условий для активного вовлечения граждан в самостоятельное решение жилищной проблемы. Первоочередной задачей является формирование условий для развития новых форм жилищно-строительной кооперации и иных жилищных некоммерческих объединений граждан с обеспечением мер дополнительной поддержки граждан, состоящих на учете, нуждающихся в жилых помещениях.

Экономический смысл создания некоммерческих жилищных объединений состоит в том, что членами некоммерческих жилищных объединений являются конечные потребители, а потому из стоимости жилого помещения исключается прибыль. Такие организации априори будут заинтересованы в удешевлении строительства путём использования новых строительных материалов и технологий.

Вместе с тем, создание данных механизмов является новым веянием на рынке жилой недвижимости, что создает объективные трудности для быстрого запуска в сложившейся жилищной системе.

В условиях откровенно короткой истории развития цивилизованного рынка жилой недвижимости в целом в Российской Федерации появление новых инструментов привлечения средств населения однозначно будет воспринято с осторожностью.

Таким образом, необходимо обеспечить восприимчивость граждан к новым схемам финансирования жилищного строительства. В итоге, для приобретения массового характера, деятельность некоммерческих жилищных объединений и специализированных жилищно-строительных кооперативов требует комплексной информационной и маркетинговой поддержки.

С нашей точки зрения, запуск деятельности некоммерческих жилищных объединений на территории Республики Татарстан должен основываться на базе некоммерческих жилищных организаций, которые к настоящему времени составляют костяк институционального дизайна жилищной системы региона.

Некоммерческие жилищные организации – это источник социальных инноваций. Многие управленческие и информационные технологии, современные методы социальной работы были впервые внедрены именно некоммерческими организациями, а затем стали частью государственной и муниципальной политики [1].

Российский некоммерческий сектор уже играет заметную роль в социально-экономической жизни страны, выступая источником различных социальных инноваций. Он развивается динамично и работает эффективно, о чем свидетельствуют высокие темпы роста выпуска продукции и услуг некоммерческих организаций в сложных условиях нестабильного финансирования, основанного на безвозмездных поступлениях от юридических и физических лиц. Однако потенциал российского некоммерческого сектора остается существенно не раскрытым. В целом по Российской Федерации некоммерческие организации практически не включены в систему предоставления общественно значимых услуг, финансируемых государством, не развивают платные услуги для населения. Это существенно ограничивает возможности участия сектора в решении общенациональных задач, в том числе в области повышения благосостояния населения. Сдерживающим фактором является налоговое законодательство в отношении некоммерческого сектора и благотворительности, которое неоднократно критиковали не только российские, но и зарубежные эксперты, описывая его как «примитивное, архаичное, неясное», жестко ограничивающее деятельность» и создающее «недоброжелательную среду» для развития инициатив снизу [1].

Задача решения социальных проблем населения должна быть реализована в виде пакета мер законодательного и организационного характера. На муниципальном уровне должны быть заключены соглашения о привлечении некоммерческих организаций к разработке и реализации мероприятий по социально-экономическому развитию территорий. Необходимо сформировать такие условия, которые бы повысили эффективность их деятельности, позволили устранить неоправданные ограничения, а также создать дополнительные возможности для привлечения разнообразных финансовых, материальных и интеллектуальных ресурсов. Всё это расширит количество негосударственных поставщиков социально значимых услуг, снизит соответствующую нагрузку с государственных учреждений и повысит качество обслуживания населения.

В Республике Татарстан в очереди на улучшение жилищных условий находится немногим более 10 % от общего числа семей, нуждающихся в расширении занимаемой площади. Основная причина столь низкого уровня учёта – низкая информированность. Положение усугубляется тем, что участие семьи в любой из схем государственной поддержки носит заявительный характер. Для того чтобы претендовать на получение организационно-финансовой поддержки, гражданам необходимо осуществить выбор наиболее приемлемого варианта.

Средства массовой информации не могут обеспечить необходимой полноты освещения, а также возможности избирательного получения гражданами информации по конкретному вопросу. В итоге, семьи вынуждены самостоятельно заниматься выбором наиболее приемлемого для них варианта. Учитывая возрастные ограничения участия в жилищных программах, семьи рискуют потерей предоставленного им права на получение финансовой поддержки.

В современных условиях для жителей Республики Татарстан предоставлены пять механизмов улучшения жилищных условий:

- льготная рассрочка платежей в рамках социальной ипотеки (Закон Республики Татарстан «О государственной поддержке развития жилищного строительства в Республике Татарстан» № 69-ЗРТ от 27.12.2004 г.) [2];

- Закон Республики Татарстан «О государственной поддержке молодых семей в улучшении жилищных условий» [3];

- программа «Обеспечение жильем молодых семей в Республике Татарстан» на 2008-2010 годы, предусматривающая реализацию мероприятий подпрограммы «Обеспечение жильем молодых семей» федеральной целевой программы «Жилище» на 2002-2010 годы [4];

- федеральная целевая программа «Социальное развитие села до 2010 года», где осуществляется строительство жилья для молодых семей и молодых специалистов на селе;

- самостоятельное улучшение жилищных условий посредством ипотечного кредитования.

Кажущееся разнообразие механизмов при обращении за получением финансовой поддержки упирается в необходимость соответствия широкому ряду условий и пребыванию в очереди. Учитывая, что реализацией указанных механизмов занимаются различные специализированные организации, граждане зачастую выбирают не самую приемлемую организационную схему.

Перечень организаций – участников системы государственной поддержки – по учёту нуждающихся, проверке документов, аккумулированию средств бюджета и населения, организации строительства жилья, оценке платежеспособности и предоставлению ипотечных кредитов – обширен и различен в каждой программе. Информационно-разъяснительной работой каждая специализированная организация занимается самостоятельно и обособленно от других.

В средствах массовой информации недостаточно публикаций, раскрывающих особенности участия граждан в жилищных программах. В связи с этим в адрес руководителей исполнительных комитетов и руководителей других подразделений муниципального образования, в редакции районных средств массовой информации, в специализированные организации поступает значительное количество обращений от населения с просьбой разъяснить возможные способы получения финансовой поддержки. При этом ни одно из указанных учреждений не владеет полной информацией по всем схемам получения государственной поддержки.

Таким образом, рассматривая социальную значимость развития информационной системы государственной поддержки населения в улучшении жилищных условий, необходима разработка и реализация наиболее эффективного механизма информационно-разъяснительной деятельности.

Серьёзным вниманием к существующей проблеме одной из первой озаботилась Общественная палата Российской Федерации. В частности, комиссией по местному самоуправлению и жилищной политике 23-24 июня 2009 года были организованы общественные слушания «Информационная политика в жилищной сфере: обязанность государства, бизнеса или общества?».

По итогам слушаний участники отметили, что информация о реализации информационной поддержки жилищно-коммунальной реформы в рамках ФЦП «Жилище» недоступна гражданам. Было предложено, что базовым принципом и критерием эффективности проведения информационной политики должно стать «Информированное согласие» всех сторон по поводу тех или иных решений, затрагивающих их интересы. Информированное согласие – новый подход к принятию решений, в основе которого лежит принцип достаточной информированности и этической обоснованности решений.

В целом, проявление интереса к данной проблеме со стороны общественности мы оцениваем крайне положительно, а сформулированные решения заслуживают высокой оценки.

Резюмируя анализ качества информационного сопровождения мероприятий государственной жилищной политики, отметим, что необходимым условием эффективного развития региональных инвестиционных программ должны стать:

- разработка раздела по информационному сопровождению и просвещению участников жилищных отношений как в федеральных целевых программах, так и в программах регионального и муниципального уровня;
- разработка целевых региональных и муниципальных программ по жилищному просвещению и информационному сопровождению реализации жилищных программ;
- поддержка развития некоммерческих институтов жилищного просвещения в муниципальных образованиях.

Вместе с тем, для повышения эффективности информационно-разъяснительной деятельности потребуются еще несколько традиционных инструментов:

- разработка и продвижение интернет-портала о поддержке населения в улучшении жилищных условий;
- подготовка и издание научно-популярных статей в ведущих российских научно-практических журналах, раскрывающих специфику реализации региональных жилищных программ;
- организация центров социального консультирования (жилищного просвещения) населения по вопросам улучшения жилищных условий.

Для апробации сформулированных нами предложений нами была предложена модель пилотного проекта центра жилищного просвещения в Республике Татарстан. Базой для реализации данного центра нами была выбрана общественная организация «Объединение молодежного строительства Республики Татарстан». Она является уникальной некоммерческой структурой, обладающей достаточным опытом и квалифицированным персоналом для решения этой задачи, так как осуществляет активное взаимодействие с исполнительными органами власти и строительными организациями на протяжении длительного периода времени. Как было подробно описано в п. 2.1.,

эта организация в настоящий момент является уполномоченной на реализацию Закона Республики Татарстан «О государственной поддержке молодых семей в улучшении жилищных условий».

В сформированной системе государственной поддержки молодых семей в улучшении жилищных условий Объединение является координатором реализуемых мероприятий. С нашей подачи, для повышения эффективности деятельности Объединение поставило перед собой задачу организации информационно-разъяснительной работы с семьями по их возможному участию в программах улучшения жилищных условий.

В связи с вышеизложенным, формирование информационно-координационного центра (центра жилищного просвещения), по нашему мнению, должно осуществляться на базе данной организации.

Предложенный нами проект центра жилищного просвещения получил одобрение руководства Объединения, а пилотный проект будет реализован на территории второго по величине города Республики Татарстан – Набережных Челнов.

Жилищный вопрос является важнейшей проблемой жителей г. Набережные Челны. Как и на территории большей части Республики Татарстан, в городе осуществляется реализация ряда целевых жилищных программ. Кроме того, с 2009 года запущена муниципальная программа «Предоставление рассрочки на приобретение жилья», реализуемая в соответствии с Соглашением о сотрудничестве между муниципалитетом и ООО «Жилищная инвестиционная компания».

Цели проекта определены в соответствии с тенденциями реализации жилищных программ и предполагают:

1. повышение правовой культуры населения Республики Татарстан;
2. создание условий для эффективной реализации жилищных прав семей;
3. повышение доверия к институтам государственной власти, органам местного самоуправления, организациям, уполномоченным на реализацию жилищных программ;
4. информационно-аналитическую поддержку управленческих решений в интересах укрепления семей;
5. повышение уровня учёта граждан, нуждающихся в улучшении жилищных условий в соответствии с действующим законодательством;
6. мониторинг потребностей населения в области механизмов улучшения жилищных условий.

Для достижения поставленных целей предполагается решить следующие задачи:

- развить систему информирования граждан об основных принципах и формах участия в федеральных и региональных жилищных программах;
- организовать целенаправленную и систематическую работу по разъяснению жилищного законодательства в области государственной поддержки населения в улучшении жилищных условий;
- подготовить предложения по развитию механизмов улучшения жилищных условий граждан Республики Татарстан.

Реализация проекта предполагает активизацию взаимодействия с органами местного самоуправления при формировании мероприятий по жилищному просвещению населения города.

Для информационного обеспечения деятельности Объединения необходимо создать сайт организации в сети Интернет.

В рамках данного направления необходимо проведение мероприятий по наполнению сайта Объединения в международной информационной сети «Интернет» информационно-разъяснительными материалами о ходе реализации жилищных программ.

Важнейшей задачей дальнейшего развития сайта является его продвижение – поисковая оптимизация, служащая повышению видимости портала в поисковых системах, что даст стабильный приток целевых посетителей. В итоге реализации данных мер станет более доступным выход граждан на вышеупомянутый сайт с целью получения достоверной информации о реализации жилищных программ в Республике Татарстан.

В целом, проект обеспечивает создание качественно нового информационного фона реализуемых жилищных программ. Целью мероприятий является внедрение современных технологий, позволяющих интенсифицировать информационный обмен, использовать более эффективные способы передачи информации, наладить обратную связь с целевой аудиторией проекта.

В результате реализации данных мероприятий будет расширено применение современных информационных технологий в реализации жилищных программ, что позволит снизить объёмы затрат на передачу информации с одновременным расширением круга её получателей, осуществлять с ними непрерывную двустороннюю связь, оперативно обеспечивать всех заинтересованных участников качественной информацией о жилищном законодательстве, ходе реализации федеральных и региональных программ, их результатах.

Ключевым направлением информационно-разъяснительной деятельности является создание центров жилищного просвещения (социального консультирования). Запуск подобных центров требует организации взаимодействия со всеми операторами жилищных программ, подготовка раздаточных материалов (информационных буклетов) о реализуемых жилищных программах и обучение сотрудников основным положениям жилищных программ.

Осуществление мероприятий по жилищному просвещению населения требует активной социальной рекламы в местных СМИ о функционировании центра. В дальнейшем будет налажен приём населения по вопросам улучшения жилищных условий. Специалист организации сможет оказать квалифицированную первичную консультацию любому заинтересованному в улучшении своих жилищных условий гражданину.

