

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

Известия КГАСУ 2014 г., № 1 (27)

ББК 38
И 33
УДК 69

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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.;
Сахапов Р.Л., д-р техн. наук, проф.;
Фурер В.Л., д-р хим. наук, проф.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

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

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

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

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

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

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

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

News of the KSUAE 2014, № 1 (27)

BBC 38
I 33
UDC 69

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

EDITORIAL BOARD:

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

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

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD:

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

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

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

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

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

EDITORIAL ADDRESS:

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



СОДЕРЖАНИЕ



| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ | |
| Гришина М.П. | Архитектурно-композиционное своеобразие парков и садов советского периода на примере г. Казани |
| | 7 |
| Закирова Т.Р. | Влияние архитектурно-художественной жизни на творческую направленность в архитектуре Казани в первые послереволюционные годы (1917 г.-середина 1930 гг.) |
| | 13 |
| Ильин А.В., Агеева Е.Ю. | Классицизм и элементы ампира в застройке Нижнего Новгорода XIX в. |
| | 21 |
| Надырова Х.Г. | Градостроительное развитие Волжско-Камской Булгарии и восточно-мусульманских регионов Евразии в X-первой половине XIII вв. |
| | 27 |
| АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ | |
| Авксентьев Т.В. | Архитектура воды» в городе |
| | 36 |
| Желнакова Л.В. | Встроенный сад как адаптивная среда для детей особых категорий |
| | 43 |
| Крамина Т.А., Сафин И.Ф., Зарипова Г.А. | Новые типы топливно-энергетических объектов |
| | 50 |
| Покка Е.В. | Основные принципы архитектурно-пространственного формирования многофункциональных пешеходных мостов |
| | 55 |
| Покка Е.В., Агишева И.Н. | Архитектурно-пространственные структурные элементы многофункциональных пешеходных мостов |
| | 62 |
| ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ | |
| Исмагилова С.Х., Гатауллина А.А. | О формировании новых типов крупных рекреационных комплексов периферийной зоны г. Казани |
| | 68 |
| СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ | |
| Антачов А.Б., Антачов И.А. | Анализ нормативных подходов к оценке прочности нормальных сечений изгибаемых элементов, армированных полимеркомпозитной арматурой |
| | 75 |
| Гильязитдинов Р.Ф. | Исследование несущей способности элементов фасадной системы «Союз-5000» |
| | 81 |
| Ерышев В.А., Латышева Е.В., Бондаренко А.С., Барапова Ю.С. | Деформационные параметры бетона при разгрузке с напряжений сжатия |
| | 87 |
| Замалиев Ф.С., Каюмов Р.А. | К расчету сталежелезобетонного перекрытия как ортотропной плиты |
| | 94 |
| Зиннуров Т.А., Майстренко И.Ю. | Проектирование башенных сооружений с учётом требуемого уровня безопасности |
| | 100 |
| Мурафа А.В., Шмелев Г.Н., Макаров Д.Б., Сусаров А.В. | Исследование коррозионной стойкости материалов конструкции и узлов крепления фасадной системы «Союз-5000» в жидких агрессивных средах |
| | 107 |
| Сайфутдинова А.М., Куприянов В.Н. | Качественные характеристики воздухообмена жилых помещений и их зависимость от объемно-планировочных и конструктивных решений зданий |
| | 113 |
| Соколов Б.С., Лизунова Н.С. | Экспериментально-теоретическая методика оценки сдвиговой податливости штепсельных стыков железобетонных колонн |
| | 119 |
| ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ | |
| Магзумов Р.Н. | Определение дополнительных нагрузок на ленточные свайные фундаменты при образовании карстового провала |
| | 125 |
| Соколов Л.Я. | Рациональная форма односвайного фундамента под колонны промышленных зданий и сооружений |
| | 131 |
| ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ | |
| Бройда В.А. | Расчетные характеристики стабилизатора расхода вентиляционного воздуха |
| | 140 |
| Давыдов А.П., Валиуллин М.А. | Исследование вентиляционных сетей, работающих в квазистационарном режиме |
| | 145 |
| Давыдов А.П., Валиуллин М.А., Габрафиков Р.Р. | Определение оптимального количества участков подсоединения технологического оборудования к магистральной всасывающей сети |
| | 149 |
| Марфина О.П., Володин Ю.Г. | Математическое моделирование нестационарного течения несжимаемого газа с теплообменом в оссимметричных каналах технологического оборудования |
| | 155 |
| СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ | |
| Степанов С.В., Морозов Н.М., Хозин В.Г. | Влияние комплексного ускорителя твердения на режим тепловой обработки мелкозернистого бетона |
| | 164 |
| Фурер В.Л., Пантелеева Т.А. | Структура фосфор-виологенных молекулярных звезд |
| | 170 |
| Халиуллин М.И., Рахимов Р.З., Гайфуллин А.Р. | Бетоны на основе бескликерных композиционных гипсовых вяжущих повышенной водостойкости с применением промышленных отходов |
| | 176 |
| ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА | |
| Ибнеев Б.Т., Богданов Р.Р., Ибрагимов Р.А., Изотов В.С. | Безрулонная кровля из самоуплотняющегося бетона |
| | 183 |

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ГИДРАВЛИКА И ИНЖЕНЕРНАЯ ГИДРОЛОГИЯ | | |
| Козырева Т.С., Ермилова Е.Ю., Мац Э.Б. | Управление нестационарными процессами в гидравлических системах при срабатывании отсечных устройств | 188 |
| СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА | | |
| Гирфанов И.С., Юманов В.А. | К решению обыкновенных дифференциальных уравнений, включающих в себя аут-функции, при реализации задач поиска оптимальных конструкций при действии как статических, так и динамических нагрузок | 195 |
| ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ (в строительстве) | | |
| Абдуханова Н.Г. | Перспективы развития и модернизации жилищно-коммунального комплекса Республики Татарстан на основе лизинга | 200 |
| Евстафьев А.Х. | Реализация налоговой политики Российской Федерации на уровне регионов | 208 |
| Мустафина Л.Р. | Основные тенденции развития жилищного строительства в Российской Федерации в современных условиях | 215 |
| Романова А.И., Буркеев Д.О. | Совершенствование качественной составляющей строительных работ и ремонтных услуг | 223 |
| Сиразетдинов Р.М., Белай О.С. | Управление интеллектуальной составляющей инновационных проектов | 230 |
| Хабибуллина Л.В. | Перспективы развития концессионного механизма на основе государственно-частного партнерства в сфере региональных коммунальных услуг (на примере Республики Татарстан) | 236 |
| МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ (в строительстве) | | |
| Карабашева Э.Н. | О разрешимости однородной задачи Гильберта со счетным множеством точек разрыва коэффициентов и двусторонним разного порядка завихрением на бесконечности | 242 |
| Сафиуллин Р.К. | Движение и силы в неинерциальных системах отсчета. Влияние силы Кориолиса на климат Земли | 253 |
| ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ (в строительном вузе) | | |
| Адельшин А.Б., Хисамеева Л.Р., Бусарев А.В., Шешегова И.Г., Хамидуллина А.А. | К вопросу применения инновационных технологий при подготовке специалистов высшей строительной школы | 261 |
| Комлева Н.Н. | Возможности деловой игры при изучении аналитической химии | 267 |
| Сафин Р.С., Корчагин Е.А., Сучков В.Н., Собровин А.С. | Модель и методика проведения экскурсии студентов на строительный объект | 272 |
| Правила представления материалов для публикации в научном журнале «Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета» | | 285 |



CONTENTS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ARCHITECTURE THEORY AND HISTORY, HISTORICAL AND ARCHITECTURAL HERITAGE RESTORATION AND RECONSTRUCTION | |
| Grishina M.P. Signs of architectural compositional originality of parks and gardens of the Soviet period the example of Kazan | 7 |
| Zakirova T.R. Influence of architectural-artistic life on creative directivity in architecture of Kazan in first post-revolutionary years (1917-a medium 1930 years) | 13 |
| Ilyin A.V., Ageyeva E.Y. Classicism and elements of the empire style in the building of Nizhny Novgorod of the XIX th century | 21 |
| Nadyrova Kh.G. Urban development of the Volga-Kama Bulgaria and Eastern Muslim regions of Eurasia in the X-first half of the XIII centuries | 27 |
| HOUSES ARCHITECTURE. THE CREATIVE CONCEPT OF ARCHITECTURAL ACTIVITIES | |
| Avksenteva T.V. «Architecture of Water» in the city of Almeteyevsk | 36 |
| Zhelnakova L.V. «Built-in» garden as an adaptive environment for children of special categories | 43 |
| Kramina T.A., Safin I.F., Zaripova G.A. New types of fuel and energy facilities | 50 |
| Pokka E.V. General principles of architectural spatial formation of multifunctional pedestrian bridges | 55 |
| Pokka E.V., Agisheva I.N. Architectural spatial structural elements of multifunctional pedestrian bridges | 62 |
| URBAN DEVELOPMENT, RURAL SETTLEMENTS PLANNING | |
| Ismagilova S.Kh., Gataullina A.A. About the formation of new types of large recreational complexes at the peripheral zone of Kazan | 68 |
| BUILDING STRUCTURES, HOUSES | |
| Antakov A.B., Antakov I.A. Analysis of normative approaches to strength assessment of normal section bending members with fiber-reinforced polymer reinforcement | 75 |
| Gilyazitdinov R.F. Research of a load-carrying capacity of elements of front system «Soyuz-5000» | 81 |
| Eryshev V.A., Latysheva E.V., Bondarenko A.S., Baranova Y.S. Expansion options for unloading concrete with compressive stress | 87 |
| Zamaliev F.S., Kaumov R.A. On the calculation of the steel-concrete slab as orthotropic plate | 94 |
| Zinnurov T.A., Maystrenko I.Yu. Tower structures design with the required level of security | 100 |
| Murafa A.V., Shmelev G.N., Makarov D.B., Susarov A.V. Investigation of the corrosion resistance of materials of the construction and attachment points of the front system «Soyuz-5000» in liquid aggressive environment | 107 |
| Sayfutdinova A.M., Kupriyanov V.N. Qualitative characteristics of air exchange of premises and their dependence on space-planning and constructive solutions of buildings | 113 |
| Sokolov B.S., Lizunova N.S. Experimental-theoretical method of estimating the shear compliance of plug joints of reinforced concrete columns | 119 |
| FOUNDATIONS, UNDERGROUND STRUCTURES | |
| Magzumov R.N. Determination of pile strip foundation extra loads when karst hole formation | 125 |
| Sokolov L.Ya. Rational form of the one-pile foundation under columns of industrial buildings and constructions | 131 |
| HEATING, VENTILATION, AIR CONDITIONING, GAS SUPPLY AND LIGHTING | |
| Broyda V.A. Calculated characteristics of ventilation air flow stabilizer | 140 |
| Davydov A.P., Valiullin M.A. Study of ventilation networks operating in the quasi-mode | 145 |
| Davidov A.P., Valiullin M.A., Gabdrakikov R.R. Determining the optimal number of sites connecting to the main process equipment suction network | 149 |
| Marfina O.P., Volodin Yu.G. Mathematical model of the unsteady flow of non-compressible gas with heat transfer in the axle symmetric canals of technological equipment | 155 |
| BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS | |
| Stepanov S.V., Morozov N.M., Khozin V.G. Influence of complex hardening accelerator for heat treatment of fine-grained concrete | 164 |
| Furer V.L., Panteleeva T.A. Structure of phosphorus-viologen molecular asterisk | 170 |
| Khaliullin M.I., Rakhimov R.Z., Gaifullin A.R. Concrete on the basis without clinker composite gypsum binder the increased water resistance with application of industrial wastes | 176 |
| CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND ORGANIZATION | |
| Ibneyev B.T., Bogdanov R.R., Ibragimov R.A., Izotov V.S. Non-roll roofing made of self-consolidating concrete | 183 |
| HYDRAULICS AND ENGINEERING HYDROLOGY | |
| Kozyreva T.S., Ermilova E.U., Matz E.B. Management of non-stationary processes in hydraulic system triggering shut-off devices | 188 |

| CONSTRUCTION MECHANICS | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Girfanov I.S., Jumanov V.A. About solving common differential equations with Out-functions in context of searching optimal structural form of structures during static and dynamic loads | 195 |
| ECONOMY MANAGEMENT AND ECONOMICS (in building) | |
| Abdukhanova N.G. Prospects for the development and modernization of housing and communal services of the Republic of Tatarstan based on leasing | 200 |
| Evstafieva A.Kh. Implementation of the tax policy of the Russian Federation at the regional level | 208 |
| Mustafina L.R. The main trends in the development of housing in the Russian Federation in modern conditions | 215 |
| Romanova A.I., Burkeev D.O. Improving the quality component of construction and repair services | 223 |
| Sirazetdinov R.M., Belaj O.S. Managing intellectual component of innovative projects | 230 |
| Khabibullina L.V. Prospects for the development of the concession of public-private partnerships in the public sector of the Republic of Tatarstan | 236 |
| MATHEMATICAL MODELLING, NUMERICAL METHODS AND COMPLEXES OF PROGRAMS (in building) | |
| Karabasheva E.N. On solvability of homogeneous Hilbert problem with countable set of points discontinuities and of a different order two-side curling at infinity | 242 |
| Safiullin R.K. Movements and forces in non-inertial frames of reference. The influence of Koriolis inertial force on the climate of the Earth | 253 |
| THEORY AND VOCATIONAL TRAINING TECHNIQUE (in engineering higher educational institution) | |
| Adelshin A.B., Khisameeva L.R., Busarev A.V., Sheshegova I.G., Khamidoullina A.A. On the application of innovative technologies for the specialists training in higher construction school | 261 |
| Komleva N.N. Opportunities of business games in learning analytical chemistry | 267 |
| Safin R.S., Korchagin E.A., Suchkov V.N., Sobrovin A.S. Model and method of holding an excursion to building site | 272 |
| Rules of representation of materials for the publication in scientific journal «Kazan State University of Architecture and Engineering news» | 285 |

УДК 712.253

Гришина М.П. – аспирант

E-mail: grishinih@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Архитектурно-композиционные особенности парков и садов советского периода на примере г. Казани

Аннотация

В статье рассмотрены основные этапы развития садово-паркового строительства (СПС) в СССР. Описаны принципы формирования теоретической и практической основы в садово-парковом строительстве советского периода. Изложены результаты анализа основных принципов садово-паркового строительства советского периода. Раскрыты методы формирования композиционного решения парка и сада.

На примере города Казани даны характеристики выявленным типам особенностей садов и парков советского периода. Представлены результаты анализа литературных источников по выбранной теме, собранного архивного материала, камеральной обработки данных натурного обследования 36 объектов (22 парков и 14 садов).

Ключевые слова: садово-парковое строительство XX в., ландшафтная архитектура, идеологическая составляющая, советский период, особенности, городской сад, парк.

Введение

Садово-парковое строительство в России в постсоветский период оказалось на пути определения дальнейшего развития. В связи с изменениями в современном градостроительстве в настоящее время существует необходимость в комплексном детальном и объективном анализе предыдущего исторического этапа развития указанной области знаний. Результаты такого анализа помогут в определении верных и выявлении ошибочных подходов для последующего формирования новых принципов в перспективном развитии садово-паркового искусства России, на основе накопленного теоретического и практического опыта в ландшафтном строительстве.

Можно сказать, что для архитектуры советского периода второй половины XX в. характерно развитие тенденции повышения количественных показателей в строительстве [1], что, в свою очередь, привело к появлению однообразных объектов. Закономерно, что подобная тенденция наблюдается и в садово-парковом строительстве советского периода. Композиционное решение существующих садов и парков в городах СССР, при рассмотрении в индивидуальном порядке, формирует довольно ясные ассоциации, что обуславливает существование легко узнаваемых объектов садово-паркового строительства как ведущих ориентиров в городском пространстве. В этом аспекте автору интересно выявить основные факторы, влияющие на довольно неоднозначный процесс проявления своеобразия в архитектурных решениях типового садово-паркового строительства.

Выявление особенностей, характерных для архитектурно-планировочных решений и объемно-пространственных композиций садов и парков определенного региона или города, может помочь в обосновании ценности садов и парков советского периода. Кроме того, изучение объектов садово-паркового строительства СССР имеет большое значение для объективного определения их места в ландшафтной архитектуре XX в.

Архитектурно-композиционное своеобразие парков и садов советского периода на примере г. Казани

Ландшафтная архитектура, в том числе садово-паркового строительства XX в., продолжает свое развитие в тесной взаимосвязи с накопленным историческим опытом садово-паркового искусства. В свою очередь, садово-парковое строительство XX в. –

одно из направлений ландшафтной архитектуры, ставшей самостоятельной областью градостроительства XX в. На основе реализованных идей XIX в. формируется системный и типологический подход в ландшафтном строительстве XX в., постепенно накапливается научная основа ландшафтной архитектуры [2].

В формировании архитектурного и композиционного решения в ландшафтной архитектуре XX в. все большее значение отдается идеологической составляющей, которая находит отражение в замысле и объемно-пространственном построении композиции садов и парков. Кроме того, с изменением общественных ценностей в XX в. пересматривается понимание объектов садово-паркового строительства, что также способствует развитию новой типологии объектов ландшафтной архитектуры [3].

В результате историко-литературного анализа собранных источников в садово-парковом строительстве СССР автором выделено 4 этапа развития:

I этап. Развитие 1917-1945 гг. Реализация теоретической основы и преобразование существующих тенденций XIX в.

II этап. Восстановление 1945-1965 гг. Воссоздание памятников садово-паркового искусства и реконструкция объектов садово-паркового строительства, пострадавших от последствий ВОВ. Развитие тенденций, сформированных на первом этапе.

III этап. Апогей развития 1965-1980 гг. Переход от сформированной теории ландшафтной архитектуры к накоплению практического опыта.

IV этап. Начало спада в развитии 1980-1991 гг. Возможно, наблюдаемое явление вполне естественно для исторического процесса и обусловлено очередным переходом от практики к формированию вновь накопленных теоретических знаний, определяющих критерии, приемы и принципы развития ландшафтной архитектуры советского периода.

Уже на первом этапе развития ландшафтной архитектуры в СССР стремительно развивается системный подход к формированию объектов садово-паркового строительства в единой структуре городских пространств. Сами объекты ландшафтной архитектуры подчиняются единой типологии и классифицируются по характерным признакам. В свою очередь, объекты, расположенные в границах города, подразделяются на территории общего пользования, территории ограниченного пользования и территории специального назначения. В комплексе эти подходы составляют основу градостроительного принципа в садово-парковом строительстве советского периода.

В области ландшафтной архитектуры СССР развивается три направления: районное планирование, градостроительное планирование и объектное проектирование. Направление объектного планирования разделяется на ландшафтную реконструкцию памятников садово-паркового искусства и новое садово-парковое строительство. В ландшафтном строительстве формируется три этапа: предпроектный, проектный и непосредственно строительство объекта. Проектный этап состоит из стадии эскизного и рабочего проектирования. В свою очередь, эскизный проект состоит из архитектурно-планировочного решения и объемно-пространственной композиции, на основе которых в дальнейшем разрабатывается генплан сада или парка [4].

Архитектурно-планировочный принцип в СПС советского периода основан на результатах предпроектного анализа территории и представляет собой композиционное распределение архитектурных и планировочных элементов на проектируемой территории [5].

Объемно-пространственный принцип состоит в применении определенных методов формирования пространственного восприятия объектов СПС. В нем в полной мере выражается авторская идея по средством четкого распределения пространственных компонентов и детальной проработки визуальных связей и расстановки эмоционально-эстетических всплесков восприятия. Так же, как планировочное решение парка разрабатывалось на основе функционального зонирования проектируемой территории, объемно-пространственная композиция строится исходя из ландшафтного зонирования территории (табл.) [4, 6].

Таблица

Ландшафтное зонирование территории парка. Реконструкция автора по А.П. Вергунову [4]

| | Архитектурная зона | Архитектурно-природная зона | Природно-архитектурная зона | Природная зона |
|-----------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|
| Площадь (% от всей территории) | 30 | 20 | 20 | 30 |
| Рекреационная нагрузка (чел. на га) | более 100 | 50-100 | 50-100 | менее 50 |
| Роль элементов архитектуры в композиции | Архитектурные доминанты превалируют | Природные элементы гармонично сочетаются с архитектурными | Соподчинение архитектурных и природных элементов | Природные элементы превалируют |
| Пешеходная доступность | весьма высокая | высокая | средняя | низкая |



Несмотря на сильное влияние градостроительного нормирования, в типовых архитектурно-планировочных решениях и обобщенных объемно-пространственных композициях парков и садов советского периода проявлялась некоторая оригинальность на стадии ландшафтного строительства. Это явление обусловлено степенью неповторимости существующего ландшафта, что, безусловно, находило свое отражение в реализованных проектах садов и парков СССР.

Развитие городских садов и парков Казани советского периода в основном связано с территориальным ростом города под влиянием индустриального развития промышленных градообразующих предприятий. Количество садов в структуре города непрерывно менялось. Одни объекты озеленения приходили в упадок, проектировались и строились новые. 10 из 14 садов г. Казани существовали до советского периода. Из 22 парков и 14 садов, возникших и преобразованных в Казани, к концу исследуемого периода в различном состоянии функционировали 11 парков и 13 садов (табл.).

По результатам анализа собранного архивного материала и ландшафтно-архитектурного анализа территорий 36 объектов, автором предпринята попытка определить основные признаки своеобразия городских садов и парков. Таким образом на 10 объектах исследования, из них 3 сада, выявлены различные признаки архитектурно-планировочного своеобразия. И на 10 объектах, из которых 4 сада, выявлены признаки объемно-пространственного или ландшафтного своеобразия. В двух парках выявлены оба типа признаков. Выявленные особенности или признаки своеобразия можно разделить на два типа: архитектурные и ландшафтные.

Архитектурные особенности парков и садов представлены композиционными элементами антропогенной среды. Ландшафтные особенности парков и садов обусловлены сохраненными и композиционно выделенными природными компонентами ландшафта.

В ПКиО СК-4, парке клуба строителей, Парке-выставке «Казанская ярмарка», а также в садах: им. Чехова, им. Горького, им. Баумана, Дудоровском, им. Куйбышева, у к/т им. Тукая своеобразие не выявлено.

В связи с нереализованным строительством парка-стадиона им. Ленина, парка Комсомольский, парка Молодоженов, парка детского отдыха Соцгорода, ПКиО завода, ПКиО и парка детского отдыха Восточного заречья, ПКиО Приволжского района, парка детского отдыха Советского района трудно объективно судить об элементах оригинальности этих объектов СПС (рис.).



Рис. Диаметрально-клиновидная система озеленения г. Казани. Проект 1974 г.
«Москоммунстрой»? (Реконструкция автора, источник – архив отдела генплана УАиГ)

- 1.3.1 – Парк детского отдыха Бауманского района «Черное озеро»;
- 1.4.2 – Парк Селекционной станции; 1.1.3 – ПКиО Кировского района им. Петрова;
- 1.2.4 – ПКиО Ленинского района им. Урицкого;
- 1.2.5 – ПКиО Соцгорода «Крылья советов», ул. Ленинградская; 1.5.6 – ЦПКиО им. Горького;
- 1.5.7 – ПКиО в ПГТ Дербышки; 1.4.8 – ПКиО СК-4; 1.4.9 – Парк-выставка «Казанская ярмарка»;
- 1.3.10 – Парк-стадион им. Ленина; 1.2.11 – Парк Комсомольский;
- 1.2.12 – Парк детского отдыха Ленинского района; 1.4.13 – Парк Молодоженов;
- 1.3.14 – ПКиО Бауманского района; 1.2.15 – Парк детского отдыха соцгорода;
- 1.2.16 – ПКиО завода; 1.6.17 – ПКиО Восточного заречья; 1.6.18 – Парк Победы;
- 1.5.19 – Парк детского отдыха Советского района;
- 1.6.20 – Парк детского отдыха Восточного заречья; 1.4.21 – ПКиО Приволжского района;
- 2.3.1 – Заобогатический сад г. Казани; 2.3.2 – Сад «Эрмитаж»; 2.3.3 – Сад им. Ленина;
- 2.3.4 – Сад им. Фукса; 2.3.5 – сад им. Кирова; 2.5.6 – Сад им. Чехова; 2.5.7 – Сад им. Горького;
- 2.1.8 – Сад Машиностроительного завода; 2.5.9 – Сад им. Баумана; 2.1.10 – Сад Дудоровский;
- 2.3.11 – Сад им. Куйбышева; 2.4.12 – Сад у к/т им. Тукая; 2.2.13 – Сад им. Гагарина;
- 2.4.14. – Сад Ометьевский. Реконструкция автора [7]

Заключение

Выявленные в ходе исследования закономерности и особенности развития в архитектурно-планировочном и объемно-пространственном решении садов и парков г. Казани советского периода позволяют полагать, что в условиях мощного нормирования и типового садово-паркового строительства при рассмотрении

реализованных садов и парков в их архитектурно-композиционном решении существует некоторая степень уникальности и неповторимости, состоящая в знаковых архитектурных элементах (входная группа, фонтан, скульптура и др.) или выразительной организации компонентов ландшафта (водоем, рельеф, растительность).

Предлагаемая автором методика выявления признаков своеобразия основана на комплексной оценке территории объекта по результатам историко-культурного анализа литературных источников и архивных материалов, а также их сравнительного анализа с результатами натурного обследования существующих объектов садово-паркового строительства. Полученные результаты в дальнейшем могут быть использованы при выявлении историко-культурной значимости садов и парков советского периода как ценных объектов архитектурного наследия [8].

В дальнейшем полученные в исследовании результаты найдут свое применение в формировании научной теории ландшафтной архитектуры РФ и, возможно, составят основу для развития ландшафтной реставрации и реконструкции объектов СПС советского периода.

Список библиографических ссылок

1. Рябушкин А.В., Шишкина И.В. Советская архитектура. – М.: Стройиздат, 1984. – 216 с.
2. Ожегов С.С. История ландшафтной архитектуры: Учеб. для вузов. – М.: Стройиздат, 2003. – 232 с.
3. Теодоронский В.С., Боговая И.О. Ландшафтная архитектура: Учеб. пособие. – М.: ФОРУМ, 2010. – 304 с.
4. Вергунов А.П. Архитектурная композиция садов и парков. – М.: Стройиздат, 1980. – 254 с.
5. Залесская Л.С., Микулина Е.М. Ландшафтная архитектура. – М.: Стройиздат, 1979. – 237 с.
6. Жирнов А.Д. Искусство паркостроения. – Львов: Вища школа, 1977. – 208 с.
7. Генеральный план города Казани от 1968, т. 2, р. 16. Зеленые насаждения. Госстрой РФСР «Ленгипрогор», 1968.
8. Федеральный закон от 25 июня 2002 г. № 73-ФЗ.

Grishina M.P. – post-graduate student
E-mail: grishinih@yandex.ru

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

Signs of architectural compositional originality of parks and gardens of the Soviet period the example of Kazan

Resume

The article told about the history of landscape architecture of the XXth century. Described the historical experience of the system and the typological formation approach in landscape architecture. Disclosed the impact of ideology on the architectural image of gardens and parks. The basic historical stages of the development of landscape architecture. Particular attention is paid to the experience of the USSR. Among the considered system objects are highlighted in the city parks and specialized multipurpose parks, as well as the city public gardens.

In landscape architecture of the USSR three principles have the key meaning: urban planning, architecture and space. So author identifies four stages of the landscape construction: preparatory, preliminary design, detailed design and construction. Two stages are allocated in sketch design: architectural and planning solutions, spatial composition.

Noted a strong influence of rationing in urban planning in the Soviet Union, including in landscape architecture. There is large number of standards, uniform objects of landscape architecture. But during the construction phase typical urban parks and gardens manifest personality. According to the results of comprehensive analysis of 22 parks and 14 gardens in the city of Kazan, the characteristics of the two types of signs of originality gardens and parks are formulated and given.

Revealed signs of originality in the future can be applied in determining the cultural and historical value of objects created in landscape architecture of the XXth century.

Keywords: construction of gardens and parks of the XXth century, landscape architecture, the ideological component, the Soviet period, identity signs, urban garden, park.

Reference list

1. Ryabushkin A.V. Shishkina IV Soviet architecture. – M.: Stroyizdat, 1984. – 216 p.
2. Ozhegov S.S. History of Landscape Architecture: Proc. for universities. – M.: Stroyizdat, 2003. – 232 p.
3. Teodoronsky V.S., Bogovaya I.O. Landscaping: Textbook. Allowance. – M.: FORUM 2010. – 304 p.
4. Vergunov A.P. Architectural composition of gardens and parks. – M.: Stroyizdat, 1980. – 254 p.
5. Zalesskaya L.S., Mikulin E.M. Landscaping. – M.: Stroyizdat, 1979. – 237 p.
6. Zhirnov A.D. Art park construction. – Lviv: Visha School, 1977. – 208 p.
7. The general plan of the city of Kazan in 1968, v. 2, R. 16. Green areas. GOSSTROY RFSR «Lengiprogor», 1968.
8. Federal Law of June 25, 2002, № 73-FZ.

УДК 725

Закирова Т.Р. – кандидат архитектуры, доцент

E-mail: env60@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

**Влияние архитектурно-художественной жизни на творческую направленность
в архитектуре Казани в первые послереволюционные годы
(1917-середина 1930 гг.)**

Аннотация

Цель статьи показать, как происходило формирование творческой направленности в архитектуре Казани в первые послереволюционные годы. В этот период в городе протекала очень интересная и насыщенная архитектурно-художественная жизнь, с множеством творческих группировок, которые принимали активное участие в развитии творческих процессов молодого советского государства. Формирование архитектуры страны Советов происходило не только благодаря наитию талантливых столичных мастеров, но и казанские архитекторы-конструктивисты внесли в нее свой вклад.

Ключевые слова: архитектурно-художественная жизнь, творческая направленность, архитектура.

В преддверии празднования тысячелетия Казани, а также в период подготовки к проведению XXVII Всемирной летней Универсиады 2013 г. и Чемпионата мира по футболу 2018 г. в Казани развернулось широкомасштабное строительство новых архитектурных объектов и комплексов, которые во многомозвучны архитектуре советского авангарда 1920-х годов. Вот почему изучение творческих поисков казанских архитекторов этого периода весьма важно. Их творческие идеи и поиски находят воплощение в современной архитектуре города.

Данное исследование опирается на изучение характерных моментов в архитектурно-художественной жизни Казани, ее связи с развитием архитектуры всей страны Советов, на анализ архивных, графических, литературных источников.

Развитие советской архитектуры первых послереволюционных лет в Казани до настоящего времени в публикациях освещено недостаточно. Частично этот период в архитектуре Казани затронут в очерках В.П. Остроумова [1], в статье П.М. Дульского, в книге В.Э. Хазановой, в сборнике 1927 г., посвященном памяти Ф.П. Гаврилова – первого ректора КАСХУМ – Казанские свободные государственные художественные мастерские, а также в автореферате диссертации автора данной статьи и ее докладах на конференциях. Далее по тексту автором будут сделаны ссылки на эти источники.

Все предыдущие научные исследования по архитектуре Казани посвящены предшествующим периодам, либо другим вопросам советского периода. Это работы С.С. Айдарова, Г.Н. Айдаровой, И.Г. Гайнутдинова, П.М. Дульского, В.В. Егерева, Н.Ф. Калинина, Х.Г. Надыровой, М. Пинегина, К. Топуридзе, М. Фехнер, А.Х. Халикова, Н.Х. Халилова, Т.С. Чудиновой и др.

В настоящее время при широко развернувшемся строительстве новых объектов города и стремлении к рациональной, экономичной архитектуре опыт первых послереволюционных лет будет очень полезен. На основании вышеизложенного данная статья весьма актуальна.

Октябрьская социалистическая революция оказала огромное воздействие на развитие архитектурно-художественной жизни Казани, где так же, как и во всей стране, шел процесс расширения социальной тематики искусства. «Важнейшим было не просто отражение в творчестве казанских художников революционной действительности, а их стремление к утверждению социалистических революционных идеалов» [2, с. 21]. Художественная культура Татарской республики осваивала достижения советского и мирового искусства и имела свои сложившиеся еще в предреволюционный период традиции и достижения.

В эпоху становления социалистических эстетических идеалов в художественной жизни нашей страны первых послереволюционных лет происходит возникновение и столкновение различных творческих тенденций. В изобразительном искусстве можно было выявить два основных направления. Первое было основано на тщательном штудировании действительности, на этюдах, зарисовках с натуры и не претендовало на глубокие обобщения, а лишь отражало небольшие фрагменты революционной эпохи. Другое направление стремилось к утверждению социалистических идеалов средствами аллегории, метафоры, смелого, фантастического, отвлеченного от будничности решения. Но оба эти направления претерпевали вместе с тем заметное взаимовлияние друг на друга и сближались на пути выработки метода социалистического реализма.

В архитектуре нашей страны также начало 20-х годов характерно столкновением двух творческих направлений в подходе к решению новых задач архитектуры. Первое направление объединяло опытных архитекторов, чьи творческие принципы формировались до 1917 года. Им присуще использование и возрождение архитектурных традиций и форм прошлого. Второе творческое направление – это советский авангард – молодые архитекторы, преподаватели и студенты ВХУТЕМАСа (Высшие художественно-технические мастерские), который был создан в Москве. Они провозглашали своей целью поиски новых средств решения новых социальных задач архитектуры. Это был основной центр формирования новой творческой направленности.

Новое творческое направление не было единым, внутри него сформировалось несколько группировок: АСНОВА, ОСА, АРУ, ВОПРА и др. Объединение современных архитекторов (ОСА) – одна из самых ранних и наиболее популярных творческих организаций нового направления в середине 20-х годов. Она была источником архитектурного конструктивизма. Конструктивизм был самым мощным творческим течением в советской архитектуре в 20-е годы и оказал большое влияние на развитие советской и зарубежной архитектуры. Конструктивисты (братья А. и Л. Веснины, М. Гинзбург, И. Леонидов и др.) стремились, прежде всего, к технической и функциональной обусловленности новых архитектурных форм, к использованию в творческом процессе научных методов проектирования, так как считали, что применение новых строительных материалов, развитие строительной техники и прикладных наук требует от архитекторов нового отношения к функционально-конструктивной основе зданий. Несмотря на множество группировок нового направления, у них была общность целей и единство их подхода к решению сложных задач строительства в стране. Представители этого нового направления вели поиски новых типов зданий и планировки населенных мест, осваивали новейшие технические достижения [3].

Эти же процессы происходили и в архитектурно-художественной жизни Казани. Центром, своеобразной базой, лабораторией, где рождались самые смелые проекты и группировалась жизнь искусства в Казани, являлась Казанская художественная школа, реорганизованная в 1918 году в высшее учебное заведение КАСХУМ – Казанские свободные государственные художественные мастерские, позднее переименованные в Казанские архитектурно-художественные мастерские (Казанский АРХУМАС). Студенты мастерских проявляли высокую степень гражданской зрелости, стремились активно участвовать вместе с мастерами искусства в строительстве новой культуры и с этой целью избрали свой исполком, в который на равных правах входили и ректор, и педагоги, и студенты. Характерным явлением в Казанских художественных мастерских этого времени было возвращение в ее стены бывших выпускников предреволюционных лет, которые становились одновременно и ее преподавателями и студентами. «Молодежь, не удовлетворенная постановкой дела в Художественной школе, прежде всего, принялась за разрушение и ломку старых форм жизни этого учреждения» [4, с. 4].

Важную роль в художественном образовании Казани играл ректор КАСХУМа (Казанский АРХУМАС), являвшийся одновременно и деканом архитектурного факультета, архитектор Ф.П. Гаврилов – выпускник Казанской художественной школы и послереволюционного КАСХУМа. Причем, для архитектурно-художественной школы этого периода было характерно, что ректор не назначался, а избирался студенческо-преподавательским коллективом.

Под руководством Ф.П. Гаврилова были составлены новые программы занятий и учебные планы, которые были направлены на решение основных задач нового времени и, в первую очередь, проблем современного производственного искусства, так как в этот период «архитекторы и художники стремились к разрешению самой сложной задачи искусства – к слиянию искусства с жизнью. Они мечтали подчинить искусству быт» [5, с. 187-189]. О том, какое огромное значение придавали в это время искусству, говорят слова В. Маяковского: «Товарищи, дайте новое искусство такое – чтобы выволочь республику из грязи» [6, с. 29].

В связи с задачами производственного искусства на архитектурном и живописном отделениях школы во главу программы рисунка и живописи ставилось не копирование предметов с натуры, которое было вовсе исключено из программы, а «выявление учащимися оформления своеобразности, конструкции вещей без копирования..., выражение формою чувства (комбинаций плоскости и объемов). Далее – взаимодействие комбинированных форм... Цвет как средство выражения чувства: целый и разорванный цвет, статичность цвета и динамика его... Цветоформа как средство выражения чувств». Эти положения программы во многом созвучны работам творческой группировки АСНОВА (Ассоциация новых архитекторов, создана в Москве в 1923 г.), на формирование взглядов которой оказали поиски новых приемов плоскостных, объемно-пространственных композиций художников К. Малевича и В. Татлина.

Планы и программы Казанского АРХУМАСа, проработанные и одобренные коллегией специалистов под руководством Ф.П. Гаврилова, неоднократно при его приездах в Москву получали там одобрение и утверждение [7]. Современниками, коллегами Ф.П. Гаврилова высоко оценивалось значение этой программы. Один из педагогов Казанского АРХУМАСа В. Симкин писал в 1927 г. в своей статье, посвященной деятельности Ф.П. Гаврилова, что эта художественная программа «...являлась единственной, пожалуй, по Союзу в области художественного образования по своей широте, глубине охвата главным образом будущих требований к мастерам искусства» [8, с. 20].

Благодаря Ф.П. Гаврилову, в школе широко использовался прием пробы самостоятельных сил учащихся в разрешении насущных строительных и художественных проблем в различных конкурсах, что выработало крайне ответственное отношение к делу. Студенты и преподаватели – архитекторы участвовали и в местных конкурсах выпускных работ и в крупных всесоюзных конкурсах; по рабочим поселкам, по памятнику «Содружества народов»; в Одесском конкурсе памятника В.И. Ленину и т.д. [8, с. 20].

Художественная школа была источником формирования творческих группировок, объединявших преподавателей различных художественных направлений. Одной из наиболее интересных группировок был коллектив казанских графиков «Всадник», организованный в 1920 году и просуществовавший 4 года, в его задачи входило возрождение местной печатной графики. В группировке графиков не было единого творческого метода. В ее входили художники реалистического направления, такие как Н.С. Шикалов, М.Г. Андриевская, а также художники, работающие в духе стилизаторства и кубофутуристских направлений: Д.М. Федоров, М.К. Меркушев. «Беспредметные» линогравюры М.И. Меркушева, представлявшие собой комбинации черных и белых кругов, квадратов, треугольников, кривых и прямых полос, во многом схожи с поисками художника К. Малевича и архитектора Л. Лисицкого, имевшими определенное значение в поиске новых композиций и пластических образов в современной архитектуре.