Возможно проведение предварительных расчетов по необходимому первоначальному взносу, размеру государственной поддержки или социальной выплаты, сроку кредита, величине ежемесячных выплат и минимально необходимому доходу заёмщика (его семьи). В частности, будет выясняться семейное положение: возраст, место постоянной регистрации, наличие зарегистрированного брака. По возрасту будет определена конкретная программа, участником которой может быть семья. Затем семье будут разъяснены основные положения выбранной жилищной программы. Исходя из состава семьи, будет рассчитана стоимость жилого помещения, на приобретение которой может рассчитывать семья. Будет предоставлена информация о сущности государственной поддержки: форма её предоставления, ее величина, рассчитанная исходя из состава семьи. Далее будет определена сумма, необходимая для внесения семьей в качестве первоначального взноса. В случае потребности в заёмных средствах семье будут предоставлены сведения о существующих кредитных программах местных финансовых учреждений.

Для повышения уровня учета граждан будет проводиться разъяснение вопросов постановки на учет, в том числе толкование норм учёта нуждаемости.

Благодаря реализации данного проекта, предполагается, что произойдёт значительное насыщение информационного пространства показателями социально-экономической эффективности реализуемых жилищных программ, когда при небольшой, но достаточной финансовой поддержке государства семье удастся улучшить свои жилищные условия.

По нашему мнению, это окажет существенное влияние на повышение заинтересованности муниципальных образований к увеличению масштабов софинансирования жилищных программ. В итоге, большее количество граждан Республики Татарстан получит возможность улучшить свои жилищные условия.

Предусмотренные мероприятия за счет увеличения предложения организационно-финансовых механизмов должны способствовать активному вовлечению граждан в реализацию федеральных и региональных жилищных программ.

В целях повышения эффективности информационного сопровождения региональных инвестиционных программ в Республике Татарстан также предлагаем периодически организовывать и проводить конкурсные программы для некоммерческих организаций, которым в виде грантовой поддержки предоставлялась бы финансовая поддержка регионального правительства и муниципальных образований.

В дальнейшем для распространения в муниципальные образования и реализации синергетического эффекта необходимо интегрировать успешные просветительские технологии, апробированные и внедряемые общественными организациями, предоставляющими услуги в сфере жилищного просвещения, в систему государственных услуг, в том числе предоставляемых в электронном виде. Обязательным, с нашей точки зрения, является то, что во всех программах жилищного просвещения должна учитываться специфика малых городов и сельских поселений.

В результате привлечения общественного сектора для решения социальных задач будут созданы соответствующие условия для использования их экспертного и профессионального потенциала при подготовке и реализации информационно-просветительских программ, что также позволит сформулировать общественную оценку эффективности деятельности государства по работе с населением.

Как было отмечено выше, Общественная организация «Объединение молодежного строительства Республики Татарстан» предложена нами в качестве организации, на базе которой будет реализован пилотный в Республике Татарстан проект центра жилищного просвещения. Вместе с тем, организация является активным членом общероссийской общественной организацией «Союз МЖК России», деятельность которой направлена на содействие решению жилищных проблем молодежи. Союз МЖК России на данный момент объединяет 112 организаций МЖК из 55-ти регионов России и развивает тесное сотрудничество с организациями МЖК стран СНГ. В этих условиях считаем важным

необходимость обобщения и распространения успешного опыта некоммерческих организаций по сетевому межрегиональному сотрудничеству в сфере жилищного просвещения населения.

Запуск деятельности центров жилищного просвещения под крылом общественных организаций на федеральном уровне позволит подготовить предложения Правительству Российской Федерации по развитию законодательной базы, а также информационных ресурсов, позволяющих достичь поставленных целей. Это обеспечит эффективность развития в России информационного сообщества, доступность информации и установит оперативную обратную связь с населением.

Одним из приоритетных направлений развития строительной отрасли является малоэтажное жильё. С нашей точки зрения, развитие малоэтажного жилищного строительства на базе инновационных строительных технологий является одним из главных механизмов решения жилищной проблемы среди сельской молодёжи. При этом жилищная проблема на селе является одной из острейших проблем, которую необходимо решать в ближайшее время.

Одним из вариантов решения данной проблемы может стать применение новых подходов и строительных технологий, которые должны обеспечить снижение стоимости строительства. Применение инновационных технологий потребует специальных навыков и квалификации, а молодёжи под силу освоить эти технологии самостоятельно. В результате такого подхода удастся снизить трудовые затраты, которые достигают 20-30 % от стоимости дома.

Таким образом, на первый план выдвигается необходимость отработки финансово-организационных механизмов внедрения инновационных технологий в индивидуальное жилищное строительство в сельской местности.

Одной из задач в этой области является обеспечение профессионального образования населения. С этой целью предлагаем привлечь учебно-методические ресурсы вузов Российской Федерации к подготовке учебно-методических материалов для организации системы подготовки профессиональных навыков в сфере индивидуального жилищного строительства. В свою очередь, координаторам данного процесса потребуется подготовить профессиональный экспертный корпус через проведение обучения профессорско-преподавательского состава среди специалистов экономических, юридических, технических научных сообществ по вопросам общего и финансового управления, маркетинга, права в сфере жилищного самоуправления.

В качестве учебно-методического центра, который осуществлял бы организационно-методическую работу по вопросам освоения населением специальной квалификации по строительству индивидуальных домов по принципу «Дом своими руками», мы предлагаем определить ранее упомянутую общественную организацию «Объединение молодежного строительства Республики Татарстан». Как уже было отмечено, она обладает значительным опытом в области координации участников жилищных отношений.

Объединение молодежного строительства совместно с производителями строительных материалов и подрядными организациями проводит обучающие семинары, на которых участники смогут получить информацию о разработке архитектурной и проектно-сметной документации, подготовке документов на разрешение строительства, выделении земельного участка, подведении инженерной инфраструктуры, ознакомиться с современными технологиями малоэтажного строительства и получить навыки их применения. А также Объединение организует информационно-консультационное сопровождение строительства индивидуальных жилых домов.

Наиболее эффективной формой освоения новых подходов к жилищному самоуправлению в сельской местности являются курсы по применению современных строительных технологий. В результате набор мероприятий выглядит следующим образом. Объединение обеспечивает знакомство граждан с инновационными строительными технологиями в малоэтажном жилищном строительстве и их выезд на завод (к поставщикам) строительных материалов для получения навыков строительства. В дальнейшем осуществляется выезд граждан на объект строительства для закрепления полученных навыков. Возможно формирование малых форм строительных бригад, привлечение студенческих стройотрядов.

В летнее время актуально формирование строительных отрядов из числа студентов вузов, для которых это будет возможностью пройти стажировку на заводах-производителях инновационных строительных материалов, привлекаемых к строительству домов. Работа таких строительных отрядов будет осуществляться под руководством представителей завода-изготовителя строительных материалов.

Экспертный Совет по вопросам внедрения инновационных технологий в малоэтажное жилищное строительство является совещательным органом и действует в целях координации работы между всеми участниками и контроля над ходом реализации мероприятий. Состав Экспертного

Совета формируется из числа представителей органов государственной власти, кредитных и строительных компаний, научных организаций и общественных объединений.

Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан предоставляет информацию о ходе реализации программ по развитию жилищного строительства в сельской местности в регионе.

Орган по делам молодежи осуществляет работу по привлечению молодежи для участия в Программе.

Главы муниципальных образований предоставляют информацию о возможности получения земельного участка под строительство жилья молодым семьям, специалистам, а также всем интересующимся в улучшении жилищных условий.

Организации агропромышленного комплекса аккумулируют информацию о нуждаемости своих работников в улучшении жилищных условий, готовности организационно-финансовой поддержки по строительству жилья.

Производители строительных материалов предоставляют все необходимые строительные материалы по доступным ценам, оказывают услуги шефмонтажа, выделяют специалиста по работе с гражданами.

Кредитная организация определяет критерии предоставления кредита молодой семье, специалисту на строительство индивидуального жилого дома, предоставляет кредитные средства.

Архитектурно-строительная организация предоставляет всем участникам программы архитектурно- и проектно-сметную документацию.

Средства массовой информации осуществляют работу по информационному сопровождению всех мероприятий Программы.

Отработанные организационно-финансовые модели позволят снизить риски финансирования и ускорить темпы строительства жилья на селе. Предложенные мероприятия по работе с молодыми семьями и молодыми специалистами позволят развить индивидуальное жилищное строительство на селе и инновационные направления малоэтажного строительства. Повышение доступности кредитных средств под строительство, безусловно, поможет решить жилищную проблему, привлечь молодых специалистов на село, повысить уровень жизни на селе и развить несельскохозяйственные формы занятости (малые формы строительных бригад).

В результате реализации проекта по его завершении и в долгосрочной перспективе предполагается достичь следующих позитивных изменений:

- усиления позитивного представления граждан Республики Татарстан о жилищных программах, как одном из главных инструментов решения своей жилищной проблемы, обеспечивающем стабильное развитие семьи и улучшение демографической ситуации;
- обеспечения профессионального и объективного освещения реализации жилищных программ, повышения эффективности реализации права граждан на информацию;
- повышения общей информированности граждан о жилищных программах как главных инструментах Национального проекта «Доступное и комфортное жильё – гражданам России»;
- создания республиканского мультицентра социального консультирования населения, обладающего эффективным инструментарием межведомственного взаимодействия в решении вопросов улучшения жилищных условий граждан Республики Татарстан;
- распространения через средства массовой информации показателей социально-экономической эффективности реализуемых жилищных программ и тем самым наполнения информационного пространства информацией о результативности жилищных программ;
- формирования предложений по совершенствованию действующего федерального и регионального законодательства в области улучшения жилищных условий населения;
- разработки разнообразных организационно-финансовых схем государственной поддержки граждан в улучшении жилищных условий;
- увеличения объемов жилищного строительства и количества населения, улучшивших свои жилищные условия.

Реализация мероприятий данного проекта приведёт к становлению инновационной системы информационного сопровождения региональных инвестиционных программ, а в целом, современной системы государственной поддержки населения, соответствующей европейским стандартам улучшения жилищных условий (рис.).

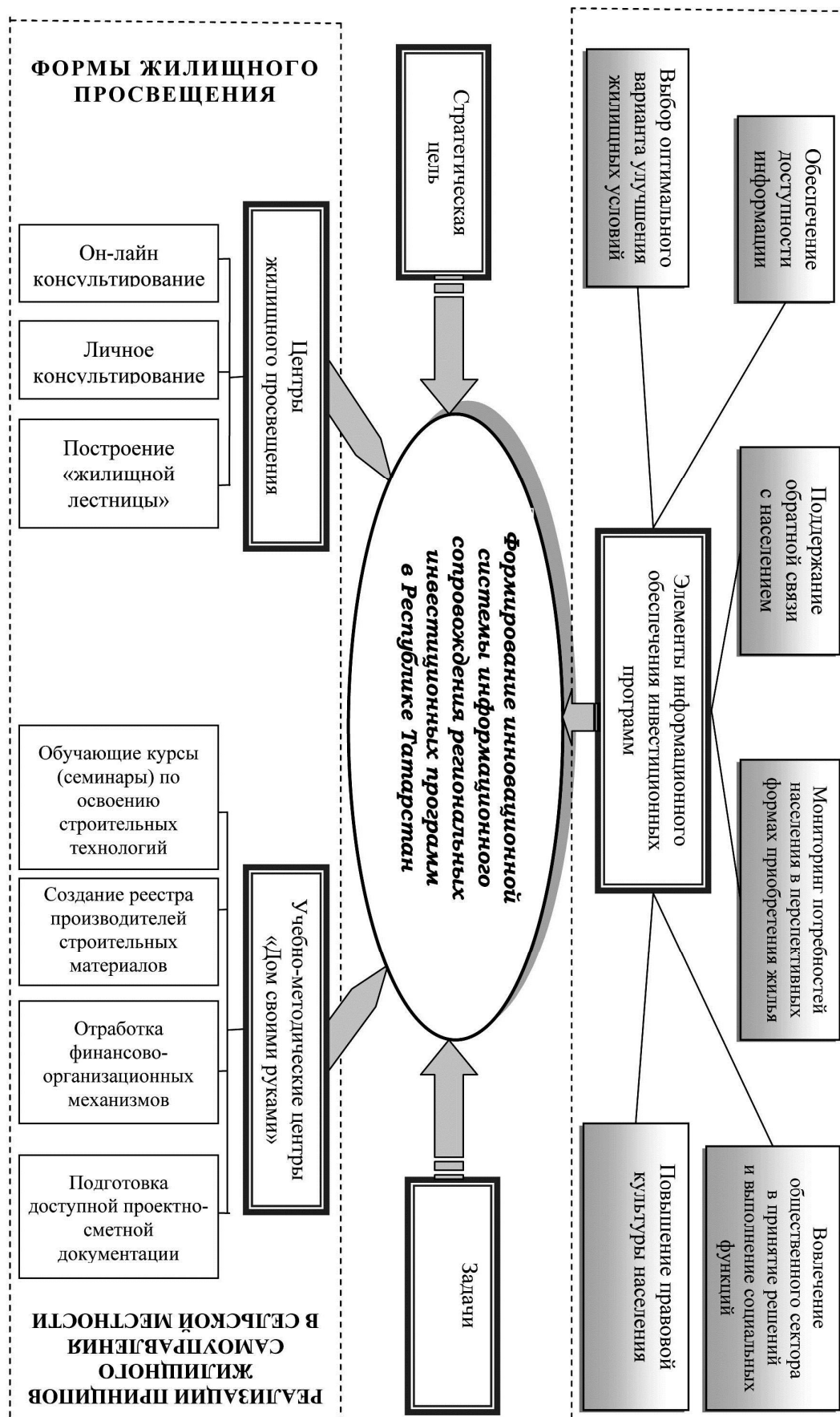


Рис.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Роль некоммерческого сектора в экономическом развитии России. Аналитические материалы Фонда «Институт экономики города» [Электронный ресурс] / – М., 2005. – CD-ROM. – Загл. с этикетки диска.
2. О государственной поддержке развития жилищного строительства в Республике Татарстан [Электронный ресурс]: Закон Республики Татарстан № 69-ЗРТ от 27.12.2004 года. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант-Плюс».
3. О государственной поддержке молодых семей в улучшении жилищных условий [Электронный ресурс]: Закон Республики Татарстан № 2443-ЗРТ от 21.10.1999 года. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант-Плюс».
4. Подпрограмма «Обеспечение жильем молодых семей», входящая в состав федеральной целевой программы «Жилище» на 2002-2010 годы [Электронный ресурс]: Постановление Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2005 г. № 865. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант-Плюс».