Формированию реалистического метода в искусстве и сохранению прочных реалистических традиций казанской художественной школы в значительной мере способствовала педагогическая деятельность и работы талантливых художников-реалистов Н.И. Фешина, П.П. Бенькова, В.С. Щербакова и др., которые в 1923 году объединяются в творческую группировку ТатАХРР – Татарскую Ассоциацию художников революционной России при Академическом центре Татарского Наркомпроса.

Пассивное следование ахрровцев за жизненным фактом было причиной нападок представителей двух других творческих группировок, образовавшихся также в 1923 году и являвшихся самыми популярными и многочисленными в Казани среди художников. Это «Татарский (первоначально – Казанский) Левый фронт искусства» и параллельная

ему татарская национальная организация Сулф (сокращение от тат. «Сул фронт» – «Левый фронт»). Эти организации провозгласили своим лозунгом «Искусство в производство» и объединили в своих рядах представителей второго направления, стремившихся к утверждению революционных идеалов средствами метафоры, аллегории, смелого фантастического, отвлеченного от будничного бытовизма решения. Среди членов ТатЛефа было больше художников промышленного профиля, конструкторов, графиков, прикладников, мастеров театрально-декорационного и монументально-декоративного искусства, которые много сделали для развития производственного искусства. К ним относятся А.Н. Катаев (председатель ТатЛефа с 1923 года), А.Г. Платунова, Ф.Ш. Тагиров, А.Н. Коробкова и др. [9].

Нельзя сказать, что художники этого направления полностью рвали с традициями предшествующего национального искусства. Так, например, среди работ этой группы художников можно отметить работы А.Г. Платуновой, ее оригинальные и своеобразные «советские шамаили», где она пытается использовать традиционную мусульманскую живопись на стекле («шамаиль») для оформления современного татарского жилища [10].

В архитектурной среде Казани в этот период существовала всего лишь одна творческая архитектурная группировка. Объединение молодых архитекторов (ОМА) – своего рода филиал московского архитектурного объединения конструктивистов ОСА. Корни казанского Объединения молодых архитекторов, так же, как и московского ОСА, лежат в существовавшей в Казани организации лефовского направления в 1923-1924 годы. Тогда организация состояла из художников и архитекторов. Архитектурная линия была четко выражена и возглавлялась ректором Казанского АРХУМАСа Федором Павловичем Гавриловым, умершим в 1926 г. В 1923-1924 годах ряд товарищей вышли из группы лефовского направления. Это была одна из предпосылок организации Объединения молодых архитекторов. Другой предпосылкой являлось существование в Казани Казанского индустриального техникума повышенного типа, который выпускал инженеров по коммунальному строительству.

В 1924 году организация уже оформилась в разработке «коллективной установки программы современной стройки» [11, с. 119], которую она совершенствовала в течение всего своего существования. В Объединение молодых архитекторов (ОМА) входили такие архитекторы, как А. Густов, Я. Козырев, В. Сатонин, И. Спиридовон, Ш. Яловкин и др.

Основные принципы декларации Объединения молодых архитекторов следующие: ОМА считает, что основой современной архитектурной практики является поиск новых средств в решении социальных задач архитектуры. В противовес старой системе архитектурного творчества – эклектизму, стихийно перепевающему архитектурные мотивы прошлого, ОМА противопоставляет метод творчества, который сводит работу архитектора к единому органичному процессу. ОМА против воскрешения под видом насаждения национальной культуры декоративных форм национальных стилей прошлого, что объединение считает лишь украшательским средством; ОМА против чисто декоративных элементов в архитектуре, не несущих определенного утилитарного назначения.

В элементах же утилитарной значимости ОМА считает необходимым учет эмоционально-эстетического воздействия их на человека. ОМА за конструкцию, содержащую в себе самой эстетику; против самодовлеющей эстетики, требующей для себя особой конструкции. ОМА устанавливает, что пространственная архитектурная форма является результатом функциональной объемно-планировочной организации определенных процессов в зависимости от назначения и их конструктивной организации теми или иными материалами и методами. Трактовка же отдельных деталей сооружения должна подчиняться общей композиции здания и выявлять с максимальной выразительностью как его пространственную форму в целом, так и саму деталь в зависимости от ее конкретного назначения [12, с. 39]. Как видно, эти установки во многом совпадают с принципами советской архитектуры 1960-70-х годов и рационалистическими тенденциями современной архитектуры.

Конкретно организация ОМА начала работу с осени 1927 года. Она заключалась в разработке «бытового процесса современности». Большое внимание уделялось градостроительным проблемам. Членами объединения была разработана схема

социалистического города, которая включала в себя: функции города, принцип районирования, факторы, влияющие на величину, значимость и форму города, на взаимное положение и характер планировки отдельных районов, основные целевые требования к планировке. ОМА принимало активное участие в создании нового типа жилья трудящихся – «совершенно нового организма – социального конденсатора эпохи». Члены ОМА утверждали, что социалистическое жилое образование должно быть совокупностью жилых комплексов, которые являются целым организмом, удовлетворяющим всем функциям бытового процесса и имеющим коллективное хозяйство. Таким образом, казанскими конструктивистами, так же, как и столичными архитекторами, разрабатывалась идея домов-коммун. В области теоретических проблем члены ОМА разработали схему метода проектирования, предполагающего функциональную обусловленность архитектурной формы и не утратившего свою силу и в современном проектировании.

На первой конференции общества современных архитекторов в 1928 году, состоявшейся в Москве, ОМА уже представило свою декларацию, которая была одной из частей, послуживших основой для принятия на конференции резолюции, определяющей теоретическую платформу ОСА. Изучая материалы конференции, можно отметить, что среди городов, представивших своих делегатов, казанские конструктивисты имели вполне сложившуюся организацию, определившуюся в рабочей программе, методе проектирования, составившую четкие принципы своей декларации, чего нельзя сказать об аналогичных организациях в других городах. Надо сказать, что декларация казанских конструктивистов была представлена перед проведением конференции и напечатана в первом номере журнала «Современная архитектура» за 1928 год. В дальнейшем архитектор Ф. Яловкин, член казанской организации ОМА, неоднократно выступал со своими статьями в журнале «Современная архитектура», отстаивая принципы конструктивизма [13, 14, 15].

Таким образом, можно отметить, что казанское ОМА, работая параллельно с московскими конструктивистами, принимало более активное участие, чем организации многих других крупных городов, в выработке теоретических концепций конструктивизма.

Если в Москве в 20-е годы архитектурно-художественная жизнь характеризовалась борьбой двух направлений, имеющих разное отношение к архитектурному наследию, то в Казани эти два направления противостояли друг другу только в изобразительном искусстве, в архитектурной же жизни города в основном господствовал конструктивизм, так как в этот период в городе работали в основном воспитанники Казанской художественной школы и Казанского индустриального техникума повышенного типа, где продолжали развиваться направления, воспринятые от предреволюционных рационалистических работ казанских архитекторов В.А. Трифонова, Ф.П. Гаврилова, И.И. Брюне, а также новые тенденции советского конструктивизма. В Казани работали и несколько инженеров-архитекторов – выпускников Сибирского и Томского технологических институтов, но они тоже были представителями нового направления. Старых же мастеров, приверженцев традиционных форм творчества предшествующих эпох, в Казани было немного. Архитектурное национальное наследие было не изучено, молодые казанские ученые только приступили к его исследованию. С 1926 г. начинает выходить сборник «Материалы по охране, ремонту и реставрации архитектурных памятников ТАССР», отразивший этот процесс. Освоение же исторического наследия начнется значительно позже, с середины 1930-х годов, когда будет накоплен достаточный материал и в Казани начнут работать татарские архитекторы. Кроме того, большое влияние на творческую направленность в 20-е – первую половину 30-х годов оказывали конкурсы, проводившиеся в Казани, в которых проекты конструктивистов, получавшие первые премии, осуществлялись затем в натуре. Так, например, по конкурсным проектам были построены Дом печати (арх. С.С. Пэн, 1933-37 гг., ул. Баумана, 19) и стадион «Динамо» (арх. П.Т. Сперанский, 1934 г., ныне утрачен).

Отражением социальных преобразований, происходящих в Татарской республике, были выставки. Это и ежегодные выставки-конкурсы выпускных работ Казанского архитектурно-художественного учреждения, и государственные выставки живописи, скульптуры и архитектуры, выставки различных творческих группировок и коллективов

Казани. Художники ТАССР участвуют на всесоюзной юбилейной выставке в Москве «Искусство народов СССР», на международной выставке в Париже «Искусство книги» (1930 г.), на международной выставке в Берлине (1930 г.), на выставке «Современное искусство СССР» в Чикаго, Нью-Йорке, Сан-Франциско, Филадельфии (1933 г.), организуется экспозиция татарского искусства на Выставке декоративных искусств в Париже (1925 г.) [16]. По количеству и характеру выставок видно, как окрепли художественные кадры Татарии, какую активную роль они играли в художественной жизни всей страны.

На основании вышеизложенного, можно сделать следующие выводы:

Становление советской архитектуры происходило не только благодаря наитию известных московских мастеров, но и в процессе творчества архитекторов всей страны, в том числе и Казани, общая направленность работы Казанского объединения молодых архитекторов была прогрессивной и развивалась параллельно с деятельностью московских конструктивистов.

Стремление к простоте, лаконичности, функциональной и конструктивной обусловленности архитектурных форм, стилистические приемы формировались у казанских архитекторов и под влиянием столичной архитектуры, и в то же время самостоятельно, начиная с дореволюционных построек рационалистического модерна Казани, затем в работах казанской художественной школы, и впоследствии, в теоретических разработках казанской организации конструктивистов – ОМА. К постройкам этого направления в Казани можно отнести упоминавшиеся выше: Дом печати, стадион «Динамо», а также здание Химико-технологического института (ул. К. Маркса, 68, арх. Г.С. Гурьев-Гуревич, И.Г. Гайнутдинов, 1933-37 гг.), Дворец культуры им. 10-летия ТАССР (ул. Халтурина, 26, арх. А.Э. Спориус, 1930 г., ныне утрачен) и другие сооружения [17].

В заключение можно отметить, что во второй половине 1920-х – начале 1930-х годов в архитектуре Казани это направление стало господствующим. Архитектура конструктивизма города чаще всего мало выразительна, порой аскетична и схематична, что обусловлено экономической ситуацией и отсутствием соответствующих строительных материалов, но стилизаций под конструктивизм, получивших распространение во многих городах и так беспокоивших идеологов конструктивизма [18, с. 306], в Казани, как нам представляется, нет. Это говорит о глубоком понимании казанскими конструктивистами природы конструктивизма, о принципиальной последовательности и зрелости их теоретических концепций. Многие концепции и идеи конструктивизма получили свое развитие в современной архитектуре и не утратили своей актуальности до сих пор, особенно с появлением новых строительных материалов и конструкций, обеспечивающих лаконичную эстетику современной архитектуры.

В связи с этим хотелось бы дать некоторые рекомендации. В последнее десятилетие в г. Казани при реконструкции зданий, построенных в 1960-70-е годы, наблюдаются негативные моменты в стремлении придать облик, ориентированный на конструктивистскую эстетику. Есть случаи, когда на обычную кирпичную стену с типовыми окнами одевается сплошной стеклянный фальшфасад или стеклянные фальшэркеры. Конечно же, необходимо отказаться от такого украшательства, следовать более логичным и органичным приемам в реконструкции зданий и не уходить от конструктивно и функционально оправданной эстетики, свойственной для конструктивизма, которая вполне может быть самодостаточной при талантливом проектировании и воплощении проекта.

Список библиографических ссылок

1. Остроумов В.П. Казань: Очерки по истории города и его архитектуры – Казань: Издательство Казанского университета, 1978. – 296 с.
2. Червонная С.М. Искусство Советской Татарии. – М.: Изобразительное искусство, 1978. – 226 с.
3. Кирилова Л.И., Иванова И.В., Калмыкова В.Н. и др. Советская архитектура за 50 лет. – М.: Стройиздат, 1968. – 492 с.

4. Дульский П.М. Искусство Татарской Республики за годы революции. – Казань, 1929. – 16 с.
5. Хазанова В.Э. Советская архитектура первых лет Октября 1917-1925 гг. – М.: Наука, 1970. – 216 с.
6. Маяковский В.В. Стихотворения и поэмы. – Л.: Лениздат, 1979. – 228 с.
7. Вахминский В. Гаврилов Ф.П. – педагог и организатор АРХУМАСа // Памяти Ф.П. Гаврилова. – Казань, 1927. – С. 26-38.
8. Симкин Б. Строитель – человек // Памяти Ф.П. Гаврилова. – Казань, 1927. – С. 12-25.
9. Червонная С.М. Указанное сочинение.
10. ЛЕФ – вторая изовыставка лабораторно-производственных работ: Каталог. – Казань, 1929.
11. Современная архитектура, 1928, № 4. – С. 105-106.
12. Современная архитектура, 1928, № 4. – С. 1-40.
13. Яловкин Ф. ВОПРА и ОСА // Современная архитектура, 1929, № 5. – С. 171.
14. Яловкин Ф. Заметка в связи с проектом И. Леонидова (Дома Центросоюза) // Современная архитектура, 1929, № 2. – С. 43-45.
15. Яловкин Ф. О доме трудящихся // Современная архитектура, 1928, № 3. – С. 81-82.
16. Червонная С.М. Указанное сочинение.
17. Закирова Т.Р. Архитектура Советской Татарии. Проблемы становления и развития общественных зданий (на примере Казани): Автореферат и дис.... канд. архитектуры. – М.: МАрхИ, 1988. – 218 с.
18. Гинзбург М.Я. Итоги и перспективы // Мастера советской архитектуры об архитектуре. – М.: Искусство, 1975. – С. 304-305.

Zakirova T.R. – candidate of architecture, associate professor

E-mail: env60@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Influence of architectural-artistic life on creative directivity in architecture of Kazan in first post-revolutionary years (1917-a medium 1930 years)

Resume

The aim of the article is to show, the formation process of creative direction in the architecture of Kazan in the first post-revolutionary years. Very interesting and rich architectural and artistic life was in the city in this period with a lot of creative groups, which took an active part in the development of creative processes of the young Soviet state. Formation of architecture of the Soviet union happened not only thanks to the whim of talented capital sculptors, but Kazan architects-constructivists have contributed to them.

This theoretical development of Kazan Association of young architects «AYA», which worked closely with the Moscow architects. The Soviet architecture of the 1920s - middle of 1930s, had a great impact on the development of modern architecture and is currently the concept of constructivism are highly relevant.

The article notes that lately in Kazan in the reconstruction of buildings appeared trends stylization under constructivism that in its time bother ideologists of constructivism. It is therefore proposed to refuse from the decorative embellishment under constructivism and apply organic methods of reconstruction of buildings.

Keywords: architectural and artistic life, the creative direction, architecture.

Reference list

1. Ostroumov V.P. Kazan: Essays on the history of the city and its architecture. – Kazan: Kazan University Publishing House, 1978. – 296 p.
2. Chervonnaya S.M. The Art of the Soviet Tatarstan. – M.: Graphic art, 1978. – 226 p.

3. Kirilova L.I., Ivanova I.V., Kalmykova V.N. and others. Soviet architecture for 50 years. – M.: Stroyizdat, 1968. – 492 p.
4. Dulsky P.M. The Art of the Tatarstan during the years of revolution. – Kazan, 1929. – 16 p.
5. Khazanova V.E. The Soviet architecture of the first years of October 1917-1925 yy. – M.: Nauka, 1970. – 216 p.
6. Mayakovskiy V.V. Verses and Poems. – L.: Lenizdat publishing house, 1979. – 228 p.
7. Vahminsky V. Gavrilov F.P. Teacher and organizer of ARHUMAS // In memory of F.P. Gavrilov. – Kazan, 1927. – P. 26-38.
8. Simkin B. Builder – man // In memory of F.P. Gavrilov. – Kazan, 1927. – P. 12-25.
9. Chervonnaya S.M. Specified composition
10. LEF – the second pictorial exhibition of laboratory-production works: Directory. – Kazan, 1929.
11. Modern architecture, 1928, № 4. – P. 105-106.
12. Modern architecture, 1928, № 4. – P. 1-40.
13. Yalovkin F. VOPRA and OSA // Modern architecture, 1929, № 5. – P. 171.
14. Yalovkin F. Note in connection with the project of I. Leonidov (House of Centrosoyuz) // Modern architecture, 1929, № 2. – P. 43-45.
15. Yalovkin F About the house workers // Modern architecture, 1928, № 3. – P. 81-82.
16. Chervonnaya S.M. Specified composition.
17. Zakirova T.R. The Architecture of soviet Tataria. Problems of the formation and developments of the public buildings (on example of Kazan): Abstract and thesis cand. architecture. – M.: MARHI, 1988. – 218 p.
18. Ginzburg M.J. Results and prospects // Masters of Soviet architecture speak about architecture. – M.: Art, 1975. – P. 304-305.

УДК 008:316 +711.424

Ильин А.В. – аспирант

E-mail: lordabver@yahoo.com

Агеева Е.Ю. – доктор философских наук, профессор

E-mail: ag-eu2@rambler.ru

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 603950, Россия, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65

Классицизм и элементы ампира в застройке Нижнего Новгорода XIX в.

Аннотация

На примере архитектурной ситуации в Нижнем Новгороде анализируется освоение стиля «классицизм» на примере наиболее характерных и выдающихся зданий. При анализе уделяется внимание провинциальной интерпретации стиля, свободному обращению авторов с архитектурными ордерными канонами, а также присутствию в фасадных композициях и объемно-планировочных решениях традиций народного зодчества. Примеры провинциального классицизма, разработанные различными авторами, дают возможность представить характер и масштабность застройки того времени.

Ключевые слова: провинциальная архитектура и культура, развитие традиции, образцовые проекты, европейский классицизм.

Классицизм в России начался с разработки регулярных планов городов, и для Нижнего Новгорода первую регулярную основу разработал А.В. Квасов в 1770 г. – представитель раннего классицизма. А.В. Квасов выполнил проекты первых образцовых домов для Нижнего Новгорода.

Для осуществления регулярного плана Нижнего Новгорода был приглашен видный русский зодчий Я.А. Ананьев в 1779 г. (наиболее полно его творчество освещено в работах Н.Ф. Филатова) [1, 2]. Архитектурное творчество Я.А. Ананьина – это воплощение строгости классицизма. Столичные архитекторы Ж.Б. Валлен-Деламот, А.Ф. Кокоринов, И.Е. Старов оказали огромное влияние на Я.А. Ананьина. «В творчестве этих зодчих русская архитектура создала и утвердила новый стиль – классицизм с его рациональной простотой плана и сдержанной строгостью убранства фасадов, построенных на основе форм и приемов архитектуры Высокого Возрождения» [2, с. 75].



Рис. 1. Воссоздание Гостиного двора, г. Нижний Новгород.
Арх. Я.А. Ананьев (ВКРс, автор Е.С. Касланова)

Первым осуществленным проектом Я.А. Ананьина в Нижнем Новгороде стал каменный Гостиный Двор (1780-1784 гг.) на Нижнем посаде (рис. 1). Здание поставлено на высокий рустованный первый этаж с арочными проемами. Выше применен периптер ионического ордера, охватывающий второй и третий этаж. Боковые фасады заканчиваются строгими треугольными фронтонами. Все архитектурные детали здания выполнены по всем правилам европейского классицизма. Гостиный двор, имеющий четкие классические пропорции, выделялся из всей застройки величественным видом и задавал тон всему Нижнему посаду.

Все последующие проекты Я.А. Ананьина – парадная площадь в Кремле, корпус присутственных мест (1782-1785 гг.), вице-губернаторский дворец – являются яркими примерами классицизма, но при этом автор учитывает и существующие культовые здания в Нижнем Новгороде и в своих градостроительных решениях отдает им роль архитектурной доминанты. Таким образом, культура европейского классицизма синтезируется с русской традицией [3].

Я.А. Ананьев выполнил большое количество проектов жилых домов для Нижнего Новгорода. Но в этих проектах (сохранился дом архиерея Дамаскина, ул. Ульянова, 10) можно видеть отступление от строгих классицистических правил. При трехчастной композиции городской усадьбы флигели расположены асимметрично, что было бы недопустимо в столице, но возможно в провинции, где идет взаимодействие русских традиций народного зодчества и европейского классицизма [4]. Дома были по большей части одноэтажные, в отличие от столичных двух-трехэтажных, и композиция фасада была упрощенной. Наиболее излюбленными и востребованными были дома в один этаж с мезонином, что соответствовало силуэту народного жилища.

Таким образом, даже период раннего классицизма в Нижнем Новгороде отличался своеобразием. Нижегородские зодчие Я.А. Ананьев, И.И. Немейер, Я.Д. Никлаус использовали «образцовые» проекты, но учитывали при этом и имеющиеся архитектурные традиции, и реальные сложные градостроительные условия (ландшафт, природное окружение).

Огромную роль в распространении стиля классицизм по всей Нижегородской губернии сыграло строительство комплекса Нижегородской ярмарки. К строительству комплекса Нижегородской ярмарки были подключены ведущие архитекторы России. Большинство зданий комплекса ярмарки были решены в классицизме. Все здания комплекса, в основном, были решены в стиле столичного классицизма. Торговые ряды имели два этажа: «первый использовался для продажи и хранения товаров, а второй – как жилое помещение для их владельцев и покупателей» [5, с. 84].

Большинство архитекторов, работающих над проектами ярмарочных зданий, выполняли заказы на проекты домов для нижегородцев. При этом не было необходимости в строгом соблюдении правил, утверждении в вышестоящих инстанциях, и архитекторы создали ряд самобытных объектов, в стиле провинциального классицизма. Например, А.Л. Леер выполнил проект дома Наченского (ул. Пискунова, 28) [2, с. 122], а также городскую усадьбу на Сергиевской улице.

Оба здания выполнены в стиле позднего классицизма. Гармоничность пропорций, прекрасно выполненная А.Л. Леером, выделяет оба здания. В доме Наченского четыре пилястры выступают ризалитом, опираясь на первый этаж, покрытый рустовкой. Казалось бы, подобные здания строились и в столице, но масштабность, как главное провинциальное отличие, здесь камерная. То есть дом Наченского – пример провинциального классицизма, в лучшем смысле этого слова. В усадьбе князя Кугушева четыре пилястры уже опираются на невысокий цоколь, а не «по-столичному». Фасад усадьбы явно навеян примерами из «образцовых фасадов» 1809-1812 гг., но при сравнении видно множество отличий, внесенных А.Л. Леером, и данный авторский фасад получил широкое распространение в Нижнем Новгороде.

На Рождественской улице в середине XIX века задавали тон застройке две усадьбы – Голицыных (главный фасад усадьбы обращен на Нижне-Волжскую набережную) и Строгановых (рис. 2). Обе усадьбы выполнены в стиле «ампир» и были запроектированы столичными архитекторами. Проект усадьбы Строгановых выполнил петербургский

архитектор П. Иванов в 1824 году. И лишь в 1837 году московский архитектор Д.И. Жилярди выполняет проект усадьбы Голицыных. Обе усадьбы имеют трехчастное строение, с той лишь разницей, что в усадьбе Голицыных главный дом и два флигеля имеют равную высоту, что является отхождением от канонов, но при этом усадьба имеет прекрасные выверенные пропорции и смотрится единым архитектурным ансамблем со сдержаным, даже скромным, декором ампира. Главная тема обеих усадеб – гладкая плоскость стены цвета охры, которая объединяет главный дом и два флигеля по сторонам. Первый этаж в той и другой усадьбе рустован, но декор в усадьбе Голицыных еще строже. В усадьбе Строгановых выполнен фриз дорического ордера и горизонтальный пояс меандрового орнамента, разделяющий второй и третий этажи. Все немногочисленные архитектурные детали четко прорисованы.



Рис. 2. Усадьба Строгановых на улице Рождественской, г. Нижний Новгород

Великолепным примером классицизма является дом купца И. Пятова (Рождественская ул., 25), выполненный по проекту А.А. Бетанкура. Двухэтажный дом по главному фасаду украшают коринфские полуколонны, но опираются они на цоколь, что свойственно провинциальному освоению стиля классицизм. Автор творчески интерпретирует классические пропорции коринфского ордера и за счет полуколонн, выполненных на всю высоту дома, добивается величественного образа здания с ярко выделенной пластичностью. Авторская вариация освоения стиля классицизм создала яркий самобытный образ здания, решив, таким образом, композиционную задачу.

Интересным образцом позднего классицизма является городская купеческая усадьба Рябининой на Ильинской улице, при этом сразу обращает на себя внимание металлическая ограда с позолоченными деталями. На главном фасаде применены пилястры ионического ордера, завершающиеся классическим треугольным фронтоном. Несмотря на симметричное решение фасада в семь осей, балкон-терраса расположен асимметрично, с одного угла здания и имеет колонны тосканского ордера. Над окнами первого этажа расположены оригинальной формы маскароны, выполненные в виде женских голов, покрытых платочками. Усадьба имеет один флигель и множество хозяйственных построек. Вольное сочетание различных классических ордеров, композиционная асимметрия – все показывает провинциальное освоение стиля классицизм, но при этом не вызывает сомнений классический образ усадьбы и гармоничное пропориональное решение.

Достойные примеры позднего классицизма – дом А. Беляева (ул. Ошарская, 36) и каменный двухэтажный с подвалами дом Г. Эвениуса (ул. Варварская, 5). Архитектор И. Ефимов выполнил проекты этих жилых домов в 1835 году. Пилястры в этих зданиях также опираются на невысокий цоколь, на фасадах этажи разделяет горизонтальный пояс с меандровым орнаментом.

Естественно, что с течением времени деревянные дома ветшали, они подвергались многочисленным перестройкам, то есть облик города менялся значительно. Но в архивном фонде городской управы Государственного архива Нижегородской области сохранилось много примеров осуществленных и неосуществленных проектов застройки Нижнего Новгорода. Примеры провинциального классицизма, разработанные различными авторами, дают возможность представить характер и масштабность застройки того времени.

Городской архитектор Г.И. Кизеветтер разрабатывал проекты жилых зданий, скорее, в традициях классицизма, допуская авторскую вольную интерпретацию стиля, привнося смелые цветовые решения, пластичность, силуэтность, свойственные русскому народному зодчеству.

Авторству Г. Кизеветтера приписывается дом Фролова на Ильинской улице (рис. 3). Двухэтажное здание с вальмовой крышей украшено по главному фасаду четырьмя коринфскими полуколоннами без каннелюр. Мощный карниз, украшенный лепниной, служит завершением фасада. Полуколонны выполнены на всю высоту здания. Рустованными ризалитами выступают боковые симметричные выступы на главном фасаде. Акцентами окон первого этажа в ризалитах служат прекрасно выполненные маскароны в виде женских масок. Горизонтальный пояс с меандровым орнаментом разделяет этажи. Крепкое композиционное решение, несколько утрированные пропорции, мастерское использование классических элементов – все это создает яркий архитектурный образ здания.



Рис. 3. Дом Фролова на улице Ильинской, г. Нижний Новгород

Особое внимание в анализе архитектуры Нижнего Новгорода следует уделить деревянной застройке, хотя на данный период времени в Нижнем Новгороде сохранилось всего несколько таких домов. Это были дома на одну семью, в основном, в один этаж, чаще всего с мезонином.

При этом деревянные дома в классицистическом стиле штукатурились и практически внешне не отличались от каменных. Так же, как и каменные дома, деревянные дома дворян были украшены классическим портиком, обычно четырехколонным. Постройки мещан, чиновников, мелких купцов были без портиков, сохранялся лишь декор окон, общее классическое членение фасадов.

Много прекрасных примеров классицистической застройки сохранилось в Нижнем Новгороде. Эти здания являются значимыми в истории российской архитектуры. И именно в этих образцах провинциального классицизма можно увидеть то своеобразное взаимопроникновение приемов европейского стиля классицизм и народных традиций [6]. На примере Нижнего Новгорода наглядно видно и влияние Нижегородской ярмарки, уникального архитектурного комплекса. Этот факт повлиял не только на застройку и градостроительное развитие Нижнего Новгорода, но и на архитектурную ситуацию во всей Нижегородской губернии. Именно это является причиной своеобразия прочтения классицизма в Нижнем Новгороде, проявившегося и в масштабной частной застройке, архитектурно-планировочных решениях зданий, в объемности фасадной композиции, стремлении создать выразительный силуэт, и использовании цвета в отделке фасада.

Список библиографических ссылок

1. Филатов Н.Ф. Нижний Новгород. Архитектура XIV – начала XX в. – Н.Новгород, 1994. – 246 с.
2. Филатов Н.Ф. Нижегородское зодчество XIV – начала XX века. – Горький, 1980. – 222 с.
3. Агеева Е.Ю. Русская архитектурная традиция и европейские стили в провинциальной архитектуре России XIX – нач. XX вв. // Приволжский научный журнал, № 1 (21). – Н. Новгород: ННГАСУ, 2012. – С. 194-200.
4. Агеева Е.Ю., Ильин А.В. Основные походы к определению понятия провинциальности в архитектурной среде // Приволжский научный журнал, № 1 (21). – Н. Новгород: ННГАСУ, 2012. – С. 175-181.
5. Шумилкин С.М. Нижегородская ярмарка. – Н. Новгород: Понедельник, 1996. – 296 с.
6. Агеева Е.Ю., Ильин А.В. Провинциальная интерпретация архитектурного стиля классицизм в России // Приволжский научный журнал, № 2 (22). – Н. Новгород: ННГАСУ, 2012. – С. 218-224.

Ilyin A.V. – post-graduate student

E-mail: lordabver@yahoo.com

Ageyeva E.Y. – doctor of philosophy, professor

E-mail: ag-eu2@rambler.ru

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

The organization address: 603950, Russia, Nizhny Novgorod, Iljinskaya st., 65

Classicism and elements of the empire style in the building of Nizhny Novgorod of the XIXth century

Resume

The article deals with the analysis of the classical style in the architecture of Nizhny Novgorod. The study is illustrated with the examples of the most outstanding constructions of the city.

The author analyses the works of one of the most famous architects of Nizhny Novgorod Y. Ananyin, studies the semantics of the classical style, building of the forms, style forming factors. The author illustrates his work with the example of recreating the lost look of the Gostinyi dvor in the street Nizhny Posad. The author analyses residential and religious buildings of Nizhny Novgorod of the XIXth century designed by the architects A. Leer, D. Zhilyardi, G. Kisevetter, I. Yefimov, A. Betankur. The author pays special attention to the provincial interpretation of the classical style, influence of ancient Russian traditions. To these refer a smaller scale, less stringent rules in following the order rules, liberty in using «model projects», plasticity. Classical methods were interpreted individually and creatively due to the skills of the builders (who were often common serfs), and also due to the local landscape and local artistic traditions. In this connection the author insists on the existence in the province of a special aesthetic programme. Not all model patterns typical of the architecture in the capital were spread on the provincial soil. The author concludes that the examples of the provincial

classicism developed by different architects give the opportunity to conceive the character and scale of the building of that time.

Keywords: provincial architecture and culture, development of the tradition, «model projects», the features of national Russian architecture, European classicism.

Reference list

1. Filatov N.F. The architecture of Nizhny Novgorod X-XX c. – N. Novgorod, 1994. – 246 p.
2. Filatov N.F. The Nizhny Novgorod architecture of X-XX c. – Gorky, 1980. – 222 p.
3. Ageyeva E. Yu. Russian architectural tradition and European styles in provincial architecture of the XIX – the beginning of the XXth century. Volga scientific journal, № 1 (21). – N. Novgorod, 2012. – P. 194-200.
4. Ageyeva E. Yu., Ilyin A.V. The main approaches to the definition of the notion of provincialism in Russian architecture of the XIXth century. Volga scientific journal, № 1 (21). – N. Novgorod, 2012. – P. 175-181.
5. Shumilkin S.M. Nizhegorodskaya fair. – N. Novgorod, 1996. – 296 p.
6. Ageyeva E.Yu., Ilyin A.V. Provincial interpretation of Classicism style of architecture in Russia. Volga scientific journal, № 2 (22). – N. Novgorod, 2012. – P. 218-224.

УДК 72.03

Надырова Х.Г. – кандидат архитектуры, доцент

E-mail: Nadyrova-kh@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

**Градостроительное развитие Волжско-Камской Булгарии
и восточно-мусульманских регионов Евразии в X-первой половине XIII вв.**

Аннотация

Статья посвящена проблеме синхронного развития градостроительства различных регионов мусульманской цивилизации в Евразии в домонгольский период средневековья. Целью статьи является выявление общности и особенностей в градостроительном развитии этих регионов. Автором использована методика сравнительного анализа градостроительства Волжско-Камской Булгарии и государств Средней Азии, Ближнего и Среднего Востока, Магриба. Градостроительство этих стран отражало общий уровень урбанистического процесса в мусульманских регионах Евразии.

Ключевые слова: история градостроительства, средневековье, мусульманская цивилизация.

На карте Евразии Волжско-Камский регион занимает относительно небольшую территорию почти в центре Восточной Европы. Однако в средние века на ней сосредотачивались geopolитические интересы различных государств и народов. Перекрёсток двух крупнейших рек Восточной Европы стал на рубеже IX-X вв. центром формирования одного из первых раннефеодальных государств Волжско-Камская Булгария. Временной отрезок X-начала XIII вв. имеет важное значение в истории градостроительства Татарстана как период становления и развития на его территории первых городов в составе этого государства. Историко-градостроительные исследования генезиса и развития городов Волжско-Камской Булгарии позволили выявить их пространственно-планировочные структуры и общий характер застройки [1-3; 6-8]. Остается нерешенной проблема выявления общности и особенностей развития градостроительства в Волжско-Камской Булгарии и других регионах Евразии в рассматриваемый период.

Актуальность решения этой проблемы обусловлена необходимостью выявить и охарактеризовать реальный уровень градостроительного развития Волго-Камья в средневековый период. Этого в определённой степени возможно достичь проведением системного исследования градостроительства региона в контексте Евразийского развития с применением методики сравнительного анализа.

В истории градостроительства необходимыми и достаточными условиями возникновения городов средневековья принято считать:

1. Развитие феодальных общественно-экономических отношений;
2. Государственное устройство на определённой территории;
3. Наличие международных и региональных торговых путей (морских, речных, сухопутных);
4. Ремесленное производство товаров на продажу;
5. Сложение и функционирование рынка;
6. Распространение в качестве государственной одной из монотеистических религий.

В период сложения государства в Волго-Камье большую роль играл торговый Великий Волжский путь, связывавший Волжско-Камскую Булгарию с северо-западной частью Восточной Европы и через Балтийское море с регионами Северной Европы, а через Каспийское море – Ближним и Средним Востоком. Через территорию Булгарии проходило одно из ответвлений сухопутного Великого Шёлкового пути, которое, начинаясь в Средней Азии и достигнув столицы Биляра, уходило на запад в Киевскую Русь. Пересечение этих двух торговых путей и сочетание их с региональной дорожной сетью создавало благоприятные условия для развития торговли и стимулировало ремесленное производство товаров на продажу. Материалы археологических исследований территории Татарстана

показывают, что с IX в. продукция различных видов ремёсел Волго-Камья была востребована как на региональных, так и международных рынках. Она производилась в больших количествах. Международная торговля в этот период обеспечивалась в регионе серебряной «валютой» – арабским дирхемом, что подтверждается материалами раскопок и находками кладов. На берегу Волги вблизи г. Булгар находились пристань и торгово-ремесленный посёлок с большим рынком, значение которого для Волжско-Камской Булгарии отразилось в названии «Ага-Базар», что означает «Главный рынок». С него привозные товары поступали на другие рынки региона.

Трансконтинентальные торговые пути являлись также каналами связи Волго-Камья с высокоразвитыми регионами Евразии и передачи от них культурных и технических достижений, религиозно-социальных идей и научных мыслей, в первую очередь, мусульманской, а также христианской цивилизаций.

Волжско-Камская Булгария являлась исламским государством, поскольку в 922 г. ислам был принят правителем и знатью в качестве основной религии и постепенно был распространён по всей его территории.

Следовательно, к рубежу IX-X столетий в Волжско-Камском регионе складываются основные условия для появления и развития первых городов. Наиболее известными из них были Биляр (Великий город), Сувар, Джукетау, Ошель, Керменчук, Муромский городок, Булгар, Казань (Керман) и другие. Оригинальные названия многих из них не известны.

Градостроительное развитие других регионов мусульманского мира можно проследить по городам, построенным или реконструированным в рассматриваемый период. Мусульманский мир в X в. включал Кордовский халифат (г. Кордова) на Пиренейском полуострове Западной Европы; султанат Идрисидов (г. Фес), Египетский султанат (г. Фустат-Каир) и другие более мелкие эмирата и султанаты на территории Северной Африки; Багдадский (Аббасидский) халифат (г. Багдад) на Ближнем Востоке и ряд эмиротов на Аравийском полуострове; эмирата Синд (г. Мансура), Мультан (г. Мультан), Саффаридов (г. Нимруд) на Среднем Востоке; Критский эмирят (г. Хандак); Эмирата Дербендский (г. Дербенд), Тбилисский (г. Тбилиси), Ширванское ханство (г. Шемаха) и другие более мелкие эмирата в Закавказье; Саманидский (Мавараннахрский) эмирят (г. Бухара), государство Хорезмшахов (г. Ургенч), Караганидский каганат (г. Балагасун) и другие государственные образования в Средней Азии.

В XII в. на части территории Византии появились Конийский (г. Конья) и ряд других султанатов. На территории Аббасидского халифата возникли султанаты Дамасский (г. Дамаск), Халебский (г. Халеб) и Великих сельджуков (г. Исфаган). Смены правящих династий в государствах, полная или частичная военная оккупация соседних территорий приводили к изменениям границ, появлению новых и утрате прежних государств в мусульманском мире. При этом общая территориальная целостность его не нарушалась. В X-XIII вв. только Волжско-Камская Булгария отделялась обширными территориями Хазарского каганата, которые с конца XI в. были заняты союзом кыпчакских кочевых племён. Булгарское государство сформировалось в центре восточной части Восточной Европы, находясь в окружении угро-финских (предков удмуртов, марийцев, мордвы) и тюрksких (предки чувашей, башкирских и др.) племён, которые частично вошли в её состав.

Для укрепления государственной структуры и политической стабильности Волжско-Камская Булгария должна была признать вассалитет и принять покровительство одной из двух полярных религиозных мировых систем: мусульманской или христианской. Выбор правителем и вождями племён Булгарии по ряду причин ислама определил не только её религиозное и государственно-политическое устройство, но и дальнейшее культурное и градостроительное развитие. В начале X в. центром мусульманского мира был Аббасидский халифат со столицей в г. Багдад, куда в 920 г. и отправилось булгарское посольство для передачи просьбы правителя халифу о поддержке намерений принять ислам вместе с подданными.

Акт официального принятия ислама в качестве государственной религии во время приезда в 922 г. в Волжско-Камскую Булгарию посольства из Аббасидского халифата, в котором помимо посланника халифа были священнослужители, торговцы и мастера-

строители, завершился священным действием закладки нового столичного города – Биляра. При строительстве Биляра правителем Булгарии могла быть претворена в жизнь идея исламского города как символа его власти после официального принятия ислама. Аналогом мог послужить Багдад, построенный в 762–766 гг. в качестве новой столицы Аббасидского халифата¹. В свою очередь, при строительстве Багдада претворялся замысел халифа аль-Мансура, в котором, с одной стороны, учитывались градостроительные традиции Древнего Двуречья. На это указывала ориентация городских ворот на северо-запад-юго-восток и северо-восток-юго-запад, центрическое размещение дворцового комплекса и соборной мечети и круглая форма плана города [4, с. 7; 11]. С другой стороны, древней форме круга придавалось сакральное значение. Круг увязывался с исламской концепцией Рая, выводимой из Корана [9, с. 119]. В соответствии с ней, Рай представлялся цветущим садом с журчащими ручьями в кругу стен.

Сравнительный анализ структур двух городов позволяет утверждать, что в основе Биляра лежит модель «идеального» для мусульманского мира раннего средневековья города, которым стал Багдад с концентрическими стенами и цитаделью в центре как местопребывания халифа – наместника Аллаха на земле. Об этом свидетельствуют аналогичная концентрическая пространственно-планировочная структура обоих городов и прием включения в нее речных протоков (рис. 1).

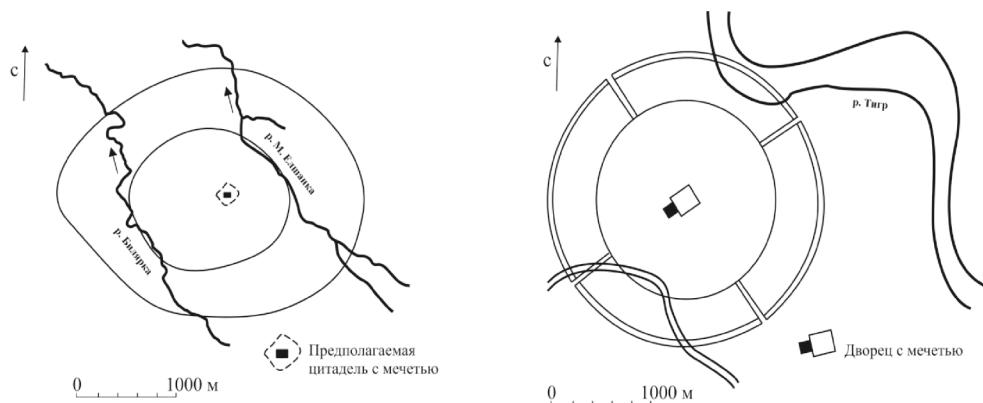


Рис. 1. Схема сравнения в одном масштабе пространственно-планировочных структур городов Биляра (слева – схема автора) и Багдада (справа – схема Ласснера [9]), X в.

Следовательно, в раннесредневековый период существовала «идеальная» модель мусульманского города, которую, по возможности, старались воплотить правители, строившие новые или реконструировавшие существующие столичные города в странах мусульманского мира. В соответствии с этим идеалом в центре городов возводились соборная мечеть и дворец правителя, часто в стенах цитадели, а за её пределами располагались жилые кварталы и рынки [9, с. 114]. Города опоясывались стенами с башнями. Воплощением этого идеала стал в определенной степени г. Багдад. Именно ему подражали многие столичные города средневековых мусульманских государств. Это подражание могло выливаться в реальное воплощение его пространственно-планировочной структуры или принимать символические формы.

Этот процесс протекал и в государствах Средней Азии, где в IX–X вв. наблюдался градостроительный подъем. Строились новые и реконструировались крупные старые города по нормам, предъявляемым к мусульманским поселениям, и в соответствии с градостроительным идеалом мусульманского мира.

Сравнительный анализ структуры Биляра и крупных городов Среднеазиатского региона, связанного с Волго-Камьем различными узами, выявил их схожесть (рис. 2). Несмотря на разную конфигурацию оборонительных стен этих городов, они обладали общей концентрической пространственно-планировочной структурой.

¹ Впервые сходство структур Биляра и Багдада отметила Г.Н. Айдарова [2, с. 15].

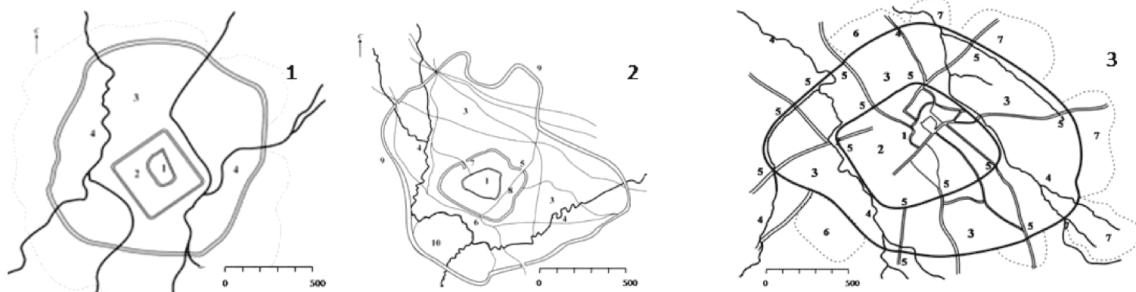


Рис. 2. Сравнение Биляра и крупных городов Средней Азии домонгольского периода с концентрической пространственно-планировочной структурой (схемы городов выполнены автором по аэрофотоснимкам городищ):
1 – г. Каратобе (Ранний Саурен); 2 – г. Оттар; 3 – г. Биляр

Различие пространственно-планировочных структур Багдада, Биляра, Каратобе (раннего Саурана) и Отара заключалось в том, что цитадель, или внутренний город, последних возвышалась над уровнем внешнего города на земляной платформе. Помимо этого у каждого из них была особая региональная оборонительная система: кирпичная в Багдаде, деревянно-земляная в Биляре, глинобитно-сырцовая в Каратобе и Отре.

Следовательно, в разных регионах мусульманского мира: на Ближнем Востоке, в Средней Азии и в Волго-Камье – в домонгольский период практически синхронно строились столичные и крупные города концентрической пространственно-планировочной структуры с цитаделями, оборонительными системами, рукотворными или природными каналами, речками и озёрами.

Упрощенную разновидность концентрической пространственной организации города представлял круглый тип. В центре такого города располагалась главная площадь с культовыми, торговыми и административными зданиями, к которой стягивались коммуникации от городских ворот. Вокруг города располагались предместья и кладбища. Такую структуру в Булгарии имел второй по величине г. Сувар. Этот тип пространственной организации городов был широко распространен во многих регионах Евразии как один из древнейших.

Аналогом булгарского г. Сувар может служить средневековый г. Испиджаб (с XIII в. г. Сайрам) – центр одноименного округа, входившего в состав Мавераннахра. Однотипная пространственная организация этих городов, по сути, обусловила аналогичный планировочный каркас города с центральной площадью и радиальной системой крупных коммуникаций. Кладбища по мусульманской традиции расположены в городах за пределами оборонительных стен. Ров вокруг города Испиджаба и каналы наполнялись водами реки Сайрамсу. Сувар, помимо рва с водой, окружали глубокие овраги с речками. Композиционным центром в обоих городах служила главная площадь с соборной мечетью и баней-хаммам.

Города круглой структуры были широко распространены на Ближнем Востоке и в своей основе восходили к арабским крепостям. Они имели круглую форму плана с оборонительными стенами и рвами и две пересекающиеся улицы с площадью в центре. Вокруг стен крепости вырастали торгово-ремесленные предместья. Так формировались арабские города Басра, Куфа и другие.

Помимо городов с концентрической и круглой пространственно-планировочными структурами, в восточно-мусульманских регионах Евразии в этот период строили и другие. Расцвет арабо-мусульманского градостроительства пришелся на IX-X вв., когда были построены Багдад прямоугольный (Русафа) и Самарра. Круглый Багдад в 941 г. был уничтожен наводнением р. Тигр и город переместился в бывший свой пригород Русафу с прямоугольным периметром стен и относительно регулярной сетью главных улиц. Центр города формировали дворец халифа и соборная мечеть. Но наибольший интерес вызывает Самарра – крупнейший город мусульманского мира. Он был построен по приказу халифа в конце IX-начале X вв. и состоял из отдельно укрепленных стенами комплексов дворцов,

больших мечетей, жилых кварталов, ипподромов и охотничих парков, растянувшихся на 33 км вдоль реки и на два км в ширину [4, с. 8, 9]. Общей оборонительной системы город не имел. Самарра напоминала открытые линейно-протяженные города древнего Египта (Фивы), в которых застройка на всём протяжении также не была однородной по плотности.

В Средней Азии в домонгольский период сложились двух-трёхчастные типы городов. Каждая часть отделялась оборонительными стенами на валах и рвами. Рынки, мечети, медресе, бани располагались в шахристане (внутреннем) и рабаде (внешнем) городе. Цитадель могла находиться в центре (г. Караганда, г. Отран) или на краю города (Самарканда). Шахристан, как правило, в городе был один. Однако в крупнейшем городе Средней Азии Мерве было два шахристана. В зависимости от области Средней Азии и её природно-ландшафтных условий город мог иметь протяженную структуру, близкую к прямоугольной форме с относительно регулярной сетью главных улиц. При этом цитадель находилась на одном конце протяженной оси. Примером города такой структуры мог служить г. Термез. Последовательное расширение шахристана и рабада отразилось в общей структуре Бухары. Сравнение пространственно-планировочных структур Бияра и крупнейших городов Средней Азии показало, что они были сопоставимы по масштабу, если ещё учсть, что вокруг последних располагались обширные пригороды (рис. 3).

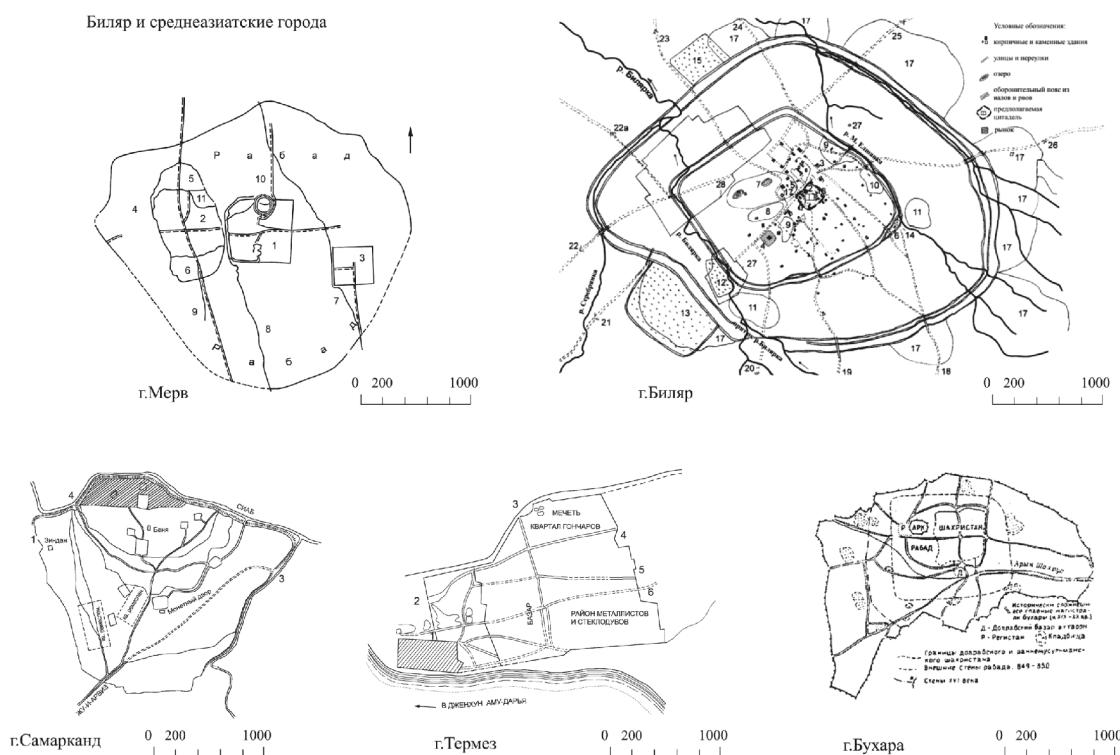


Рис. 3. Сравнение пространственно-планировочных структур Бияра и среднеазиатских крупных городов (по В.А. Лаврову [5]), приведённых к одному масштабу (схема автора)

В мусульманском мире было много государств с античным градостроительным наследием. Арабы, в среде которых зародился ислам, не были носителями развитой градостроительной культуры. Священными для мусульман городами считались города Мекка и Медина. Палестина, Сирия, Месопотамия, Средняя Азия и другие регионы обладали древними и эллинистическими градостроительными традициями. Первоначально резиденции халифов располагались в крупных городах Дамаске и Иерусалиме. Дамаск сохранял в своей основе регулярную пространственно-планировочную структуру эллинистического периода, насыщавшуюся мечетями, мавзолеями, медресе, дворцовыми комплексами халифа и его наместников.

С IX в. главной резиденцией омейядских правителей становится Кордова на Пиренейском полуострове. Она сохраняла в своей основе древнеримское ядро с каменными стенами и регулярной планировкой. Так же, как и в Дамаске, это ядро обрастало кварталами предместий с нерегулярной планировкой, отдельными дворцовыми резиденциями, садами, и в X в. вся эта обширная территория была опоясана стеной и рвом (22 км) [4, с. 10]. В X в. г. Севилья, превышавшая Кордову по территории в 4 раза, также была опоясана стеной и рвом. Следовательно, в регионах мусульманского мира с эллинистическим градостроительным наследием продолжалось развитие городов с прежней структурой с учётом новых требований, предъявляемых установками ислама к мусульманским сообществам. Эти требования сводились к устройству в городах общегородской (загородной), соборной и приходских мечетей, медресе, общественных бань, базаров, изолированных этнических кварталов, соблюдению правил размещения ремесленных мастерских и т.д. Характер планировочной структуры не регламентировался, и она, как правило, была с извилистыми улицами, переулками и тупиками.

Возвращаясь к Волжско-Камскому региону, следует отметить, что на его территории не было древних и эллинистических градостроительных традиций. Однако Булгария изначально обладала региональными традициями строительства укреплённых и неукреплённых поселений различной величины и пространственно-планировочных структур. Эти традиции характеризовались преимущественным использованием деревянных (срубных, каркасных) и деревоземляных конструкций при строительстве оборонительных сооружений и различных видов зданий. Последние дополнялись юртообразными и шатровыми постройками кочевников (полукочевников), входивших в состав населения государства. Помимо Биляра и Сувара, большинство городов Булгарии обладало секторно-мысовой или замкнуто-криволинейной двух-трёхчастной пространственно-планировочной структурой (рис. 4).

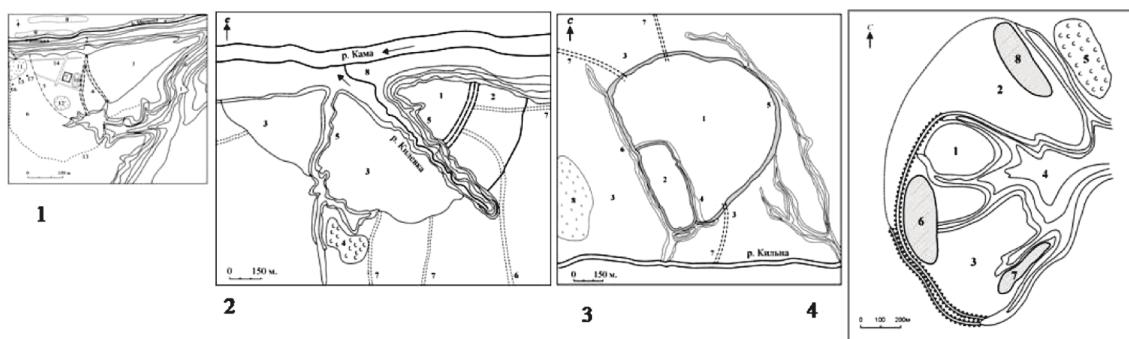


Рис. 4. Булгарские города мысовой и замкнуто-криволинейных пространственно-планировочных структур:

1 – Булгар, 2 – Джукетау, 3 – Ошель; 4 – Муромский городок
(по материалам Ф.Ш. Хузина, Н.Г. Набиуллина, В.В. Гольмстен, Р.Г. Фахрутдинова.
Дополнения и детализация структур выполнены автором по археологическим картам Татарской АССР 1980-х гг. и материалам археологических открытий последних лет)
(приведены к одному масштабу)

Они располагались на мысах между реками, оврагами или в других ландшафтных условиях, которыми и определялась структура. Мысовую часть занимал внутренний город, за оборонительной стеной которого находился внешний город, по периметру которого размещались открытые предместья. Как и полагалось городам государства, входившего в круг мусульманской культуры, в них имелась соборная и приходские мечети, медресе, базар, каменные бани-хаммам. Кладбища находились за пределами городских стен. В крупных городах имелись караван-сараи.

В регионах и государствах мусульманского Востока выстраивалась своя поселенческая иерархия, в которой существовал главный город. При наличии нескольких близких по величине городов верхнюю ступень в иерархии занимал город верховного правителя. Остальные города по отношению к нему имели подчиненное значение, так как

принадлежали князьям или правителям более низкого ранга. Это видно по среднеазиатским средневековым городам Мерв, Бухара, Хива, Самарканд, которые были сравнимы по величине и рангу, как столицы отдельных ханств. Одновременно, как Багдад и Константинополь, занимавшие самую верхнюю ступень иерархической лестницы как столицы мусульманского и христианского мира, Биляр и эти города стояли на верхней ступени иерархической лестницы городов своих государств или областей. Величина города, архитектура монументальных зданий отражали иерархический статус города. При этом в них находили отражение не только внутригосударственная, но и региональная, и евразийская иерархия государств.

Общий обзор градостроительного развития Волжско-Камской Булгарии и других государств и регионов мусульманского мира домонгольского периода позволяет сделать предварительные выводы, не претендующие на полноту и завершённость. Он показал, что становление и развитие городов в Волжско-Камской Булгарии совпало с общим подъёмом в развитии градостроительства всех регионов мусульманского мира. По сути, эти процессы были синхронны по времени. Приобщение к мусульманской цивилизации Волжско-Камской Булгарии в результате принятия ислама и налаживания разнообразных связей способствовали не только переносу определённых культурных, градостроительных, архитектурных идей в регион Волго-Камья, но и их реальному воплощению в жизнь с использованием местных материалов и логически оправданным сохранением региональных архитектурно-строительных и градостроительных традиций. В Волго-Камье, где, как и в большинстве восточно-мусульманских регионов Евразии, наблюдалось длительное сосуществование осёдлого и кочевого (полукочевого) укладов, на расстоянии тысячи километров от основных центров исламской цивилизации сложилась особая для Восточной Европы градостроительная культура. В начале XIII в. перед монгольским завоеванием она проявлялась в городах, где переплелись местные архитектурно-градостроительные традиции осёдлой культуры с естественными для части населения архитектурными и расселенческими традициями кочевой (полукочевой) культуры и воплотилась программа организации города мусульманского мира. Всё это способствовало выработке особого образа жизни населения Булгарии, который, в свою очередь, обуславливал и определял внутреннюю структуру и архитектурный облик её городов.

Таким образом, можно констатировать тот факт, что в восточно-мусульманских регионах Евразии X-начала XIII вв. существовало многообразие пространственно-планировочных структур и архитектурных обликов городов. Это многообразие складывалось под влиянием своеобразных природно-климатических условий, особенностей исторического развития и градостроительных традиций этих регионов. Общность городам регионов и государств мусульманского мира придавал образ жизни по законам шариата, обуславливавший необходимый перечень культовых и общественных зданий и правила организации как города в целом, так и жилой застройки и отдельных жилищ (на уровне города, комплексов, жилищ, декора и т.д.).

Список библиографических ссылок

1. Айдаров С.С., Надырова Х.Г. Развитие архитектуры Волжско-Камской Булгарии X-начала XIII веков // Известия КГАСУ, 2008, № 2 (10). – С. 10-14.
2. Айдарова-Волкова Г.Н. Архитектурная культура Среднего Поволжья XVI-XIX веков: модель развития, структура типов, влияния. – Казань: КГАСА, 1997. – 196 с.
3. Айдарова Г.Н. Теоретические аспекты развития региональной архитектурной культуры // Региональные и национальные аспекты в архитектуре: наследие и перспективы: сборник научных трудов. – Казань: АН РТ, НИИТАГ РААСН, 2003. – С. 42-45.
4. Воронина В.Л. Средневековый город арабских стран. – М.: ВНИИТАГ Госкомархитектуры, 1991. – 103 с.
5. Лавров В.А. Градостроительная культура Средней Азии (с древних времен до второй половины XIX в.) – М., 1950. – 177 с.

6. Надырова Х.Г. История градостроительства Татарстана. Часть I. Градостроительная культура Волжско-Камской Булгарии X-первой трети XIII вв. Учебное пособие – Казань: КГАСУ, 2011. – 71 с.
7. Надырова Х.Г. Градостроительная культура татарского народа и его предков. Монография. – Казань: КГАСУ, 2012. – 294 с.
8. Халитов Н.Х. Татарская мечеть и её архитектура: историко-архитектурное исследование. – Казань: Татар. кн. изд-во, 2012. – 224 с.
9. Ana Maria Negoita. The city of Mansur the Bulder. Bagdad between the caliphs will and shariah norms // Pol. Sc. Int. Rel., VIII, 2, p. 111-126, Bucharest, 2011. URL: http://journal.ispri.ro/wp-content/uploads/2012/05/2011_9_negoita.pdf (reference date 2013).
10. Lassner, J. The Caliph's Personal Domain The City Plan of Baghdad Re-Examined. In The Islamic City. Edited by Hourani and Stern. Oxford: Bruno Cassirer Ltd., 1970. P. – 103-118. URL: <http://archnet.org/library/sites> (reference date 2009).
11. Salma Khadra Jayyusi, Renata Holod, Attilio Petrucioli, André Raymond. The city in the Islamic world, Volume I. – Leiden, Boston: Brill, 2007. – P. 1046; Volume II. – Leiden, Boston: Brill, 2008. – 1494 p.
12. Smagulov E.A. Sauran Medieval Archaeological Complex in South Kazakhstan // Institute of Archaeology, National Academy of Science of Kazakhstan. URL: <http://www.transoxiana.org/13/smagulov-sauran.php>. Aug., 2008 (дата обращения: 01.01.2010).

Nadyrova Kh.G. – candidate of architecture, associate professor
E-mail: Nadyrova-kh@yandex.ru

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

Urban development of the Volga-Kama Bulgaria and Eastern Muslim regions of Eurasia in the X-first half of the XIII centuries

Resume

The report examines the development of cities of the Volga-Kama Bulgaria against the background of medieval town planning of the Eastern Muslim regions of Eurasia. Urban planning began to develop in the regions with the formation of their territories. The most ancient traditions of urban development possessed the Middle East, Central Asia. In the medieval period, with the spread of Islam, the urban development of these regions is being developed on a new coil of preserving some of the ancient and antique traditions in the device cities. To the turn of the IX-X centuries the Muslim world extends to the Iberian Peninsula, Sicily and the southern part of the territory of Western Europe. The cities of these regions developed on the basis of some traditions of the ancient town planning and communion with other Muslim States. In the same period in the beginning of X century in Eastern Europe formed the government of the Volga-Kama Bulgaria, where appeared and developed cities of special type. They reflected the specificity of interaction of settled and nomadic (semi-nomadic) lifestyles of the population. Islam became the state religion.

Comparative analysis of town planning development of the Volga-Kama Bulgaria and Eastern Muslim regions of Eurasia in the pre-Mongol period has allowed to establish the following. Formation of urban development in the Volga-Kama region was synchronously to the urban expansion in Eastern Muslim regions of Eurasia. Urban development of the Volga-Kama in the X-XIII centuries proceeded within a single urban process with the Eastern Muslim regions of Eurasia and possessed him of the hallmarks of a community. General patterns of urban development of these regions was the construction around the cities of powerful defensive walls with the device of ramparts and ditches. And distribution of the Eastern Muslim types of buildings in cities: a mosque, a madrasah, a bath-Hammam.

Keywords: history of urban development, the middle ages, the Muslim civilization.

Reference list

1. Aidarov S.S., Nadyrova Kh.G. Development of the architecture of the Volga-Kama Bulgaria in the X-early XIII centuries // News of the KSUAE, 2008, № 2 (10). – P.10-14.
2. Aidarova-Volkova G.N. Architectural culture of the Middle Volga region of the XVI-XIX centuries: development model, the structure of types of influence. – Kazan: KSABA, 1997. – 196 p.
3. Aidarova G.N. Theoretical aspects of regional development of the architectural culture // The regional and national aspects in architecture: legacy and perspectives: collection of scientific works. – Kazan: RT Academy of Sciences, NIITAG RAASN, 2003. – P. 42-45.
4. Voronina V.L. The medieval town of Arab countries. – M.: UNIITAG Goscomarkhitecture, 1991. – 103 p.
5. Lavrov V.A. Urban planning culture of the Central Asia (from ancient times up to second half XIX centuries.) – M., 1950. – 177 p.
6. Nadyrova Kh.G. History of urban development in Tatarstan. Part I. Urban planning culture of the Volga-Kama Bulgaria X-1-st third XIII centuries. Tutorial. – Kazan: KGASU, 2011. – 71 p.
7. Nadyrova Kh.G. Urban planning culture of the Tatar people and its ancestors: Monograph. – Kazan: KGASU, 2012. – 294 p.
8. Khalitov N.G. Tatar mosque and its architecture: a historical and architectural research. – Kazan: Tatar. kn. izd-vo, 2012. – 224 p.
9. Ana Maria Negoita. The city of Mansur the Bulder. Bagdad between the caliphs will and shariah norms // Pol. Sc. Int. Rel., VIII, 2. – P. 111-126, Bucharest, 2011. URL: http://journal.ispri.ro/wp-content/uploads/2012/05/2011_9_negoita.pdf(reference date 2013).
10. Lassner, J. The Caliph's Personal Domain The City Plan of Baghdad Re-Examined. In The Islamic City. Edited by Hourani and Stern. Oxford: Bruno Cassirer Ltd., 1970. P. – 103-118. URL: <http://archnet.org/library/sites> (reference date 2009).
11. Salma Khadra Jayyusi, Renata Holod, Attilio Petruccioli, André Raymond. The city in the Islamic world, Volume I. – Leiden, Boston: Brill, 2007. – 1046 p.; Volume II. – Leiden, Boston: Brill, 2008. – 1494 p.
12. Smagulov E.A. Sauran Medieval Archaeological Complex in South Kazakhstan // Institute of Archaeology, National Academy of Science of Kazakhstan. URL: <http://www.transoxiana.org/13/smagulov-sauran.php>. Aug., 2008 (reference date: 2010).



УДК 72

Авксентьева Т.В. – старший преподаватель

E-mail: avx2@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

«Архитектура воды» в городе Альметьевске

Аннотация

Архитектура крупного города «поглощает» горожанина. Чувство защищенности, уюта, очарования и комфорта возникает в благоустроенной городской среде. Проблема формирования городской среды, непосредственного окружения человека на сегодня одна из самых важных. Как решить ее, прежде всего, архитектурными средствами? Эта среда, как правило, искусственного происхождения, и природа участвует в ней наравне с произведениями искусства и деталями инженерного благоустройства, это синтез архитектурных и растительных форм. Водоемы, фонтаны, скульптура, малые архитектурные формы активно участвуют в формировании городской среды.

Ключевые слова: архитектура воды, светомузыкальный фонтан, благоустройство и озеленение.

Город, залитый лучами солнца, с прозрачным воздухом, с множеством благоухающих цветов, отражающихся в многочисленных фонтанах. Мечта горожан о комфортной среде обитания.

Благоустраивая городскую среду, информационно и эстетически насыщая пространство, горожанин получает более качественные условия существования, решает психологические проблемы. Средовая психология рассматривает горожанина в единстве с окружающей средой, как продукт этой среды, и позволяет по-новому воспринимать психические процессы и организацию обмена информацией между человеком и архитектурной средой. Созерцая монументальную, сюжетную, символическую, историческую скульптуру, наблюдая за игрой водных картин городских фонтанов, происходит эмоциональная разгрузка. (Был проведен опрос горожан г. Альметьевска).

Водоемы и фонтаны в городской среде играют роль акцентов. Они оказывают положительное влияние на жизнедеятельность и работоспособность людей (с психологической точки зрения), способствуют оздоровлению территории (увлажнение, уменьшение загрязнения воздуха), формируют художественный облик населенных пунктов. Основная роль в организации комфортной ландшафтной среды города принадлежит растительности, но без воды нельзя достигнуть оптимальности среды, ни придать ей «сильную» эстетическую выразительность, ни обеспечить максимум удобств. Примерами могут служить очень разные по архитектуре фонтаны: знаменитый озерный фонтан на Женевском озере, грандиозный светомузыкальный фонтан «Белладжио» в Лас-Вегасе (рис. 2), исторический фонтан «Треви» в Риме (рис. 1).

Название Треви происходит от латинского слова «тревиум», что означает «перекресток трех дорог». На создание фонтана Треви у архитектора Никколо Сальви ушло почти двадцать лет. А завершён был этот шедевр в 1751 году. Его скульптура органически слилась с архитектурой фасада старинного дворца Палаццо Поли, это единый архитектурный ансамбль.

Фонтан – декоративное водное устройство, состоящее из чаши, бассейна или другого водосборника, труб, подводящих воду, инженерного оборудования, необходимого для функционирования фонтана [1]. Фонтан (итал. fontana, от лат. Fons, родительный падеж fontis – источник, ключ) в архитектуре, сооружение, служащее основанием или обрамлением для бьющих вверх или стекающих вниз струй воды [7]. Первоначально фонтаны строились как источники питьевой воды. Использование естественных свойств воды: текучесть, мгновенная изменчивость, плеск, журчание, прохлада, отражательная способность – сформировало множество ландшафтных

элементов, применяемых в проектировании. Водная составляющая с древних времен являлась ярким композиционным центром, центром притяжения, функциональным и эстетическим. К. Гиршфельд, подчеркивая эту значимость, писал: «Вода в ландшафте, как зеркало в здании, как глаза на человеческом лице».

Сочетание движущейся воды с архитектурой, скульптурой и зелеными насаждениями стало одним из средств создания художественно-образных решений в архитектуре. Декоративно оформленные фонтаны сооружались в античных, средневековых, западноевропейских городах, в странах Ближнего и Среднего Востока, в Индии. Виллы и дворцово-парковые комплексы 18-19 вв., во Флоренции, Риме, Версале, в Петербурге.



Рис. 1. Фонтан «Треви» в Риме

Фонтан обладает огромным декоративным эффектом, он играет роль объекта, привлекающего внимание и формирующего вокруг себя определенную специфичную среду. По степени эмоционального «накала» эта среда может меняться, в зависимости от смены водных и световых картин.

Существует множество разнообразных форм фонтанов, отличающихся по «архитектуре воды», по декоративному убранству и скульптурному оформлению. Практические функции не исключают декоративного значения этих объектов.

Вода в городе уменьшает загрязненность воздуха, очищает его от пыли и газов, способствует рассеиванию вредных атмосферных примесей. Воздух из пригорода, продвигаясь над крупными водными и озелененными площадями, проникает далеко в глубь города. По данным ЦНИИП [2] градостроительства, прозрачность атмосферы в этом случае на 6-8 % выше, а приход ультрафиолетовой радиации на 30 % больше, чем в районах города, лишенных водоемов и зеленых массивов. Вода в комплексе с растительностью способны влиять на ветровой режим, усиливать благоприятные воздушные течения, снижать перегрев внешней среды, повышать влажность воздуха, смягчать контрастность температурного режима. С точки зрения физики, основным свойством воды является ее большая теплоемкость, превышающая в два раза теплоемкость почвы, это свойство влияет на микроклимат. Вода нагревается и охлаждается медленнее, ее температура влияет на температуру воздуха.



Рис. 2. Фонтан «Белладжио» в Лас-Вегасе

Более длительное сохранение тепла или прохлады смягчает резкое колебание температуры воздуха и улучшает микроклимат в прибрежных зонах. По исследованиям ученых (Н.Н. Галахова), радиус воздействия водной глади зависит от ширины водоема и достигает 150-200 м, а у крупных водоемов 400-500 м. Наблюдается понижение температуры в жару на 2-4 градуса, увеличение относительной влажности на 5-12 %. Разница в тепловом режиме между водными зелеными пространствами и застройкой приводит к разнице атмосферного давления на этих участках. Разряженный воздух застроенных участков замещается прохладным воздухом «зеленых водных пространств». Увеличивается степень подвижности воздуха. Конвекция (вертикальная циркуляция воздуха – конвекционные токи) облегчает процесс теплоотдачи организмом человека, способствует проветриванию городского воздуха с целью очищения от загрязнений и задымлений [2].

С учетом исследований проблематики городской среды был сделан комплексный проект по благоустройству одной из центральных улиц г. Альметьевска (ул. Гагарина и прилегающей территории) (под руководством проф. Михайлова С.М., КГАСУ, при участии гл. арх. г. Альметьевска Идрисова А.А., д-ра по арх. и дизайну ООО «Фонтан Сити» Авксентьевой Т.В.).

В формировании современной среды немалая роль отводилась рельефу (интенсивно был использован естественный рельеф местности). Рельеф определяет, с одной стороны, микроклиматические условия участка, распределение воды, состояние растительности; с другой стороны – образную характеристику нового ландшафта, его объемно-пространственную структуру, его эстетическую ценность в системе современного города. На данном объекте произошло удачное сочетание малых архитектурных форм с «архитектурой воды» (фонтаны, каскады) и с естественным окружением. «Геопластика» рельефа и искусственно-созданные композиции гармонично существуют и дополняют друг друга. Современного дизайна фонтаны «Тюльпан» (рис. 3), «Куб», «Шар» и малые архитектурные формы являются акцентами пешеходной улицы. В фонтанах композициях были применены оптиковолоконная подсветка, в сочетании с водной архитектурой, бронзовой отливкой и полированным гранитом. «Скульптурная обработка» рельефа была оправдана экономически – грунт использовался на месте. По опросам горожан, улица стала центром притяжения молодежи.



Рис. 3. Один из композиционных акцентов на пешеходной улице – фонтан «Тюльпан»

Водоемы, бассейны, фонтаны – необходимый компонент городского и паркового ландшафта. «Архитектура воды» обогащает пространство города, композиционно «усложняет» его, делает его многоуровневым [4]. Вода – один из лучших материалов для оформления открытых пространств. При работе с водой возникают две задачи – создание искусственных водных объектов (водоемов, фонтанов, инсталляций и т.д.) или реконструкция естественных водоемов [3]. На центральном водоеме г. Альметьевска было решено установить фонтанный комплекс (по аналогии с Женевским фонтаном). Преследовалось несколько задач – придать значимость водному объекту, обогатить силуэт городской панорамы, улучшить аэрацию воды. Фонтан установлен на четырех затопляемых понтонах. Высота центрального каскада воды – 36 м. С появлением новых технологий (светомузыкальные фонтанные комплексы) озерному фонтану можно «придать новое лицо», сочетая динамику архитектуры воды, света и музыки (рис. 4).

На современном этапе определение фонтана можно трактовать шире, с учетом многовариантности объемно-пространственных композиций фонтанных комплексов, с учетом новых технологий. Создание сложных объемных, пластичных форм чащ, многоуровневых ваз, декоративных деталей, в сочетании со сложными инженерными гидравлическими и световыми разработками. Музикальный фонтан – тип фонтана, сочетающий эстетический дизайн с трехмерным представлением [7].

Сильным акцентом в г. Альметьевске становится парковый фонтан. Его значимость велика в силу примененных там современных технологий. Центральная декоративная чаша изготовлена из агломерата (высота – 3500 мм, диаметр – 3700 мм, борта чаши фонтана имеют пластичную форму, отлиты из агломерата, с добавлением гранитной крошки). Это светомузыкальный фонтанный комплекс. Объект создает гармоничную водную картину с музыкальным сопровождением, подсветкой и движением воды. Это необычайно зрелищный фонтан (рис. 5) спроектирован на базе цифровых электронных технологий и программ для управления фонтанным оборудованием (ООО «ФонтанСити»). Незабываемый танец фонтана в сочетании с яркими световыми эффектами делает водное шоу неповторимым.



Рис. 4. Озерный фонтан светомузыкальный (вторая очередь)

Гидрорама является высшим классом цветомузыкального фонтана. В ее состав входят разные по типу фонтанные насадки, подводные и надводные прожекторы, большое число насосов, мощная электронная система управления, создающая сотни вариантов световых и водяных картин. Самая грандиозная гидрорама – фонтан возле отеля Белладжио в Лас-Вегасе, расположенный в искусственном озере длиной 400 м и имеющий 1200 фонтанных форсунок с высотой струй до 80 м, 5000 прожекторов суммарной мощностью 0,5 млн. Вт и акустическую систему на 56 кВт.

Основные характеристики:

- Композиция создается несколькими независимыми водными картинами с управляемыми насадками.
- Вода подается специальными погружными насосами с очень быстрой реакцией на запуск или с использованием быстродействующих клапанов.
- Подсветка осуществляется несколькими цветами.
- Функционирование фонтана (насосы, подсветка, системы) контролируется автоматически.
- Комбинации водных картин зависят от вновь прописанных программ.

Фонтаны такого типа являются бесспорным украшением городских площадей и парков, торгово-развлекательных, концертных и гостиничных комплексов [5].

Пешеход воспринимает городское пространство на «уровне человеческих глаз» [6], на уровне благоустройства, происходит постоянная смена «видовых картин», что и достигнуто в г. Альметьевске, посредством комплексного проектирования, с учетом потребностей всей городской территории. Главные природные компоненты активно включены в городскую среду: водоемы с благоустроеными береговыми территориями и фонтанами, городские парки и скверы, создающие единый «зеленый каркас» (например, центральный парк отдыха, парк «Каскад прудов»). Хорошим аналогом может служить ансамбль десяти парков в Бостоне «Изумрудное ожерелье». Использование скульптуры и малых архитектурных форм делает городское пространство стилистически законченным (например, скульптура, посвященная нефтяникам, памятные места, анималистическая скульптура). В рамках Постановления по монументальному оформлению города выполнены проекты на ряд скульптурных композиций: исторические личности – Р. Фахретдин, рабочие профессии – кочегары, энергетики, аллея нефтяников, национальные мотивы – народные ремесленники. Жизнь продолжается.



Рис. 5. Светомузыкальный фонтан в парке отдыха, г. Альметьевск

Список библиографических ссылок

1. Лунц Л.Б. Городское зеленое строительство. – М., 1974. – С. 237.
2. Николаевская З.А. Водоемы в ландшафте города. – М.: Стройиздат, 1975. – С. 8-9.
3. Залесская Л.С., Микулина Е.М. Ландшафтная архитектура. – М.: Стройиздат, 1979. – С. 7.
4. Рубаненко Б.Р., Карташова К.К. и др. Жилая ячейка в будущем. – М.: Стройиздат, 1982. – С. 234.
5. Ситар С. Будущее российского города: перспектива вторичного освоения //Проект Россия, 2008, № 44. – С. 5.
6. Архитектурный дизайн: словарь-справочник / под ред. Агранович-Пономаревой Е.С. – Ростов на Дону: Феникс, 2009. – С. 98.
7. Харрисон Л. Как читать сады. РИПОЛ классик / перевод с англ. Опрышко Е.М. – М., 2011. – С. 156-157.