REFERENCES

1. A role of noncommercial sector in economic development of Russia. Analytical materials of Fund «Institute of economy of a city» [the Electronic resource] / – M, 2005. – CD-ROM. – Title from a disk label.
2. About the state support of development of housing construction in Republic Tatarstan [the Electronic resource]: the Republic Tatarstan Law № 69-ZRT from 27.12.2004 years. Access from sprav.-legal system «Consultant -plus».
3. About the state support of young families in improvement of living conditions [the Electronic resource]: the Republic Tatarstan Law № 2443-ZRT from 21.10.1999 years. Access from sprav.-legal system «Consultant -plus».
4. The subroutine «Maintenance with habitation of young families», a part of the federal target program «Dwelling» for 2002-2010 [the Electronic resource]: the Governmental order of the Russian Federation from December, 31st, 2005 № 865. Access from sprav.-legal system «Consultant-plus».

УДК 657.372.5

Харисова Г.М. – кандидат экономических наук, доцентe-mail: rida@mail.ru**Казанский государственный архитектурно-строительный университет****АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ КАПИТАЛА ОТРАСЛЕЙ ЭКОНОМИКИ
НА ОСНОВЕ ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ****АННОТАЦИЯ**

В статье рассмотрены российский и международный подходы к анализу структуры капитала организации. Была охарактеризована модель определения оптимальной структуры капитала компании на основании показателя средневзвешенной стоимости капитала. Была также проанализирована взаимозависимость между рыночной и балансовой стоимостью собственного капитала.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: капитал, структура капитала, собственный капитал, заемный капитал, средневзвешенная стоимость капитала.

Kharisova G.M. – candidate of economic sciences, associate professor**Kazan State University of Architecture and Engineering****ANALYSIS AND OPTIMIZATION OF CAPITAL STRUCTURE INDUSTRIES OF BRANCHES
OF ECONOMY BASED ON INNOVATIVE SOLUTIONS****ABSTRACT**

Russian and international approaches for organizations' capital structure analysis are discussed in the article. The model of the company optimal capital structure estimation is characterized through weighted average cost of capital. Interrelationship between market value of equity and its value according to the balance sheet is also analyzed.

KEYWORDS: capital, capital structure, equity, debt, weighted average cost of capital.

В наиболее общем виде понятие «структура капитала» характеризуется как соотношение собственного и заемного капитала организации, но при этом в понятия «собственные средства» и «заемные средства» может вкладываться различное содержание.

Собственный капитал определяется третьим разделом бухгалтерского баланса, а заемные источники средств представляют собой сумму четвертого и пятого разделов баланса. Данный подход, используемый в российской теории и практике анализа, предполагает, что заемный капитал включает в себя долгосрочные и краткосрочные кредиты и займы, а также кредиторскую задолженность.

Анализ структуры капитала является определяющей как для внутренних, так и для внешних пользователей бухгалтерской отчетности, так как отображает:

- степень обеспеченности организации собственным капиталом для осуществления непрерывной деятельности, гарантированной защиты средств кредиторов и покрытия обязательств перед ними, распределения суммы полученной прибыли среди участников-акционеров;

- степень финансовой зависимости организации, виды и условия привлечения заемных средств, направления их использования, риск возможного банкротства фирмы в случае предъявления требований со стороны кредиторов о возврате суммы долгов.

Результаты анализа используются для оценки текущей финансовой устойчивости фирмы и ее прогнозирования на долгосрочную перспективу. Это направление анализа завершает и обобщает весь процесс исследования бухгалтерского баланса.

Определение структуры авансированного капитала предполагает расчет следующих коэффициентов: коэффициент концентрации собственного капитала, коэффициент концентрации заемного капитала и коэффициент соотношения собственных и заемных средств организации [1].

Коэффициент концентрации собственного капитала, обратный коэффициенту автономии, определяет долю средств, инвестированных в деятельность предприятия его владельцами. Чем выше значение этого коэффициента, тем более финансово устойчиво, стабильно и независимо от внешних кредиторов предприятие.

Коэффициент концентрации собственного капитала рассчитывается по следующей формуле:

$$K_{кск} = CK / AK, \quad (1)$$

где: СК – собственный капитал, АК – авансированный капитал, определенный валютой баланса.

Коэффициент концентрации заемного капитала (коэффициент финансовой зависимости) очень схож с коэффициентом концентрации собственного капитала и определяет долю заемных средств предприятия в структуре его авансированного капитала.

Коэффициент концентрации заемного капитала рассчитывается по следующей формуле:

$$K_{кзк} = ЗК / АК, \quad (2)$$

где: ЗК – заемный капитал, АК – авансированный капитал, определенный валютой баланса.

Коэффициент соотношения заемных и собственных средств.

Чем больше коэффициент превышает 1, тем больше зависимость предприятия от заемных средств. Допустимый уровень часто определяется условиями работы каждого предприятия, в первую очередь, скоростью оборота оборотных средств. Поэтому дополнительно необходимо определить скорость оборота материальных оборотных средств и дебиторской задолженности за анализируемый период. Если дебиторская задолженность оборачивается быстрее оборотных средств, что означает довольно высокую интенсивность поступления на предприятие денежных средств, т.е. в итоге – увеличение собственных средств. Поэтому при высокой оборачиваемости материальных оборотных средств и еще более высокой оборачиваемости дебиторской задолженности коэффициент соотношения собственных и заемных средств может намного превышать 1.

Коэффициент соотношения собственных и заемных средств рассчитывается по следующей формуле:

$$K_{с/з} = ЗК / СК, \quad (3)$$

где: СК – собственный капитал предприятия, ЗК – заемный капитал.

Оптимальное соотношение собственных и заемных средств промышленного предприятия согласно российской методологии анализа соответствует показателю 60:40. Безусловно, данный норматив является условным, так как во многом соотношение собственных и заемных источников средств определяется спецификой деятельности организации.

В сложившейся международной теории и практике анализа рассмотрение структуры капитала также является одним из наиболее актуальных вопросов. Однако следует отметить, что наиболее популярным показателем, характеризующим соотношение собственных и заемных источников финансирования, является D/E (debt to equity ratio) – коэффициент соотношения долговых обязательств к собственному капиталу. При этом, в отличие от методологии российского анализа, к расчету принимаются только долгосрочные и краткосрочные долговые обязательства (кредиты и займы). Собственный капитал в свою очередь основан не на балансовой, а на рыночной оценке.

Таблица 1

Анализ структуры капитала ОАО «Газпром»

Показатель	По международной методике анализа	По российской методике анализа
Собственный капитал, млн. руб.	3 811 225,61	5 645 946,00
Долговые обязательства (заемный капитал), млн. руб.	1 625 665,00	2 717 269,00
Доля собственного капитала	70,10 %	67,51 %
Доля долговых обязательств (доля заемных источников средств)	29,90 %	32,49 %
Соотношение заемных и собственных источников средств	42,65 %	48,13 %

Данные различия в трактовке коэффициента соотношения собственного и заемного капитала могут привести к неоднозначным выводам при анализе собственного капитала по российской и международной методике. В качестве наглядного примера был проведен анализ собственного капитала ОАО «Газпром», финансовая отчетность которой была получена с сайта информационного агентства Thomson ONE Banker <http://banker.thomsonib.com> [5].

В данном случае анализ структуры капитала как по российской, так и по международной методике приводит приблизительно к одному и тому же результату: доли собственного и заемного капитала составляют примерно 70 % и 30 % соответственно. Однако несущественное различие в применении российской и международной методики обусловлено тем, что разница между рыночной и балансовой стоимостью собственного капитала (1835 млрд. руб.) сопоставима с разницей между долговыми обязательствами и заемными источниками в целом (1092 млрд. руб.). Следует отметить, что если бы у предприятия заемные средства в большей степени были бы представлены кредиторской задолженностью и меньшей долей кредитов и займов, или рыночная стоимость собственного капитала соответствовала бы его балансовой стоимости, то результаты анализа по российской и международной методике отличались бы существенно. На следующем этапе анализа собственного капитала необходимо выяснить, является ли структура капитала, рассмотренная выше, оптимальной.

Первоначально вопрос о соотношении собственного и заемного капитала рассматривался Модильяни и Миллером в 1958 году как иррелевантный, так как при соблюдении предпосылок отсутствия налогов, транзакционных издержек, угрозы банкротства и ассиметрии информации, структура капитала не влияет на стоимость компании. Позднее в данную теорию были внесены корректировки относительно влияния налогов, которые определили доминирующее значение заемного капитала, проценты по которому снижают налогооблагаемую базу по налогу на прибыль. Это положение снижает стоимость заемных средств по сравнению со стоимостью собственного капитала, то есть 100 % долговых обязательств в структуре капитала могут обеспечить максимальную стоимость компании.

Однако в реальных условиях компания не может на сто процентов финансироваться за счет заемных средств, увеличение доли которых приводит к снижению финансовой устойчивости организации и повышает вероятность банкротства. При высоком уровне долговых обязательств налоговая выгода от их использования в финансировании деятельности компании перекрывается расходами, связанными с восстановлением финансовой устойчивости и борьбой с надвигающейся угрозой банкротства.

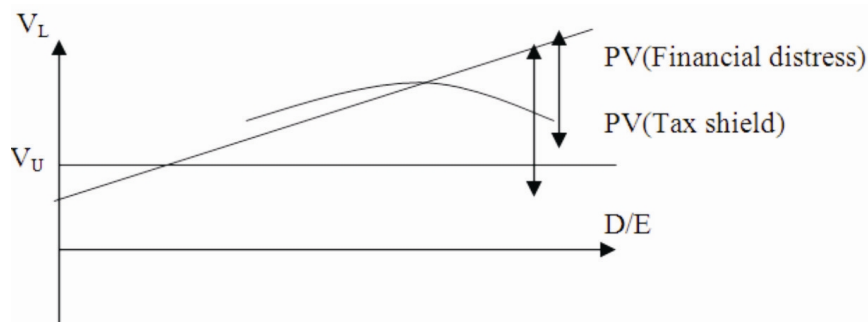


Рис. 1. Зависимость стоимости компании от структуры ее капитала [2]

где V_L — стоимость компании,

D/E — соотношение заемного и собственного капитала,

V_U — стоимость компании, финансируемой только за счет собственного капитала,

$PV(\text{Financial distress})$ — расходы, связанные с восстановлением финансовой устойчивости и выходом из банкротства,

$PV(\text{Tax shield})$ — налоговая выгода от привлечения заемного капитала.

Оптимальная или целевая структура капитала может быть определена на основании расчета средневзвешенной стоимости капитала (WACC — Weighted Average Cost of Capital). Согласно теории финансового менеджмента наибольшая стоимость компании достигается при наименьшей средневзвешенной стоимости ее капитала, которая рассчитывается по следующей формуле [3]:

$$WACC = w_d k_d (1 - T) + w_p k_p + w_s k_s, \quad (4)$$

где: w_d , w_p и w_s – удельные веса долга, привилегированных и обыкновенных акций соответственно; k_d , k_p и k_s – их стоимость; T – ставка налогообложения по налогу на прибыль.

Удельные веса источников финансирования рассчитываются исходя из их рыночной оценки.

Стоимость долга соответствует процентам по долговым обязательствам, которые привлекает компания для финансирования своей деятельности. В качестве стоимости долговых обязательств может выступать показатель YTM (yield to maturity), представляющий собой доходность по облигациям, выпущенным компанией и удерживаемым до погашения. При расчете WACC стоимость долга корректируется на ставку налогообложения, так как проценты по долговым обязательствам признаются расходами, уменьшающими налоговую базу по налогу на прибыль.