Avksenteva T.V. – senior lecturer

E-mail: avx2@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

«Architecture of Water» in the city of Almeteyevsk

Resume

The problem of urban environment and surroundings of an urban dweller's is actual more than ever. These surroundings are artificial as a matter of fact; the nature acts along with street art and engineering infrastructure. Basins and fountains are essential parts of urban design, creating positive influence on vital functions and operability of human beings, forming the identity of a settlement. Starting from ancient times, water component served as a settlement composition center, as well as functional and aesthetical point of interest. In this article several examples of such landmark fountains can be found: «Trevi» fountain in Rome, Italy, Geneva's lake fountain in

Switzerland and «Bellagio» in Las Vegas, USA. Two tasks are to be accomplished with waterworks; creation of artificial water objects (basins, fountains, art installations and so on) and reconstruction of natural basins. Almetyevsk, Russia serves as an example of the city that hosts some of well-executed projects of urban space improvement: public space improvement in Gagarin st., installation of lake fountain, installation of light and music fountain in public garden. Main nature components are actively participating in urban space: basins and coastal areas, public gardens and squares creating united green structure. Taking into account all premises of a city, by means of multi-leveled design, urban narrative has been built.

Keywords: architecture of water, installation of light and music fountain, landscaping and gardening.

Reference list

1. Lunts L.B. Urban green building. – M., 1974. – P. 237.
2. Nikolayevskaya Z.A. Bodies in urban landscape. – M.: Stroyizdat, 1975. – P. 8-9.
3. Zaleskaya L.S., Mikulina Ye.M. landscape architecture. – M.: Stroyizdat, 1979. – P. 7.
4. Rubanenko B.R., Kartashova K.K. Living cell in the future. – M.: Stroyizdat, 1982. – P. 234.
5. Sitar S. Future of Russian cities prospect secondary development // Proyekt Rossiya, 2008, № 44. – P. 5.
6. Architectural design: dictionary-direcotry / edited by Agranovich-Ponomareva Ye.S. – Rostov-n/D: Feniks, 2009. – P. 98.
7. Kharrison L. How to read the gardens. RIPOL classik / translated from English Opryshko Ye. M. – M., 2011. – P. 156-157.

УДК 728.1.012.1.

Желнакова Л.В. – аспирант

Email: lyusiena_zhe@mail.ru

Московский государственный строительный университет

Адрес организации: 129337, Россия, г. Москва, Ярославское ш., д. 26

Встроенный сад как адаптивная среда для детей особых категорий

Аннотация

Статья посвящена вопросам обеспечения полноценной среды для детей с ограничением мобильности. Сюда относятся дети с нарушением слуха, зрения, речи, опорно-двигательного аппарата, расстройствами эмоционально-волевой сферы. Жизнь таких детей зачастую ограничена пространством квартиры. В этой ситуации устройство внутриквартирного сада с игровыми элементами можно считать единственной реально доступной возможностью общения с природой в условиях большого города. В наши дни активно развивается фитодизайн. Его разделами должны стать «адаптивный» и «игровой» фитодизайн – направления, изучающие озеленение интерьера с позиции доступности для различных категорий инвалидов.

Строительство домов с садами для людей-инвалидов – социально-гуманистическая задача будущего, но ее теоретическое обоснование необходимо уже сейчас.

Ключевые слова: маломобильные граждане, безбарьерность, интегрированное озеленение, встроенный сад, антропогенная среда, фитодизайн, зеленая архитектура.

Сегодня в России, в Москве в частности, ведущей стратегией в образовании детей с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) объявлено инклюзивное образование, которое предполагает обучение и воспитание детей с ограниченными возможностями здоровья совместно со здоровыми детьми в детских садах и школах. Лозунг, в котором наглядно выражается действие основной установки, гласит: «Ограничение возможностей создается, а не существует изначально!» [2]. То есть возможности инвалида ограничены не из-за его способностей, ему мешает и препятствует окружение, будь то создаваемые людьми барьеры или негативное отношение в обществе. И чем сильнее воздействие неблагоприятных факторов окружения, тем быстрее ограничение способностей становится инвалидностью и тем сложнее маленькому человеку включиться в социальную жизнь.

По данным Росстата, с 1980 года в РФ зафиксирован резкий рост врожденных аномалий. 30 лет назад врожденные пороки выявлялись у 1,2 % родившихся, а в 2010-2011 годах – уже у 3 %. За последние 10 лет в полтора раза увеличились случаи врожденных аномалий, деформаций и хромосомных нарушений. Всероссийская диспансеризация 2013 г. установила, что количество детей с ОВЗ, к которым относятся дети с нарушением слуха, зрения, речи, интеллекта, опорно-двигательного аппарата, с расстройствами эмоционально-волевой сферы и с трудностями в обучении, пугающе возросло.

В сложившейся ситуации необходим всесторонний подход к развитию детей, так как среди указанного контингента подавляющая часть – психически полноценные нормальные дети, способные к разнообразной трудовой деятельности и активной интеллектуальной работе. В некоторых случаях посещение такими детьми детского сада нежелательно, недостаточно или невозможно по ряду причин. Например, ребенок не может физически посещать детский сад или же родители, опасаясь социальной неприязни, против этого. На практике выходит, что жизнедеятельность большинства групп мало- и немобильных детей ограничена определенным пространством квартиры или специального заведения. Режим дня нарушен, по сравнению с режимом здорового ребенка. Замкнутость подобных пространств, ограниченность связи с внешним миром, в том числе с живой природой, создают биологически и психологически агрессивную среду, которая сама по себе может стать фактором обострения болезни, из-за формирования стрессовых состояний.

Озелененное пространство – маленький игровой сад, прилегающий или входящий в структуру жилища, можно считать единственной реально доступной возможностью общения с природой в условиях замкнутого объема квартиры многоэтажного здания.

И устройство такого «оздоровительного» озеленения следует считать необходимым атрибутом комфортности, который не только должен, а обязан быть нормативно включен в систему обязательных элементов квартиры для инвалидов.



Рис. 1. Положительное влияние растений на детей

Создание «зеленых комнат» или озеленение отдельных фрагментов пространства жилищ имеет ряд серьезных оснований экологического, медицинского и психологического характера. Объективно измеряемые и субъективно ощущаемые показатели здоровья подтверждают следующее: контакт с природой усиливает чувство жизни и оказывает мощный терапевтический эффект (рис. 1). О значении растений в интерьере можно судить и по тому, что в настоящее время сформировалось специальное понятие – «фитодизайн». Это научно обоснованное использование растений в интерьере, при котором учитываются не только их особенности как художественного материала, но и биологические свойства: выживаемость и приспособляемость к условиям, способность улучшать качество внутренней среды помещений, а также влияние на здоровье и настроение человека. Отдельными разделами фитодизайна должны стать «адаптивный фитодизайн» и «игровой фитодизайн», задачей которых станет разработка озелененных архитектурных пространств с точки зрения безбарьерности и инклюзивности, а также адекватный учет разнообразных потребностей пользователей в соответствии с возрастной шкалой и со спецификой заболеваний.

Для решения проблемы озеленения внутриквартирного пространства требуется пересмотр ряда композиционных и функциональных принципов формирования помещений, преобразование объемно-планировочной структуры квартир, расширение номенклатуры эксплуатируемых помещений, создание новых строительных компонентов ландшафтного оборудования квартир, предназначенных для озеленения. Следует разработать инженерно-технические методы обеспечения функционирования «интерьерного сада», например, автоматическое освещение, вентиляцию, полив и т.д. Сад должен планироваться при разработке проекта жилого дома и включать определение необходимых зон озеленения, условий для жизни растений и их размещения, подбор видов растений, а главное «взаимодействие» с пользователем.

Понятие «интерьерный сад» включает не все формы озеленения, под этим термином следует понимать стационарно озелененное пространство. Типологически, интегрированные в застройку сады могут быть самых разнообразных пространственных типов:

- открытые террасные сады, расположенные вне замкнутого объема квартиры (летний сад сезона использования, например, на поверхности плоских крыш); сады в защищенном верандном пространстве (оранжерея, теплица);
- сады, встроенные во внутреннем пространстве квартиры, – замкнутый «зимний» сад;

- сады в пространствах-посредниках, сооружаемые в открытой среде с частичной защитой (навесом сверху, боковыми экранами);
- аквариумные сады, устроенные в стеклянных «аквариумах», встроенных в систему наружного остекления (рис. 2);
- атриумные сады, открытые сверху и обстроенные помещениями (конструкциями) по периметру (рис. 3);
- «сады на подоконнике», сооружаемые на специально оборудованном для растений широком подоконнике;
- микро-сады «на столе», сооружаемые в помещении на специальном (мебельном) постаменте.

При формировании внутриквартирного сада большое значение имеет ориентация помещения. Она определяет световой и инсоляционный режим, столь важный для растения и человека. Особенно большое значение этот аспект имеет для стационарного сада, предназначенного для детей, привязанных к постели.

Устройство стационарного озеленения должно быть тщательно продуманно. Так, например, устройство зимнего сада возможно в спальном пространстве, при условии, что будут использованы задвигающиеся на ночь стеклянные панели, отгораживающие пространство сада от спящих.

Промежуточный зимний сад-аквариум с раздвижной перегородкой со стороны помещения может использоваться и как шумозащитный барьер.



Рис. 2. Сад-аквариум с открывающимися стеклянными створками со стороны помещения



Рис. 3. Пример устройства атриумного сада в открытом внутреннем дворике

Такие сады можно устраивать и на летних, и на отапливаемых верандах, где при достаточности площадей могут организовываться оранжереи, теплицы, рекреационные пространства, игровые комнаты для детей-инвалидов. Такие озелененные пространства будут всегда выразительными в своем изменении на протяжении дня и на протяжении сезона. А расставленные ориентиры в саду, четко видимые еще из здания, представляют собой дополнительную мотивацию для ребенка к смене обстановки и стимулированию чувств – чем больше стимулов для органов чувств дает зеленое насаждение, тем больше оно может соответствовать различным потребностям детей.

Температурно-влажностный режим жилого пространства может быть успешно решен устройством гидропонического сада или небольшого бассейна. Это особенно эффективно при избыточной инсоляции квартиры, неизбежной при значительном фронте остекления.

Популярны сейчас и внутренние вертикальные сады, устраиваемые в специальных заводского производства стенках с нишами с герметичным (сток в канализацию) отводом воды. Растительность для вышеперечисленных садов подбирается исходя из садовых условий помещения, в котором размещается встроенный сад (ориентации, размещения относительно световых проемов, температурно-влажностного режима, условий видимости и зрительного восприятия; с учетом физических недугов маломобильных граждан; функциональных параметров оборудования для растений, формируемых с учетом основных положений, в которых будет функционировать человек с определенными физическими отклонениями; с учетом расположения относительно основного места пребывания человека (спальни, комнаты и др.); возможности экранирования садового пространства раздвижными жалюзи или стеклянными перегородками).

Подходы к проектированию

Поскольку у детей с ОВЗ характер физических недостатков различен, подход к проектированию интегрированных садов должен иметь специфику.

Особенностью, свойственной всем категориям рассматриваемых граждан, является эмоционально угнетенное состояние, связанное с длительным нахождением в однообразной замкнутой среде, отсутствие интереса и стимула к активности, которое объективно связано с невозможностью переключения психики. Это следует учитывать в фитодизайне помещения и, соответственно, формировать его структуру в композиционном разнообразии колористики и форм.

Согласно исследованиям психологов, «брос» психоэмоционального напряжения происходит на границе двух сред и регулятором психического состояния может быть переключение внимания с компонентов неживой природы на растительность, воду, небо, деятельное городское пространство [6]. В этой связи учет **фактора видимости** и зрительного восприятия приобретает особое значение. Этот фактор является одним из важнейших в архитектуре. Тем более он значим для жизненной среды инвалида, который вынужден находиться в одном и том же помещении. Несколько аспектов являются здесь очень важными.

Чувство **безопасности** является предпосылкой для того, чтобы ребенок мог без страха и без ограничений находиться и двигаться в саду. Это подразумевает исключения возможности выхода за пределы сада и факторов, причиняющих беспокойство, а также защиту от несчастных случаев. Именно разнообразные страхи, словно невидимые барьеры, не дают многим детям выходить на улицу. Решающую роль для ощущения безопасности играет также достаточное освещение, равномерное и не допускающее ослепления.

Условием для контакта с природой, стимулирующего органы чувств, является возможность восприятия и доступность растений. Чтобы дети могли активно заниматься растениями и приобщаться к природе, насаждения должны располагаться на высоте, соответствующей эргономике детей данного возраста и ограничения мобильности [3].

Безбарьерные концепции проектирования интегрированного в архитектуру здания озеленения следует рассматривать с точки зрения различных видов ограничения мобильности, поскольку иногда могут потребоваться крайне противоречивые мероприятия. В общем же случае дизайн и оборудование встроенных садов должны

предоставлять информационные, коммуникационные, созидательные и релаксирующие возможности для:

- детей с ограничениями восприятия, с нарушениями зрения и слуха;
- детей с нарушением когнитивных способностей, таких как затруднения в процессе обучения, нарушения речи, слабоумие и психические заболевания;
- детей с ограничением двигательных функций, таких как нарушения ходьбы, стоячего положения, способностей захвата.

Речь идет об идее гуманного дизайна в окружающем жизненном пространстве, о дизайне, дружелюбном для всех и каждого, который отвечает потребностям широкого круга населения и, по возможности, не обходит никого.



Рис. 4. Структурные стеновые панели для вертикального озеленения

Ключевым фактором также является игровой компонент сада – возможность встроить элементы игрового развивающего оборудования и создания индивидуализированной мини-игровой площадки.

Что касается другого «участника» внутридомового сада – растительности, она должна удовлетворять двум критериям: безопасность и выразительность. Растения подбирают по цвету листвы, соцветий и соплодий, типу проращивания и типу корневой системы, светолюбивости. Следует учитывать, что не все дети способны воспринимать естественное великолепие цветов – речь идет о нарушениях зрения и цветовосприятия: дети с нарушением зрения воспринимают светлые тона в зеленом окружении лучше, чем темные тона за счет большего контраста.

Для практической возможности интеграции в жилое пространство озеленения требуется научная разработка схем типовых решений в зависимости от круга пользователей и задач строительства, поиск индивидуальных решений подбора растений, с опорой на накопленный (в том числе зарубежный) опыт проектирования, а также разработка архитектурно-инженерной части. Очевидно, «живые» интерьерные системы должны управляться инженерной автоматикой, а эстетические характеристики пространств (в том числе структура и пластика стен) существенно обогащаются новыми архитектурными формами (рис. 4).

В настоящее время «зеленая архитектура» активно реализует программу полноценного обеспечения жизни маломобильных людей, составляющих определенную часть любого общества. Но на фоне всех существующих социальных проблем строительство домов с садами для людей-инвалидов представляется малореальным. Однако это – социально-гуманистическая необходимость, которую общество должно осуществить в специфической архитектуре. И если реализация высказанных идей – вопрос будущего, то создание теоретической базы озеленения внутридомового пространства для инвалидов – задача сегодняшнего дня. Чтобы выполнить ее в полной мере, необходима максимальная вовлеченность всех: от родителей детей-инвалидов до проектировщиков. Все начинается с образования специалистов. Поэтому нужна разработка модулей и учебных

программ, касающихся данного востребованного направления, и его популяризация. Сегодня это становится возможным, в том числе благодаря проекту CENEAST Green Built Environment, который подразумевает реформирование учебных программ в сфере зеленой архитектуры на пространстве Восточного соседства. Необходимы также международные программы обмена опытом и содействия развитию компетенций практикующих архитекторов и дизайнеров. Информационную «почву» для развития направления адаптивный фитодизайн нужно закладывать уже сейчас.

Список библиографических ссылок

1. Алленова О.И. Здесь инвалидов только жалели // Власть, 2012, № 44. – С. 26-33.
2. Волосовец Т.В. Инклюзивная практика в дошкольном образовании. – М.: Мозаика-Синтез, 2011. – С. 8-14.
3. Ray У. Безбарьерное строительство для будущего. – Берлин: 1-е изд., 2008. – С. 132-181.
4. Силкина Л.В. Система навигации для маломобильных групп населения // Сб. научных трудов «Материалы IV Международной конференции Правительства Москвы». – М.: ЛОГОС, 2012. – С. 113-121.
5. Шимко, В.Т. Архитектурно-дизайнерское проектирование. Основы теории. – М.: СПЦ прнт, 2003. – С. 320-401.
6. Хуснутдинова З.А., Шагарова С.В., Янгузарова Р.И. Инвалидность детей в условиях крупного промышленного города // Окружающая среда и здоровье. – Казань, 1996. – С. 124.
7. ADA Accessibility Guidelines for play areas. – NY: COMPAN, 2001. – С 21-39.
8. Государственная программа «Доступная среда» // RIA.RU: ежедн. интернет изд., 2011, 08 апр. URL: <http://ria.ru/online/20110408/362378895.html> (дата обращения: 25.01.2014).

Zhelnakova L.V. – post-graduate student

E-mail: lyusien_zhe@mail.ru

Moscow State University of Civil Engineering

The organization address: 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe sh., 26

«Built-in» garden as an adaptive environment for children of special categories

Resume

The article is devoted to the question of ensuring the normal environment for children with limited mobility. This category includes children with impaired hearing, vision, speech, intelligence, musculoskeletal system, disorders of emotional and volitional and with learning difficulties. Such children can successfully live an active, busy life, can adapt to the environment, to learn and develop. Their life and movement restrict the space of the apartment, because these children often don't have the opportunity to attend the kindergarten. In this situation, the creation of intra-garden with game elements may be the only affordable way to commune with nature in a closed volume of apartment high-rise building in a big city.

Positive effect of plants on physical and mental health of the child proved scientifically. A properly designed «Green playroom» is able to lighten the mood, stimulate the child to physical activity to relieve stress. Its importance for the inquisitive little man is hard to overestimate. Not only biological, but also «social» connection arise between the child and plants in urban settings. Plants variety of activities child and «heals» indoor climate. Nowadays phytodesign develops actively. «Adaptive» and «game» phytodesign should be its subsections. Its goal is to explore ways of interior landscaping in terms of access for different types of disabled.

Currently, «green architecture» is actively implementing a program to ensure full life to limited mobility people, which are a specific part of any society. But amid all the existing social

problems, building houses with gardens for people with disabilities seems unrealistic. However, this is socio-humanistic necessity that society should be carried out in a specific architecture.

Keywords: immobility citizens, barrier-free, integrated landscaping, «built-in» garden, built environment, phytodesign, green architecture.

Reference list

1. Allenova O.I. Here disabilities evoked only a feeling of pity // Power, 2012, № 44. – P. 26-33.
2. Volosovets T.V. Inclusive practice in early childhood education. – M.: Mosaic-Synthesis, 2011. – P. 8-14.
3. Rau U. Disability building for the future. – Berlin: 1-st pub., 2008. – P. 132-181.
4. Silkina L.V. Navigation system for people with limited mobility // Proc. scientific papers «Proceedings of the IV International Conference of the Government of Moscow». – M.: LOGOS, 2012. – P. 113-121.
5. Shimko V.T. Architectural Design. Fundamentals of the theory. – M.: SPS print, 2003. – P. 297.
6. Khusnutdinova Z.A., Shagarova S.V., Yanguzarova R.I. Disability of children in a large industrial city // Environment and Health. – Kazan, 1996. – P. 124.
7. ADA Accessibility Guidelines for play areas. – NY: COMPAN, 2001. – C 21-39.
8. State program «Accessible Environment» // RIA.RU: the daily Internet-edition, 2011, 08 apr. URL: <http://ria.ru/online/20110408/362378895.html> (reference date: 25.01.2014).

УДК 725

Крамина Т.А. – доцент

Сафин И.Ф. – студент

E-mail: safin.93@mail.ru

Зарипова Г.А. – студент

E-mail: guzelka1993@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Новые типы топливно-энергетических объектов

Аннотация

В данной статье рассмотрены вопросы энергосбережения при проектировании объектов теплоснабжения. В частности, изучена возможность использования биотоплива как альтернативного вида энергоресурсов в котельных и тепловых пунктах. Данные, полученные в ходе исследования, позволяют считать экономически и экологически обоснованным проектирование биоэнергетических объектов в целом ряде регионов РФ, имеющих развитую лесоперерабатывающую промышленность. В связи с отсутствием портативной базы по проектированию объектов такого рода, в статье даны рекомендации для планировочных и конструктивных решений.

Ключевые слова: биотопливо, биотопливные котельные, альтернативные виды биотоплива.

Биотопливо – это вид альтернативного топлива, который производится из сырья растительного или животного происхождения. В настоящее время самыми распространенными видами топлива являются биоэтанол, биодизель и биогаз. Эти материалы используются в биотопливных котельных.

Биотопливная котельная – это готовая к работе установка, предназначенная для получения тепловой энергии путем сжигания биотоплива и передачи ее потребителю посредством нагретого теплоносителя.

Котельные на биотопливе. Общая информация

В качестве альтернативы ископаемому топливу и в России, и за рубежом делаются попытки использования возобновляемых источников энергии. Но, к сожалению, получение этой энергии ограничено и не выходит за рамки экспериментальных, что не способно удовлетворить энергетические потребности современного общества. В связи с этим в данном проекте мы рассматриваем биотопливо как наиболее перспективный вид энергии, в наибольшей степени учитывающий ресурсный потенциал сырья в условиях Республики Татарстан.

Существует несколько источников получения биотоплива:

1. Из растительного сырья, специально выращиваемого с этой целью (кукуруза, рапс, водоросли и др.);

2. Из растительного сырья в виде отходов деревообрабатывающих и лесозаготовительных предприятий (щепа, опилки, кора, хвоя);

3. Из отходов следующих видов: бытовые, хозяйственныe, сельскохозяйственные, производственные и др.

В противовес гелио и ветровым установкам в данном проекте была изучена возможность организовать не циклическое, а постоянно действующие производства топливно-энергетического хозяйства, не имеющие проблем с наличием и доставкой сырья. Кроме того, технологический процесс получения биотоплива непрерывен, и это дает нам возможность его автоматизировать. Наша технология является безотходной, позволяет получать, кроме топлива, техническое мыло, глицерин и др. Она является экологически чистой, так как нет вредных газообразных выбросов в атмосферу, а количество сточных вод очень незначительно. В качестве практического применения предлагаются проекты котельных, работающих на биотопливе.

Биотопливная котельная представляет установку, которая предназначена для получения тепловой энергии путем сжигания биотоплива и передачи ее потребителю посредством нагретого теплоносителя.

Комплектация котельной предполагает следующий состав помещений: механизированный топливный склад, средства подачи топлива, водогрейные котлы.

В качестве биотоплива предлагаем использовать возобновляемые энергетические ресурсы, такие как топливные гранулы (пеллеты) – древесные, торфяные, агрогранулы, топливные брикеты, щепа и отходы деревообработки влажностью до 50 %, измельченная солома, торф, отходы сельскохозяйственного производства.

Биотопливные установки и котлы дают возможность получить пар и горячую воду. Биотопливная установка представляет собой 3-х ходовой котел с камерой сжигания и теплообменником. От традиционных котлов, работающих на газе и жидком топливе, биотопливные установки отличаются более совершенной техникой сгорания, обеспечивающей высокое качество сгорания и низкий уровень выбросов. Благодаря особой конструкции КПД таких установок достигает 90 %.

Несмотря на все преимущества, производство биотоплива не поставлено в России на промышленную основу. В связи с этим в работе предлагается экспериментальный проект биокотельной, адаптированный к условиям РТ. Так как ни в одном из информационных источников нам не удалось найти нормы и правила проектирования объектов такого рода, мы посчитали актуальным разработать рекомендации для проектирования и строительства подобных объектов. Разработав технологическую схему предприятия по производству биотоплива, мы положили ее в основу объемно-планировочного решения. При этом сочли необходимым учесть противопожарные, санитарные и экономические требования. В частности, проблемы потери тепла в наружных сетях и смешанная направленность технологического процесса делают оправданным наше решение взять за основу павильонную застройку. При этом наилучшим образом обеспечиваются требования эвакуации и аэрации (через боковые проемы и фонари).

Помимо наземного варианта котельной, выполнен проект, при котором производство организовано в 2-х уровнях. Основной рабочий объем находится на глубине 6 метров под землей. За счет этого расходы на отопление помещений, размещенных на заглубленном этаже, сокращаются на 50-85 %. Кроме того, использование подземного пространства повышает целесообразность предлагаемого решения, особенно в условиях стесненной промышленной застройки. Обычно для решения пожарной безопасности предприятий, связанных с деревообработкой, устраивают противопожарные отсеки с огнеупорными стенами на всю высоту здания и выше отметки крыши. В нашей работе проблема безопасности решается более экономичным путем: так как наиболее пожароопасные участки сконцентрированы в разработанном проекте под землей, то предлагается сделать над ними монолитное перекрытие из несгораемых материалов со специальными термостойкими слоями. Кроме того, полученное в подземном помещении топливо направляется в хранилище, расположенное также под землей, практически избегает теплопотери, возникающие при транспортировке.

Принципиальный состав оборудования

Котельные на биотопливе включают следующее оборудование:

- система приемки, хранения и подачи биотоплива;
- система сжигания биотоплива, которая производит тепловую энергию;
- система аспирации дымовых газов;
- система золоудаления;
- система управления и контроля.

Для обеспечения технологичности изготовления, сокращения объема монтажных работ, повышения уровня ремонтопригодности и удобства обслуживания, оборудование котельной сгруппировано в модули:

- 1 – приемный модуль для приема биотоплива;
- 2 – накопительный модуль для накопления топлива;
- 3 – модуль просушки для просушки влажного биотоплива;

- 4 – водогрейные котлы которые работают на биотопливе;
 5 – система контроля и управления.

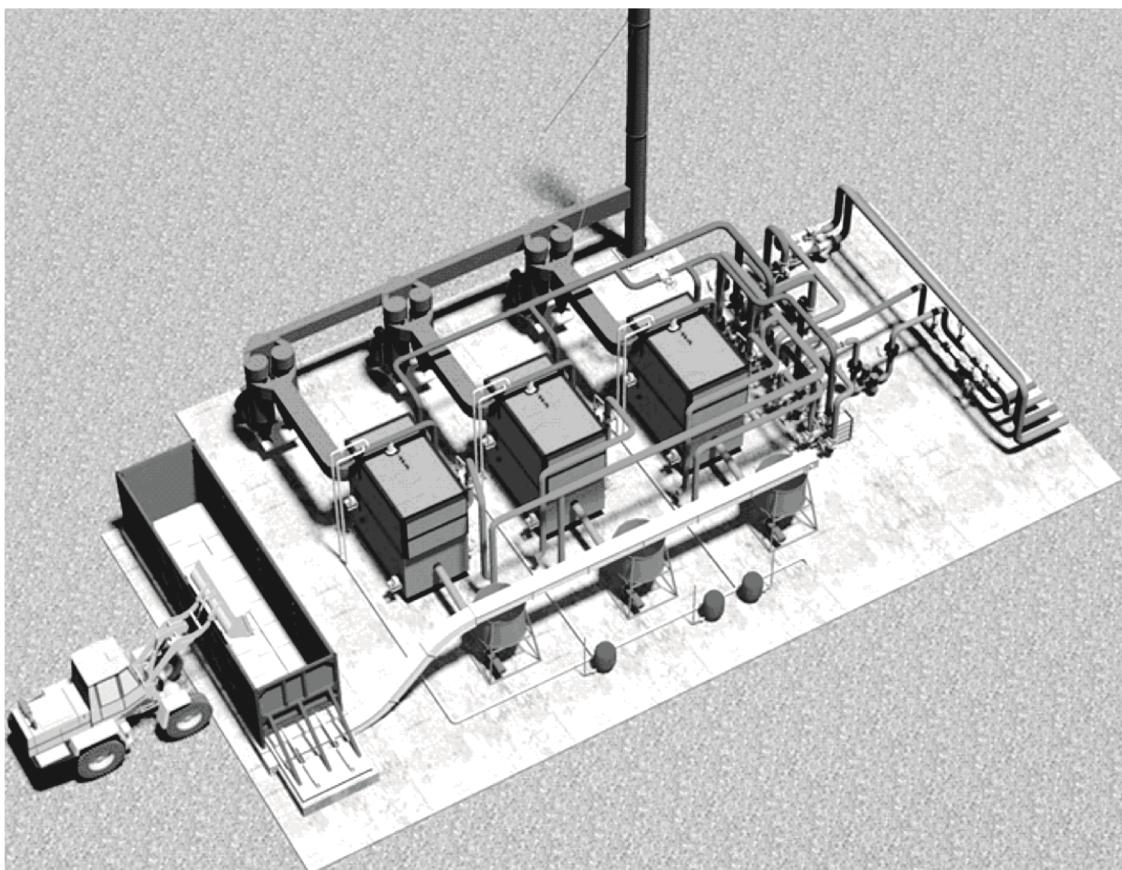


Рис. 1. Состав оборудования биотопливной котельной

Функциональная схема

Биотопливо к котельной доставляется транспортом с использованием самосвальных прицепов. Топливо в приемнике перемещается при помощи подвижных стокеров на наклонный транспортер, который поднимает топливо к бункеру-дозатору, а после шнековым транспортером направляется в котлы на биотопливе. Контроль теплопроизводительности котла обеспечивается в автоматическом режиме системой управления с заданной температурой. В системе управления котельной предусмотрена защита от перегрузок оборудования и блокировка аварийных режимов работы при повышении предельных значений температуры в топке, температуры воды в прямой линии, при падении давления воды в системе ниже предельно допустимого значения.

Ограждение биотопливных котельных следует проектировать в соответствии с Указаниями по проектированию ограждений площадок и участков предприятий, зданий и сооружений. Здания котельных необходимо проектировать с пролетами одного направления. Компоновочные решения с пролетами разных направлений допускаются в условиях стесненной площадки строительства при проектировании реконструкции котельных. Встроенные биотопливные котельные должны отделяться от смежных помещений противопожарными стенами 2-го типа или противопожарными перегородками 1-го типа и противопожарными перекрытиями 3-го типа. Пристроенные котельные должны отделяться от главного здания противопожарной стеной 2-го типа. При этом стена здания, к которой пристраивается котельная, должна иметь предел огнестойкости не менее 0,75 ч.

Таблица

| Противопожарные преграды | Тип противопожарных преград или их элементов | Минимальный предел огнестойкости противопожарных преград или их элементов, ч |
|-----------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Противопожарные стены | 1 | 2,5 |
| | 2 | 0,75 |
| Противопожарные перегородки | 1 | 0,75 |
| | 2 | 0,25 |
| Противопожарные перекрытия | 1 | 2,5 |
| | 2 | 1 |
| | 3 | 0,75 |

Выходы из встроенных и пристроенных котельных надлежит предусматривать наружу. Оконные переплеты следует проектировать с одинарным остеклением. Площадь и размещение оконных проемов в наружных стенах следует определять при условии наличия естественной освещенности, а также с учетом требований аэрации по обеспечению необходимой площади открывящихся проемов. Площадь оконных проемов должна быть минимальной. Коэффициент естественной освещенности при боковом освещении в зданиях и сооружениях котельных надлежит принимать равным 0,5. Для машинного зала, ремонтных мастерских, помещений со щитами автоматики данный коэффициент принимается равным 1,5.

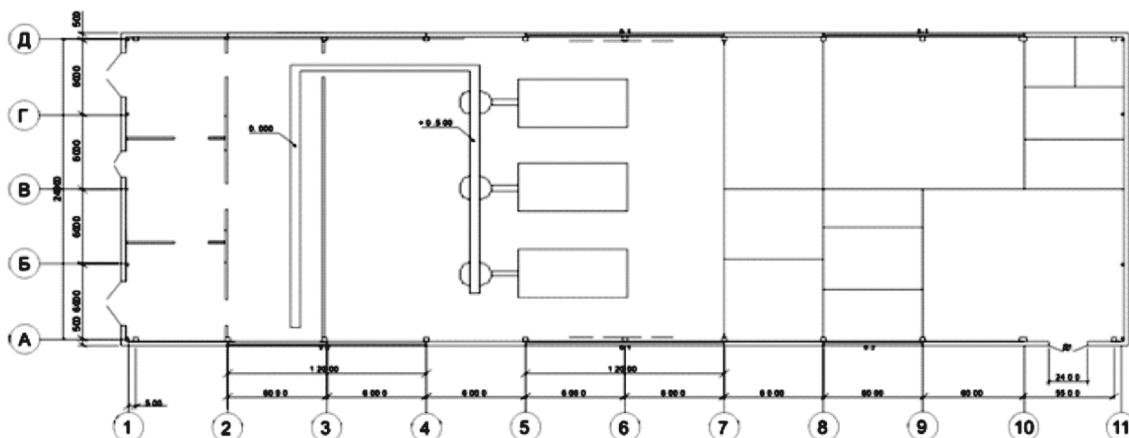


Рис. 2. План биотопливной котельной

Заключение

Мир вступает в эру биоэкономики, которая основана на биотехнологиях, использующих возобновляемое сырье для производства энергии и материалов.

Концепция использования биотоплива, разработанная для новых биокотельных, позволяет рекомендовать реконструкцию ныне действующих котельных, работающих на традиционных видах топлива.

Международная энергетическая ассоциация (IEA) прогнозирует, что к 2030 году всемирное производство биотоплива увеличится до 150 млн. т. энергетического эквивалента нефти.

Поэтому необходимо создать базу для проектирования биотопливных котельных. Выполненная работа вносит свой вклад в решение технологических, объемно-планировочных и конструктивных решений новых типов энергетических объектов.

Список библиографических ссылок

1. Крамина Т.А. Специальные здания и сооружения теплогазоснабжения. – Казань: КГАСА, 1998. – 77 с.
2. Деев Л.В., Балахничев Н.А. Котельные установки и их обслуживание. – М.: ЭНЕРГИЯ, 1990. – 239 с.
3. URL: http://www.pkko.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=32&Itemid=19 (дата обращения: 22.11.2013).

Kramina T.A. – associate professor

Safin I.F. – student

E-mail: safin.93@mail.ru

Zaripova G.A. – student

E-mail: guzelka1993@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

New types of fuel and energy facilities**Resume**

The adoption of effective measures to conserve traditional hydrocarbon fuels is a multi-task, be combined with the search for ways to attract alternative energy sources. World practice shows sufficient efficiency of solar, wind and geoenergy. However, the climatic conditions of the Russian Federation restrain their large-scale application. In this regard, this work is devoted to another, the most effective in the central regions of Russia and Siberia since renewable energy, biofuels. Biomass is one of the most powerful natural energy storage. This plant and animal materials which may be converted into thermal energy and other forms of energy. Scientific and practical interest provides an opportunity to use it to create biofuel boilers. It offers two ways to create new, basically a block of modular prefabricated maximum biofuel boilers and reconstruction of the existing facilities, a fossil fuel with the introduction of a flow chart bioinstallation and other equipment. The system allowed the research to advance the current understanding of the integrated use of renewable energy sources and energy efficient technologies, a methodological and computational basis for the design and construction of energy-efficient systems. In addition to the work are real and indisputable enough guidance on the design and operation of pilot bioboiler room. The authors set out a conceptual approach to the use of biofuels, which allows parallel to solve the environmental problems inherent in the present, such as the harmful emissions that pollute the environment, greenhouse effect and others. At the same time address issues of waste disposal. Techno-economic evaluation of the proposed solutions has shown that the specific capital expenditures associated with the device bioinstallation pay off in 4 years.

Keywords: biofuels, biofuel boilers, alternative biofuels.

Reference list

1. Kramina T. A. Special buildings and structures of heat. – Kazan: KSABA, 1998. – 77 p.
2. Deev L. V., Balahnichev N. A. Boiler installation and maintenance. – M.: ENERGY, 1990. – 239 p.
3. URL: http://www.pkko.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=32&Itemid=19 (reference date: 22.11.2013).

УДК 725.95

Покка Е.В. – аспирант, ассистент

E-mail: ekaterina-p-83@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Основные принципы архитектурно-пространственного формирования многофункциональных пешеходных мостов

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы архитектурно-пространственного формирования многофункциональных пешеходных мостов. Общими принципами архитектурно-пространственного формирования многофункциональных пешеходных мостов являются универсальность, структурность, динамичность. При этом имеются принципы проектирования многофункциональных зданий и комплексов. Опираясь на общие принципы архитектурно-пространственного формирования многофункциональных пешеходных мостов и принципы проектирования многофункциональных зданий и комплексов, предлагаются специфичные принципы их архитектурно-пространственного формирования.

Ключевые слова: многофункциональные пешеходные мосты, специфические принципы архитектурно-пространственного формирования, социально-градостроительные задачи, архитектурно-пространственные типы, функциональные процессы.

Общими принципами архитектурно-пространственного формирования многофункциональных пешеходных мостов являются универсальность, структурность (связанность), динамичность (трансформация) [2].

Пространственная структурность многофункционального пешеходного моста предполагает единство функционально-пространственного строя (компоновка, взаимовлияние функциональных зон) и архитектурно-художественного строя.

Универсальность и гибкость архитектурного пространства многофункционального пешеходного моста предполагает возможность в его объемно-планировочном решении создания системы разнохарактерных пространств (посредством мобильных устройств и технологического оборудования), удобных для развертывания в них различных сценариев, в т.ч. не всегда предусмотренных на стадии проектирования.

Динамичность архитектурного пространства многофункционального пешеходного моста обеспечивает возможность его развития во времени, трансформирования, сохраняя единство функционально-пространственного и архитектурно-художественного строя.

Принципы проектирования многофункциональных зданий и комплексов выявлены А.Л. Гельфонд:

«- помещения различного назначения, входящие в состав такого комплекса, проектируются по нормам, принятым для каждого конкретного типа общественного здания;

- функциональные процессы в них должны происходить независимо друг от друга, в то же время единое объемно-планировочное решение должно обеспечить удобные взаимосвязи и беспрепятственную возможность совместного функционирования;

- в отличие от специфических помещений общие и вспомогательные помещения для различных элементов многофункционального комплекса могут быть объединены;

- объемно-планировочное решение комплекса в целом должно отвечать действующим нормам для общественных зданий» [1, с. 241].

Опираясь на общие принципы архитектурно-пространственного формирования многофункциональных пешеходных мостов и принципы проектирования многофункциональных зданий и комплексов, предлагаются специфичные принципы их архитектурно-пространственного формирования.

Следование принципам и использование приемов архитектурно-пространственного формирования многофункциональных пешеходных мостов позволяют формировать эффективно функционирующие сооружения, в которых архитектурно-пространственный потенциал активно используется различного вида посетителями.

Принцип 1. Принцип соответствия архитектурно-пространственной организации многофункционального пешеходного моста социальноградостроительной задаче.

Принцип выполняется применением следующих приемов:

- равномерным распределением функциональной плотности на мосту (в соответствии с социально-градостроительной задачей моста – интенсификации социальной активности двух частей города, разделенных препятствием);
- увеличением функциональной плотности на мосту в сторону активизируемой городской среды (в соответствии с социально-градостроительной задаче моста – стимулирования развития социальной активности одного городского участка за счет другого, отделенного препятствием).



1

2

Рис. 1. Социально-градостроительные задачи многофункциональных пешеходных мостов:

1 задача – интенсификация социальной активности двух частей города,
разделенных препятствием;

2 задача – стимулирование развития социальной активности одного городского участка
за счет другого, отделенного препятствием

Обе социально-градостроительные задачи многофункционального пешеходного моста решаются любым архитектурно-пространственным типом («мост-здание», «мост-улица», «мост-бульвар», «мост-площадь», «мост-город»).

- МОСТ-УЛИЦА – сооружение, в архитектурно-пространственной организации которого полотно для коммуникационных функций образует открытое протяженное пространство, а объекты для дополнительных функций образованы закрытыми пространствами, расположенными вдоль полотна (по одному или по обе стороны);

- МОСТ-БУЛЬВАР – сооружение, в архитектурно-пространственной организации которого полотно для коммуникационных функций образует открытое озелененное протяженное пространство, а объекты для дополнительных функций образованы открытыми пространствами, расположенными вдоль полотна;

- МОСТ-ЗДАНИЕ – сооружение, в архитектурно-пространственной организации которого полотно для коммуникационной функции и объекты для дополнительных функций организованы в одном закрытом пространстве;

- МОСТ-ПЛОЩАДЬ – сооружение, в архитектурно-пространственной организации которого полотно для коммуникационных функций образует открытое пространство (озелененное), а объекты для дополнительных функций образованы открытыми или закрытыми пространствами, расположенными по периметру или в центре полотна;

- МОСТ-ГОРОД – сооружение, в архитектурно-пространственной организации которого полотно для коммуникационных функций образует открытое пространство, а объекты для дополнительных функций (открытые и закрытые пространства) организуют на полотне сеть коммуникационных проходов.

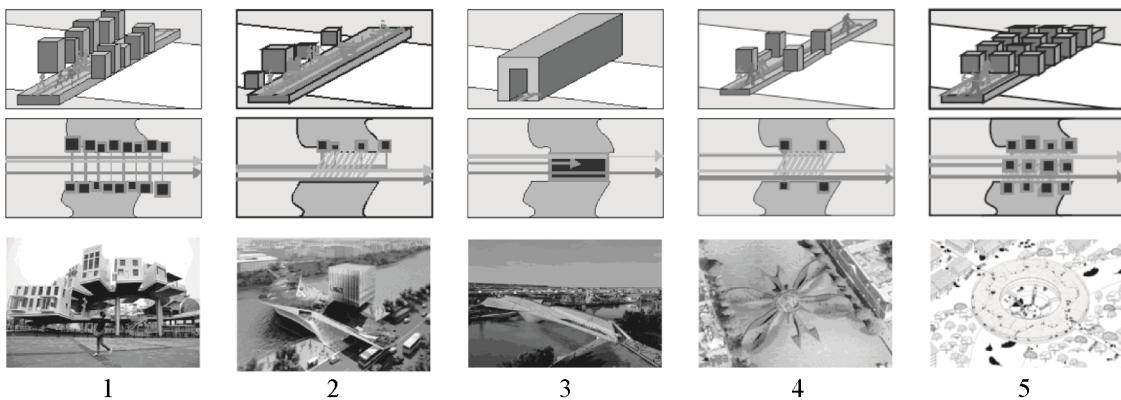


Рис. 2. Архитектурно-пространственные типы многофункциональных пешеходных мостов:
1 – «мост-улица»; 2 – «мост-бульвар»; 3 – «мост-здание»; 4 – «мост-площадь»; 5 – «мост-город».

Примеры: «мост-улица» – мост-павильон в Нидерландах на выставке ЭКСПО-2010 в Шанхае, Ион Кермeling; «мост-бульвар» – Обитаемый мост для Севиля (2 место), Марат Хуснутдинов, Чжан Лихенг; «мост-здание» – мост-павильон «Музей воды ЭКСПО-2008 в Сарагосе, Заха Хадид; «мост-площадь» – «Разносторонний тюльпан» для Амстердама Michael Labory, Bertrand Schippan (MLBS Architects); «мост-город» – 1 место в конкурсе для Чунцина (Китай), Pan Yudan, Chen Zidong, Qian Shiqi, Zhang Hanyang, Cao Zulue, Ye Mingxi

Прием равномерной функциональной плотности на мосту использован в мостах для Амстердама, например «мост-площадь» «Разносторонний тюльпан», что выражено и в равномерности объемно-планировочной структуры.

Прием увеличения функциональной плотности на мосту в сторону активизируемой городской среды: в ситуации (по конкурсу) г. Севилья, предполагалось развитие левого берега с жилой застройкой за счет правого берега с культурно-познавательной функциональной составляющей.

Архитектурно-пространственная организация мостов для Чунцина решена по-разному. Ситуация – «болевая» точка в городе Чунцин – стык города (новые формы жизни) с пригородом (традиционный уклад образа жизни). Одни отдали предпочтение процессу экспансии современных форм архитектуры в исторически сформировавшуюся среду, а другие – противостоянию процесса экспансии.

Принцип 2. Принцип архитектурно-пространственной связности на многофункциональном пешеходном мосту трех функциональных процессов (транзитное передвижение, отдых и прогулка, посещение функционального объекта).

Принцип выполняется обеспечением в объемно-планировочном решении моста процесса **транзитного передвижения** – кратчайшей и беспрепятственной связью между входными зонами моста, процесса **отдыха и прогулки** – рекреационным пространством, процесса **посещения функционального объекта** – кратчайшей и беспрепятственной связью функционального объекта с входной зоной моста.



Рис. 3. Функциональные процессы на многофункциональных пешеходных мостах:
1 – транзитное передвижение; 2 – отдых и прогулка; 3 – посещение функционального объекта

Следование принципу обеспечивает такую архитектурно-пространственную организацию моста, в которой посетители становятся свидетелями всех функциональных процессов, протекающих на мосту, могут менять свои цели и перемещаться из пространства одного функционального процесса в другое (из пассивных процессов в активные), что значительно повышает шансы увеличения социальной активности общественных процессов на мосту.

Принцип выполняется применением следующих приемов:

- архитектурно-пространственным объединением всех трех функциональных процессов;
- архитектурно-пространственным разделением функциональных процессов с обеспечением их взаимодоступности посредством лестниц, пандусов, эскалаторов, лифтов и пр.

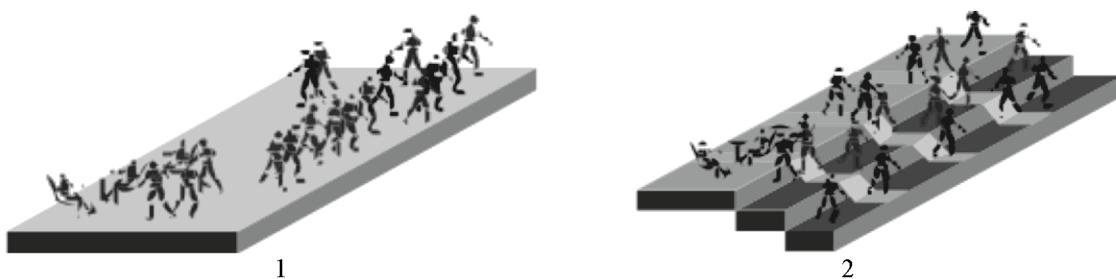


Рис. 4. Приемы связанности трех функциональных процессов на многофункциональном пешеходном мосту: 1 – архитектурно-пространственное объединение; 2 – архитектурно-пространственное разделение с обеспечением их взаимодоступности (посредством лестниц, пандусов и т.п.)

Прием: Архитектурно-пространственное объединение всех трех функциональных процессов.

Архитектурно-пространственная организация моста-павильона «Музей воды» ЭКСПО-2008 в Сарагосе образована пространством выставки. Пластика пространственного строя «текучих» форм интерьера павильона увлекает посетителей с транзитной трассы в специализированные пространственные зоны павильона, провоцируя к включению в функциональный процесс выставочного павильона.

Прием архитектурно-пространственного объединения всех трех функциональных процессов многофункциональных пешеходных мостов способствует развитию общественного (социального) взаимодействия. В Лондоне RIBA (Королевский институт британских архитекторов) выдвинута идея восстановления былой социальной активности лондонского моста, выстроенного на месте старого Лондонского моста. Был проведен конкурс, условием которого было превращение существующего транспортного моста в многофункциональный пешеходный мост. Во всех проектах многофункциональных пешеходных мостов (за редким исключением) использован прием объединения функциональных процессов.

Прием: Архитектурно-пространственное разделение функциональных процессов с обеспечением их взаимодоступности посредством лестниц, пандусов, эскалаторов, лифтов и пр.

Архитектурно-пространственную структуру моста Jiangsu Wuxi Central Park в Китае (Цзянсу) формирует полотно пролетной части моста с навесом, объем функционального объекта, находящегося под мостом, и обширная терраса вокруг этого объема. К террасе с полотна пролетной части моста ведет пандус, объединяющий пространства полотна и террасы. Структура архитектурно-пространственной организации моста в Провиденс схожа со структурой вышеприведенного примера. Однако, она дополнена возможностью попадания в функциональный объект (кафе), не заходя на мост (с набережной к объекту ведет дополнительное полотно – структурное развитие в городской среде полотна пролетной части моста).

Принцип 3. Принцип обеспечения в пространственной организации многофункционального пешеходного моста различных режимов его эксплуатации (суточного, недельного, сезонного).

Принцип реализуется приемом регулирования плотности, емкости, профильности функциональных объектов в соответствии с изменяющимся режимом посредством мобильных средств организации пространства.

Примером моста, в котором со сменой архитектурно-пространственной организации меняется его функциональная направленность, является мост для Амстердама «Разносторонний тюльпан»: он функционирует как площадь, пляж, кино, театр, музей, клуб (рис. 2-4).

Пространство моста понимается как пространство режимного функционирования для посетителей моста различного вида [5]:

- посетители с утилитарно-потребительской целью использовать мост для перемещения из одной точки городской среды в другую. Это «транзитные пешеходы» с социальной моделью пассивного поведения (рис. 3-1);

- посетители с целью прогулки, отдыха, релаксации. Это «рекреанты» с социальной моделью слабо-активного поведения (рис. 3-2);

- посетители с целью участия в функциональных процессах отдельных объектов. Это «посетители функциональных объектов» с социальной моделью активного поведения (рис. 3-3).

Архитектурно-пространственная организация моста для Токио «Странный векторный мост» устроена таким образом, что посетители моста различных видов имеют возможность наблюдать «друг друга», но лишены возможности участвовать в каком-то едином для всех трех (или двух) процессов действии.

Принцип 4. Принцип обеспечения в архитектурно-пространственной организации многофункционального пешеходного моста протекания процессов, соответствующих изменяющимся индивидуальным, региональным, общекультурным установкам.

Принцип выполняется приемом включения в сценарный замысел архитектурного пространства моста социальных пространств – «пространств событий» – универсальных динамичных архитектурных пространств, обеспечивающих (при их функционировании) реализацию изменяющихся во времени образа жизни горожан, их моделей поведения, привычек, потребностей, особенностей культуры, обычая, традиций [4]. Инструментами архитектора являются масштабные социально-пространственные единицы «пространства событий»: микро-, мезо-, макропространства [3]. Возможность трансформирования «пространства событий» этим инструментом обеспечивает реализуемость многосценарности и художественного разнообразия творческого замысла в архитектурной организации его функционирования [6]. Таким способом обеспечивается многосценарное функционирование пространства всего моста.

Пространство моста Богдана Хмельницкого в Москве целиком является «пространством событий», в организации которого используется социально-пространственный тип макропространства: берутся интервью, проводятся конкурсы, шоу, выставки, книжные лавки и т.п.



Рис. 5. Мост Богдана Хмельницкого в Москве:
1 – проведение выставки; 2 – проведение концертов; 3 – проведение конкурсов

Архитектурно-пространственная организация мостов «Волны Хендерсона» и Helix (или ДНК) в Сингапуре образована социально-пространственным типом макропространства, в котором микропространства представляют «пространства событий».

В архитектурно-пространственной организации моста, получившего 1 место в конкурсе RIBA (Лондон), использовано два мезопространства, из которых одно мезопространство является доминирующим, а другое – подчиненным. В доминирующее пространство – пространство событий – сведены дополнительные трассы передвижения посетителей, и в нем сконцентрирована социальная активность функциональных процессов на мосту.

Список библиографических ссылок

1. Гельфонд А.Л. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений. – М.: Архитектура-С, 2007. – 280 с.
2. Колесников С.А. Архитектурная типология высокоурбанизированных многофункциональных узлов городской структуры крупнейшего города: На примере города Самары: автореф. дис. ... канд. архитектуры: 18.00.02; Нижегор. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2006. – 26 с.
3. Крашенинников А.В. Социально-пространственная структура пешеходного пространства [Электронный ресурс] // Архитектура и современные информационные технологии: междунар. электр. науч.-образоват. журнал, 2012, № 4 (21).
4. Лазарева М.В. Многофункциональные пространства крупных общественных комплексов: автореф. дис. ... канд. архитектуры: 18.00.01; Моск. архитектур. ин-т. – М., 2007. – 26 с.
5. Шестернева Н.Н. Архитектурная типология и принципы развития существующих пешеходных коммуникаций крупнейшего города (на примере Санкт-Петербурга): автореф. дис. ... канд. архитектуры: 18.00.04; С.-Петербург. гос. архитектур.-строит. ун-т. – СПб., 2007. – 24 с.
6. Шубенков М.В. Структура архитектурного пространства: автореф. дис. ... д-ра архитектуры: 18.00.01. – М., 2006. – 57 с.

Pokka E.V. – post-graduate student, assistant

E-mail: ekaterina-p-83@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

General principles of architectural spatial formation of multifunctional pedestrian bridges

Resume

The questions of architectural spatial formation of multifunctional pedestrian bridges are considered in the article. The general principles of architectural spatial formation of multifunctional pedestrian bridges are the universality and the character of structure and dynamics. There are as well the principles of designing of multifunctional buildings and complexes. Basing on the general principles of architectural spatial formation of multifunctional pedestrian bridges and the principles of designing of multifunctional buildings and complexes the specific principles of architectural spatial formation are proposed. 1. Principle of compliance of the architectural and spatial organization of the multifunctional pedestrian bridge to a social and town-planning task. Task 1 – an intensification of social activity of two parts of the city divided by an obstacle. Task 2 – stimulation of development of social activity of one city site at the expense of another, separated by an obstacle. Both social and town-planning problems of the multifunctional pedestrian bridge are solved by any architectural and spatial type («bridge building», «bridge street», «bridge boulevard», «bridge area», «bridge city»). 2. The principle of architectural and spatial coherence on the multipurpose foot bridge of three functional

processes (transit movement, rest and walk, visit of functional object). 3. The principle of providing in the spatial organization of the multipurpose foot bridge of various modes of its operation (daily, week, seasonal). 4. The principle of providing in the architectural and spatial organization of the multipurpose foot bridge of course of the processes corresponding to changing individual, regional, common cultural settings.

Keywords: multifunctional pedestrian bridges, specific principles of architectural spatial formation, social town-planning tasks, architectural spatial types, functional processes.

Reference list

1. Gelfond A.L. The architectural design of public buildings and constructions. – M.: Architecture-S, 2007. – 280 p.
2. Kolesnicov S.A. Architectural typology of the highly urbanized multifunctional junctions of the city structure. – Samara: NNGASU, 2006. – 26 p.
3. Krasheninnikov A.V. Social and spatial structure of pedestrian space. – M.: MArchI, 2012, № 4 (21).
4. Lazareva M.V. Multifunctional spaces of city complexes. – M.: MArchI, 2007. – 26 p.
5. Shesterneva N.N. Architectural typology and the principles of development of the existing pedestrian infrastructure of the city. – SPb., 2007. – 24 p.
6. Shubencov M.V. The structure of the architectural space. – M.: MArchI, 2006. – 57 p.

УДК 72:624.9

Покка Е.В. – аспирант, ассистент
E-mail: ekaterina-p-83@mail.ru

Агишева И.Н. – кандидат архитектуры, профессор
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Архитектурно-пространственные структурные элементы многофункциональных пешеходных мостов

Аннотация

В статье рассматриваются такие сложные архитектурные сооружения, как многофункциональные пешеходные мосты. Структура этих сооружений образуется комбинацией структурных элементов: опорно-пролетной части и архитектурного объема, которые творчески интерпретируются в зависимости от замысла архитектора. Объемно-планировочная структура многофункциональных пешеходных мостов может быть образована и одним структурным элементом: опорно-пролетной частью, где дополнительные функции образованы открытыми пространствами, или архитектурным(и) объемом(ами). Конструктивная система многофункциональных пешеходных мостов образуется структурными элементами объемно-планировочной структуры.

Ключевые слова: многофункциональные пешеходные мосты, структурные элементы, опорно-пролетная часть, архитектурный объем.

Структурными элементами моста являются опорно-пролетная часть и архитектурные объемы функциональных объектов. Структурные элементы бывают одноуровневыми и (частично) многоуровневыми. Многоуровневая структура обоих структурных элементов образует внутри элементов дополнительные структурные элементы (разветвленная многоуровневая система опорно-пролетной части образует архитектурные объемы, а архитектурного объема – опорно-пролетную структуру).

Объемно-планировочная структура многофункционального пешеходного моста может быть сформирована: только опорно-пролетной частью моста; сочетанием опорно-пролетной части моста и архитектурного объема, в свою очередь, опорно-пролетная часть тоже может быть архитектурным объемом; совмещением архитектурного объема и опорно-пролетной части одним объемом.

Одним структурным элементом многофункционального пешеходного моста – опорно-пролетной частью – образованы мосты: Волны Хендersona в Сингапуре, ландшафтный мост в Ванкувере, мост Helix (ДНК) в Сингапуре. Функциональные объекты на них образованы открытыми пространствами: нишами, павильонами, балкончиками.

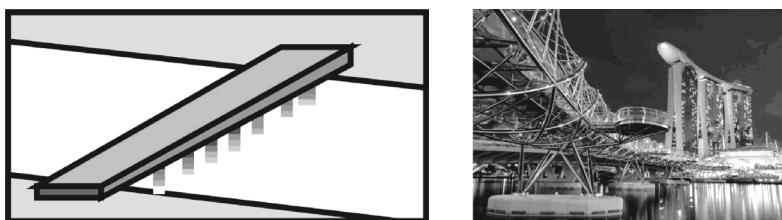


Рис. 1. Объемно-планировочная структура моста образована одним структурным элементом – опорно-пролетной частью. Пример: мост Helix в Сингапуре, корп. IJP, бюро RSP и бюро PTE ltd

Объемно-планировочная структура моста для Амстердама «Взаимодействия туристов и горожан» образована двумя независимыми опорно-пролетными частями с разной высотой пролетов (с изломанными формами), увязанных в единую композицию. Частичное перекрещивание создает над нижней опорно-пролетной частью навес, что позволило организовать там архитектурный объем. Опорно-пролетные части связаны между собой пандусами.

Сочетание двух структурных элементов.

Объемно-планировочная структура моста Богдана Хмельницкого в Москве образована опорно-пролетной частью (арочная конструкция 1907 года), **на** которую установлен стеклянный купол. Такую же объемно-планировочную структуру имеют мосты конкурса RIBA (Королевский институт британских архитекторов), проходившего в 2009 году, но архитектурные объемы в них многоуровневые.

Объемно-планировочная структура моста-острова в Граце (Австрия) образована архитектурным объемом, **сквозь** который проходит опорно-пролетная часть.

Объемно-планировочная структура моста-павильона Нидерландов ЭКСПО-2010 в Шанхае образована опорно-пролетной частью, **рядом с** которой вплотную расположены архитектурные объемы.

Объемно-планировочная структура моста для Японии «Странный векторный мост» образована опорно-пролетной частью, которая состоит из переплетенных разноуровневых полотен для передвижения, **в** которой расположены архитектурные объемы.

Объемно-планировочная структура моста для Акапулько образована опорно-пролетной частью – системой многоуровневых архитектурных объемов, и многоуровневыми архитектурными объемами, расположенными **на** опорно-пролетной части. Один из уровней пролетной части отдан транспортному движению (поскольку основной причиной возникновения этого проекта стало желание сократить преодолеваемое транспортом расстояние из одной точки города в другую (город образован бухтой), посредством моста расстояние сокращается почти в три раза (с 10 км до 3 км)). Богатая архитектурно-пространственная организация моста предназначена для большого числа жилых и общественных площадей. На полотне пролетной части моста организовано обширное рекреационное пространство с многочисленными площадками, аллеями, объектами «рекреантов».

Объемно-планировочная структура моста Anti-Smog в Париже образована опорно-пролетной частью (существующая ферма бывшей железнодорожной ветки), **над** которойложен двухуровневый архитектурный объем эллипсоидной формы.

Объемно-планировочная структура моста Jiangsu Wuxi Central Park в Китае (Цзянсу) и моста в Провиденс образована опорно-пролетной частью, **под** которойложен архитектурный объем.

Объемно-планировочная структура моста для Амстердама «Разносторонний тюльпан» образована сложной трансформирующейся опорно-пролетной частью, **под** которой в центральной зонеложен архитектурный объем.

Объемно-планировочная структура Обитаемого моста для Севильи образована двумя пролетными частями, расположенными на разной высоте, и двумя архитектурными объемами. Части связаны общей системой опор. Один из двух архитектурных объемов расположен **в** верхней пролетной части, а другой (многоуровневый) – **рядом с** верхней пролетной частью и в то же время **над** нижней пролетной частью. Пролетные части связаны между собой пандусами.

Объемно-планировочная структура моста для Чунцина, занявшего 1 место в конкурсе, образована опорно-пролетной частью (закольцованной) и расположенными **на**ней архитектурными объемами, образующими сеть коммуникационных проходов.

Объемно-планировочная структура моста для Чунцина, получившего 2 поощрительную премию образована опорно-пролетной частью, которая сама является архитектурным объемом, и расположенным **на**ней архитектурным объемом.

Объемно-планировочная структура моста для Чунцина, получившего 1 поощрительную премию образована опорно-пролетной частью, **на** которой расположены разноуровневые архитектурные объемы: открытые и закрытые, частично связанные.

Анализ объемно-планировочной структуры современных многофункциональных пешеходных мостов позволил выявить следующие теоретически и практически возможные варианты сочетания – взаиморасположения – двух структурных элементов моста (опорно-пролетной части и архитектурных объемов): 1 – элементы расположены один **на** другом; 2 – элементы расположены один **сквозь** другой; 3 – элементы расположены один **рядом с** другим; 4 – элементы расположены один **над** другим; 5 – элементы расположены один **под** другим.

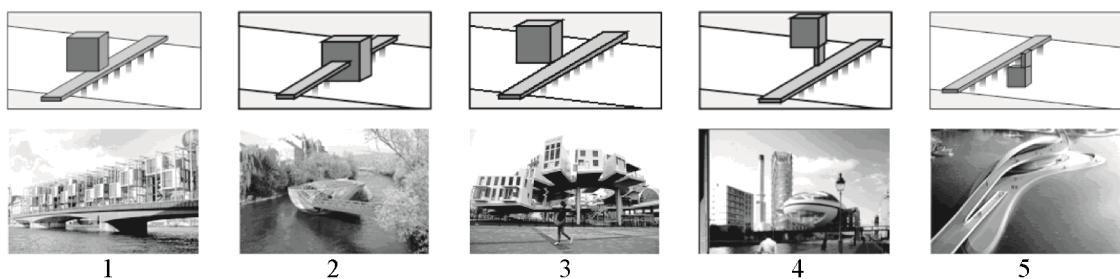


Рис. 2. Объемно-планировочная структура моста образована двумя структурными элементами: сочетанием опорно-пролетной части и архитектурного объема:

- 1 – элементы расположены один на другом;
- 2 – элементы расположены один сквозь другой;
- 3 – элементы расположены один рядом с другим;
- 4 – элементы расположены один над другим;
- 5 – элементы расположены один под другим.

Примеры: 1 – участник конкурса RIBA Ryszard Rychlicki, student, Poznan, Poland;
2 – мост-остров в Граце, Вито Аккончи;

3 – мост-павильон в Нидерландах на выставке ЭКСПО-2010 в Шанхае, Ион Кермелинг;
4 – Anti-Smog в Париже, Винсен Каллебо;

5 – мост Jiangsu Wuxi Central Park, студия L&A Design Group

Мера и форма сочетания структурных элементов моста дает богатое разнообразие структурной организации пространства многофункциональных пешеходных мостов.

Совмещение двух структурных элементов.

Объемно-планировочная структура моста-павильона для ЭКСПО-2008 в Сарагосе образована архитектурным объемом, который включает полотно для передвижения и пространство функционального объекта. Объемно-планировочная структура Лунного моста в Тайване образована объемом многоуровневого пространства, которое включает полотно для передвижения и пространства функциональных объектов. Объемно-планировочная структура моста-бульвара через Темзу образована отдельно расположенными объемами с возможностью их трансформации, поверхности которых в сумме образуют полотно для передвижения.

Объемно-планировочная структура моста для Акапулько образована внедрением архитектурного объема в пролетную часть опорно-пролетной части моста.

Объемно-планировочная структура моста для Амстердама Mixed-use Bridge образована внедрением архитектурного объема в опорную часть опорно-пролетной части моста.

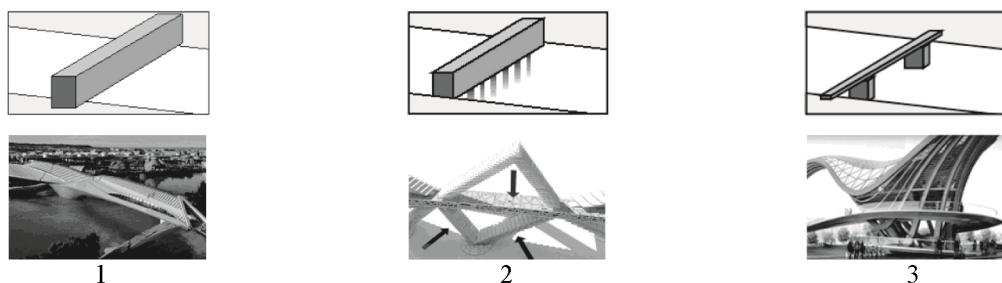


Рис. 3. Объемно-планировочная структура моста образована двумя структурными элементами: совмещением опорно-пролетной части и архитектурного объема:

- 1 – опорно-пролетная часть полностью совмещена с архитектурным объемом;
- 2 – пролетный элемент опорно-пролетной части совмещен с архитектурным объемом;
- 3 – опорный элемент опорно-пролетной части совмещен с архитектурным объемом.

Примеры: 1 – мост-павильон «Музей воды» ЭКСПО-2008 в Сарагосе, Заха Хадид;
2 – мост для Акапулько, BNKR; 3 – мост для Амстердама Mixed-use Bridge, Laurent Saint-Val

Влияние трансформирующихся объемно-планировочных структур многофункциональных пешеходных мостов на роль в рекреационной системе.

Мост для Амстердама «Разносторонний тюльпан» имеет трансформирующуюся объемно-планировочную структуру. Трансформация структуры происходит в

соответствии с ролью «связи» и «узла» в рекреационной системе. Выполняя в рекреационной системе роль «связи», этот мост раскрывает опорно-пролетную часть таким образом, что становится объектом «транзитного пешехода» и «рекреанта». Выполняя в рекреационной системе роль «узла», мост приподнимает полотна для передвижения («лепестки тюльпана»), образуя зрительские места. При этом «лепестки» образуют ложи зрительских мест, «центр» – сцену, а мост служит объектом «посетителей функциональных объектов». Другой вариант ответа этой же задаче заключается в возможности полного закрытия «лепестков», когда при соответствующей подсветке мост представляет собой оригинальную скульптурную композицию грандиозных масштабов, внутри которой можно находиться наподобие аттракциона.

Реальность воплощения объемно-планировочной структуры архитектурного пространства многофункционального пешеходного моста определяет его конструктивная система. Анализ конструктивных систем современных многофункциональных пешеходных мостов выявил следующие их типы:

1. многофункциональные пешеходные мосты, конструктивная система которых образована одним объемно-планировочным структурным элементом:

1.1. опорно-пролетной частью.

Конструктивная система моста № 1 (Богдана Хмельницкого в Москве) образована арочной конструктивной системой опорно-пролетной части 1907 года (часть железной дороги), которая принимает нагрузки от конструктивной системы архитектурного объема.

1.2. архитектурным объемом (одним или несколькими). Конструктивная система моста-павильона для ЭКСПО-2008 в Сарагосе образована единым архитектурным объемом, а конструктивная система моста-бульвара через Темзу образована отдельно расположенными архитектурными объемами, конструкция которых, каждого в отдельности, образована как понтон;

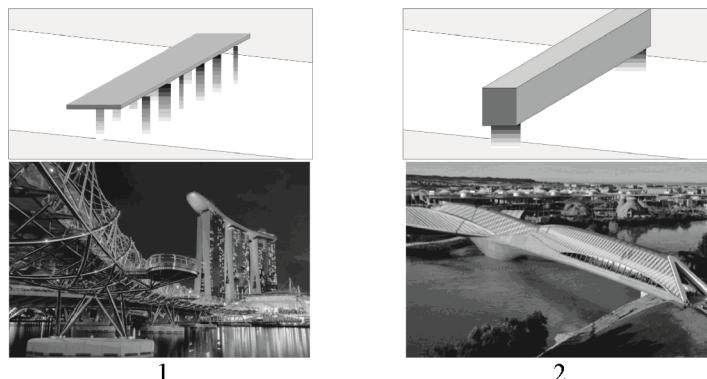


Рис. 4. Многофункциональные пешеходные мосты, конструктивная система которых образована одним объемно-планировочным структурным элементом:

1 – опорно-пролетной частью; 2 – архитектурным объемом.

Примеры: 1 – мост Helix (ДНК) в Сингапуре, корп. IJP, бюро RSP и бюро PTE ltd;

2 – мост-павильон «Музей воды» ЭКСПО-2008 в Сарагосе, Заха Хадид

2. Многофункциональные пешеходные мосты, конструктивная система которых образована двумя объемно-планировочными структурными элементами, когда:

2.1. оба элемента представляют собой независимые друг от друга конструктивные системы, например конструктивная система Обитаемого моста для Севильи.

2.2. оба элемента конструктивно взаимосвязаны, при этом:

2.2.1. опорно-пролетная часть принимает нагрузки от архитектурного объема, например мост-павильон Нидерландов ЭКСПО-2010 в Шанхае;

2.2.2. архитектурный объем выполняет конструктивные функции опорно-пролетной части:

2.2.2.1. архитектурный объем выполняет конструктивные функции опорной части опорно-пролетного структурного элемента (одной опоры или ее части, или всех опор), например мост Jiangsu Wuxi Central Park в Китае (Цзянсу).

2.2.2.2. архитектурный объем выполняет конструктивные функции пролетной части опорно-пролетного структурного элемента, например мост для Акапулько.

2.2.3. Сложно-комбинированные взаимозависимые конструктивные системы, например мост для Чунцина, получивший 1 поощрительную премию.

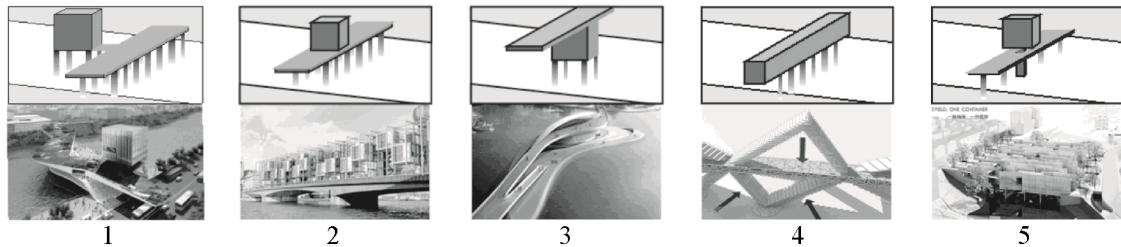


Рис. 5. Многофункциональные пешеходные мосты, конструктивная система которых образована двумя объемно-планировочными структурными элементами: 1 – независимые друг от друга конструктивные системы двух структурных элементов; 2 – опорно-пролетная часть принимает нагрузки от архитектурного объема; 3 – архитектурный объем выполняет конструктивные функции опорной части опорно-пролетного структурного элемента; 4 – архитектурный объем выполняет конструктивные функции пролетной части опорно-пролетного структурного элемента; 5 – сложно-комбинированные взаимозависимые конструктивные системы двух структурных элементов. Примеры: 1 – Обитаемый мост в Севилье, Марат Хуснутдинов и Чжан Лихенг; 2 – участник конкурса RIBA, Ryszard Rychlicki, student, Poznan, Poland; 3 – мост в Цзянсу (Китай), студия L&A Design Group; 4 – мост для Акапулько, BNKR; 5 – мост для Чунцина, 1 поощрительная премия Chen Donghua (China)

Мера и форма сочетания структурных элементов моста дает богатое разнообразие структурной организации пространства многофункциональных пешеходных мостов.

Список библиографических ссылок

- Покка Е.В. Особенности функционального содержания рекреационных мостов // Известия КГАСУ, 2013, № 1 (23). – С. 39-47.
- Покка Е.В., Агишева И.Н. Функциональное своеобразие современных рекреационных мостов // Известия КГАСУ, 2013, № 1 (23). – С. 48-55.
- Покка Е.В., Агишева И.Н. Рекреационные мосты: методические указания к выполнению курсового проекта для студентов IV курса специальности 270114 «Проектирование зданий»; Казан. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Казань: Изд-во КГАСУ, 2013. – 38 с.
- Материалы конкурсов: RIBA, Amsterdam Iconic Pedestrian Bridge Competition, SC2012 Links: Bridging Rivers competition.

Pokka E.V. – post-graduate student, assistant

E-mail: ekaterina-p-83@mail.ru

Agisheva I.N. – candidate of architecture, professor

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Architectural spatial structural elements of multifunctional pedestrian bridges

Resume

Such complicated architectural constructions as multifunctional pedestrian bridges are considered in the article. The structure of those constructions is formed with the combination of the following structural elements: spans and piers part and some architectural volumes which are artistically interpreted according to the conception of the architect.

The space-planning structure of multifunctional pedestrian bridges may be formed with one structural element of spans and piers where additional functions are formed with open spaces: niches, pavilions, balconies.

The analysis of space-planning structure of modern multifunctional pedestrian bridges allowed to reveal possible options of a combination of two structural elements of the bridge when elements are located: 1 – one on another; 2 – one through another; 3 – near another; 4 – one over another; 5 – one under another.

The space-planning structure of the bridge is formed by combination of architectural volume and spans and piers part one volume: architectural volume includes a cloth for movement and space of functional object, architectural volume takes root into spans part of spans and piers part of the bridge, architectural volume takes root into piers part of spans and piers part of the bridge.

The constructive system of multipurpose foot bridges is formed by structural elements of space-planning structure.

Keywords: multifunctional pedestrian bridges, structural elements, piers and spans, architectural volume.

Reference list

1. Pokka E.V. The specific of functional maintaining of the recreational bridges. – Kazan: KSUAE, 2013, № 1 (23). – P. 39-47.
2. Pokka E.V. The functional peculiarity of modern recreational bridges. – Kazan: KSUAE, 2013, № 1 (23). – P. 48-55.
3. Pokka E.V. Recreational bridges: practical guidelines for the term project for the 4 course students by the specialty 270114 «Building Design». – Kazan: KSUAE, 2013. – 38 p.
4. Competitions materials: RIBA, Amsterdam Iconic Pedestrian Bridge Competition, SC2012 Links: Bridging Rivers competition.



УДК 712.25

Исмагилова С.Х. – кандидат архитектуры, доцент

E-mail: grado@kgasu.ru

Гатауллина А.А. – аспирант

E-mail: aigulaidarovna@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

О формировании новых типов крупных рекреационных комплексов периферийной зоны г. Казани

Аннотация

Статья посвящена вопросам совершенствования и развития системы рекреационного обслуживания Казани на основе разработки предложений по функционально-планировочному освоению пригородных территорий, присоединенных в результате территориального роста города. В статье анализируется современный опыт развития нового вида рекреаций, связанных с организацией агро- и экотуризма, а также представлено предложение по размещению крупного экологического парка в пределах северной части водно-зеленого диаметра реки Казанки, анализируются особенности его функционально-планировочного решения.

Ключевые слова: ландшафт, природно-рекреационный комплекс, периферийная зона города, агропарк, экопарк.

Преобразования ландшафтов в периферийной части Казани, в зоне так называемого «стыка» города и пригородной зоны, происходят динамично, главным образом за счет нового строительства, развития транспортной инфраструктуры, выноса из центра города промышленных, складских и коммунальных объектов, распространяющих отнюдь не во всем положительное влияние на природное окружение.

Как правило, освоение ландшафтов в окраинной части города носит фрагментарный характер, характерными особенностями которого являются «экстенсивное потребление пространства, функциональная раздробленность территории, преобладающая стандартизация пространства и утрата природного своеобразия» [1]. В состав окраин входят также дачные поселения, присоединенные сельские поселки, зоны малоэтажного индивидуального строительства и бывшие сельскохозяйственные территории, перемежающиеся с неорганизованными природными ландшафтами.

Существующий генплан Казани, заложивший тенденцию значительного роста города в пределах бывшей пригородной зоны, в целом предусматривает освоение природных ландшафтов и формирование на их основе природно-рекреационного комплекса (ПРК). Однако реализация общей концепции формирования полноценного природно-экологического комплекса города требует последовательного рассмотрения его не только как сложной пространственно и экологически взаимосвязанной системы, но и автономной разработки отдельных фрагментов предлагаемого ПРК.

Анализ природного комплекса Казани, проведенный ранее, позволил выявить характерные его особенности и недостатки, а также сформулировать ряд предложений по улучшению структурно-функциональных и ландшафтно-экологических качеств природной составляющей города, направленных на формирование ландшафтно-экологического каркаса города, что изложено в предыдущих публикациях [2].

Важным принципом совершенствования всей природно-рекреационной системы Казани, в том числе и «стыковой» зоны, является функциональная оптимизация рекреационных объектов города, поиск новых путей функционально-планировочной и ландшафтно-экологической организации, обеспечение разнообразного их назначения и соответствия уровню современных требований к организации отдыха. Процесс создания рекреационных комплексов «на стыке» города и пригородной зоны на основе существующих крупных природных объектов: лесов, лугов, пойм рек, озер и пр. –

призван не только решать проблемы, связанные с организацией и поиском альтернативных форм отдыха в натуральных ландшафтах, но также сохранять экологическое равновесие и природное своеобразие территории.