Стоимость привилегированных акций определяется соотношением дивиденда по привилегированным акциям к их рыночной цене:

$$k_p = D_p / P_p. \quad (5)$$

Стоимость капитала в части его представления обыкновенными акциями может быть оценена несколькими способами:

1. CAPM определяет стоимость капитала как сумму безрисковой ставки доходности и рыночной премии, скорректированной на бету, представляющей собой чувствительность доходности анализируемой компании к изменению среднерыночной доходности:

$$k_s = R_f + \beta [R_M - R_f], \quad (6)$$

где k_s – стоимость капитала, R_f – безрисковая ставка доходности, которая соответствует уровню доходности государственных ценных бумаг, R_M – доходность ценных бумаг по рынку в целом, $R_M - R_f$ – премия за риск инвестирования, β – мера систематического риска, связанного с макроэкономическими процессами, происходящими в стране.

2. доходность по облигациям плюс премия за риск;

3. методом дисконтированных денежных потоков.

Необходимо отметить, что при определении WACC как показателя, оптимизирующего структуру капитала компании, можно выделить факторы, на которые организация может оказать непосредственное влияние, и факторы, которые зависят от внешней среды фирмы. К последним относятся стоимость долговых обязательств, привлекаемых компанией по цене, устанавливаемой рынком, и ставка налогообложения, которая зависит от юрисдикции страны, в которой функционирует организация.

Факторы, на которые фирма может повлиять, определены в первую очередь ее структурой финансирования, а также дивидендной и инвестиционной политикой компании.

Таблица 2

Расчет средневзвешенной стоимости капитала ОАО «Газпром» на 01.01.2010

Доля собственного капитала	0,701
Доля долговых обязательств	0,299
Стоимость собственного капитала	0,1464
Стоимость заемных средств	0,0748
Эффективная ставка налогообложения	0,2025
Средневзвешенная стоимость капитала (WACC)	0,1204

Стоимость заемных средств была рассчитана на основе данных бухгалтерской финансовой отчетности ОАО «Газпром» как отношение процентных выплат по долговым обязательствам к прибыли до учета процентов.

Стоимость собственного капитала была оценена с помощью модели CAPM. Бета компании не была представлена в Международном ежегодном финансовом обзоре, поэтому данный показатель был получен расчетным путем, используя информацию о бетах и структурах капитала других компаний нефтяной отрасли, которые вместе с ОАО «Газпром» возглавляют рейтинг Forbes Global 2000.

Расчет показателя бета для ОАО «Газпром» базировался на использовании формулы Хамады:

$$b_L = b_U (1 + (1 - T)(D/E)), \quad (7)$$

где β_L – бета с учетом структуры капитала, β_U – бета без учета структуры капитала.

Таблица 3

Расчет беты компании ОАО «Газпром»

Показатель	Exxon Mobil	Royal Dutch Shell	BP	Petrobras-Petróleo Brasil	Total
Соотношение долговых обязательств к рыночной стоимости собственного капитала (D/E)	0,0311	0,2081	0,2092	0,2962	0,2877
Бета с учетом структуры капитала	0,317	0,65	0,728	1,124	0,573
Налоговая ставка	0,5471	0,395	0,3941	0,2392	0,4732
Бета без учета структуры капитала	0,3126	0,5773	0,6461	0,9173	0,4976
Средняя бета по компаниям	0,5902				
Оцениваемая бета	0,7909				

Рыночная премия за риск	0,1092
Безрисковая ставка доходности	0,06

Таким образом, рассчитав величину средневзвешенной стоимости капитала, мы можем вычислить оптимальное для компании соотношение собственного и заемного капитала с тем, чтобы увеличить стоимость компании.

Значения беты в каждом рассмотренном случае получены также с помощью уравнения Хамады. При этом бета принимает слишком высокие значения при структуре капитала, характеризующейся долей собственного капитала от 5 до 15 %. Так как подобная структура капитала является неприемлемой особенно для крупнейших предприятий нефтегазового комплекса в силу необходимости достаточной фондовооруженности, проблема с завышенными значениями бета отпадает, так как они определяются только на теоретизированном уровне.

Стоимость заемного капитала при разных структурах финансирования была определена на основании метода прямой экстраполяции.

Так как безрисковая ставка доходности, выступающая в качестве альтернативного варианта инвестирования, была принята на уровне 6 %, то стоимость привлечения заемных средств не может быть ниже нее. Соответственно, стоимость заемного капитала 6,24 %, характеризующая 75 % долю заемного капитала, будет оставаться на прежнем уровне и при увеличении заемного капитала в структуре финансирования.

Таким образом, минимальное значение средневзвешенной стоимости капитала на уровне 11,86 % достигается при структуре капитала с 75 % долей собственного капитала и 25 % долей заемного капитала.

Таблица 4

Расчет оптимальной структуры капитала

Доля собственного капитала	Доля заемного капитала	Бета	Стоимость собственного капитала	Стоимость заемных средств	WACC
0 %	100 %	–	–	0,2495	0,1989
5 %	95 %	9,5331	1,1009	0,2370	0,2346
10 %	90 %	4,8263	0,5870	0,2245	0,2198
15 %	85 %	3,2574	0,4157	0,2120	0,2061
20 %	80 %	2,4729	0,3300	0,1996	0,1933
25 %	75 %	2,0022	0,2786	0,1871	0,1816
30 %	70 %	1,6884	0,2444	0,1746	0,1708
35 %	65 %	1,4643	0,2199	0,1621	0,1610
40 %	60 %	1,2962	0,2015	0,1497	0,1522
45 %	55 %	1,1655	0,1873	0,1372	0,1444
50 %	50 %	1,0609	0,1758	0,1247	0,1377
55 %	45 %	0,9753	0,1665	0,1123	0,1319
60 %	40 %	0,9040	0,1587	0,0998	0,1271
65 %	35 %	0,8436	0,1521	0,0873	0,1232
70 %	30 %	0,7919	0,1465	0,0748	0,1204
75 %	25 %	0,7471	0,1416	0,0624	0,1186
80 %	20 %	0,7078	0,1373	0,0624	0,1198
85 %	15 %	0,6732	0,1335	0,0624	0,1209
90 %	10 %	0,6425	0,1301	0,0624	0,1221
95 %	5 %	0,6149	0,1271	0,0624	0,1233
100 %	0 %	0,5902	0,1244	0,0000	0,1244

Поддержание соотношения источников финансирования на уровне, определяемом минимальным значением средневзвешенной стоимости капитала, позволяет организации максимизировать ее стоимость, что в свою очередь влияет на инвестиционную привлекательность компании.

Целевая структура капитала, определяемая с помощью показателя WACC, основана на рыночной оценке собственного капитала компании. Насколько данная рыночная оценка собственного капитала соответствует его балансовой стоимости – актуальный вопрос, требующий детального рассмотрения.

Для анализа соответствия балансовой стоимости собственного капитала его рыночной оценке была изучена выборка по 50 крупнейшим компаниям нефтегазовой отрасли согласно рейтингу Forbes Global 2000. Дополнительная информация по анализируемым компаниям получена по данным информационного агентства Thomson ONE Banker.

Взаимосвязь между балансовой и рыночной стоимостью собственного капитала по анализируемой выборке может быть представлена коэффициентом корреляции 0,7986, что определяет достаточно высокую тесноту связи между показателями. Регрессионная модель,

отражающая зависимость рыночной оценки собственного капитала от его балансовой стоимости, характеризуется следующим уравнением регрессии:

$$СК_{\text{рын}} = 8,74 + 1,53 * СК_{\text{бал}}, \quad (8)$$

где: $СК_{\text{рын}}$ – рыночная стоимость собственного капитала (млрд. дол.);

$СК_{\text{бал}}$ – балансовая стоимость собственного капитала (млрд. дол.).

Данная модель может быть интерпретирована следующим образом: при увеличении балансовой стоимости собственного капитала на 1 млрд. дол. рыночная стоимость собственного капитала возрастет на 1,53 млрд. дол. Коэффициент регрессии при переменной $СК_{\text{бал}}$, определяющий зависимость рыночной и балансовой стоимости собственного капитала, является значимым на всех уровнях значимости, F-статистика характеризует высокое качество уравнения регрессии в целом. Коэффициент детерминации свидетельствует о том, что изменения в рыночной стоимости собственного капитала на 63,77 % могут быть объяснены изменениями балансовой стоимости собственного капитала.

Для определения других факторов, помимо балансовой стоимости собственного капитала, оказывающих влияние на рыночную стоимость собственного капитала, в регрессионную модель были включены следующие показатели: выручка, чистая прибыль, активы, оборотные активы, краткосрочные обязательства и долговые обязательства. Данная регрессионная модель выявила значимость всех коэффициентов регрессии, кроме коэффициента регрессии при переменной выручке, которая вследствие этого была исключена из регрессионной модели в целях ее оптимизации. Новая регрессионная зависимость определила значимость всех коэффициентов регрессии на всех уровнях значимости и высокое качество уравнения в целом.

$$СК_{\text{рын}} = 18,74 + 12,3 * \text{Прибыль} + 0,88 * \text{Активы} - 1,52 * СК_{\text{бал}} - 3,23 * \text{Оборотные активы} + 3,75 * \text{Краткосрочные обязательства} - 1,4 * \text{Долговые обязательства} \quad (9)$$

Интерпретируя модель, можно сделать вывод, что при прочих равных условиях наибольшее влияние на рыночную стоимость собственного капитала окажет чистая прибыль компании (увеличение прибыли на 1 млрд. дол. повлечет за собой прирост рыночной стоимости собственного капитала на 12,3 млрд. дол.). Положительное влияние на рыночную стоимость собственного капитала окажет и величина активов предприятия (увеличение активов на 1 млрд. дол. будет соответствовать увеличению рыночной стоимости собственного капитала на 0,88 млрд. дол.).

Экономически необоснованной кажется, на первый взгляд, обратная зависимость рыночной стоимости собственного капитала от балансовой стоимости собственного капитала: согласно полученной регрессионной модели увеличение балансовой стоимости собственного капитала на 1 млрд. дол. приведет к снижению его рыночной оценки на 1,52 млрд. дол., особенно принимая во внимание регрессионную зависимость в парной линейной модели. Однако при более детальном рассмотрении можно предположить, что положительная взаимосвязь в парной регрессии определяется тем, что единственный фактор, объясняющий поведение зависимой переменной, то есть балансовая стоимость собственного капитала, изначально включает в себя величину чистой прибыли отчетного периода, которая во множественной регрессии была выделена в отдельный показатель.

В целом негативная зависимость рыночной и балансовой стоимости собственного капитала может быть объяснена тем, что увеличение балансовой стоимости собственного капитала, производимое за счет выпуска дополнительных акций, является с финансовой точки зрения негативным сигналом для инвесторов и рынка, так как инвесторы предполагают, что дополнительная эмиссия акций вызвана тем, что более осведомленные менеджеры компании, обладающие инсайдерской информацией, осознают, что акции компании переоценены на рынке. Соответственно, компания-эмитент привлекает более дешевые источники финансирования, что воспринимается рынком в качестве сигнала к корректировке рыночной стоимости акций организации в сторону ее уменьшения.

Отрицательная зависимость между величиной оборотных активов и рыночной стоимостью собственного капитала может быть объяснена тем, что выборка производилась по компаниям нефтегазового сектора, где величина внеоборотных активов определяет уровень производственного потенциала компании.

Увеличение текущих краткосрочных обязательств компании, влекущее за собой рост рыночной стоимости собственного капитала, также кажется не совсем корректным. Определение данной зависимости может быть связано с повышением деловой активности предприятия, положительно воспринимаемым рынком и ассоциируемым с увеличением большей части показателей бухгалтерской финансовой отчетности, в том числе и показателя – краткосрочные обязательства.

Регрессионная модель установила зависимость рыночной стоимости собственного капитала от величины долговых обязательств: увеличение долга на 1 млрд. дол. приведет в снижению рыночной оценки собственного капитала на 1,4 млрд. дол. Как видно из приведенного расчета, корреляционные модели способны учитывать систему многомерных разнонаправленных факторов и представлять результат их действия в достаточно простой форме. Модели, получаемые с помощью методов корреляции, позволяют принимать эффективные управленческие решения, связанные с развитием компании, в условиях изменения внешних и внутренних факторов. Таким образом, оптимизация структуры капитала одной из ведущих отраслей экономики – нефтегазохимической отрасли – в соответствии с предложенными расчетами и рекомендациями является необходимой предпосылкой становления и усиления инновационной направленности предприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ковалев В.В. Финансовый анализ: Управление капиталом. Выбор инвестиций. Анализ отчетности: учебник. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2002.
2. Gregory A. Strategic valuation of companies. – FINANCIAL TIMES, 2002.
3. Palepu K.G., Healy P.M., Bernard V.L., Peek E. Business analysis and valuation: IFRS edition. – Thomson, 2007.
4. Журнал Forbes [Электронный ресурс]: Рейтинг Forbes Global 2000 за 2009 г. – Официальный сайт журнала Forbes. – URL: <http://www.forbes.com>.
5. Информационная база Thomson ONE Banker [Электронный ресурс]: Бухгалтерская финансовая отчетность компаний за 2005-2009 гг. – Официальный сайт Thomson ONE Banker. – URL: <http://www.banker.thomsonib.com>.

REFERENCES

1. Kovalev V.V. Financial Analysis: Money Management. The choice of investments. Analysis Reporting: Textbook – Ed. 2-e, revised. and add. – Moscow: Finance and Statistics, 2002.
2. Gregory A. Strategic valuation of companies. – FINANCIAL TIMES, 2002.
3. Palepu K.G., Healy P.M., Bernard V.L., Peek E. Business analysis and valuation: IFRS edition. – Thomson, 2007.
4. Magazine Forbes [electronic resource]: Rating Forbes Global 2000 in 2009 – Official website of the magazine Forbes. – URL: [http:// www.forbes.com](http://www.forbes.com).
5. Infobase Thomson ONE Banker [electronic resource]: accounting financial statements of companies for 2005-2009. – Official site of Thomson ONE Banker. – URL: <http:// www.banker.thomsonib.com>.



УДК 537.525

Сафиуллин Р.К. – доктор физико-математических наук, профессор

Тел: (843) 510-47-46

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

**АНАЛИТИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ
ТЕПЛОВЫХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА
В ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ТРУБКАХ В ПОТОКЕ ГАЗА**

АННОТАЦИЯ

Тлеющий разряд (ТР) в газах давно применяется для обработки различных материалов. В последние десятилетия это связано также с разработкой и совершенствованием мощных газоразрядных CO₂-лазеров, которые все более широко используются для обработки изделий и материалов [1].

Данная работа посвящена аналитическим исследованиям положительного столба (ПС) ТР в разрядных камерах (РК) цилиндрической формы с продольным потоком газа.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: тлеющий разряд, поток газа, концентрация электронов, напряженность электрического поля, температура газа.

Safiullin R.K. – doctor of physical-mathematical sciences, professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

**ANALYTICAL INVESTIGATION
OF THERMAL AND ELECTRIC CHARACTERISTICS OF GLOW DISCHARGE
IN GAS FLOW CYLINDRICAL TUBES**

ABSTRACT

Glow discharge in gases is applied for processing different materials and manufactures for a long time. In last few decades the appliance of glow discharge was stipulated by the development and perfecting of powerful CO₂ lasers [1]. The paper is devoted to analytical investigation of thermal and electric characteristics of the positive column of glow discharge in gas flow cylindrical tubes.

KEYWORDS: glow discharge, gas flow, electron density, electric field strength, gas temperature.

Целью исследования в данной работе является рассмотрение свойств положительного столба (ПС) ТР в потоке газа на основе простой модели плазмы, состоящей из нейтрального газа, электронов и положительных ионов. Каждая компонента такой смеси представляется как отдельная среда, сосуществующая с другими компонентами и описываемая системой уравнений сохранения с учетом взаимодействия между компонентами (гидродинамическое приближение). Такой подход возможен в случае, когда средние длины свободного пробега электронов, атомов, молекул и ионов (частиц компонентов плазмы) намного меньше характерного пространственного масштаба макроскопических изменений и время между столкновениями частиц намного меньше характерного временного масштаба макроскопических изменений [2].

Аналитическое описание свойств ТР в потоке газа невозможно без ряда упрощающих предположений. В данной работе принимается, что: 1) степень ионизации газа в ПС $\sim 10^{-8}$ - 10^{-6} , и поэтому можно пренебречь столкновениями заряженных частиц между собой в отличие от столкновений заряженных частиц с нейтральными (в этих условиях теплопроводность, теплоемкость и плотность газа определяются в основном нейтральными частицами); 2) плазма ПС квазинейтральна, ионизация газа происходит электронным ударом с основного уровня нейтральной частицы; 3) пренебрегается слабой зависимостью коэффициента амбиполярной диффузии D_{ea} от электрического поля, т.е. D_{ea} считается постоянным [3].

В длинных разрядных трубках при скоростях прокачки газа $u \sim 10$ -100 м/с можно пренебречь диффузией электронов вдоль оси РК по сравнению с диффузией в радиальном направлении и с

конвективным переносом. С учетом данных приближений уравнение неразрывности для электронной компоненты плазмы в осесимметричной цилиндрической РК записывается в виде:

$$\frac{u}{R} \frac{\partial n_e}{\partial z} + \frac{v}{R} \frac{\partial n_e}{\partial r} = \frac{D_{ea}}{R^2 r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial n_e}{\partial r} \right) + n_i n_e. \quad (1)$$

Здесь u , v , n_e – продольная и поперечная компоненты скорости газа и концентрация электронов, R – радиус разрядной трубки, D_{ea} – коэффициент амбиполярной диффузии, n_i – частота ионизации газа, r и z – радиальная и продольная координаты, отнесенные к радиусу трубки.

В уравнении (1) частота ионизации сильно зависит от напряженности электрического поля. Здесь она аппроксимируется выражением:

$$n_i = a E^m, \quad (2)$$

где $m > 0$ (обычно полагают $m = 2$).

В ТР основная доля вкладываемой в разряд электрической энергии передается электронам. В дальнейшем эта энергия рассеивается в результате упругих и неупругих столкновений электронов с нейтральными частицами и переносится за счет теплопроводности и конвекции. При средних давлениях в инертных газах, например, можно пренебречь электронной теплопроводностью и неупругими потерями энергии по сравнению с потерями за счет упругих столкновений. В работе [4] было показано, что энергия, переносимая потоком заряженных частиц на стенку, пренебрежимо мала. Поэтому с хорошей точностью можно считать, что в инертных газах почти вся вложенная электрическая энергия переходит в тепло. В молекулярных же газах непосредственно в тепло (за счет упругих столкновений электронов с молекулами) переходит не более 10 % вкладываемой мощности; большая часть вкладываемой энергии поступает в колебательные степени свободы молекул, из которых относительно медленно переходит в поступательные и вращательные степени свободы молекул (за счет $V-T$ и $V-V$ – процессов). При записи уравнения для энтальпии газа будем пренебрегать вязкой диссипацией энергии, переносом энергии за счет излучения (ввиду низкой температуры газа T), изменением кинетической энергии газа, а также молекулярным переносом тепла вдоль оси разрядной трубки по сравнению с конвективным переносом энергии, с джоулевой диссипацией энергии электрического поля и переносом тепла в радиальном направлении за счет теплопроводности [5].

С учетом таких приближений уравнение для энтальпии газа имеет вид:

$$c_p \frac{u}{R} \frac{\partial T}{\partial z} + c_p \frac{v}{R} \frac{\partial T}{\partial r} = \frac{l}{R^2 r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + e m_e n_e E^2. \quad (3)$$

Здесь c , c_p – плотность и удельная теплоемкость газа при постоянном давлении, l – коэффициент теплопроводности газа, T – температура газа, E – напряженность электрического тока, m_e – подвижность электронов, e – абсолютная величина заряда электрона.

Закон Ома в интегральном виде имеет вид:

$$I = 2\pi e m_e E R^2 \int_0^1 n_e(r) r dr. \quad (4)$$

Он связывает концентрацию электронов, напряженность электрического поля и величину тока. В (4) предполагается, что напряженность электрического поля и подвижность электронов постоянны вдоль радиальной координаты РК.

Решение системы уравнений при постоянной плотности газа.

Сделаем еще одно, довольно существенное приближение. А именно, будем считать (в нулевом приближении), что плотность газа в РК меняется незначительно. Это приближение является довольно

грубым, так как известно, что в каждом поперечном сечении цилиндрической трубки давление газа не зависит от радиальной координаты, а температура T зависит от r , спадая от оси к стенкам трубки. С учетом данного приближения уравнение неразрывности для осесимметричного потока может быть записано в виде:

$$\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r}(rv) = 0, \quad (5)$$

Рассмотрим систему уравнений (1)-(5) для случая $u = \text{const.}$ В этом случае из уравнения неразрывности следует, что $v = 0$. Тогда система уравнений будет иметь вид:

$$\frac{u}{R} \frac{\partial \bar{n}_e}{\partial z} = \frac{D_{ea}}{R^2 r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial \bar{n}_e}{\partial r} \right) + n_i \bar{n}_e, \quad (6)$$

$$n_i = \beta E^m, \quad (7)$$

$$I = 2pe_m E n_e(0,0) R^2 \int_0^1 \bar{n}_e(r) r dr, \quad (8)$$

$$cc_p \frac{u}{R} \frac{\partial T}{\partial z} = \frac{l}{R^2 r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + e_m n_e E^2 \quad (9)$$

$$u = \text{const.}, v = 0, \quad (10)$$

Здесь $\bar{n}_e(r, z) = n_e(r, z) / n_e(0,0)$. Решение этой системы будем искать при следующих граничных условиях:

$$\bar{n}_e(r, 0) = j_1(r), \quad \bar{n}_e(1, z) = 0, \quad \partial \bar{n}_e(0, z) / \partial r = 0, \quad (11)$$

$$T(r, 0) = T_0(r), \quad T(1, z) = T_R, \quad T_r(0, z) \equiv \partial T(0, z) / \partial r = 0, \quad 0 \leq r \leq 1, \quad z \geq 0. \quad (12)$$

Представим уравнение (6) в безразмерном виде:

$$Pe_d \frac{\partial \bar{n}_e}{\partial z} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial \bar{n}_e}{\partial r} \right) + b \bar{n}_e. \quad (13)$$

Здесь $b = n_i R^2 / D_{ea}$, $Pe_d = uR / D_{ea}$. Величина b является сложной функцией z . Подстановка выражения для n_i из (7) в (6) и (8) показывает, что уравнения (6)-(8) являются сложной подсистемой нелинейных интегродифференциальных уравнений. Для ее решения может быть использован метод, примененный в работах [5, 6].

Сначала решается уравнение (13) при произвольном законе изменения $b(z)$. Затем из этих решений выбирается то, которое удовлетворяет уравнениям (7), (8). Подстановка выражения $\bar{n}_e(r, z) = c(r)Z(z)$ в (13) дает:

$$\frac{Pe_d}{Z} \frac{dZ}{dz} - b(z) = \frac{1}{rc} \frac{d}{dr} \left(r \frac{dc}{dr} \right) = -K^2. \quad (14)$$

Из (14) получаем:

$$Pe_d \frac{dZ}{dz} - [b(z) - K^2]Z = 0, \quad (15)$$

$$\frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left(r \frac{dc}{dr} \right) + K^2 c = 0. \quad (16)$$

Здесь функция $c(r)$ должна удовлетворять граничным условиям

$$c(1) = 0, \quad \frac{dc}{dr}(0) = 0. \quad (17)$$

Общим решением уравнения (16) является линейная комбинация

$$c(r) = C_1 J_0(kr) + C_2 K_0(kr), \quad (18)$$

Поскольку при $r \rightarrow 0$ функция $K_0(kr) \rightarrow \infty$, то из условия конечности n_e на оси цилиндра следует положить $C_2 = 0$. Собственные значения k_n определяются из условия $c(1) = 0$ и представляют собой положительные корни уравнения $J_0(k) = 0$. Этим корням существует счетное множество, и каждому собственному значению k_n будет соответствовать собственная функция $J_0(k_n r)$.

Собственным значениям k_n соответствуют решения уравнения (15) вида

$$Z_n(z) = A_n \exp \frac{1}{Pe_d} \left(\int_0^z b(z) dz - k_n^2 z \right), \quad (19)$$

где A_n – произвольные постоянные.

$$\bar{n}_e(r, z) = A_n J_0(k_n r) \exp \frac{1}{Pe_d} \left(\int_0^z b(z) dz - k_n^2 z \right), \quad (20)$$

Таким образом, функции удовлетворяют уравнению (13) и последним двум из граничных условий (11). В силу линейности и однородности уравнения (13) линейная комбинация выражений типа (20) также будет решением уравнения (13). Таким образом, общее решение уравнения (13) может быть записано в виде:

$$\bar{n}_e(r, z) = \exp \left(\frac{1}{Pe_d} \int_0^z b(z) dz \right) \sum_{n=1}^{\infty} A_n J_0(k_n r) \exp \left(- \frac{k_n^2 z}{Pe_d} \right). \quad (21)$$

Из (11) и (21) следует, что

$$u_1(r) = \sum A_n J_0(k_n r). \quad (22)$$

Как известно, функции Бесселя нулевого порядка $J_0(k_1 r)$, $J_0(k_2 r)$, ..., $J_0(k_n r)$ удовлетворяют условию ортогональности [7]:

$$\int_0^1 r J_0(k_n r) J_0(k_m r) dr = \frac{1}{2} J_1^2(k_n) \delta_{nm}. \quad (23)$$

С учетом (23) коэффициенты A_n определяются из (22) по формуле

$$A_n = \frac{2}{J_1^2(k_n)} \int_0^1 r J_0(k_n r) j_1(r) dr. \quad (24)$$

При определенных условиях, накладываемых на функцию $j_1(r)$, ряд (22) с коэффициентами A_n , определенными из (24), равномерно и абсолютно сходится к $j_1(r)$ [8]. Так как $0 < \exp(-k_n^2 z / Pe_d) \leq 1$, то ряд

(21) также сходится абсолютно и равномерно. Таким образом, функция $\bar{n}_e(r, z)$, которая определяется из формул (21) и (24), дает решение уравнения (13) при произвольном законе изменения $\varphi(E/N, z)$.