При формировании природно-рекреационных комплексов «стыковой» зоны следует учитывать ряд общих принципов, направленных на повышение устойчивости к антропогенным воздействиям, усиление средозащитной, средоформирующей и оздоровительной эффективности. В числе общих подходов следует выделить следующие:

- укрупненное ландшафтно-планировочное зонирование территорий природно-рекреационных объектов, обеспечение оптимального соотношения параметров отдельных зон в соответствии с природными особенностями и градостроительной ситуацией;
- обеспечение сбалансированного рекреационного использования территорий природных комплексов с позиций эколого-ориентированного функционального назначения;
- обеспечение оптимальной структуры и ассортимента озеленения и пр. [3].

В соответствии с действующим генпланом Казани в структуру периферийной зоны вошли крупнейшие природные объекты, формирующие так называемый макроуровень природного комплекса города и обеспечивающие связь внутренних частей природной системы города с пригородным окружением, а также имеющие стратегическое значение для формирования ландшафтно-экологического каркаса города. К данным природным доминантам, наряду с лесными и лесопарковыми массивами Лебяженского, Высокогорско-Дербышенского и Матюшинского направлений, относится пойма и долина реки Казанки, пересекающая весь город и образующая его водно-зеленый диаметр. Ныне действующий генплан декларирует широкое развитие рекреационных зон города, в том числе и благоустройство, озеленение берегов, реконструкцию существующих парков и садов вдоль всего русла Казанки [4].

В контексте этого решения вопросы функционально планировочной и ландшафтной организации крупной пойменной территории русла Казанки, расположенной в северной части города, является новой и актуальной задачей. Верхняя, северная часть Казанки, образуемая извилистым течением реки, окружена обширным открытым пространством размером более 1500 га, природно-антропогенного происхождения, примыкающего к обездной трассе города. Наиболее важным в экологическом смысле и эстетически выразительным природным элементом территории является живописное русло Казанки, пересекающее данное обширное пространство, подавляющая часть которого занята пашнями и слабо акцентированное небольшими рощами и озерами. Данная территория, рекомендованная для рекреационного освоения, несомненно, обладает широкими возможностями для развития активных форм отдыха с развитой инфраструктурой. Кроме того, здесь требуется осуществление достаточно трудоемкой программы ландшафтной реорганизации, направленной на защиту береговой зоны, масштабного озеленения и преобразования бывших сельскохозяйственных территорий в эстетически и функционально привлекательные пространства.

Для отечественной практики рекреационного освоения природных территорий «на пороге» города наиболее распространенным направлением остается использование лесопарков и пойм рек, обладающих различными типологическими особенностями в зависимости от градостроительных, природных и исторических условий. В то же время данные территории являются весьма уязвимыми в экологическом отношении ввиду близости к городу и усиления неконтролируемых рекреаций. В числе известных мер в организации природных рекреаций, учитывающих противоречивые тенденции роста нагрузок и требований к комфорту, с одной стороны, а с другой настоятельную необходимость нейтрализации негативного давления на природные зоны, следует отметить следующие современные закономерности. Это:

- формирование и развитие самых разнообразных специализированных рекреационных объектов и территорий (спортивных, тематических, экологических и ландшафтных парков);
- активное развитие в пределах территорий природного комплекса города функций познавательного и экологического туризма [5].

Потребность в ландшафтно-планировочной организации загородных территорий с целью организации рекреационных зон очевидна. Сложившаяся в советское время система загородных рекреаций в значительной степени разрушена, а новые формы только начинают складываться и весьма слабо защищены на законодательном уровне. В результате многие природные территории, будучи привлекательными для развития рекреаций, оказались отданы под частную застройку. В то же время, тенденция выхода загородных рекреаций на новый уровень подтверждается не только дальнейшим развитием сложившихся форм организации загородных ландшафтных объектов (лесопарков, природных и национальных парков, туристических комплексов и пр.), но также появлением новых типов рекреаций в пригородной зоне, таких как сельский, или агротуризм. В частности, этому способствует утрата сельскохозяйственных функций землями, включенными в границы городов. По мнению отдельных авторов, «на данном этапе развития регионов российской провинции рекреация и туризм могут выступать в роли факторов организации пространства и рационализации природопользования», а также «именно туристско-рекреационная сфера может стать в недалеком будущем надежным источником доходов для ныне депрессивных сельских районов» [6].

Если в нашей стране агрорекреации только начинают складываться, то в европейских странах и Америке сельский (аграрный) туризм давно пользуется широкой популярностью. Этот вид рекреаций подразумевает отдых в сельской местности, проживание в условиях, максимально приближенных к деревенским, а также участие в сельскохозяйственных работах, знакомство с крестьянским бытом, питание натуральными продуктами и пр. Очевидно, что организационные формы и функционально-планировочные решения «агрорекреационных» объектов могут быть самыми разнообразными, что демонстрируют некоторые примеры зарубежной практики проектирования.

Так, в рамках 12-ой Венецианской Биеннале архитектуры были выполнены проекты сельских поселений, основным лейтмотивом которых был пересмотр прежних представлений о счастливой жизни в природной среде (рис. 1).



Рис. 1. Фотография макета «Переосмысление счастья» на 12-ой Венецианской Биеннале [7]

Все группы архитекторов, представившие новые модели загородных поселений, опирались на принципы экологической, экономической, энергетической и личной безопасности и обеспечение высокого качества жизни в природном окружении. Проекты были объединены идеей создания жилой среды малой плотности, окруженной

сельскохозяйственными парками и зелеными зонами, предназначенными для туризма, отдыха и сельского производства. Поселки предназначались также для размещения центров разработки инновационных технологий, представляя новую модель университетского городка, способного к полной самостоятельности, благодаря сельскому хозяйству, огородам, туризму и технологиям [7] (рис. 2).

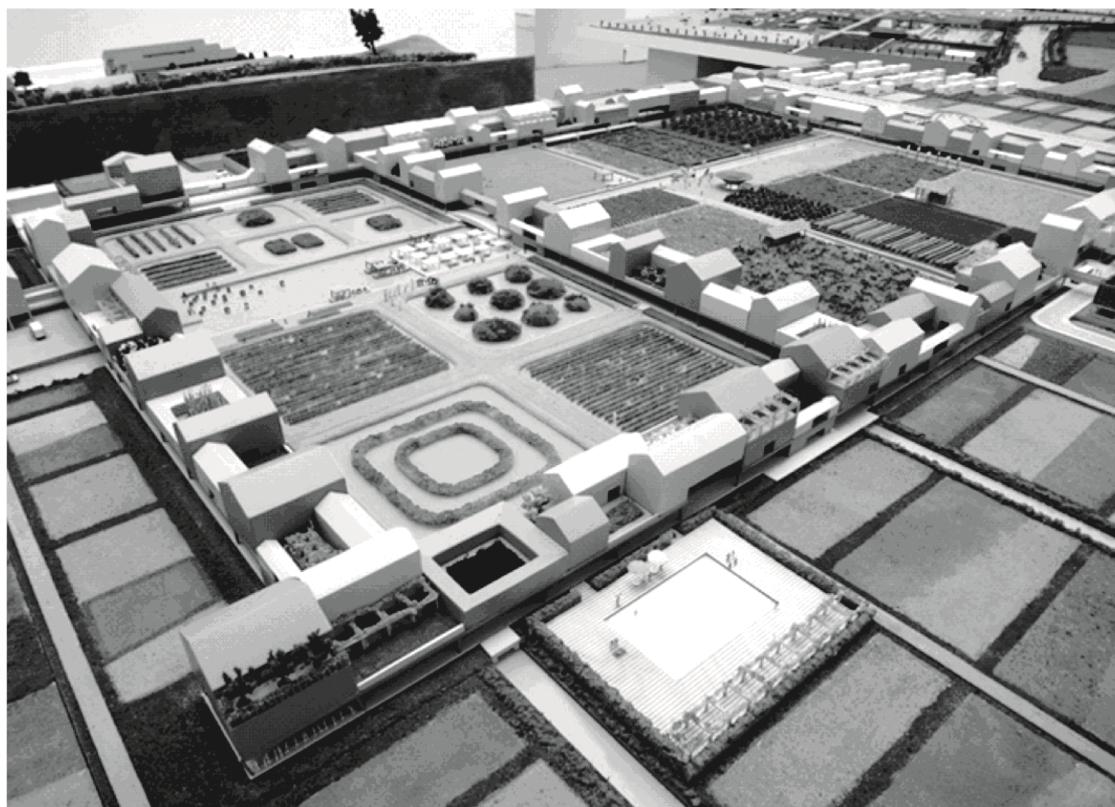


Рис. 2. Фотография макета «Сельский урбанизм» на 12-ой Венецианской Биеннале [8]

Концепция проектного предложения по созданию новой рекреационной зоны Казани в северной части долины Казанки основана на экологическом подходе, предусматривающем дальнейшее сбалансированное развитие территории как части ландшафтного каркаса города, с учетом требований сохранения и воспроизведения природных ресурсов и формирования активной рекреационной среды, удовлетворяющей современным вызовам города. В контексте данной задачи и с учетом современных тенденций в организации природных территорий предлагается создание крупнейшего загородного «экологического» парка с ведущей агрорекреационной функцией.¹

Предложение по функционально-пространственной организации нового загородного парка Казани представляет собой систему отдельных рекреационных центров и зон, последовательно объединенных главной парковой дорогой, что проиллюстрировано схемой (рис. 3).

Ландшафтно-планировочный каркас запроектированного рекреационного комплекса формируется главной природной доминантой – руслом Казанки с активным защитным озеленением прибрежной полосы. Предлагаемое в проектном решении новое озеленение всей территории представляет собой сочетание приемов живописной и регулярной планировки с сохранением в композиции ведущего значения агроландшафтов и открытых пространств различного типа.

¹ Проектное предложение представлено в дипломном проекте Гатауллиной А.А. «Архитектурно-планировочная организация рекреационной зоны в северной части г. Казани», 2013 г.



Рис. 3. Схема функционально-пространственной организации нового загородного парка Казани:
1 – агропоселок; 2 – зоопарк; 3 – водные объекты; 4 – кемпинги; 5 – дендро-питомник;
6 – спортивный центр; 7 – ценные природные объекты; 8 – агроландшафты; 9 – лесные массивы

В проектном решении загородного «экологического» парка предлагается размещение таких функциональных зон и объектов, которые должны значительно разнообразить впечатления, при условии органичности их включения в природную среду, это:

1. Зоопарк, занимающий значительное пространство, где предлагается содержание животных по экологическому принципу, с созданием условий, максимально приближенных к естественной среде обитания, и обеспечением возможности безопасного их наблюдения посетителями.

2. Дендропарк, предназначенный для выращивания разнообразных коллекций местной древесно-кустарниковой растительности.

3. Спортивная деревня с расположеннымными среди зелени разнообразными спортивными сооружениями и площадками для занятий физкультурой.

4. Агропарк, являющийся основной частью запроектированной территории экологического парка и определивший специфику всей функционально-пространственной организации рекреационной зоны.

Основным направлением агропарка является туризм и жизнь в сельской среде, ориентированной на экологическое ведение хозяйства. Располагаясь на территории в 1375 га, он также состоит из ряда объектов и зон, объединенных темой, транслирующей различные варианты гармоничного обитания в природной среде. В агрономическом парке предлагается размещение следующих зон и объектов:

- жилого поселка для постоянного проживания людей, занимающихся сельским хозяйством с учетом требований экологических технологий и обеспечивающих обслуживание и проживание туристов;

- иппоцентра, предназначенного для лечения детей-инвалидов путем их общения с лошадьми;

- летних туристических баз, размещенных в разнообразных ландшафтных ситуациях – в лесу, на воде, на побережье реки;

- фитоцентра, предназначенного для выращивания целебных трав и лечения ими, а также включающего пасеки и центр народной медицины;

- научного городка, предназначенного для студентов-практикантов и преподавателей, включающего лабораторные корпуса, научный центр и жилые помещения.

Принятое проектное предложение, основанное на сочетании требований, учитывающих актуальные тенденции в организации загородных рекреаций, а также сохранение природного и экологического своеобразия территории, иллюстрирует возможное разнообразие вариантов рекреационного формирования крупного природного пространства на границе города и представляет схему-предложение его функционально-пространственной организации.

Список библиографических ссылок

1. Нефедов В.А. Ландшафтный дизайн и устойчивость среды. – СПб., 2002. – 295 с.
2. Исмагилова С.Х., Лобanova А.В. Ландшафтно-планировочные аспекты градоэкологической реконструкции природного комплекса Казани // Известия КГАСУ, 2013, № 1. (23) – С. 85-90.
3. Краснощекова Н.С. Формирование природного каркаса в генеральных планах городов. – М.: Архитектура-С, 2010. – 183 с.
4. Генеральный план г. Казани. ОАО «Институт «Казгражданпроект», 2007. URL: www.kzn.ru (дата обращения: 21.11.13).
5. Москва-Париж. Природа и градостроительство: Под общей ред. Н.С. Краснощековой и В.И. Иванова. – М.: Инкомбук, 1997.
6. Колбовский Е.Ю. Ландшафтное планирование. – М.: «Академия», 2008. – 336 с.
7. Aldo cibic: a campus in the fields at rethinking happiness // Milimetdesign Magazine: the Internet-journal, 2009. URL: <http://milimet.com/2010/09/aldo-cibic-a-campus-in-the-fields-at-rethinking-happiness.html> (дата обращения: 10.11.12).
8. Aldo cibic: rural urbanism at rethinking happiness // Milimetdesign Magazine: the Internet-journal, 2009. URL: <http://milimet.com/2010/09/aldo-cibic-rural-urbanism-at-rethinking-happiness.html> (дата обращения: 10.11.12).

Ismagilova S.Kh. – candidate of architecture, associate professor

E-mail: grado@kgasu.ru

Gataullina A.A. – post-graduate student

E-mail: aigulaidarovna@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

About the formation of new types of large recreational complexes at the peripheral zone of Kazan

Resume

The process of spatial development of the city leads to a fundamental transformation of the landscape bordering the suburban areas. Lack of the necessary landscape planning regulation of «butt» zones makes worse communication between the intra-urban greening and suburban green space, it also leads to uncontrolled building and uncontrolled recreational using. Obviously, in places of landscape dominants, such as river valleys, forests, «entrance» into the city, which are the structure factors of landscape ecological framework of the city, is necessary to provide an appropriate system of functional planning and landscape organization, for their sustainable development. The traditional form of the organization of recreational facilities «butt» zones is reduced to the formation of forest parks and recreational areas within river valleys. Changing approaches to the development of recreational areas «on the verge» of the city can not be reduced only to problems of environmental management of natural objects. These spaces must be provided with functional planning and architectural design, which are corresponding with them.

The project proposal was developed for a major natural area at the occurrence of water-green diameter of Kazanka river in city, was constructed by taking into account current trends in the development of recreations, seeking uniqueness and comfort, and is aimed at finding a compromise of conflicting trends in nature conservation and active resting.

Keywords: landscape, natural and recreational complex, the peripheral area of the city, agropark, ecopark.

Reference list

1. Nefedov V.A. Landscape design and environment sustainability. – S-Pb., 2002. – 295 p.
2. Ismagilova S.Kh., Lobanova A.V. Urban-ecological reconstruction landscape-planning aspects of Kazan city nature complex // News of the KSUAE, 2013, № 1 (23). – P. 84-90.
3. Krasnoshchekova N.S. Formation natural framework in the general plans of cities. – M.: Architecture-C, 2010. – 183 p.
4. General plan for the city of Kazan. Institute «Kazgrazhdanproekt», 2007. URL: www.kzn.ru (reference date: 21.11.13).
5. Moscow-Paris. Nature and town-planning: Under the general edit. Krasnoshchekova N.S., Ivanov V.I. – M.: Incombook, 1997.
6. Kolbovskiy E.Yu. Landscape planning. – M.: Academy, 2008. – 336 p.
7. Aldo cibic: a campus in the fields at rethinking happiness // Milimetdesign Magazine: the Internet-journal, 2009. URL: <http://milimet.com/2010/09/aldo-cibic-a-campus-in-the-fields-at-rethinking-happiness.html> (reference date: 10.11.2012).
8. Aldo cibic: rural urbanism at rethinking happiness // Milimetdesign Magazine: the Internet-journal, 2009. URL: <http://milimet.com/2010/09/aldo-cibic-rural-urbanism-at-rethinking-happiness.html> (reference date: 10.11.2012).



УДК 624.046.2

Антаков А.Б. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: antakof@mail.ru

Антаков И.А. – аспирант

E-mail: igor788@bk.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

**Анализ нормативных подходов к оценке прочности
нормальных сечений изгибаемых элементов,
армированных полимеркомпозитной арматурой**

Аннотация

В данной статье представлен анализ нормативных подходов к оценке прочности нормальных сечений изгибаемых элементов, армированных композитами. Рассмотрены методики расчета в соответствии с нормативными документами: США – ACI 440.1R-06 [1], Евросоюза – fib Bulletin 40 [2] и России – СП 63.13330.2012 [3]. Выявлены особенности и различия методик, их влияние на результаты проектирования и оценку работы конструкций.

Ключевые слова: полимеркомпозитная арматура, прочность нормальных сечений, бетонные конструкции, изгибающие элементы.

Во многих странах изделия из полимеркомпозитных материалов вызывают большой интерес со стороны предприятий строительной отрасли. Полимеркомпозитная арматура (далее ПКА) обладает высокой прочностью на разрыв, в 3 раза выше, чем у стальной арматуры, малым удельным весом, высокой коррозионной стойкостью, низкой теплопроводностью. Одним из перспективных направлений применения ПКА является использование ее в качестве армирования бетонных конструкций. На сегодняшний день наиболее эффективная область применения композитов – конструкции, подверженные воздействию агрессивных сред.

В ряде стран существуют нормативные документы по применению и расчетам конструкций с полимеркомпозитной арматурой в строительстве (табл. 1).

Таблица 1

Перечень нормативных документов, регламентирующих применение композитной арматуры

| | |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Украина | ДСТУ-Н Композитная арматура, первая редакция 26.05.2011 г. (проект). «Руководство по проектированию и изготовлению бетонных конструкций с неметаллической композитной арматурой на основе базальтового и стеклянного ровингов». |
| США | ACI 440.3R-04 «Руководство по Методам Тестирования Композитной Арматуры для Армирования Бетонных Конструкций»; ASTM committee D30 «Свойства Арматурного Каркаса из Композитной Арматуры при Растижении». |
| Канада | CAN/CSA-S806-02 «Проектирование и Разработка Строительных Конструкций с использованием Композитной Арматуры»; CAN/CSA-S6-06 «Канадский Кодекс Проектирование Мостов и Шоссе». |
| Евросоюз | fib Bulletin 40 «Армирование Бетонных Конструкций Композитной Арматурой». |
| Италия | CNR-DT 203/2006 «Руководство по Проектированию и Конструированию Бетонных Сооружений, Армированных Композитной Арматурой». |
| Япония | «Рекомендации по Проектированию и Конструированию Бетонных Сооружений, Армированных Композитными Материалами». |

Далее рассмотрены методики расчета прочности нормальных сечений изгибающих элементов по иностранным документам: США – ACI 440.1R-06 [1] и Евросоюза – fib Bulletin 40 [2].

На рис. 1 и 2 представлены блок-схемы методик определения прочности нормальных сечений изгибающих элементов, армированных ПКА, согласно ACI 440.1R-06 [1] и fib Bulletin 40 [2].

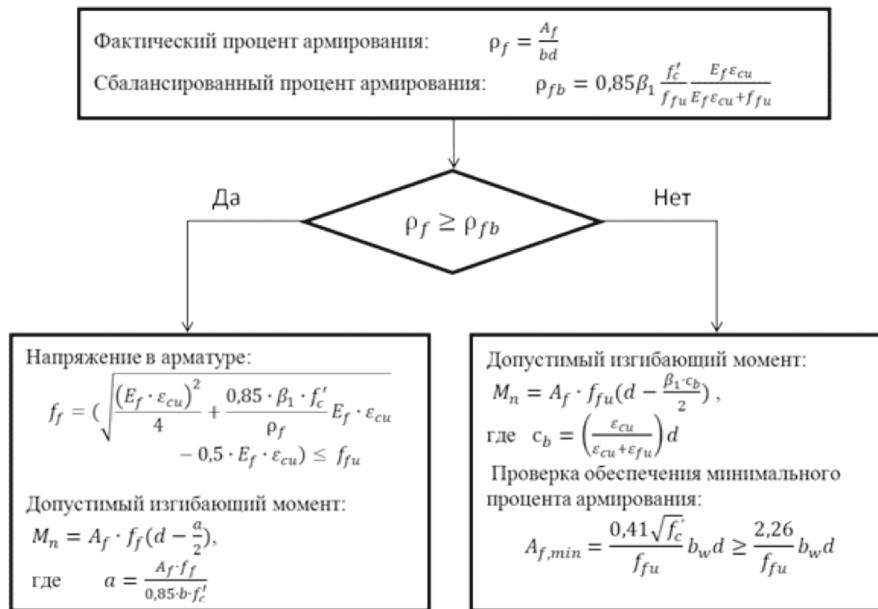


Рис. 1. Блок-схема методики определения несущей способности нормальных сечений изгибаемых элементов, армированных ПКА, ACI 440.1R-06

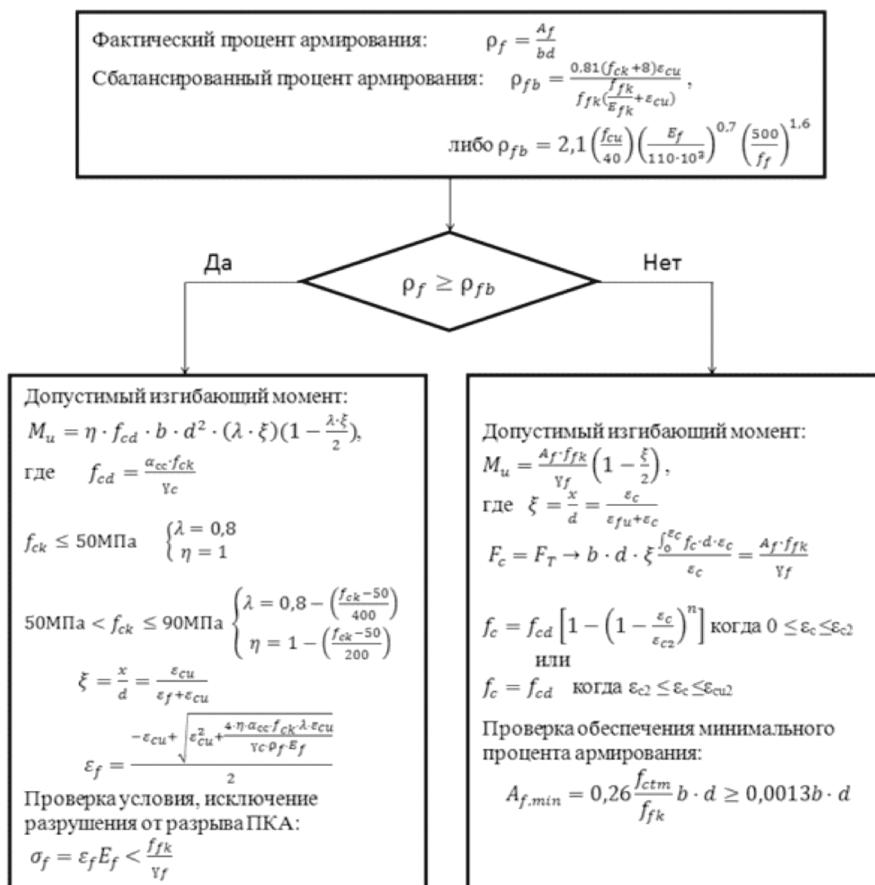


Рис. 2. Блок-схема методики определения прочности нормальных сечений изгибаемых элементов, армированных ПКА, fib Bulletin 40

В иностранных документах [1, 2] при расчете нормальных сечений изгибаемых элементов приняты три возможных механизма разрушения: в результате дробления бетона в сжатой зоне, разрыва растянутой арматуры и одновременное разрушение по бетону и арматуре. Алгоритм действий при расчете в обеих методиках схож, но

расчетные выражения различны. Характер разрушения определяется из отношения величин фактического и сбалансированного процентов армирования – ρ_f и ρ_{fb} соответственно. Значение ρ_{fb} с увеличением прочности бетона возрастает.

Для двух случаев, когда $\rho_f \geq \rho_{fb}$ – разрушение произойдет в результате дробления бетона в сжатой зоне, и $\rho_f < \rho_{fb}$ – в результате разрыва растянутой арматуры, имеются отдельные выражения для определения величины допустимого изгибающего момента.

При $\rho_f \geq \rho_{fb}$ в ACI 440.1R-06 [1] определяется напряжение в арматуре, затем величина допустимого изгибающего момента. В fib Bulletin 40 [2] значение допустимого изгибающего момента определяется исходя из прочности сжатой зоны бетона, с последующей проверкой условия исключения разрушения от разрыва арматуры.

При $\rho_f < \rho_{fb}$ в обеих методиках допустимая величина изгибающего момента определяется исходя из прочности арматуры. В fib Bulletin 40 [2] предварительно необходимо определить деформацию сжатия бетона, при котором происходит разрыв арматуры, исходя из которой определяется относительная высота сжатой зоны бетона. Затем в обеих методиках производится проверка обеспечения минимального процента армирования. Данная проверка обусловлена тем, что при значении процента армирования меньше определенной величины разрушение элемента может произойти по бетону, при напряжениях в арматуре меньше предельных, то есть при нагрузках меньше проектных значений. Причиной этому является достаточно низкий модуль упругости композитной арматуры порядка $(41-60) \times 10^3$ МПа.

В нашей стране в 2013 году был выпущен проект документа СП 63.13330.2012 [3] по проектированию конструкций с данным армированием. На рис. 3 представлена блок-схема методики определения прочности нормальных сечений изгибаемых элементов, армированных ПКА. Расчет по прочности нормальных сечений производится аналогично методике, существующей для железобетонных конструкций, – в зависимости от соотношения значений относительной высоты сжатой зоны бетона ξ_R и граничной относительной высоты сжатой зоны ζ_R .

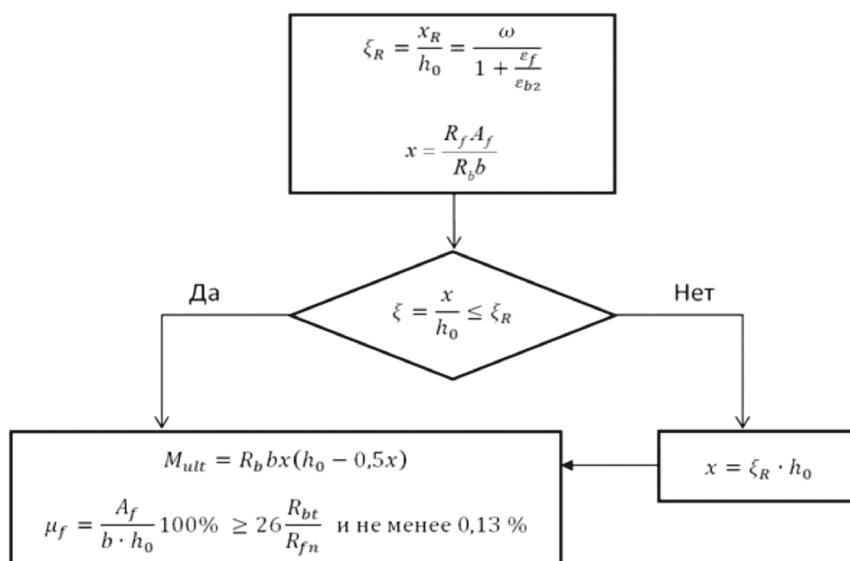


Рис. 3. Блок-схема методики определения несущей способности нормальных сечений изгибаемых элементов, армированных ПКА, СП 63.13330.2012

Величина ξ_R выполняет роль ρ_{fb} в иностранных методиках. Величины ρ_{fb} , определенные по методике fib Bulletin 40 [2], превышают ACI 440.1R-06 [1], при различных классах бетона, на 70-100 %. Для сравнения величин сбалансированного процента армирования по методикам СП [3] и ACI [1] необходимо определить $\rho_f = \frac{A_f}{bd}$, для соответствующей площади армирования A_f , определенной при соблюдении условия

$\xi = \xi_R A_f = \frac{\omega R_b b h_0}{(1 + \frac{\varepsilon_f}{\varepsilon_{b2}}) R_f}$. В результате величины сбалансированного процента армирования, вычисленные по методике СП [3], превышают значения ACI [1], при различных классах бетона, на 50-60 %. По результатам экспериментальных исследований [5], авторами была предложена величина $0,56\rho_{fb}$ в качестве критерия определения характера разрушения, где ρ_{fb} – сбалансированный процент армирования по ACI.

В отличие от методик ACI 440.1R-06 [1] и fib Bulletin 40 [2] в СП [3] рекомендуется соблюдать условие $x \leq \xi_R \cdot h_0$, то есть данное условие обеспечивает разрушение элемента от разрыва арматуры. В CAN/CSA-S806-02 [4] и ACI 440.1R-06 [1] рекомендовано выполнять расчеты, исходя из разрушения бетона сжатой зоны.

Кроме расчетных выражений, немаловажными особенностями в методиках расчета являются различия в величинах коэффициентов надежности.

В таблице 2 приведены значения коэффициентов надежности рассматриваемых норм проектирования [1, 2, 3].

Таблица 2

**Коэффициенты надежности,
используемые в методиках ACI 440.1R-06, fib Bulletin 40 и СП 63.13330.2012**

| Наименование документа | Коэффициенты надежности | | |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | по арматуре | по бетону | по величине допустимого изгибающего момента |
| ACI 440.1R-06 | $C_E = 0,7; 0,8$. Коэффициент, учитывающий условия эксплуатации конструкций. $f_{f,s} \leq 0,2$. $f_{f,s}$ – предел ползучести напряжения разрыва. | – | $\Phi = \begin{cases} 0,55 & \text{при } \rho_f \leq \rho_{fb} \\ 0,3 + 0,25 \frac{\rho_f}{\rho_{fb}} & \text{при } \rho_{fb} < \rho_f < 1,4\rho_{fb} \\ 0,65 & \text{при } \rho_f \geq 1,4\rho_{fb} \end{cases}$ Коэффициент понижения прочности |
| fib Bulletin 40 | $\frac{1}{y_m}; y_m=1,425$. Коэффициент «материала». $\frac{1}{y_f}; y_f=1,25$. Коэффициент надежности. $\frac{1}{y_m}; y_m=3,6$. Коэффициент ограничения напряжения в арматуре. | $y_c=1,5; 1,2$. Частный коэффициент надежности для бетона*. | – |
| СП 63.13330.2012 | $y_f = 1,5; 1$. Коэффициент надежности по материалу. y_{f1} : АСП= 0,7; 0,8; АБП= 0,8; 0,9. Коэффициент, учитывающий условия эксплуатации конструкции. y_{f2} : АСП= 1; 0,3; АБП= 1; 0,4. Коэффициент, учитывающий длительность действия нагрузки. | $y_b = 1,3; 1$. Коэффициент надежности по бетону при сжатии*. | – |

Примечание: * – коэффициенты принимаются по нормам железобетонных конструкций.

В таблице 3 представлено сопоставление приведенных коэффициентов надежности в методиках ACI 440.1R-06 [1], fib Bulletin 40 [2] и СП 63.13330.2012 [3], в зависимости от вида нагрузки.

Таблица 3

Сопоставление приведенных коэффициентов надежности в методиках ACI 440.1R-06, fib Bulletin 40 и СП 63.13330.2012, в зависимости от вида нагрузки

| Наименование документа | Вид нагрузки | |
|------------------------|-----------------|------------|
| | кратковременная | длительная |
| ACI 440.1R-06 | 0,39-0,65 | 0,14-0,16 |
| fib Bulletin 40 | 0,56 | 0,195 |
| СП 63.13330.2012 | 0,46-0,6 | 0,14-0,24 |

Таким образом, использование коэффициентов надежности приводит к существенному занижению величин расчетного сопротивления арматуры и значений воспринимаемых сечениями моментов при кратковременных нагрузках до 0,4-0,6, а при длительных до 0,14-0,36.

В рассматриваемых методиках расчета имеются различия в принципах введения коэффициентов надежности. В СП 63.13330.2012 и fib Bulletin 40 предельный изгибающий момент определяется исходя из прочностей материалов, умноженных на коэффициенты надежности, в ACI 440.1R-06 используется коэффициент снижения прочности ϕ , применяемый к величине допустимого (номинального) изгибающего момента M_n .

В отличие от ACI 440.1R-06 и fib Bulletin 40 в СП 63.13330.2012 при определении расчетного сопротивления растяжению арматуры вводится коэффициент, учитывающий длительность действия нагрузки γ_{f2} . В иностранных методиках он учитывается в расчете ограничения напряжений в материалах по второй группе предельных состояний.

С учетом приведенного анализа сформулированы цель и задачи исследований в области прочности нормальных сечений изгибаемых элементов, армированных ПКА. Целью исследований ставится определение точного критерия, характеризующего вид разрушения изгибаемых бетонных элементов, армированных ПКА. В задачи входит проведение комплексных экспериментальных исследований и компьютерного моделирования для уточнения значений коэффициентов надежности, характера трещинообразования, разрушения и деформативности.

В результате приведенного анализа существующих методик расчета сделаны следующие выводы:

1. Вопрос определения точного критерия, характеризующего вид разрушения изгибаемых бетонных элементов армированных ПКА, является актуальным. В различных методиках расчета величины сбалансированного процента армирования различны, в зависимости от класса бетона разница между ними колеблется в интервале от 13 % до 100 %.

2. Использование коэффициентов надежности в рассмотренных нормативных методиках СП 63.13330.2012, ACI 440.1R-06 и fib Bulletin 40 приводит к существенному занижению величин расчетного сопротивления арматуры и значений воспринимаемых сечениями моментов в интервале 0,14-0,6, нивелирующих экономический эффект от использования композитов.

3. Вопросы расчета изгибаемых бетонных элементов, армированных ПКА, и их разрушения от разрыва арматуры недостаточно изучены, так как методиками CAN/CSA-S806-02 и ACI 440.1R-06 рекомендовано выполнять расчеты, исходя из разрушения бетона сжатой зоны.

Список библиографических ссылок

1. ACI 440.1R-06. Руководство для проектирования и конструирования бетона с армированием композитной арматурой. Американский институт бетона, 2006. – 44 с.
2. fib Bulletin 40. Армирование бетонных конструкций композитной арматурой. Международная федерация по железобетону, Лозанна, 2007. – 147 с.

3. СП 63.13330.2012. Конструкции из бетона с композитной неметаллической арматурой. Правила проектирования. – М.: Минрегион России, 2013. – 94 с.
4. CAN/CSA-S806-02. Проектирование и конструирование строительных конструкций с использованием композитной арматуры, Канадская Ассоциация Стандартов, Торонто, Онтарио, Канада, 2002.
5. Iman Chitsazan, Mohsen Kobraei, Mohd Zamin Jumaat and Payam Shafiqh. Экспериментальное исследование поведения прочности при изгибе бетонных балок армированных ПКА и сравнение предельного момента нагрузки с ACI // Журнал гражданского строительства и строительных технологий, Том 1(2), Декабрь, 2010. – С. 27-42.

Antakov A.B. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: antakof@mail.ru

Antakov I.A. – post-graduate student

E-mail: igor788@bk.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Analysis of normative approaches to strength assessment of normal section bending members with fiber-reinforced polymer reinforcement

Resume

From the analysis of normative approaches to strength assessment of normal section of fiber-reinforced polymer (FRP) reinforced bending structures in SP 63.13330.2012, ACI 440.1R-06 and fib Bulletin 40 guidelines, a range of relevant study issues was developed. Also features and differences were found in the considered methods of design.

A certain criterion for defining the mode of failure of bending concrete members has not been formulated. The values of balanced reinforcement ratio different in various design guidelines. Depending on the grades of concrete, the difference between the values ranges from 13 % to 100 %. As distinct from SP 63.13330.2012 in CAN/CSA-S806-02 and ACI 440.1R-06 guidelines is recommended to design constructions based on the failure of the member is initiated by crushing of the concrete. Considering the safety factor leads to sufficient reduction of reinforcement resistance estimated values and of respective cross sections timing values: for short duration loads – up to 0,4-0,6 and for permanently acting loads – up to 0,14-0,36.

Keywords: fiber-reinforced polymer, strength of normal sections, concrete structures, bending members.

Reference list

1. ACI 440.1R-06. Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with FRP Bars. American Concrete Institute, 2006. – 44 p.
2. fib Bulletin 40. FRP reinforcement in RC structures, International Federation for Structural Concrete, Lausanne, 2007. – 147 p.
3. SP 63.13330.2012. Construction of concrete with non-metallic composite reinforcement. Rules for design. – М.: Ministry of Regional Development of Russia, 2013. – 94 p.
4. CAN/CSA-S806-02. Design and Construction of Building Components with Fibre Reinforced Polymers, Canadian Standards Association, Toronto, Ontario, Canada, 2002.
5. Iman Chitsazan, Mohsen Kobraei, Mohd Zamin Jumaat and Payam Shafiqh. An experimental study on the flexural behavior of FRP RC beams and a comparison of the ultimate moment capacity with ACI // Journal of Civil Engineering and Construction Technology, Vol. 1(2), December, 2010. – P. 27-42.

УДК 69.022.32

Гилязитдинов Р.Ф. – студент

E-mail: gilrust@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Исследование несущей способности элементов фасадной системы «Союз-5000»

Аннотация

В статье приведены результаты экспериментального исследования и расчет несущей способности элементов фасадной системы «Союз-5000» при помощи программного комплекса «ANSYS 14.0». При исследовании напряженно-деформированного состояния элементов фасадной системы было рассмотрено четыре расчетных случая. Первый случай соответствовал проектному варианту системы, в последующих был произведен расчет системы с использованием разработанных усиливающих шайб. Предложены конструктивные решения для повышения несущей способности исследуемого объекта.

Ключевые слова: навесной вентилируемый фасад, прочность и деформативность несущих элементов, компьютерные методы расчета строительных конструкций.

Краткое описание объекта исследования

Для исследования несущей способности был смонтирован фрагмент фасадной системы (ФС). В качестве несущего основания была использована монолитная бетонная стена.

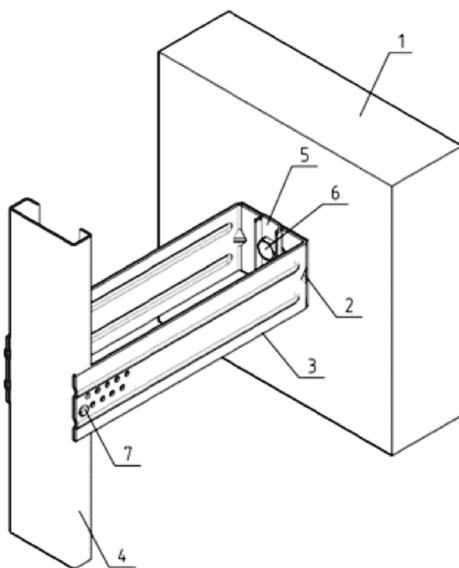


Рис. 1. Узел крепления кронштейна к несущей стене: 1 – несущая стена; 2 – терморазрывная прокладка; 3 – кронштейн стендовой; 4 – вертикальный С-образный профиль; 5 – усиливающая шайба; 6 – анкер крепительный; 7 – заклепка

Несущая конструкция ФС «Союз-5000» представляет собой каркас, состоящий из: вертикального С-образного профиля ($t=1,2$ мм); стендового кронштейна ($t=1,5$ мм); усиливающей шайбы стендового кронштейна и элементов крепления керамогранитных плит облицовки в виде кляммеров ($t=1,2$ мм).

Кронштейны системы изготавливают методом штамповки из листовой оцинкованной стали марки 08Ю, 08ПС толщиной 1,5 мм. Сечение кронштейна имеет П-образную форму. Высота кронштейна 60 мм. Консоли кронштейнов по продольным кромкам усилены полукруглыми гофрами высотой 4 мм. Консоли расположены друг от друга на расстоянии 71 мм. Вылет консолей, обеспечивающий вынос плоскости фасада от стены в пределах от 50 мм до 250 мм, назначается в соответствии с конструктивным решением.

Для увеличения жесткости кронштейна переход консолей к пяте усилен двумя местными треугольными выштамповками. Пята кронштейна усиливается вертикальным элементом в виде швеллера с сечением 25(b)x7(h)x1,5(t) мм.

Вертикальные направляющие крепятся одной заклепкой к каждой консоли. Заклепки диаметром до 4,8 мм из коррозионной стали A2-1.4567 или 1.4301 фирмы «BRALO».

Кронштейны крепят к стене с помощью одного анкера из коррозионной или оцинкованной стали. В зависимости от проектных условий шаг расстановки кронштейнов варьируется в пределах 600-900 мм по горизонтали и 600-1200 мм по вертикали.

Методика и задачи исследования несущей способности

Целью исследования является расчет и экспериментальное испытание несущей способности и деформативности фрагмента ФС с учетом неблагоприятно-возможных условий загружения.

Исследование состоит из двух этапов:

1. Моделирование и расчет несущих элементов как проектного варианта ФС, так и вариантов с использованием в системе различных видов усиливающих шайб;
2. Экспериментальное исследование несущей способности фрагмента ФС при действии расчетной нагрузки.

При испытании предусматривается решение следующих задач:

- 1) определение напряжений в наиболее нагруженных элементах;
- 2) определение максимального прогиба элементов системы, при расчетной вертикальной нагрузке.

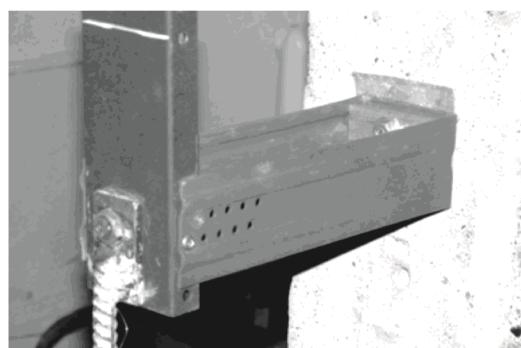


Рис. 2. Загружение фрагмента фасадной системы в лабораторных условиях



Рис. 3. Прогибомеры, установленные в испытуемой системе

Испытание фрагмента проводилось под действием вертикальной нагрузки. Загружение элементов ФС производилось тарированными грузами, прикладываемыми к нижней части вертикального С-образного профиля через специальный подвес. Таким образом, лабораторные условия загружения были наиболее близки к действительным.

Загружение фрагментов ФС осуществлялось этапами. Количество этапов загружений до расчетной нагрузки $0,2P_{\text{расч}}$, а вблизи $P_{\text{расч}}$ через $0,1P_{\text{расч}}$. Расчетная вертикальная нагрузка, действующая на ФС, составляет 228,6 Н. Показания определялись по прогибомеру через 5 минут после очередного этапа загружения.

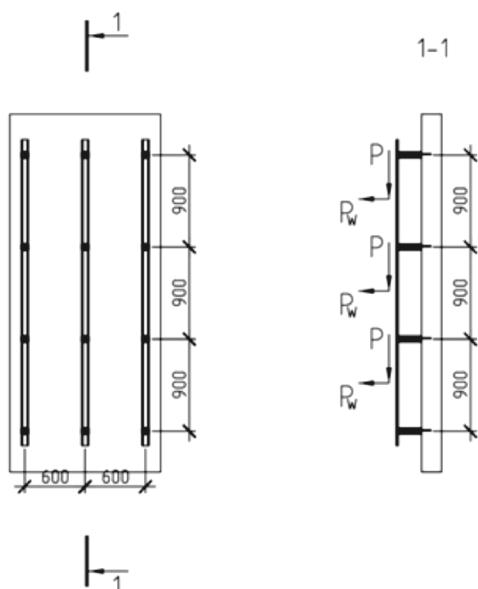


Рис. 4. Расчетная схема фасадной системы

Численное исследование напряженно-деформированного состояния несущих элементов фасадной системы

При исследовании НДС фасадной системы было рассмотрено четыре расчетных случая. Первый случай соответствовал проектному варианту системы, в последующих был произведен расчет системы с использованием в ней нестандартных усиливающих шайб (УШ).

Расчетный случай 1: максимальные деформации, определенные при расчете конечно-элементной модели в ПК «ANSYS 14.0», соответствующие расчетной вертикальной нагрузке, составили 3,19 мм. Максимальные напряжения при действии расчетной вертикальной нагрузки, составили 430 МПа. Данные напряжения возникают в нижней части прымыкания консолей к пяте стенового кронштейна.

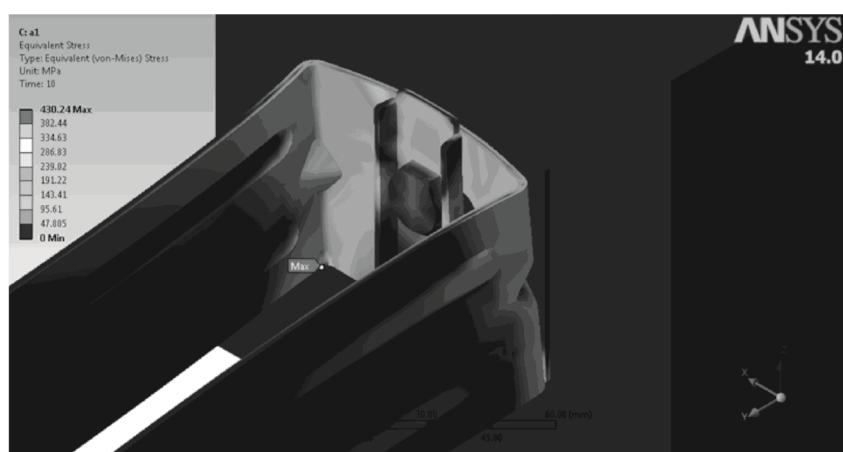


Рис. 5. Эквивалентные напряжения, возникающие в элементах ФС при использовании стандартной УШ

Расчетный случай 2 (УШ № 1): максимальные деформации составили 0,74 мм, максимальные напряжения – 247 МПа.

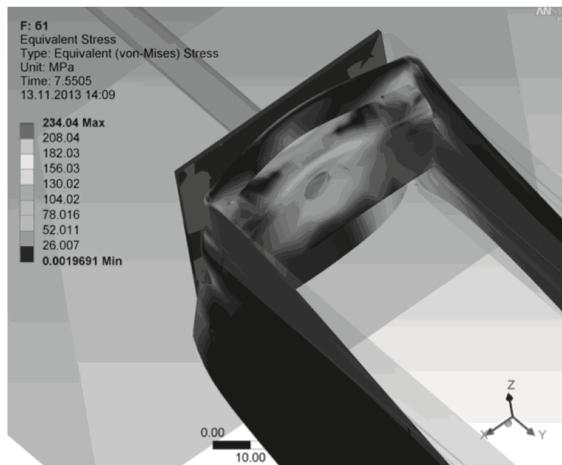


Рис. 6. Эквивалентные напряжения, возникающие в элементах ФС при использовании УШ № 1

Расчетный случай 3 (УШ № 2): максимальные деформации составили 0,89 мм, максимальные напряжения – 260 МПа.

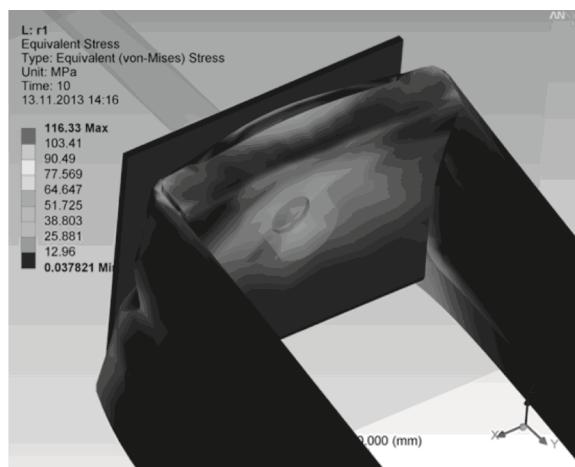


Рис. 7. Эквивалентные напряжения, возникающие в элементах ФС при использовании УШ № 2

Расчетный случай 4 (УШ № 3): максимальные деформации составили 0,86 мм, максимальные напряжения – 179 МПа.

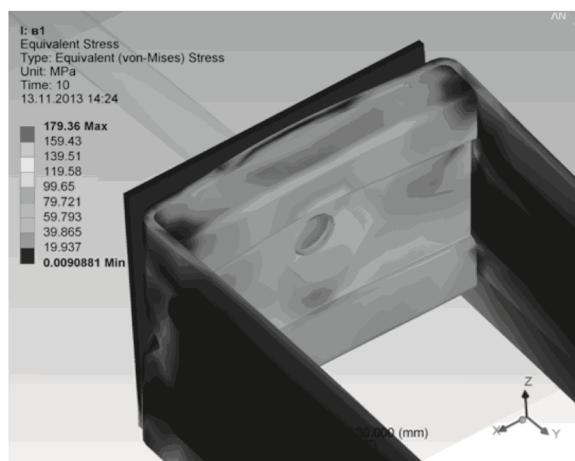


Рис. 8. Эквивалентные напряжения, возникающие в элементах ФС при использовании УШ № 3

Таким образом, установлено, что в системе с применением стандартной усиливающей шайбы возникают недопустимые значения напряжений и деформаций.

Из всех предложенных решений самой эффективной оказалась система с использованием УШ № 3. При использовании данной усиливающей шайбы в полной мере удовлетворяются условия прочности и деформативности. В сравнении с проектным решением, напряжения принимают значения ниже на 58 %, а деформации – на 73 %.

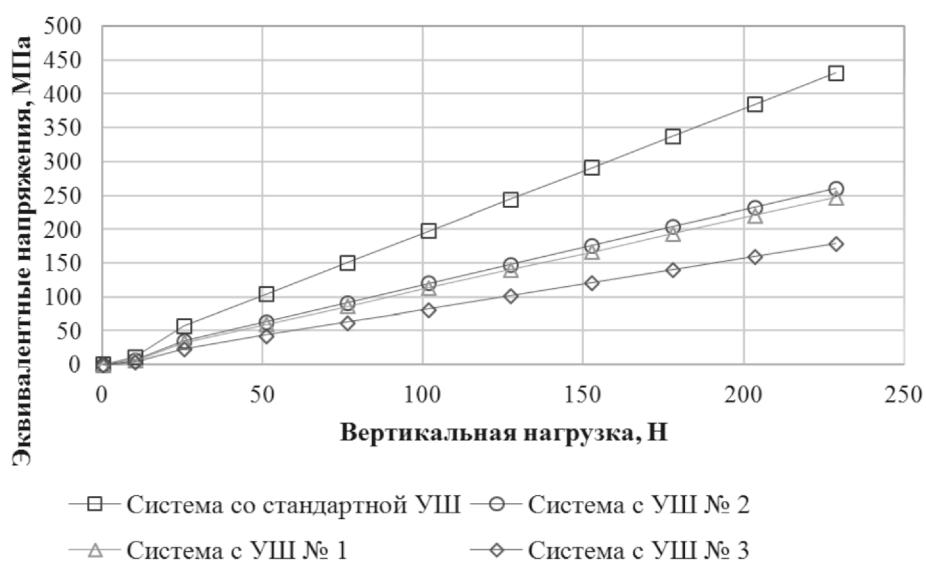


Рис. 9. Зависимость напряжений от действующей вертикальной нагрузки

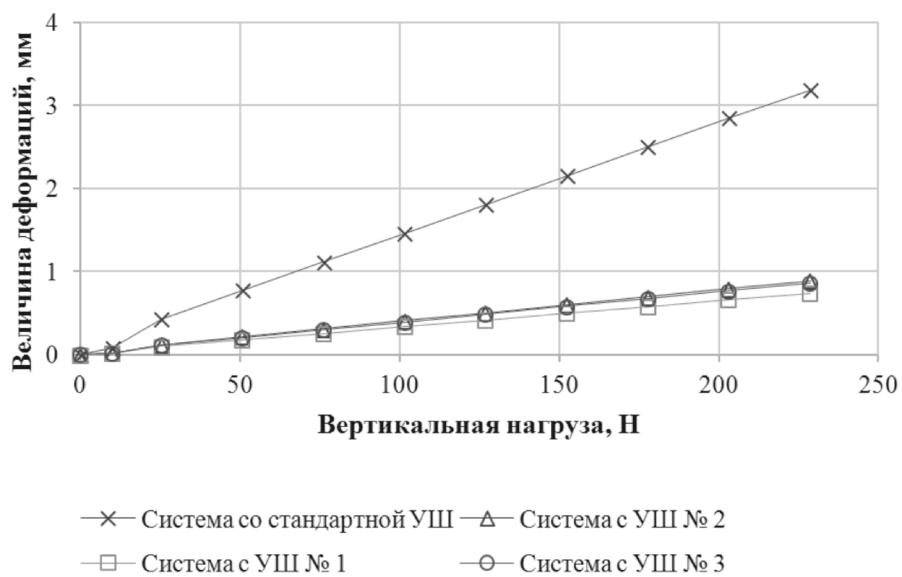


Рис. 10. Зависимость деформаций от действующей вертикальной нагрузки

Заключение

В ходе исследования несущей способности каркаса фасадной системы «Союз-5000» выявлено, что при выполнении неблагоприятно-возможных условий загружения, напряжения и деформации, возникающие в исследуемом объекте, превышают максимально допустимые. Установлено, что это связано с неэффективной работой предлагаемой по проекту усиливающей шайбы.

Были разработаны более совершенные модели усиливающих шайб. Полученные данные показали, что предложенные решения удовлетворяют условиям прочности и деформативности.

Список библиографических ссылок

1. Терешкова А.В. Исследование деформативности и совершенствование конструктивных решений элементов каркаса фасадных систем с вентилируемым воздушным зазором. – Красноярск, 2007. – 233 с.
2. Фасадные теплоизоляционные системы с воздушным зазором. Рекомендации по составу и содержанию документов и материалов, представляемых для технической оценки пригодности продукции. – М.: Госстрой России, 2004. – 59 с.
3. Лукьянова А.Н. Моделирование контактной задачи с помощью программы ANSYS: учебно-методическое пособие. – Самара, 2010. – 52 с.

Gilyazitdinov R.F. – student

E-mail: gilrust@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Research of a load-carrying capacity of elements of front system «Soyuz-5000»

Resume

Suspended facade systems with an air gap in recent years have become widespread in our country. This is due to factors such as price, due to the simple design solutions, as well as the convenience and speed of installation data facade systems, regardless of weather conditions.

However, the application of this solution for facade cladding cannot be called perfect. For example, the critical issue is the lack of the necessary regulations governing the requirements for their design, installation and operation. Unfortunately, the conditions of our realities tasks associated with technical standardization, received improper development. In this regard, the resolution of these issues is entrusted to those entities that have an interest in the use of such facade systems. Since the development of techniques of research and calculation hinged facade systems rests on the shoulders of ordinary design engineers. With this in mind we decided to explore one of the proposed facade system on the market. The results of our works presented in the article under consideration.

Keywords: hinged ventilate facade, durability and a deformation property of supporters, computer methods of calculation of building designs.

Reference list

1. Tereshkova A.V. Deformability study and improvement of design solutions framework elements facade systems ventilated air gap. – Krasnoyarsk, 2007. – 233 p.
2. Facade insulation systems with an air gap. Recommendations on the composition and content of the documents and materials submitted for technical evaluation of the suitability of the product. – M.: State Committee of Russia, 2004. – 59 p.
3. Lukyanova A.N. Modeling of the contact problem with using ANSYS: Textbook. – Samara, 2010. – 52 p.

УДК 624.04

Ерышев В.А. – доктор технических наук, профессор

E-mail: gsx@tltsu.ru

Латышева Е.В. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: p-tata@mail.ru

Бондаренко А.С. – инженер

Баранова Ю.С. – студент

Тольяттинский государственный университет

Адрес организации: 445667, Россия, г. Тольятти, ул. Белорусская, д. 14

Деформационные параметры бетона при разгрузке с напряжений сжатия

Аннотация

Целью исследований является установление аналитической связи между напряжениями и деформационными параметрами бетона при осевом нагружении образцов на ветвях разгрузки с напряжений сжатия. Предметом исследования являются: осевые и поперечные деформации; коэффициент поперечной деформации; объемные деформации.

Рассматриваются циклы с разными величинами максимальных напряжений, в том числе близких к предельным их значениям с учетом дилатации бетона. Остаточные деформации при разгрузке определяются в приращениях напряжений и деформаций лучевым методом. Устанавливается связь между начальными модулями упругости бетона и модулем деформаций при разгрузке.

На основании опытных данных построены аналитические зависимости определения величин остаточных деформаций при частичной или полной разгрузке. Приведены сравнения результатов расчета по предложенной методике с опытными данными, полученными авторами.

Ключевые слова: осевые и поперечные деформации, объемные деформации, напряжения, лучевой метод.

Диаграммы деформирования бетона, связывающие относительные деформации с напряжениями при одноосном сжатии, находят широкое применение в расчетах бетонных и железобетонных конструкций. Деформированное состояние элементов при центральном сжатии определяется не только продольными ε_b (вдоль действия напряжений), которые имеют отрицательный знак, но и поперечными деформациями ε_p противоположного знака. Связь между этими деформациями устанавливается традиционным путем через коэффициент поперечной деформации μ_b :

$$\varepsilon_p = -\varepsilon_b \mu_b. \quad (1)$$

Деформации разных направлений при центральном сжатии вызывают объемные деформации θ , величина которых вычисляется по формуле:

$$\theta = \varepsilon_b + 2\varepsilon_p. \quad (2)$$

Деформационные параметры бетона достаточно полно исследованы при статическом загружении образцов вплоть до разрушения. Методика их определения при разгрузке (в первую очередь, из-за отсутствия опытных данных) в нормативной и научной литературе не представлена, что сдерживает развитие методов расчета железобетонных конструкций на нагрузки, которые изменяются по некоторым циклическим закономерностям. Базой для построения расчетных моделей при разгрузке могут служить результаты исследований при кратковременных испытаниях бетонных образцов, где в опытах образец нагружается до заданного уровня напряжений сжатия σ_b , а затем производится разгрузка.

Экспериментальные исследования выполнялись на образцах – призмах размерами 15x15x60 см, изготовленных из тяжелого бетона в металлических формах. Образцы хранились в лаборатории при комнатной температуре в естественных условиях в течение 28 суток. Одна часть призм подверглась испытаниям статической нагрузкой напряжениями сжатия до разрушения. Другая часть образцов испытывалась с разгрузкой,

для чего для каждого образца в диапазоне напряжений $0,4\hat{\sigma}_b \leq \tilde{\sigma}_b < \hat{\sigma}_b$ ($\hat{\sigma}_b$ – предельные напряжения при статическом нагружении до разрушения) назначался максимальный уровень напряжений в циклах $\tilde{\sigma}_b$, с которого начиналась разгрузка. Нагружение производилось при пропорциональном увеличении (уменьшении) нагрузки ступенями, составляющими 10 % от разрушающей, с выдержкой на каждой ступени 5 мин. В процессе испытаний по индикаторам часового типа с ценой деления 0,001 мм, установленным на каждой грани образца, измерялись продольные относительные деформации ε_b на базе 300 мм (индикаторы И1, И2, И3 и И4) и относительные поперечные деформации ε_p (рис. 1) на базе 150 мм (индикаторы И5, И6, И7 и И8). Опытные данные по каждой грани обработаны, вычислены средние значения деформаций по четырем граням каждой призмы и представлены в координатах « $\varepsilon_p - \eta$ » ($\eta = \frac{\sigma_b}{\hat{\sigma}_b}$ – относительный уровень напряжений) и « $\varepsilon_b - \eta$ » (рис. 2 а, б).

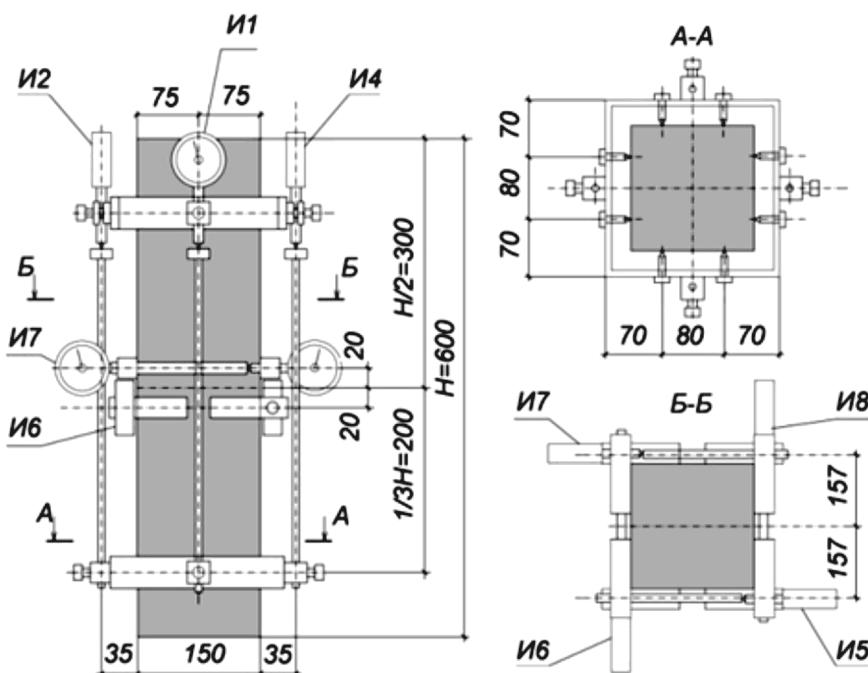


Рис. 1. Схема расстановки индикаторов
для получения опытных значений продольных ε_b и поперечных ε_p деформаций

По результатам испытаний образцов при статическом нагружении до разрушения определены деформационные и прочностные параметры бетона: начальный модуль деформаций бетона $E_b = 30 \cdot 10^3$ МПа; предельные значения поперечных относительных деформаций $\hat{\varepsilon}_p = 1,06\%$; предельные значения осевых относительных деформаций $\hat{\varepsilon}_b = 2,25\%$; предельный уровень напряжений $\hat{\sigma}_b = 38,9$ МПа. Из формулы (1) вплоть до разрушения вычислены значения коэффициента поперечных деформаций $\mu_b = \frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_b}$, а по формуле (2) – объемные деформации θ . Результаты вычислений в виде опытных их значений представлены в координатах « $\mu_b - \eta$ » и « $\theta - \eta$ » (рис. 3а, б). Экспериментальные исследования показывают, что с увеличением уровня напряжения сжатия коэффициент поперечной деформации μ_b возрастает от некоторого начального значения $\mu_b^0 = 0,18-0,2$ до предельных значений $\hat{\mu}_b = 0,47$. В начале нагружения, как и положено при сжатии, объем уменьшается (θ – является отрицательной величиной), затем уменьшение объема затормаживается и приходит в состояние θ_{min} , а до стадии разрушения начинается интенсивный рост объема. Замедление уменьшения объема сопровождается накоплением в структуре бетона микротрещин и повреждений.

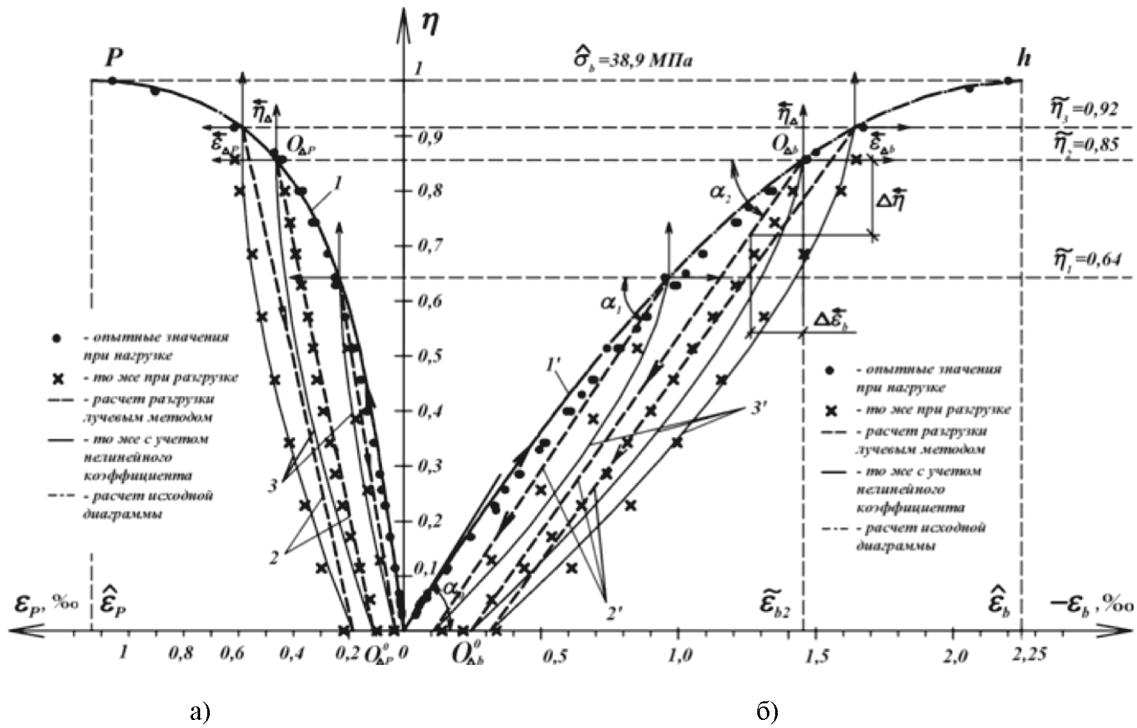


Рис. 2. Сравнение опытных и расчетных значений деформаций бетона в цикле нагрузка и разгрузка с тремя уровнями напряжений:

на диаграмме поперечных деформаций (а); на диаграмме продольных деформаций (б):
1,1' – исходные диаграммы статического нагружения; 2,2' – разгрузка по линейному закону;
3,3' – разгрузка с учетом коэффициента нелинейности

Точка θ_{min} по О.Я. Бергу [1] соответствует верхней параметрической точке R_t^y (до этой границы бетон моделируется однородной сплошной средой). По напряжениям в этой точке в некоторых случаях судят о некотором безопасном уровне напряжений, пределе стабильности при повторных нагрузках [2] и долговечности [3]. По опытным данным $R_t^y = 31,9$ МПа ($\eta_t^y = 0,82$).

Для построения расчетных зависимостей изменения деформационных параметров при разгрузке необходимо иметь аналитические зависимости, устанавливающие связь между их значениями и уровнями напряжений при статическом нагружении вплоть до разрушения. В работах большинства авторов предлагались или совершенствовались ранее предложенные феноменологические зависимости в виде полиномов, степенных, дробных и других функций. Наиболее полно ряду важных условий отвечают зависимости, предложенные в работе [3].

При центральном сжатии диаграмма деформирования бетона представляется в виде:

$$\varepsilon_b = \frac{\sigma_b}{E_b \nu_b}, \quad (3)$$

где E_b – начальный модуль упругости бетона, ν_b – коэффициент изменения секущего модуля ($E_b \nu_b$ – секущий модуль);

$$\nu_b = \hat{\nu}_b + (\nu_0 - \hat{\nu}_b) \sqrt{1 - \omega_1 \eta - \omega_2 \eta^2}, \quad (4)$$

здесь $1 \geq \nu_b \geq 0$; $\hat{\nu}_b$ – значение коэффициента изменения секущего модуля ν_b в вершине диаграммы, ν_0 – значение коэффициента ν_b в начале диаграммы, η – уровень напряжений ($0 \leq \eta \leq 1$); ω_1, ω_2 – параметры кривизны диаграммы:

$$\hat{\nu}_b = \frac{\hat{\sigma}_b}{\hat{\varepsilon}_b \cdot E_b}; \quad \eta_b = \frac{\sigma_b}{\hat{\sigma}_b}; \quad (5)$$

$$\omega_1 = 2 - 2,5 \cdot \hat{\nu}_b; \quad \omega_2 = 1 - \omega_1. \quad (6)$$

Для восходящей ветви: ($|\varepsilon_b| \leq |\hat{\varepsilon}_b|$); $\nu_0 = 1$; $\hat{\varepsilon}_b$ – деформации в вершине диаграммы.

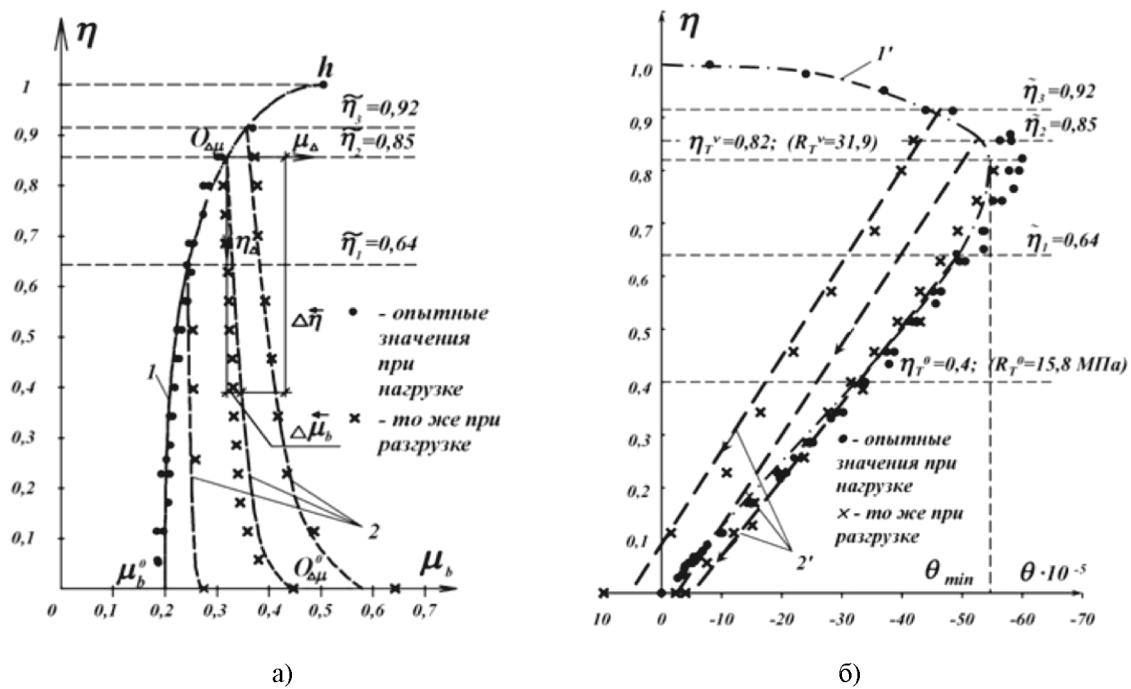


Рис. 3. Сравнение опытных и расчетных деформационных параметров:
коэффициента поперечных деформаций μ_b (а); объемных деформаций (б):
1,1' – при нагрузке с ростом напряжений; 2,2' – при разгрузке с трех уровней напряжений

Аналитическая зависимость связи между деформациями ε_b и напряжениями σ_b в виде (3) с учетом (4) удовлетворительно описывает опытные данные статического нагружения образцов до разрушения (рис. 2б). Расчетную диаграмму принимаем за исходную, которая включает значения деформаций $\hat{\varepsilon}_b$ на начало разгрузки, в зависимости от назначенного уровня напряжений $\tilde{\sigma}_b$, и определяет одну из граничных точек теоретических ветвей разгрузки. Соответствие опытных и расчетных значений μ_b диаграммы « μ_b - η » (ветвь $\mu_b^0 h$, рис. 3а) удовлетворительно отражает зависимость:

$$\mu_b = \hat{\mu}_b + (\mu_b^0 - \hat{\mu}_b) \sqrt{1 - \eta^3}, \quad (7)$$

где $\hat{\mu}_b$ – значение коэффициента μ_b в вершине диаграммы ($t.h$) определяется по формуле:

$$\hat{\mu}_b \approx \mu_b^0 + 1 - \sqrt[3]{\hat{v}_b^2}. \quad (8)$$

Формула (1) с учетом зависимостей (3) для осевых деформаций ε_b и (7) для μ_b описывает восходящую ветвь 0Р исходной диаграммы поперечных деформаций « ε_p - η », которая отражает их нелинейный характер изменения с ростом уровня напряжений и соответствует опытным данным (рис. 2а). Расчетные значения предельных поперечных деформаций $\hat{\varepsilon}_p = 1,13\%$ определены по формуле (1) при $\varepsilon_b = \hat{\varepsilon}_b = 2,25\%$ и $\mu_b = \hat{\mu}_b$. Предельные значения коэффициента поперечных деформаций $\hat{\mu}_b = 0,51$ вычислены по формуле (8), где принято $\mu_b^0 = 0,2$, а по зависимости (5) определен коэффициент $\hat{v}_b = 0,58$. Опытные значения этих параметров составляют: $\hat{\varepsilon}_p = 1,06\%$, $\hat{\mu}_b = 0,47$.

На исходных диаграммах « ε_p - η » (ветвь 0Р, рис. 2а) и « ε_b - η » (ветвь 0h, рис. 2б), построенных, соответственно, с учетом зависимостей (1), (3), (7) и (3), (4), (5), (6), выделим три уровня максимальных напряжений в циклах $\tilde{\eta}_1 = 0,64$; $\tilde{\eta}_2 = 0,85$; $\tilde{\eta}_3 = 0,92$, с которых производилась разгрузка, и нанесем опытные значения деформаций на ступенях разгрузки. Если через опытные значения провести линии, то они имеют вогнутость к оси деформаций, а при полном снятии напряжений сжатия часть деформаций не восстанавливается. С увеличением уровня напряжений на начало разгрузки кривизна кривых и величина остаточных деформаций возрастают.

В ранее опубликованных работах [1, 3] предлагались разные способы учета нелинейности кривых разгрузки. Вместе с тем, рассматривался и так называемый

«лучевой метод» [2], в котором ветви разгрузки и повторного нагружения представлялись отрезками прямых линий (секущими), соединяющими конечные точки в вершинах диаграмм и при полном снятии нагрузки в каждом цикле. На отрезке разгрузки $0_{\Delta b} - O_{\Delta b}^0$ (например, для уровня напряжений $\tilde{\eta}_2 = 0,85$) вводим новую систему координат. Начало координат закрепляем на исходной диаграмме в точке $0_{\Delta b}$ с координатами $\tilde{\eta}_2$ и $\tilde{\varepsilon}_{b2}$, соответствующими началу отрезка разгрузки, направление осей $\tilde{\eta}_\Delta$ и $\tilde{\varepsilon}_{\Delta b}$ совпадает с направлением исходных осей η и ε_b . Приращению уровня напряжений $\Delta\tilde{\eta}$ в произвольной точке отрезка разгрузки соответствует приращение деформаций $\Delta\tilde{\varepsilon}_b$, а при $\Delta\tilde{\eta} = \tilde{\eta}_2$, соответственно, $\Delta\tilde{\varepsilon}_b^0$ - приращение деформаций в новой системе координат при полном снятии напряжений сжатия (отрезок $O_{\Delta b}^0 - \tilde{\varepsilon}_{b2}$).

Соотношение между приращениями напряжений $\Delta\tilde{\sigma}_b$ и деформаций $\Delta\tilde{\varepsilon}_b$ в новой системе координат записывается в виде (3) с заменой секущего модуля $E_b v_b$ на секущий модуль \tilde{E}_b ветви разгрузки в цикле, который определяется углом наклона α отрезка разгрузки к оси деформаций:

$$\Delta\tilde{\varepsilon}_b = \Delta\tilde{\sigma}_b / \tilde{E}_b, \quad (9)$$

где $\Delta\tilde{\varepsilon}_b$ принимает отрицательные значения, так как разгрузка имеет противоположное направление осям $\tilde{\eta}_\Delta$ и $\tilde{\varepsilon}_{\Delta b}$.

Устанавливается связь между секущим модулем при разгрузке и модулем деформаций бетона E_b в виде:

$$\tilde{E}_b = \gamma E_b, \quad (10)$$

где на основании опытных данных принимается $\gamma = \sqrt{v_b} / 0,95$.

С ростом уровня нагружения η , согласно формуле (4), значение v_b уменьшается, соответственно, уменьшается угол наклона α отрезка разгрузки к оси деформаций и значение секущего модуля при разгрузке \tilde{E}_b . Так, при разгрузке с уровня напряжения $\tilde{\eta}_2$ соотношение \tilde{E}_b / E_b составляет 0,92, а с уровня напряжений $\tilde{\eta}_3$, соответственно 0,89.

Текущие значения остаточных деформаций $\tilde{\varepsilon}_b$ в исходной системе координат при снятии нагрузки определяются из равенства:

$$\tilde{\varepsilon}_b = \tilde{\varepsilon}_b + \Delta\tilde{\sigma}_b / \tilde{E}_b. \quad (11)$$

Расчетные отрезки лучевого метода (рис. 2а, б) с достаточной точностью совпадают с опытными на концах отрезков, однако промежуточные значения на 6-7 % меньше опытных.

Криволинейный характер изменения деформаций при разгрузке можно учесть, введя в формулу (11) нелинейный коэффициент:

$$\tilde{\varepsilon}_b = \tilde{\varepsilon}_b + \frac{\Delta\tilde{\sigma}_b \beta}{\tilde{E}_b}, \quad (12)$$

где на основании опытных данных принимаем $\beta = \sqrt{\frac{\Delta\tilde{\eta}}{\tilde{\eta}}}$.

Расчетные кривые с учетом коэффициента β более точно отражают характер изменения деформаций на ветвях разгрузки. Для определения остаточных деформаций ε_b^0 при полном снятии нагрузки формулы (11) и (12) примут вид:

$$\varepsilon_b^0 = \tilde{\varepsilon}_b - \tilde{\sigma}_b / \tilde{E}_b, \quad (13)$$

где $\tilde{\varepsilon}_b$ вычисляется по формуле (3); \tilde{E}_b – по формуле (10); $\tilde{\sigma}_b$ – максимальный уровень напряжений на начало разгрузки (задается режимом нагружения).