Подстановка (21) в (9) приводит к нелинейному интегральному уравнению для напряженности электрического поля:

$$I = p_{em_e} n_e(0,0) R^2 E(z) Q(z) \exp\left(-\frac{1}{Pe_d} \int_0^z b E^m dz\right), \quad (25)$$

где $b = \bar{\sigma} R^2 / D_{ea}$,

$$Q(z) = 2 \sum_{n=1}^{\infty} k_n^{-1} A_n J_1(k_n) \exp(-k_n z / Pe_d) \quad (26)$$

Логарифмируя выражение (25), получаем:

$$\ln \frac{I}{p_{em_e} n_e(0,0) R^2} = \ln E(z) + \ln Q(z) + \frac{1}{Pe_d} \int_0^z b E^m dz.$$

Дифференцируя обе части этого уравнения по z , приходим к уравнению

$$\frac{dE}{dz} + \frac{b}{Pe_d} E^{m+1} + \frac{1}{Q} \frac{dQ}{dz} E = 0$$

С помощью подстановки $y = E^m$ приходим к линейному дифференциальному уравнению первого порядка

$$\frac{dy}{dz} - m \frac{1}{Q} \frac{dQ}{dz} - \frac{bm}{Pe_d} = 0.$$

Решением этого уравнения является функция $y = Q^m [Q_0^{-m} u_0 + \frac{bm}{Pe_d} \int_0^z Q^{-m} dz]$.

Отсюда для напряженности электрического поля получаем формулу

$$E(z) = \left(\frac{bm Q^m}{Pe_d} \int_0^z Q^{-m} dz + \frac{Q^m}{E_0^m Q_0^m} \right)^{-\frac{1}{m}}. \quad (27)$$

Из (21), (25), (27) получаем:

$$\bar{n}_e(r, z) = \frac{I \sum_{n=1}^{\infty} A_n J_0(k_n r) \exp(-k_n^2 z_d)}{R^2 Q(z) E(z) n_e(0,0) p_{m_e}}. \quad (28)$$

С учетом приближенного соотношения $I = p_{m_e} n_e(0,0) R^2 E_0 Q_0$ формулу (28) можно привести к виду:

$$\bar{n}_e(r, z) = (1 + \frac{bm Q_0^m E_0^m}{Pe_d} \int_0^z Q^{-m} dz)^{\frac{1}{m}} \cdot \sum_{n=1}^{\infty} A_n J_0(k_n r) \exp(-\frac{k_n^2 z}{Pe_d}). \quad (29)$$

Средняя по поперечному сечению трубки безразмерная концентрация электронов определяется по формулам:

$$\bar{n}_{e,av} = 2 \int_0^1 \bar{n}_e(r, z) r dr = \frac{I}{pe m_e n_e(0,0) R^2 E(z)} = \frac{E_0 Q_0}{E(z)}. \quad (30)$$

Из (27) следует, что с ростом z напряженность электрического поля $E(z)$ стремится к конечному пределу. Это видно из того, что $E_\infty^m = \lim E^m$ представляет собой неопределенность типа ∞/∞ . Применение правила Лопиталя, с учетом выражения для $Q(z)$, дает:

$$E_\infty = \left(\frac{k_1^2 D_{ea}}{a R^2} \right)^{\frac{1}{m}}. \quad (31)$$

Из (28) с учетом (31) для предельного распределения концентрации электронов по радиусу получаем:

$$\bar{n}_{e,\infty}(r) = \frac{I J_0(k_1 r)}{2 p e m_e J_1(k_1) \left(\frac{k_1^{m-2} a}{R^{2(m-1)} D_{ea}} \right)^{\frac{1}{m}}} \frac{1}{n_e(0,0)}. \quad (32)$$

Это выражение можно записать также в виде:

$$\bar{n}_{e,\infty}(r) = J_0(k_1 r) \frac{k_1 E_0 Q_0}{2 E_\infty J_1(k_1)}. \quad (33)$$

В частном случае $u_1(r) = J_0(k_1 r)$ расчетные формулы для напряженности электрического поля и концентрации электронов примут вид:

$$E(z) = E_0 \left[1 + \left(\frac{E_\infty^m}{E_0^m} - 1 \right) \exp \left(- m k_1^2 \frac{z}{P_{ed}} \right) \right]^{\frac{1}{m}}, \quad (34)$$

$$\bar{n}_e(r, z) = J_0(k_1 r) \frac{E_0 Q_0 k_1}{2 E(z) J_1(k_1)} = J_0(k_1 r) \frac{E_0}{E(z)}. \quad (35)$$

Таким образом, из решения уравнений (7-9) получаются формулы для напряженности электрического поля (27) и концентрации электронов (28), (29), а также предельное значение E (31) и предельная концентрация $n_{e,\infty}$ (32), (33). В частном случае $Pe_d \rightarrow 0$ и $m = 2$ выражение для E_∞ совпадает с известной формулой для ПС ТР без потока газа.

Собственные значения k_n возрастают с ростом n . Поэтому с ростом z члены ряда (26) с $n > 1$ быстро убывают. Расчеты показывают, что при $z > 0,12 Pe_d$ ряд (26) отличается от своего первого члена не более, чем на 1%. Поэтому в практических расчетах можно ограничиться первым членом ряда. Учитывая структуру выражений (27) и (28), можно заключить, что при $z \geq 0,12 Pe_d$ для инженерных расчетов $E(z)$ и $n_e(z)$ можно использовать формулы (34) и (35).

Полученные формулы (27) и (28) необходимо использовать при решении уравнения (3) для энтальпии нейтральной компоненты газа. Запишем уравнение (3) в виде:

$$Pe \frac{\partial q}{\partial z} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial q}{\partial r} \right) + \frac{R^2 E^2 e m_e n_e}{l}, \quad (36)$$

где $Pe = uR/a$, $u = T - T_R$, a – коэффициент температуропроводности. Граничные условия для функции и имеют вид:

$$q(r, 0) = T_0(r) - T_R = q_0(r), \quad q(1, z) = 0, \quad \frac{\partial q}{\partial r}(0, z) = 0 \quad (37)$$

Для решения уравнения (36) воспользуемся конечным интегральным преобразованием Ханкеля по переменной r [8]:

$$q(k_i, z) = \int_0^1 q(r, z) J_0(k_i r) r dr \quad (38)$$

Переход от изображения $u(k_i, z)$ к оригиналу $u(r, z)$ осуществляется по формуле:

$$q(r, z) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2J_0(k_i r)}{J_1^2(k_i)} q(k_i, z) \quad (39)$$

Применение преобразования (38) к дифференциальному уравнению (36) дает:

$$Pe \frac{\partial q}{\partial z} = -k_i^2 q + \frac{em_e R^2}{l} \int_0^1 n_e(r) E^2 J_0(k_i r) r dr \quad (40)$$

Граничное условие при $z = 0$ для уравнения (40) имеет вид:

$$q(k_i, 0) = \int_0^1 q(r, 0) J_0(k_i r) r dr \quad (41)$$

Рассмотрим второй член в правой части уравнения (40). Подставляя в него выражения для $E(z)$ и $n_e(r, z)$, получим:

$$S_i = \frac{em_e R^2}{l} \int_0^1 n_e(r) r J_0(k_i r) E^2 dr = \frac{IE(z)}{lpQ(z)} \int_0^1 J_0(k_i r) \left[\sum_{n=1}^{\infty} A_n J_0(k_n r) \exp(-k_n^2 z_d) \right] dr \quad (42)$$

Ряд в квадратных скобках при $z > 0$ сходится равномерно по r , поэтому порядок суммирования и интегрирования в (42) можно изменить. Это дает:

$$S_i = \frac{IE(z)}{lpQ(z)} \sum_{n=1}^{\infty} A_n \exp(-k_n^2 z_d) \int_0^1 J_0(k_i r) J_0(k_n r) r dr \quad (43)$$

Отсюда с учетом свойства ортогональности функций Бесселя, находим:

$$S_i = \frac{IE_{\infty} k_i J_1^2(k_i)}{4lp} \left[1 + \left(\frac{E_{\infty}^m}{E_0^m} - 1 \right) \exp(-mk_1^2 z_d) \right]^{\frac{1}{m}} \quad (44)$$

Подстановка выражения (44) в решение уравнения (40) дает:

$$q = \exp\left(-l_i^2 \frac{z}{p_e}\right) \left[\int_0^1 q(r, 0) J_0(k_i r) r dr + \frac{k_i J_1^2(k_i) p_i IE_{\infty}}{4lp} \right] \quad (45)$$

Здесь

$$p_i = \frac{1}{p_e} \int_0^z \left[1 + \left(\frac{E_\infty^m}{E_0^m} - 1 \right) \exp(-m l_1^2 z_d) \right]^{\frac{1}{m}} \exp\left(k_j^2 \frac{z}{p_e}\right) dz \quad (46)$$

Из (39) и (45) находим формулу для расчета искомой функции u :

$$q(r, z) = \sum_{i=1}^{\infty} B_i W_i J_0(k_i r) + \frac{I E_\infty}{2 l p} \sum_{i=1}^{\infty} \frac{k_i p_i W_i J_0(k_i r)}{J_1(k_i)}, \quad (47)$$

где

$$B_i = \frac{2}{J_1^2(k_i)} \int_0^1 q(r, 0) J_0(k_i r) r dr \quad (48)$$

Зная температурное поле нейтральных частиц, можно вычислить их среднемассовую температуру в поперечном сечении трубки и плотность теплового потока у стенки:

$$q_c(z) = 2 \sum_{i=1}^{\infty} \frac{B_i W_i J_1(k_i)}{k_i} + \frac{I E_\infty}{l p} \sum_{i=1}^{\infty} p_i W_i \quad (49)$$

$$2 p R q_R = 2 l p \sum_{i=1}^{\infty} k_i B_i W_i J_1(k_i) + I E_\infty \sum_{i=1}^{\infty} k_i^2 p_i W_i \quad (50)$$

Для вычисления числа Нуссельта используем формулу $Nu = - \frac{2}{q_c} \frac{\partial q}{\partial r} \Big|_{r=1}$. Подставляя в эту формулу выражения для u_c и $\frac{\partial q}{\partial r} \Big|_{r=1}$, находим:

$$Nu = \frac{2 l p \sum_{i=1}^{\infty} k_i B_i W_i J_1(k_i) + I E_\infty \sum_{i=1}^{\infty} k_i p_i W_i}{2 l p \sum_{i=1}^{\infty} l_i^{-1} B_i W_i J_1(k_i) + I E_\infty \sum_{i=1}^{\infty} p_i W_i} \quad (51)$$

Полученные в этой статье формулы (27)-(29) и (47)-(51) позволяют рассчитывать тепловые и электрические характеристики ПС ТРП, их зависимость от физических свойств и расхода газа, граничных условий для $n_e(r, z)$ и $T(r, z)$, размеров РК и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голубев В.С., Сафиуллин Р.К. Применение мощных CO₂-лазеров для обработки материалов и изделий. // Известия КГАСУ, 2009, № 1 (11). – С. 237-242.
2. Митчнер М., Кругер Ч. Частично ионизованные газы. – М.: Мир, 1978. – 496 с.
3. Баранов В.Ю., Веденов А.А., Низьев В.Г. Электрический разряд в потоке газа. // Теплофизика высоких температур, 1972, 10, № 6. – С. 1156-1159.
4. Новгородов М.З. Экспериментальное исследование электрических и оптических характеристик положительного столба тлеющего разряда в молекулярных газах. // Труды ФИАН СССР, 1974, 78. – С. 60-116.

5. Даутов Г.Ю. Теоретическое исследование столба дуги в канале с потоком газа. // В кн.: Генераторы низкотемпературной плазмы. – М.: Энергия, 1969. – С. 4-21.
6. Сафиуллин Р.К. Математическое моделирование процессов в низкотемпературной плазме тлеющего разряда применительно к CO₂- и СО-лазерам. // Диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. – Казань: КГАСУ, 2006.
7. Араманович И.Г., Левин В.И. Уравнения математической физики. – М: Наука, 1969. – 288 с.
8. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М: Высшая школа, 1967. – 600 с.

REFERENCES

1. Golubev V.S., Safiullin R.K. Application of High Power CO₂ Lasers for Processing of Materials and Manufactures. // Izvestija of KGASU, 2009, № 1 (11). – P. 237-242.
2. Mitchner M., Kruger Ch. H., Jr. Partially Ionized Gases. M.: Mir, 1976, – 496 p.
3. Baranov V.Yu, Vedenov A.A., Nizjev V.G. Electric Discharge in Gas Flow. // Teplophysica Vysokich Temperatur, 1972, V. 10, № 6. – P. 1156-1159.
4. Novgorodov M.Z. Experimental Investigation of Electric and Optic Characteristics of Glow Discharge Positive Column in Molecular Gases / Works (Trudy) of Lebedev Physical Institute of Academy of Sciences of the USSR. 1974, V. 78. – P. 60-116.
5. Dautov G. Yu. Theoretical Investigation of Electric Arc Column in Gas Flow Channel. In; Low Temperature Plasma Generators. – M.: Energy, 1969, – P. 4-21.
6. Safiullin R.K. Mathematical Simulation of the Processes in Low Temperature Plasma of Glow Discharge in Connection with CO₂ and CO lasers. // Doctor Dissertation. – Kazan, 2006.
7. Aramanovich I.G., Levin V.I. Equations of Mathematical Physics. – M.: Nauka, 1969. – 288 p.
8. Lykov A.V. The Theory of Heat Conductivity. – M.: Vysshaja Schola, 1967. – 600 p.



УДК 69.057;658.382.3

Мусаев А.М. – кандидат технических наук, доцент

Сафиуллин Р.Г. – кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

МЕТОД И УСТРОЙСТВО ВИБРО-ПУЛЬСАЦИОННОЙ СОРТИРОВКИ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

АННОТАЦИЯ

Рассматривается новый метод и устройство сортировки бытовых отходов путем вибрационного рассеивания по агрегатному составу и сортировки пульсационными струями по удельному составу и парусности легкой части отходов. Устройство позволяет разделять общий поток на легкие, жидкие и твердые отходы. В результате раздельной сортировки жидкие отходы направляются на компостирование или в метантенки, легкие распределяются по удельному весу в бункерах, тяжелые после магнитной обработки используются как утильный материал.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: экология, механизированная сортировка отходов, виброрассеивание, турбулентные струи, парусность, псевдоожижение.

Musaev A.M. – candidate of technical sciences, associate professor

Safiullin R.G. – candidate of technical sciences, associate professor

Kazan State University of Architecture and Engineering

METHOD AND APPARATUS FOR VIBRO-PULSING SORTING OF HOUSEHOLD WASTE

ABSTRACT

A new method and device for sorting of the household waste by means the vibration dispergation and grading them by means the pulsing jets according to their specific compositions and windage of the waste are considered. The device enables to split the total flow onto the lungs, liquid and solid wastes. As the result of sorting the liquid waste are sent for composting or in the digesters, the lungs are distributed by their specific weight into the bunkers, heavy ones are used as an utilizable material after magnetic treatment.

KEYWORDS: ecology, a mechanized sorting of waste, vibration dissipation, turbulent jet, sail, fluidization.

Бытовые отходы характеризуются многокомпонентностью, неоднородностью состава, малой плотностью и нестабильностью. При этом легкие составляющие могут достигать до 80 % по объему. Это – упаковочная пленка, бумага, картон, пластмасса, текстиль, полиэтиленовая посуда, бутылки, банки и т.д. Пищевые и жидкие отходы, склонные к загниванию, по весовому составу близки к 30-45 %. Ценные утильные отходы (компоненты различных бытовых приборов и установок) составляют: цветной и черный металл 5-6 %, стекло до 3 %.

Известны весьма перспективные селективные способы сбора отходов на месте их образования с устройством отдельных контейнеров для макулатуры, текстиля, пластмассы, стекла, металла и др. Такой вид раздельного сбора отходов в жилом секторе удастся осуществить только в некоторых индустриально развитых странах. В отечественных условиях, в частности с различными климатическими районами – от тропиков до вечной мерзлоты, селективный сбор отходов практически отсутствует, хотя получение готового утильного сырья могло бы резко повысить эффективность его переработки в полезную продукцию [1]. Сегодня наиболее распространен массовый контейнерный сбор и вывоз бытовых отходов из жилого сектора на полигоны, и только малая часть из них попадает на площадки для ручной сортировки либо на дальнейшее сжигание не отсортированных отходов. Проблема выделения земельных угодий под полигоны стала глобальной проблемой, наряду с загрязнением окружающей среды и атмосферы [2].

Известны попытки решить проблему сбора и сортировки бытового мусора непосредственно в подъездах домов, в мусоропроводах жилых и общественных зданий. Однако при такой постановке вопроса, как обеспечение вновь строящихся зданий «системой мусороудаления и пожаротушения», пройдут минимум десятилетия, при этом фактически исключаются частные домовладения и другие объекты. Общим недостатком известных мусоросортировочных устройств является то, что они не обеспечивают

эффективного разделения компонентов бытового мусора и не могут отделить даже частично утильные продукты из смеси неоднородного мусора, выбрасываемого жилым комплексом в огромных объемах.

В последнее десятилетие начали широко использоваться сепарирующие барабаны-грохоты. Конструкция барабана-грохота имеет очень высокий коэффициент «прозрачности», что позволяет производить сепарирование (просеивание) практически всех фракций заданных параметров. У барабана-грохота определены четыре зоны просеивания. Компоненты отходов, прошедшие сквозь решетки через специальный бункер-скиз, подаются на наклонные желобчатые ленточные конвейеры и далее – на магнитную очистку и на конвейер сортировочного стола для извлечения из многофракционной массы утильных составляющих. Недостатком устройства является то, что в барабан-грохот загружаются неотсортированные отходы. Перемешивание за счет вращательного и одновременно поступательного движения барабана-грохота приводит к тому, что легко загнивающие пищевые и жидкие отходы, находящиеся в контакте с макулатурой и другими объемными компонентами, их заражают, что ухудшает качество утильных составляющих и эффективность работы сортировочных столов, а также снижает производительность всего сортировочного комплекса в целом.

Предлагаемый сепарационный комплекс [3], собранный из типовых промышленных агрегатов, нацелен на повышение эффективности переработки бытовых отходов путем первичной их сортировки, с максимальным отделением пожароопасной органической части (находящейся в пределах 80 %) от жидких, пищевых и тяжелых составляющих отходов (рис. 1). Цель достигается тем, что в устройстве сепарирования виброгрохоты барабанного типа заменены на вибралоток, выполненный протяженным в одну линию из рольганных труб. Вибролоток конвейера разделяется на две зоны по вертикали, с подачей в подрешеточную зону рольганных труб воздушного потока с регулируемым напором. На противоположной стороне вибралотка (по отношению к воздушному потоку) установлена наклонная перемишка переменной высоты по всей длине виброгрохота [3].

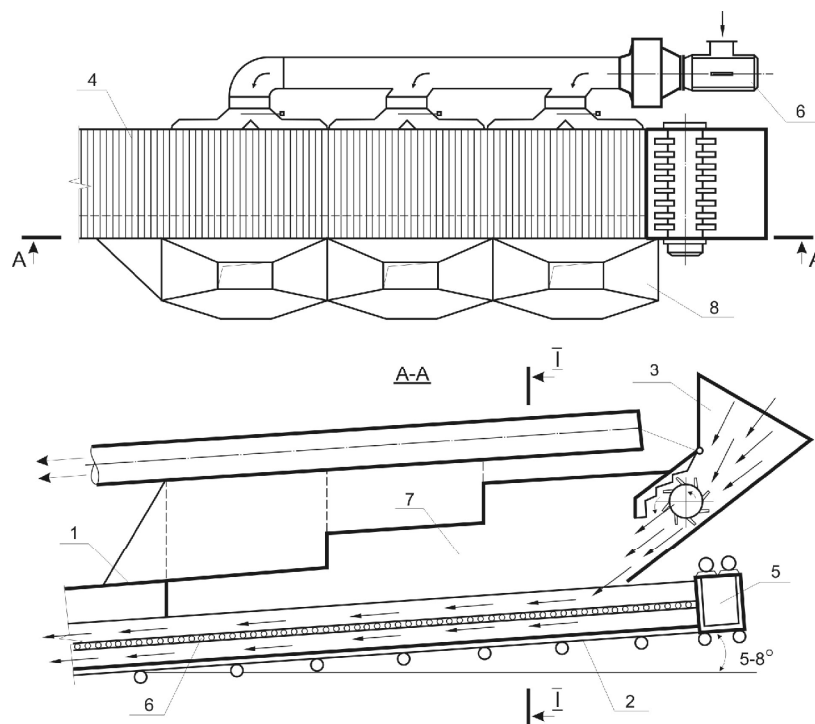


Рис. 1. Комплекс вибро-пульсационной сортировки твердых бытовых отходов [3]:

- 1 – корпус; 2 – лоток виброконвейера; 3 – бункер приема мусора; 4 – рольганговая решетка; 5 – вибродвигатель;
- 6 – тягодутьевая установка; 7 – многоуровневая перегородка; 8 – бункеры для сбора очищенных отходов;
- 9 – вытяжная вентиляционная система; 10 – ультрафиолетовые лампы;
- 11 – противопожарные дренажные установки.

Воздушный поток с регулируемым напором поступает из подрешеточной зоны под взвешенные вибралотком отходы, выносит наиболее легкую часть из массы отходов на наклонную перемишку и перекидывает в бункерную зону установки. Более тяжелые составляющие, увлеченные воздушным

потоком, но не преодолевшие эту высоту, сползают на рольганную решетку. Под воздействием виброударов они перемещаются в следующую зону с менее высокой наклонной перемычкой.

Под постоянным воздействием вибрации отходы, настилающие рольганную решетку, освобождаются от жидких и мелких составляющих. Последние сбрасываются в нижнюю часть вибрирующего лотка, где создается обособленный поток жидких и пищевых отходов, отделенный от основной массы отходов рольганной решеткой. На последних этапах перемещения отходов перемычка снижается до такой степени, что воздушный поток, согласно расчету, будет способен перебросить через нее полиэтиленовые бутылки, алюминиевые банки и т.д. Основная масса тяжелых составляющих, не подверженных воздействию воздушного потока, будет продолжать перемещаться по рольганной решетке, полностью очистившись от жидких и мелких отходов. Таким образом, линейный виброгрохот позволяет создать внутри вибrolотка два потока: в поддоне – жидкие и мелкие, на рольганной решетке – твердые и тяжелые отходы. Вдоль наклонной перемычки осуществляется сбор в бункерах наиболее объемной части органических отходов по объемным весам.

Разделение бытового мусора на три самостоятельных потока осуществляется путем привлечения вибрационных и аэродинамических сил (рис. 2). За счет колебательных движений виброконвейера происходит сброс жидких отходов в поддон и перемещение слоя отходов по наклонной поверхности рольганной решетки. За счет мелких бросков слой отходов задерживается над рольганной решеткой, создавая условия для начала процесса псевдооживления. Через колеблющуюся рольганную решетку из поддона конвейерного лотка прорываются пульсационные турбулентные струи, поднимающие отходы и приводящие слой в состояние псевдооживления.

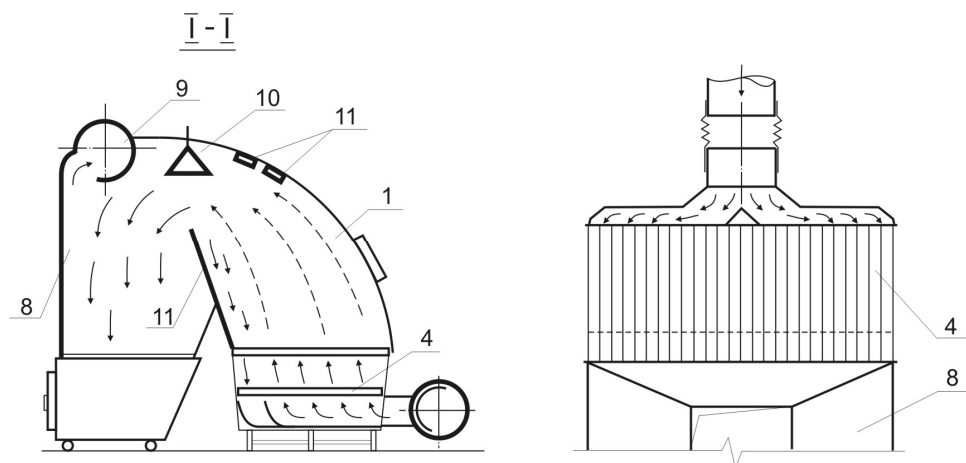


Рис. 2. Схема секции разделения твердых бытовых отходов по агрегатному составу: легкие, жидкие, твердые

Разрыв слоя и вынос из общего потока наиболее легких составляющих, их сброс за уровень ограждающей перегородки в бункеры происходит за счет подъемной силы воздушного потока. При определении условий витания легкой части отходов для подъемной силы можно воспользоваться формулой Жуковского

$$F = c_n S \frac{\rho v^2}{2},$$

где ρ – плотность воздуха; S – площадь сечения аппарата; c_n – коэффициент подъемной силы.

Следует отметить, что коэффициент подъемной силы зависит от таких факторов, как угол атаки, перепад давления воздушного напора и т.д. Поэтому для определения сопротивления рольганной решетки и потери напора можно воспользоваться формулами Вейсбаха [4]

$$h = \zeta \frac{v^2}{2g} = \zeta \frac{Q^2}{2gm^2\omega^2}; \quad m = \frac{a^2}{t^2}; \quad \zeta = \frac{A}{Re},$$

где a – размер стороны ячейки; t – шаг решетки; v – средняя скорость в ячейке; A – коэффициент, учитывающий степень стеснения потока; Re – число Рейнольдса.

Требуемый расход воздуха может быть определен по зависимости [5]

$$Q = \frac{\sqrt{H \cdot a}}{0.41 \sqrt{\frac{H}{a} + 1}} \cdot n,$$

где H – высота перегородки; n – количество ячеек в секции.

По найденному расходу воздуха можно рассчитать параметры подводящего воздухопровода и вентиляционных установок.

Таким образом, вибро-пульсационная сортировка бытовых отходов создает условия для полной и качественной утилизации их ценных компонентов. Конструкция установки [3] позволяет повысить эффективность переработки, максимально сократив не утилизируемую часть бытовых отходов.

Заключение

Ленточный виброконвейер по патенту [3] обеспечивает разделение массы несортированного мусора на несколько фракций: легкие, жидкие и твердые, не перемешивая и не загрязняя утильные компоненты. Этот процесс не может производиться в барабанных грохотах, и обеззараживающие ультрафиолетовые установки там бессильны.

В конечных пунктах после предлагаемого ленточного конвейера появляется три потока. В бункеры установки попадают все легкие фракции, подрешеточная зона (поддон) собирает жидкую фазу, надрешеточная – твердые отходы. Легкие утильные отходы можно пакетировать по сортам и видам товарного продукта, тем более что они обеззаражены ультрафиолетом и интенсивным воздушным потоком. Жидкая фаза может быть направлена на магнитную обработку в наклонный рейштак для освобождения от мелких магнитных деталей, далее – на компостирование или в метантенки для производства биотоплива.

Во всех процессах отделения продукта из общей массы и в процессе очищения участвует вентиляционный воздух в достаточно большом объеме. Учитывая загрязненность бытового мусора различными гнилостными продуктами и газами, использованный воздух и сопутствующие газы нельзя выбрасывать в атмосферу без очистки. Для того чтобы очистить и максимально промыть эти газы, в предлагаемую конструкцию может быть включен очистной модульный комплекс по [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://www.energyresearch.ru/tbo.rus.full/>.
2. Концепция обращения с твердыми бытовыми отходами в Российской Федерации – М.: МДС 13.8.2000. Утвержд. Постановлением Коллегии Госстроя России от 22 декабря 1999 г., № 17.
3. Мусаев А.М., Немов В.Г. Устройство первичной сортировки бытового мусора. Патент РФ № 2395352 от 27 июля 2010 г.
4. Альтшуль А.Д., Киселев П.Г. Гидравлика и аэродинамика (основы механики жидкости). – М.: Стройиздат, 1975. – 323с.
5. <http://window.edu.ru/window.catalog/pdf2txt/>. Техника и технологии псевдооживления: гидродинамика и теплообмен с погруженными телами.
6. Мусаев А.М., Садртдинов И.К. Модуль тягодутьевого пылегазозолоулавливания из дымовых и агрессивных газов. Патент РФ № 96025. Гос. регистр. 20 июля 2010.

REFERENCES

1. <http://www.energyresearch.ru/tbo.rus.full/>.
2. The concept of treatment with municipal solid waste in the Russian Federation – Moscow: MDC 08/13/2000. Approved. Resolution of the Board of State Construction of Russia, December 22, 1999, № 17.
3. Musaev A.M., Nemov V.G. The device for primary sorting of household waste. Patent RF № 2395352 of July 27, 2010.
4. Altshul A.D., Kiselev P.G. Hydraulics and Aerodynamics (basic fluid mechanics). – M.: Stroizdat, 1975. – 323 p.
5. <http://window.edu.ru/window.catalog/pdf2txt/>. Technique and technology of fluidization: hydrodynamics and heat transfer with submerged bodies.
6. Musaev A.M., Sadrtidinov I.K. Module for dust, gas and ash capture from the smoke and corrosive gases. Patent RF № 96025. Gos. register. July 20, 2010.

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 – 297x210мм (формат A4);
- поля: сверху – 20 мм, снизу – 20 мм, слева – 20 мм, справа – 20 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 междустрочным 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 междустрочным интервалом. Не допускается выполнение рисунков в редакторе Microsoft Word. Минимальный размер иллюстраций – 80x80 мм, максимальный – 170x240 мм.

Для набора формул и вставки символов использовать встроенный в Microsoft Word редактор формул Microsoft Equation или Math Type. Формулы в статье, подтверждающие физическую суть исследования (процесса), представляются без развернутых математических преобразований. Формулы компонуются с учетом вышеуказанных полей (при необходимости использовать перенос формулы на следующую строку), помещаются по центру строки, в конце которой в круглых скобках ставится порядковый номер формулы. Ссылку на номер формулы в тексте также следует брать в круглые скобки. Следует применять физические величины, соответствующие стандарту СТ СЭВ 1052-78 (СН 528-80).

Иллюстрации, формулы, таблицы и ссылки на цитированные источники, встречающиеся в статье, должны быть пронумерованы в соответствии с порядком цитирования в тексте. При этом, ссылка на литературные источники берётся в квадратные скобки.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК 691.33

Иванов И.И. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: ivanov@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

современные строительные материалы

АННОТАЦИЯ

Текст аннотации

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: теплоизоляционные материалы, карбамидные пенопласты, модификация

Ivanov I.I. – candidate of technical sciences, associate professor

Kazan State University of Architecture and Engineering

MODERN BUILDING MATERIAL

ABSTRACT

Текст аннотации

KEYWORDS: thermal insulating materials, of carbamide foams, updating

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES*

* Перечень ссылок переведённый на английский язык (названия изданий не переводить – писать в латинской транскрипции).

Перечень библиографических ссылок обязателен!
Библиографические ссылки представить в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.

Примеры:

1. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 500 с.
2. Драновский А.Н. Динамические параметры прочности песков // Сб. научных трудов «Материалы 49-й Республиканской научной конференции». – Казань: КГАСА, 1998. – С. 186-191.
3. Завадский В.Ф., Путро Н.Б., Максимова Ю.С. Поризованная строительная керамика // Строительные материалы, 2004, № 2. – С. 21-22.
4. Корчагина В.И. Исследование в области модификации ПВХ и биполимерных систем на его основе // Автореферат канд. дисс. на соиск. степени канд. хим. наук. – Казань, 1974. – 22 с.
5. Химическая технология керамики: Учеб. пособие для вузов / Под ред. проф. И.Я. Гузмана. – М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2003. – 496 с.
6. Приемопередающее устройство: пат. 2187888 Рос. Федерация. № 2000131736/09; заявл. 18.12.00; опубл. 20.08.02. Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с.
7. ГОСТ 9128-97. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. – М., 2000. – 15 с.
8. Отчёт по НИР. Инв. № 02200703350. Соколов Б.С. и др. Разработка новых и совершенствование существующих методов расчёта железобетонных и каменных элементов, конструкций зданий и сооружений.
9. Инвестиции останутся сырьевыми // PROGNOSIS.RU: ежедн. интернет-изд. 2006. 25 янв. URL: <http://www.prognosis.ru/print.html?id=6464> (дата обращения: 19.03.2007).

Примеры перевода перечня ссылок на английский язык:

1. Bazhenov Yu.M. Technology of concrete. – M: Publishers ASV, 2002. – 500 p.
2. Dranovsky A.N. Dynamic parameters of durability of sand // The collection of proceedings «Materials of 49th Republican scientific conference». – Kazan: KSABA, 1998. – P. 186-191.
3. Zavatsky V.F., Putro N.B., Maksimova Yu.S. Porous building ceramics // Building materials, 2004, № 2. – P. 21-22.
4. Korchagina V.I. Research in the field of updating of PVC and bipolymerous systems on its basis // The master's thesis author's abstract on competition of degree of a Cand. Chem. Sci. – Kazan, 1974. – 22 p.
5. Chemical technology of ceramics: Studies. The grant for high schools / Under the editorship of prof. I.J. Guzman. – M: LTD RIF «Building materials», 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 обязательно 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 предоставляют копию платежной квитанции или справку, подтверждающую обучение автора(ов) в аспирантуре на момент подачи статьи.

Стоимость публикации – 390 рублей за одну страницу, включая НДС.

Расчет стоимости не зависит от объема текста статьи на странице.

Журнал «Известия КазГАСУ» выходит 4 раза в год, тиражом 500 экз. Журнал является подписным изданием и включен в общероссийский каталог ОАО Агентства «РОСПЕЧАТЬ», индекс издания – 36939.

АВТОРЫ, ЯВЛЯЮЩИЕСЯ ЧЛЕНАМИ РЕДКОЛЛЕГИИ И (ИЛИ) ПОДПИСЧИКАМИ ЖУРНАЛА, ИМЕЮТ ПРЕИМУЩЕСТВЕННОЕ ПРАВО НА ОПУБЛИКОВАНИЕ СВОИХ СТАТЕЙ.

СТАТЬИ АСПИРАНТОВ ПУБЛИКУЮТСЯ БЕСПЛАТНО.

Научная статья в полном объеме будет также размещена на официальном сайте «Известия КазГАСУ» – электронном научном издании (ЭНИ) <http://izvestija.kgasu.ru/> (Свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл №ФС 77-31046 от 25.01.2008).

Все материалы направлять по адресу: 420043, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1, ОПИР, комн. 79. Телефон (843) 510-46-39, 236-26-88 (тел./факс). E-mail: izvestija@kgasu.ru. Ответственный исполнитель журнала – Хабибулин Марат Максutowич.

Банковские реквизиты:

КазГАСУ
420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1
ИНН 1655018025 КПП 165501001
Сч. 40503810200001000001
в ГРКЦ НБ РТ Банка России г. Казань
БИК 049205001
Л/с 03111А30890
Код ОКАТО 92401000000

Указать назначение платежа: Код дохода: 07430201010010000130 реализация изд. дея-ти.

АНКЕТА АВТОРА(ОВ)

(заполняется в электронном виде отдельным файлом названным «Анкета» с расширением RTF)

Фамилия, имя, отчество (полностью), учёная степень, звание, должность. Полное наименование организации, город (указывается, если не следует из названия организации) (для каждого автора)	
Название статьи	
Аннотация (1 абзац от 500 до 1000 знаков с пробелами)	
Ключевые слова (от 5 до 10 слов или словосочетаний)	
Научная тематика статьи	Впишите одну из представленных: – Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия; – Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности; – Градостроительство, планировка сельскохозяйственных населенных пунктов; – Строительные конструкции, здания и сооружения; – Основания и фундаменты, подземные сооружения; – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение; – Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов; – Строительные материалы и изделия; – Гидротехническое строительство; – Технология и организация строительства; – Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей; – Гидравлика и инженерная гидрология; – Строительная механика; – Экология (в строительстве); – Экономика и управление народным хозяйством (в строительстве); – Системный анализ, управление и обработка информации (в строительстве); – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (в строительстве).
Паспортные данные (номер, кем выдан, дата выдачи, адрес регистрации), ИНН	
Адрес для переписки	
E-mail	
Контактные телефоны	

AUTHOR'S QUESTIONNAIRE

(it is filled in electronic type by separate file named «Questionnaire» with expansion RTF)

Full Last name First name, Middle name Scientific degree, Scientific rank, Current position. Full name of the organization, City (it is noticed if it is not clear from the name of organization) (for each author)	
Title of the article	
Abstract (1 paragraph from 500 to 1000 symbols with gaps)	
Keywords (from 5 to 10 words or phrases)	
Scientific topic of the article	Include one of the presented: – Theory and history of architecture, restoration and reconstruction of historical-architectural heritage; – Architecture of buildings and constructions. Creative conceptions of architectural activity; – Town-planning, planning of rural settlements; – Building constructions, buildings and structures; – Ground works and foundations, underground constructions; – Heating, ventilation, air conditioning, gas supply and illumination; – Water-supply, water drain, building systems of water resources protection; – Building materials and making; – Hydraulic engineering construction; – Technology and organization of building; – Design and construction of roads, metropolitan railways, airdromes, bridges and transport tunnels; – Hydraulics and engineering hydrology; – Building mechanics; – Ecology (in building); – Economy and management of a national economy (in building); – System analysis, management and information processing (in building); – Mathematical modelling, numerical methods and complexes of programs (in building).
Passport	
Mailing address	
Telephone numbers for communication	

Известия КазГАСУ

2011 г., № 1 (15)

Гл. редактор: Низамов Р.К.

Учредитель и издатель:

ФГОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»

Редактор: Канзафарова С.М.

Макет: Хабибулин М.М., Никитина А.Р.

Адрес редакции: 420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1

Тел. для справок: (843) 510-46-39

Журнал зарегистрирован: Регистр. ПИ № ФС77-25136

Электронное периодическое издание: <http://izvestija.kgasu.ru> Регистр. Эл № ФС 77-31046

Федеральная служба

по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций
и охране культурного наследия.

Индекс издания – 36939

Общероссийский каталог ОАО Агентства «РОСПЕЧАТЬ»

Подп. к печати 15.03.2011

Формат 60х84/8

Заказ 107

Бумага тип. № 1

Усл.-печ. л. 36,8

Уч.-изд. л. 37,3

Тираж 500 экз.

I завод-120

Отпечатано ПМО КазГАСУ, г. Казань, ул. Зеленая, 1