Для разработки алгоритма вычисления остаточных поперечных деформаций $\tilde{\varepsilon}_p$ полагаем, что связь в виде (1) остается справедливой и при разгрузке:

$$\varepsilon_b^0 = \tilde{\varepsilon}_b - \tilde{\sigma}_b / \tilde{E}_b. \quad (14)$$

Методику вычисления $\tilde{\mu}_b$ строим в координатных осях « $\tilde{\eta}_\Delta - \tilde{\mu}_\Delta$ », которые закрепляем на уровне напряжений на начало разгрузки $\tilde{\eta}$ (например, при $\tilde{\eta}_2=0,85$) в точке $O_{\Delta\mu}$. Приращению уровня напряжений $\Delta\tilde{\eta}$ при разгрузке соответствует приращение значений коэффициента $\Delta\tilde{\mu}_b = \tilde{\mu}_b - \tilde{\mu}_b$. Опытные данные свидетельствуют, что коэффициент $\tilde{\mu}_b$ при разгрузке от начального значения $\tilde{\mu}_b$ не изменяется до полного снятия напряжений с низких уровней (например, при $\tilde{\eta}_1=0,64$). С увеличением уровня

напряжений на начало разгрузки (например, при $\tilde{\eta}_2=0,85$ или $\tilde{\eta}_3=0,92$) значение коэффициента $\tilde{\mu}_b$ увеличивается, особенно значительно в конце разгрузки (рис. 3а). Этот фактор удовлетворительно отражает зависимость:

$$\tilde{\mu}_b = \tilde{\mu}_b^0 + (\tilde{\mu}_b - \tilde{\mu}_b^0) \sqrt{\frac{\tilde{\eta} - \Delta\tilde{\eta}}{\tilde{\eta}}}, \quad (15)$$

где на основании опытных данных предельное значение $\tilde{\mu}_b^0$ в новой системе координат при $\Delta\tilde{\eta} = \tilde{\eta}$ вычисляется по формуле:

$$\tilde{\mu}_b^0 = \frac{\tilde{\mu}_b}{\sqrt[3]{1 - \tilde{\eta}^3}}. \quad (16)$$

Формула (14) для определения остаточных поперечных деформаций при полном снятии напряжений сжатия примет вид:

$$\varepsilon_p^0 = \varepsilon_b^0 \tilde{\mu}_b^0, \quad (17)$$

где ε_b^0 – остаточные осевые деформации при полном снятии нагрузки, вычисляются по формуле (13); $\tilde{\mu}_b^0$ – значение $\tilde{\mu}_b$ при полной разгрузке, определяется по зависимости (16).

Расчетные кривые разгрузки поперечных деформаций по формуле (14) с учетом (15) и (16) отражают общие закономерности изменения опытных значений и в значительной степени им соответствуют.

Величины осевых ε_b^0 и поперечных ε_p^0 остаточных деформаций при полном снятии нагрузки возрастают с увеличением уровня напряжений $\tilde{\eta}$ на начало разгрузки, а их расчетные значения по формулам (13) и (17) согласуются с опытными данными (рис. 2 а, б).

Полученные аналитические зависимости для вычисления деформаций ε_b и ε_p на ветвях нагрузки и разгрузки позволяют по формуле (2) получить расчетные значения объемных деформаций для назначенных режимов нагружения (рис. 3б). Теоретические значения достаточно полно описывают характерные особенности изменения опытных объемных деформаций, в том числе при разгрузке, когда объемные деформации восстанавливаются (увеличиваются). Следует отметить, что с ростом уровня напряжений на начало разгрузки доля поперечных деформаций возрастает и при полной разгрузке объемные деформации увеличиваются, а при разгрузке с уровней напряжений, когда проявляется свойство дилатации (например, с $\tilde{\eta}_3 = 0,92$), они меняют свой знак на противоположный, т.е. становятся положительными.

Выводы:

1. Ветви разгрузок при циклических нагружениях бетона напряжениями сжатия рекомендуется представлять отрезками прямых линий, соединяющих точки начала и окончания линейного изменения деформаций.
2. На основании опытных данных получены аналитические выражения определения основных деформационных параметров бетона как при увеличении напряжений сжатия, так и при их снятии. Установлены основные закономерности изменения осевых, поперечных и объемных деформаций с учетом дилатации бетона на ветвях разгрузки.

Список библиографических ссылок

1. Берг О.Я., Щербаков Е.Н., Писанко Г.Н. Высокопрочный бетон. – М.: Стройиздат, 1971. – 208 с.
2. Карпенко Н.И., Ерышев В.А., Латышева Е.В. К построению диаграмм деформирования бетона повторными нагрузками сжатия при постоянных уровнях напряжений // Строительные материалы, 2013, № 6. – С. 48-52.
3. Карпенко Н.И. Общие модели механики железобетона. – М.: Стройиздат, 1996. – 416 с.

Eryshev V.A. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: gsx@tltsu.ru

Latysheva E.V. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: p-tata@mail.ru

Bondarenko A.S. – engineer

Baranova Y.S. – student

Tolyatti State University

The organization address: 445667, Russia, Tolyatti, Belarusskaya st., 14

Expansion options for unloading concrete with compressive stress

Resume

The purpose of researches is the establishment of analytical communication between tension and deformation parameters of concrete in case of axial loading of samples on unloading branches from compression tension. Research objects are: axial and cross deformations; coefficient of cross deformation; volume deformations.

Cycles with different sizes of the maximum tension, including close to their limiting values taking into account a concrete dilatation are considered. Residual deformations when unloading are determined in increments of tension and deformations by a beam method. Connection between initial modules of elasticity of concrete and the module of deformations is established when unloading.

Based on the experimental data analytical dependences of determination of sizes of residual deformations are constructed in case of partial or complete unloading. Comparisons of results of calculation for the offered technique with the experimental data obtained by authors are given.

Keywords: axial and cross deformations, volume deformations, tension, beam's method.

Reference list

1. Berg O.J., Shcherbakov E.N., Pisanko G.N. High-strength concrete. – M.: Stroyizdat, 1971. – 208 p.
2. Karpenko N.I., Eryshev V.A., Latysheva E.V. Construction of concrete deformation diagrams repeated compression loads at constant stress levels // Building Materials, 2013, № 6. – P. 48-52.
3. Karpenko N.I. General mechanics model of reinforced concrete. – M.: Stroyizdat, 1996. – 416 p.

УДК 624.012.35/45

Замалиев Ф.С. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: zamaliev49@mail.ru

Каюмов Р.А. – доктор физико-математических наук, профессор

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

К расчету сталежелезобетонного перекрытия как ортотропной плиты

Аннотация

Существующие методы расчета сталежелезобетонных конструкций перекрытий основаны на балочных моделях и не учитывают пространственную их работу. Сталежелезобетонные перекрытия, применяемые в гражданских зданиях, представляют железобетонные плиты, подкрепленные стальными балками, поэтому для их расчета невозможно использовать существующие методы расчета изотропных пластин. В статье для расчета сталежелезобетонного перекрытия предложено рассматривать его как ортотропную плиту. Записано дифференциальное уравнение изгиба, даны формулы цилиндрических жесткостей, выражения для расчета напряжений и прогибов. Приведен пример расчета.

Ключевые слова: сталежелезобетонное перекрытие, ортотропная плита, дифференциальное уравнение, численные расчеты.

В гражданских зданиях сталежелезобетонные конструкции применяют в качестве перекрытий и покрытий. Конструктивная система состоит из железобетонной плиты, подкрепленной стальными балками – ребрами. Железобетонная плита работает в двух направлениях: в направлении стальных балок и в перпендикулярном направлении по неразрезной схеме, опираясь на стальные ребра. На сегодняшний день при проектировании сталежелезобетонных перекрытий основной расчет ведется в направлении стальных балок [1, 2], хотя экспериментальные исследования показывают значительные расхождения в результатах несущей способности отдельных балок и фрагментов перекрытий [3, 4, 5].

Наметившаяся тенденция расширения применения сталежелезобетонных конструкций в отечественной строительной практике актуализирует их дальнейшие исследования и поиск новых подходов в расчетах, особенно учитывая пространственную работу сталежелезобетонной плиты.

Рассмотрим сталежелезобетонное перекрытие как бетонную плиту, подкрепленную стальными балками (рис. 1). Считаем, что при малых эксплуатационных нагрузках $p(x,y)$ материалы конструкции работают упруго. Для определения напряженно-деформированного состояния примем, как обычно, что перемещения U, V, W (вдоль осей x, y, z соответственно) раскладываются в ряды по координате z , в которых удерживаются по два слагаемых для тангенциальных перемещений и одно слагаемое для прогиба:

$$U = u(x, y) + u_1(x, y) \cdot z, \quad V = v(x, y) + v_1(x, y) \cdot z, \quad W = w(x, y).$$

Систему координат примем в виде, изображенном на рис. Следовательно, u, v, w – перемещения точек отсчетной плоскости $z = 0$. Принимая кинематические гипотезы Кирхгоффа-Лява о том, что нормаль к плите остается нормальной и после деформации, получим выражения:

$$u_1(x, y) = -\frac{\partial w}{\partial x}, \quad v_1(x, y) = -\frac{\partial w}{\partial y}.$$

Тогда деформации в бетонной плите определяются по соотношениям Коши следующим образом:

$$\varepsilon_x = \frac{\partial U}{\partial x} = \frac{\partial u}{\partial x} - z \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}, \quad \varepsilon_y = \frac{\partial V}{\partial y} = \frac{\partial v}{\partial y} - z \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}, \quad \gamma_{xy} = \frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} - 2z \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}.$$

Для определения перемещений $u(x, y)$, $v(x, y)$ и прогиба $w(x, y)$, которые являются интегральными характеристиками конструкции, вполне приемлемо использовать осредненные механические характеристики конструкции, а для определения напряжений затем применить соотношения закона Гука со своими механическими характеристиками.

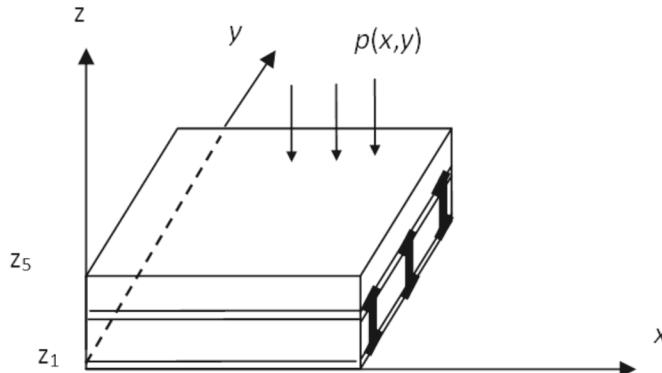


Рис. Схема бетонной плиты, подкрепленной стальными балками-ребрами

Представим конструкцию состоящей из бетонной плиты и слоев, эквивалентных по деформативным характеристикам поведению полок, а также слоя, эквивалентного по деформативным характеристикам поведению стенок двутавра. Для получения этих характеристик применим методы осреднения (гомогенизации). Введем удельные доли сечений полок v_b и стенок v_d стальных балок для соответствующих слоев. Пусть a_x , a_y размеры бетонной плиты вдоль осей x , y соответственно, H – ее толщина. Размеры двутавра обычные – h , b , t , d , число балок обозначим через m . Тогда:

$$v_b = b \cdot m / a_y, \quad v_d = d \cdot m / a_y.$$

Для осредненного слоя, состоящего из полок, согласно методам осреднения получим упругие характеристики ортотропного материала в виде:

$$E_x = E_{stail} \cdot v_b, \quad E_y = 0, \quad \mu_{xy} = 0, \quad \mu_{yx} = 0, \quad G_{xy} = 0.$$

Для слоя, состоящего из стенок, аналогично получим:

$$E_x = E_{stail} \cdot v_d, \quad E_y = 0, \quad \mu_{xy} = 0, \quad \mu_{yx} = 0, \quad G_{xy} = 0.$$

Уравнения равновесия малого элемента каждого слоя пластины имеют вид:

$$\begin{cases} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} = 0 \\ \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} = 0 \\ \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Запишем их в матричном виде (в дальнейшем, если нет индексов x , y , z , то прописные буквы означают матрицы, а строчные – векторы):

$$L\sigma + \frac{\partial \tau}{\partial z} = 0, \quad L = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial x}, & 0, & \frac{\partial}{\partial y} \\ 0, & \frac{\partial}{\partial y}, & \frac{\partial}{\partial x} \end{bmatrix}. \quad (2)$$

$$\frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + N\tau = 0, \quad N = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial x}, & \frac{\partial}{\partial y} \end{bmatrix}. \quad (3)$$

$$\sigma = \{\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}\}^T, \quad \tau = \{\tau_{xz}, \tau_{yz}\}^T. \quad (4)$$

Индекс T означает операцию транспонирования.

Кинематические соотношения перепишем в виде:

$$\varepsilon = e + z\chi, e = \{e_{xx}, e_{yy}, 2e_{xy}\}^T, \chi = \{\chi_x, \chi_y, \chi_{xy}\}, \quad (5)$$

В случае принятия гипотез Кирхгоффа-Лява соотношения для e и χ имеют вид:

$$e = \left\{ \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial v}{\partial y}, \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right\}, \quad \chi = \left\{ -\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}, -\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}, -2 \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right\} \quad (6)$$

Далее обозначим через n число слоев, например в случае двутавра ($n = 4$).

Закон Гука для слоя с номером k в оси $x\theta y$ запишем в виде:

$$\sigma_k = D_k e. \quad (7)$$

Матрица D_k – это матрица упругих характеристик слоя. Принимаем статические гипотезы Кирхгоффа-Лява о том, что напряжения $\sigma_z \ll \sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$. Тогда через технические константы его элементы вычисляются следующим образом (индексы k для простоты записи опущены):

$$D_{11} = \frac{E_x}{1 - \mu_{xy}\mu_{yx}}, \quad D_{12} = D_{11}\mu_{yx}, \quad D_{33} = G_{xy}.$$

Связь тангенциальных деформаций e с изменениями кривизн χ получим из условия равенства нулю усилий в тангенциальном направлении для элемента многослойной пластины. Запишем его в виде:

$$\sum_{k=1}^n \int_{z_k}^{z_{k+1}} \sigma_k dz = 0. \quad (8)$$

Подставляя σ_k , получим соотношение между e и χ :

$$L(f(e, \chi)) = 0. \\ f = \left(\sum_{k=1}^n (z_{k+1} - z_k) D_k e + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^n (z_{k+1}^2 - z_k^2) D_k \chi \right).$$

Принимая, что:

$$f = 0, \quad (9)$$

выражаем вектор $\{\varepsilon\}$ через вектор $\{\chi\}$:

$$e = H\chi, \quad H = \left(\sum_{k=1}^n (z_{k+1} - z_k) D_k \right)^{-1} \left(\frac{1}{2} \sum_{k=1}^n (z_{k+1}^2 - z_k^2) D_k \right). \quad (10)$$

Как следует из (5), (6) и (10), вектор деформации $\{\varepsilon\}$ выражается через прогиб w .

Разрешающее уравнение относительно прогиба.

Из уравнений равновесия (2) получим выражение для вектора τ :

$$\tau = \int_{z_1}^z L\sigma dz + \tau^0(x, y) = \int_{z_1}^z \sigma dz + \tau^0(x, y). \quad (11)$$

На лицевых поверхностях $z = z_1$ и $z = z_{n+1}$ отсутствуют касательные внешние воздействия. Тогда статические граничные условия имеют вид:

$$\tau(z_1) = \tau(z_{n+1}) = 0. \quad (12)$$

Как видно из (11) и (9), эти условия выполняются при $\tau^0 = 0$.

Уравнение для прогиба w получим из уравнения (3) и граничных условий для σ_z на лицевых поверхностях.

Интегрируя (3), находим выражение:

$$\sigma_z = \int_{z_1}^z N\tau dz + \sigma^0(x, y), \quad N = \left[\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y} \right]. \quad (13)$$

Статические граничные условия на лицевых поверхностях имеют вид:

$$\sigma_z(z_1) = 0, \quad (14)$$

$$\sigma_z(z_{n+1}) = -p. \quad (15)$$

Из (14) вытекает, что $\sigma^0(x, y) = 0$.

Таким образом, выражение для напряжения σ_z принимает следующий вид:

$$\sigma_z = NL \int_{z_1}^{z_{k+1}} \int_{z_1}^z \sigma dz dz. \quad (16)$$

Уравнение для прогиба u_z получим из граничного условия (15) в виде:

$$NL \int_{z_1}^{z_{k+1}} \int_{z_1}^z \sigma dz dz = -p. \quad (17)$$

После преобразований уравнение изгиба принимает вид:

$$D_{04} \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} + D_{40} \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + D_{22} \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} = -p. \quad (18)$$

Здесь D_{04} , D_{22} , D_{40} – цилиндрические жесткости полученной модели ортотропной плиты.

Для определения напряжения в стальных балках и в бетонной плите возможны два варианта вычислений. В первом случае нужно воспользоваться соотношениями (6) для вычисления изменений кривизны на плоскости с координатой $z = 0$ (в нашем случае это плоскость, проходящая по нижним поверхностям полок стальных балок):

$$\chi = \left\{ -\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}, -\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}, -2 \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right\}.$$

Затем вычисляются деформации на плоскости с координатой $z=0$ по соотношениям (10):

$$e = H \chi, \quad H = \left(\sum_{k=1}^n (z_{k+1} - z_k) D_k \right)^{-1} \left(\frac{1}{2} \sum_{k=1}^n (z_{k+1}^2 - z_k^2) D_k \right).$$

После этого можно вычислить деформации на любом уровне z по высоте сталебетонной плиты по соотношению:

$$\varepsilon = e + z \chi.$$

Наконец, выражение для напряжений вытекает из закона Гука согласно (7):

$$\sigma_k = D_k \varepsilon.$$

Таким образом, решение задачи об отыскании напряженно-деформированного состояния сталебетонной плиты, так же, как и для обычной однородной изотропной пластины, сводится к решению уравнения (18). На сегодня для решения существует немало разных методов, например, методы коллокаций, Бубнова-Галеркина, Ритца, МКЭ, МКР и др.

В случае шарнирно опертой по краям плиты одним из наиболее простых является метод, предложенный Навье, но который по сути является методом Бубнова-Галеркина. Рассмотрим это решение при произвольной нагрузке.

Пусть имеем распределенную по поверхности плиты нагрузку $p(x, y)$. Для простоты записи введем обозначения:

$$a = a_x, \quad b = a_y.$$

Решение ищем в виде ряда:

$$w = B_{11} \sin \frac{\pi x}{a} \sin \frac{\pi y}{b} + B_{21} \sin \frac{\pi 2x}{a} \sin \frac{\pi y}{b} + B_{12} \sin \frac{\pi x}{a} \sin \frac{\pi 2y}{b} + \dots + B_{ij} \sin \frac{\pi i x}{a} \sin \frac{\pi j y}{b} + \dots \quad (19)$$

Подставляя в уравнение (18), получим:

$$\begin{aligned} & B_{11} \left(D_{40} \frac{\pi^4}{a^4} + 2D_{22} \frac{\pi^4}{a^2 b^2} + D_{04} \frac{\pi^4}{b^4} \right) \sin \frac{\pi x}{a} \sin \frac{\pi y}{b} + \dots \\ & + B_{ij} \left(D_{40} \frac{(\pi i)^4}{a^4} + 2D_{22} \frac{(\pi i)^2 (\pi j)^2}{a^2 b^2} + D_{04} \frac{(\pi j)^4}{b^4} \right) \sin \frac{\pi i x}{a} \sin \frac{\pi j y}{b} + \dots = -p(x, y). \end{aligned}$$

Для получения алгебраических уравнений относительно B_{11} , $B_{22}\dots$ можно использовать любые методы (например, коллокаций), но наиболее удобным является метод Бубнова-Галеркина. Причина в том, что в нашем случае метод Бубнова сразу даёт выражения для B_{ij} .

Умножим уравнение на $\sin \frac{\pi x}{a} \sin \frac{\pi y}{b}$, проинтегрируем по площади плиты:

$$\int_A ... dA = \int_0^a dx \int_0^b ... dy.$$

Справа получим: $\int_0^a dx \int_0^b p(x, y) \sin \frac{\pi x}{a} \sin \frac{\pi y}{b} dy$.

Рассмотрим левую часть:

$$B_{11} \left(D_{40} \frac{\pi^4}{a^4} + 2D_{22} \frac{\pi^4}{a^2 b^2} + D_{04} \frac{\pi^4}{b^4} \right) \int_0^a dx \sin^2 \frac{\pi x}{a} \int_0^b \sin^2 \frac{\pi y}{b} dy + \dots \\ + B_{ij} \left(D_{40} \frac{(\pi i)^4}{a^4} + 2D_{22} \frac{(\pi i)^2 (\pi j)^2}{a^2 b^2} + D_{04} \frac{(\pi j)^4}{b^4} \right) \int_0^a dx \sin \frac{\pi i x}{a} \sin \frac{\pi x}{a} \int_0^b \sin \frac{\pi j y}{b} \sin \frac{\pi y}{b} dy + \dots$$

Все слагаемые, кроме первого, равны нулю, причем

$$\int_0^a \sin^2 \frac{\pi x}{a} dx = \frac{a}{2}, \quad \int_0^b \sin^2 \frac{\pi y}{b} dy = \frac{b}{2}.$$

Таким образом, получаем:

$$B_{11} = \frac{-p \cdot [1 - \cos(\pi)] \cdot [1 - \cos(\pi)]}{\pi^6 \cdot \left(D_{40} \frac{1}{a_x^4} + 2D_{22} \frac{1}{a_x^2 a_y^2} + D_{04} \frac{1}{a_y^4} \right)}.$$

Аналогично получим все остальные коэффициенты в следующем явном виде:

$$B_{ij} = \frac{-p \cdot [1 - \cos(i\pi)] \cdot [1 - \cos(j\pi)]}{i \cdot j \cdot \pi^6 \cdot \left(D_{40} \frac{i^4}{a_x^4} + 2D_{22} \frac{i^2 j^2}{a_x^2 a_y^2} + D_{04} \frac{j^4}{a_y^4} \right)}.$$

В качестве примера рассмотрим задачу изгиба сталежелезобетонной плиты, которая изготовлена из бетона класса В30 и имеет подкрепление из шести балок, изготовленных из двутавров № 20. Размеры плиты:

$a_x = 600$ см, $a_y = 600$ см, $h = 8$ см [4].

Технические константы приняты следующими:

$E_{бет} = 265$ т/см², $\mu_{бет} = 0,15$.

$E_{стали} = 2000$ т/см², $\mu_{стали} = 0,3$

Нагрузка принималась равномерной, суммарное значение которой принималось равным 10 т. В формуле (19) принималось $i = 3, j = 3$.

В бетонной плите, подкрепленной шестью двутаврами № 20, формула (19) дает следующее максимальное значение прогиба:

$$W_{\max} = 0,603 \text{ см.}$$

Список библиографических ссылок

1. СП 35.13330.2011. Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84*; введ. 2011-05-20. – М.: Стройиздат, 2011.
2. Eurocode 2: Design of concrete structures. Part 1: General rules for buildings / European Committee for Standardization, 2002.
3. Замалиев Ф.С., Шаймарданов Р.И. Исследования крупномасштабной модели фрагмента сталежелезобетонного перекрытия. // Актуальные проблемы градостроительства и ЖКХ: сборник международной научно-практической конференции. – М., 2003. – С. 285-287.
4. Замалиев Ф.С., Сагитов Р.А., Хайрутдинов Ш.Н. Испытание фрагмента сталежелезобетонного перекрытия на статические нагрузки // Известия КазГАСУ, 2010, № 1 (13). – С. 102-105.
5. Замалиев Ф.С. Экспериментальные исследования пространственной работы сталежелезобетонных конструкций // Вестник МГСУ, 2012, № 12. – С. 53-60.

Zamaliev F.S. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: zamaliev49@mail.ru

Kaumov R.A. – doctor of physical-mathematical sciences, professor

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

On the calculation of the steel-concrete slab as orthotropic plate

Resume

Methods for calculating the steel-concrete structures nowadays are insufficiently elaborated. Existing methods either use a beam model or semi empirical, or reflect the actual work of steel reinforced concrete slab as a spatial reference system. In this article, the steel-concrete overlay consisting of the concrete slab and the steel ribs regarded as a spatial construction, working in the direction of the steel beams – the edges and in the perpendicular direction. Resolved steel-concrete joists, supported by steel beams and loaded uniformly distributed load is represented as orthotropic plate. On the basis of kinematic hypotheses and conjectures recorded normal expressions for displacements and deflections. Using the method of averaging (homogenization) obtained characteristics of the concrete slab and deformation characteristics reflecting layers of shelves and walls of the I-beam steel beam. Recorded differential equation of bending of steel reinforced concrete slab as an orthotropic plate, which consists of four layers. Given expression to determine the bending characteristics of the model orthotropic plate. The formulas for determining the stresses in the steel beam and concrete slab are given. An example of calculation of steel reinforced concrete slab dimensions 6x6 m, supported by six steel beams of the I-beam № 20.

Keywords: steel-concrete joists, orthotropic plate, differential equation, numerical calculations.

Reference list

1. SP 35.13330.2011 . Bridges and pipes. The updated edition SNIP 2.05.03-84*; introduced, 2011-05-20. – M.: Stroizdat, 2011.
2. Eurocode 2: Design of concrete structures. Part 1: General rules for buildings / European Committee for Standardization, 2002.
3. Zamaliev F.S., Shaimardanov R.I. Studies of large-scale models of steel reinforced concrete slab fragment // Actual problems of urban development and the FCC: a collection of international scientific-practical conference. – M., 2003. – P. 285-287.
4. Zamaliev F.S., Sagitov R.A., Khairutdinov Sh.N. Test fragment the steel-concrete slab at static load // News KSUAE, 2010, № 1 (13). – P. 102-105.
5. Zamaliev F.S., Experimental studies of spatial steel-concrete structures // Herald MGRS, 2012, № 12. – P. 53-60.

УДК 691.97

Зиннуров Т.А. – кандидат технических наук, ассистент

E-mail: leongar@mail.ru

Майстренко И.Ю. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: igor_maystr@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Проектирование башенных сооружений с учётом требуемого уровня безопасности

Аннотация

Метод предельных состояний, используемый в расчётах строительных конструкций, обладает некоторыми недостатками: 1) отсутствием возможности проектировать конструкцию с требуемым уровнем надёжности; 2) использованием при расчёте конструкции только двух групп предельных состояний. В статье анализируются данные недостатки и предлагается способ проектирования башенного сооружения с требуемым уровнем безопасности на основе применения численных вероятностно-статистических методов.

Ключевые слова: надёжность, безопасность, вероятностно-статистические методы, башенные сооружения, предельные состояния.

Введение

С 1955 года по настоящий день для технического расчёта строительных конструкций зданий и сооружений в большинстве стран мира применяется метод предельных состояний. Этот метод предполагает использование коэффициентов надёжности, ответственности, условия работы, которые обладают полувероятностной природой, и двух групп предельных состояний. Он не всегда является универсальным инструментом для решения задач. Во-первых, в методе предельных состояний априори заложен определенный уровень надёжности, согласно которому подбираются сечения элементов и назначаются конструктивные решения. Однако для проектировщика всегда остается загадкой, насколько надёжно спроектирована конструкция.

Например, если рассматривать надёжность железобетонных и металлических элементов конструкции, то она будет отличаться из-за различия в коэффициентах надёжности по материалу [2].

Во-вторых, количество предельных состояний ограничено до двух, что не всегда даёт полноценную картину о работе конструкции. Разговоры о создании третьей группы предельных состояний ведутся уже давно. В частности, Кудишин Ю.И., Дробот Д.Ю. [6] предлагают перенести из первой группы в третью воздействия аварийного типа (сейсмические воздействия, пожары, взрывы и т.д.), а также некоторые запроектные величины расчётных значений основных нагрузок. Большинство представленных факторов являются причинами повреждений, что недопустимо самим понятием безотказности конструкции.

Обратимся к формулировке предельных состояний [1]. Предельные состояния подразделяются на две группы:

- первая группа включает предельные состояния, которые ведут к полной непригодности к эксплуатации конструкций, оснований (зданий или сооружений в целом) или к полной (частичной) потере несущей способности зданий и сооружений в целом;

- вторая группа включает предельные состояния, затрудняющие нормальную эксплуатацию конструкций (оснований) или уменьшающие долговечность зданий (сооружений) по сравнению с предусматриваемым сроком службы.

В приведённом выше определении первой группы предельных состояний прослеживается неоднозначность, то есть предельное состояние наступает, когда конструкция не пригодна к эксплуатации или полностью или частично потеряла несущую способность. Если потерю несущей способности можно назвать чрезвычайной ситуацией, при которой возникают человеческие жертвы, то непригодность к эксплуатации – это следствие наличия деформаций в конструкции, влияющих на её работоспособность. При этом зданию или сооружению не даётся оценка с точки зрения безопасности. Одним из примеров таких сооружений служат башни. Если конструкция расположена в населённом

пункте, то главным показателем конструктивной безопасности является сохранность человеческой жизни, наибольшую опасность они вызывают в зоне возможного обрушения.

Основные положения по оценке безопасности башенных сооружений

Проанализируем основные аспекты метода предельных состояний на примере расчёта башенных сооружений. Отметим, что критерии первой группы предельных состояний не допускают малейших пластических деформаций, которые могут привести к изменению положения конструкции в пространстве. В связи с этим в расчёте на прочность и устойчивость элементов пространственной решётки башенного сооружения за расчётное сопротивление принимается значение предела текучести стали, то есть работа элементов в пластической стадии практически не учитывается. Это условие действует как для статически определимых конструкций, так и для статически неопределеных конструкций, где возможно перераспределение усилий за счёт развития пластических деформаций. Вопрос о надёжности конструкции башенного сооружения за рамками предела текучести остаётся отрытым.

В Республике Татарстан насчитывается около 500 башенных сооружений. Обследование их небольшой части, проведённое сотрудниками КГАСУ, показало, что по физическому состоянию и расположению башенные сооружения можно разделить на две группы. Первую группу составляют башенные сооружения сотовых операторов и группы компаний ВГТРК, они расположены вдоль главных автомагистралей и в небольших поселениях. Состояние таких сооружений в большинстве случаев нормальное или работоспособное, что доказывает проведение периодических осмотров и ремонта. Вторая группа включает в себя башенные сооружения, расположенные на территории предприятий или складов, они обычно не используются по прямому назначению, так как их состояние чаще всего оценивается как неработоспособное или аварийное, и они имеют некоторые повреждения [3]. Всегда существует опасность обрушения таких конструкций. Конечно, можно надеяться на их высокий запас прочности, закладываемый при проектировании, но альтернативой такому наивному решению является обеспечение требуемого уровня надёжности.

Существуют несколько подходов назначения необходимого уровня надёжности конструкции. Требуемый уровень надёжности может быть назначен из соображений: приемлемой вероятности гибели людей или экономических затрат на строительство, по сравнению с ремонтными работами.

Первый подход заключается в сравнении количества отказов сооружения с частотой несчастных случаев. По данным различных источников [7, 8], вероятность отказа изменяется от $4,4 \cdot 10^{-7}$ до $1,2 \cdot 10^{-5}$ в год и соответствует крайне редким событиям (пожары, природные и техногенные катастрофы и т.п.).

Второй подход в назначении вероятности отказа предусматривает определение его величины с экономической точки зрения. Суть метода в том, что чем дешевле стоимость конструкции, тем ниже уровень ее надёжности, то есть нужно найти компромисс между затратами на строительство башенного сооружения и затратами на его восстановление при отказе.

Область применения метода ограничивается рамками критериев возможной дальнейшей эксплуатации и нормальной эксплуатации башенного сооружения. Конечно, желание заказчика снизить затраты на строительство позволит ему руками проектировщика варьировать такими параметрами, как форма башни, марка стали, схема решётки, но любое желание должно быть ограничено установленными требованиями в виде уровня надёжности по критерию безопасности.

Введем нормативный показатель вероятности отказа сооружения при оценке по критерию безопасности, изменяющийся в соответствии с первым подходом в пределах от $4,4 \cdot 10^{-7}$ до $1,2 \cdot 10^{-5}$ в год.

В таблице 1 представлены критерии, условия и уровень требуемой надёжности, которые следует выполнять при расчёте конструкций башенных сооружений. Обозначение $R[\sigma_m]$ – расчётное сопротивление по пределу текучести является аналогом расчётного сопротивления стали R_y и $R[\sigma_e]$ – расчётное сопротивление по временному сопротивлению является аналогом расчётному сопротивлению стали R_u , оба параметра обладают стохастической природой.

Таблица 1

Критерии, условия и уровень требуемой надёжности башенных сооружений

| Критерий | Положения метода предельных состояний | | Безопасность | |
|--------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------|
| | Нормальная эксплуатация | Возможная дальнейшая эксплуатация | | |
| Показатель | По прогибам | По прочности и устойчивости элементов | По прочности и устойчивости элементов | На опрокидывание |
| Условие | $f \leq [f]$ | $\sigma \leq R[\sigma_m]$ | $\sigma \leq R[\sigma_c]$ | $M_{onp} \leq M_{ydp}$ |
| Уровень надёжности | На усмотрение заказчика | Зависит от уровня надёжности по критерию безопасности | Вероятность отказа от $4,4 \cdot 10^{-7}$ до $1,2 \cdot 10^{-5}$ | |

С применением вероятностно-статистических методов появляется возможность назначения требуемого уровня надёжности рассчитываемой конструкции. Этот метод подразумевает отход от традиционного понимания расчётных и нормативных значений нагрузок, сопротивления стали, он основан на учете случайной природы основных параметров. Варьируя периодом эксплуатации и количеством однотипных башенных сооружений, можно установить требуемый уровень надёжности [3].

На примере простейшей задачи в виде вертикального стержня покажем возможность использования численного вероятностного метода для нахождения требуемых размеров сечения с заданной надёжностью. За исходные данные задачи примем жестко защемлённый стержень высотой 6 метров, на который действует ветровая нагрузка q (рис. 1). Требуется назначить размеры сечения h и b с учётом требуемого уровня надёжности Q .

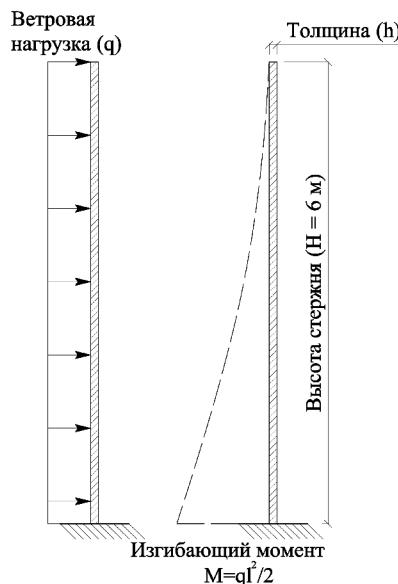


Рис. 1. Расчётная схема задачи

Из условия:

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq \frac{R}{\gamma_m} \cdot \gamma_c, \quad (1)$$

где $q = W \cdot b \cdot \gamma_f$; $M = \frac{q \cdot H^2}{2}$; $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$, γ_f – коэффициент надёжности по нагрузке, γ_m – коэффициент надёжности по материалу, γ_c – коэффициент условия работы, R – расчётное сопротивление, получаем, что размер сечения:

$$h \leq \sqrt{\frac{3 \cdot W \cdot \gamma_f \cdot \gamma_m \cdot H^2}{R \cdot \gamma_c}}. \quad (2)$$

В ходе эксперимента выполняется три вида численного моделирования с различным уровнем надёжности Q (0,99; 0,999; 0,9999; 0,99999). Уровень надёжности с показателем 0,99999 согласно таблице 1 является практически верхней границей по критерию безопасности, все остальные показатели предложены больше для наглядности результатов. В первом моделировании параметром для вариации была ветровая нагрузка, при этом использовался принцип генерации значений из [4, 5]. В ходе второго моделирования для генерации случайных значений вводился дополнительный параметр – временное сопротивление стали, и в третьем моделировании учитывалась стохастическая природа коэффициента условия работы [2, 3]. Каждая задача решалась 50 раз для получения стабильных результатов моделирования.

Сам процесс генерации статистических множеств параметров не является столь трудоемким и может быть выполнен инженером любой квалификации. Основная сложность заключается в сборе начальной информации о рассматриваемых параметрах в виде статистических данных. На начальном этапе моделирования устанавливается требуемая надёжность, относительно которой определяется количество испытаний. Например, при надёжности 0,999 отказу может быть подвержено лишь одно сооружение из 1000, значит, для каждого параметра генерируемо число множество M_i случайных значений по заданному закону распределения, где $i = 1000$. Если генерируется несколько параметров, то производится автоматическая синхронизация по порядковому номеру i . Из общего числа случайных комбинаций выбирается наиболее неблагоприятная согласно условию (1), (2), для которого вычисляется значение h согласно формуле:

$$h = \sqrt{\frac{3 \cdot W_i(t) \cdot H^2}{R_i \cdot K_i}}, \quad (3)$$

где $W_i(t)$ – случайная реализация значения ветровой нагрузки за время t , R_i – случайная реализация значения временного сопротивления, K_i – случайная реализация значения коэффициента, учитывающего работу конструкции.

Анализ полученных результатов моделирования показывает, что с увеличением требуемого уровня надёжности происходит рост средних значений экстремумов скорости ветра за 25 лет (табл. 2).

Таблица 2
Основные результаты первого моделирования

| Показатели | Уровень надёжности по критерию безопасности | | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------|--------|---------|
| | 0,99 | 0,999 | 0,9999 | 0,99999 |
| Среднее значение экстремумов скорости ветра за 25 лет (м/с) | 32,66 | 36,67 | 40,86 | 44,72 |
| Средний уровень надёжности по критерию возможной дальнейшей эксплуатации | 0,795 | 0,952 | 0,992 | 0,999 |

Следовательно, требуется увеличивать размеры сечения, чтобы обеспечить прочность под действием ветровой нагрузки (табл. 3). Вследствие роста надёжности с показателя 0,99 до 0,99999 размер h увеличится на 32,2 %. Результаты эксперимента также доказывают, что существует экспоненциальная зависимость между уровнем надёжности по критерию безопасности и критерию возможной дальнейшей эксплуатации (рис. 2). Однако, полученные значения не поддаются точной аппроксимации, так как с увеличением показателя надёжности получаем высокую плотность результатов. В итоге значение дисперсии результатов эксперимента и подобранный функции, согласно критерию максимального правдоподобия, выходит за рамки допустимого. Можно отметить, что рост надёжности по критерию возможной дальнейшей эксплуатации составил 26 %.

В случае реального проектирования в качестве h рекомендуется принимать максимальное его значение 2,2 см с надёжностью 0,99999, которое учитывает наиболее неблагоприятную комбинацию случайных величин.

В таблице 3 представлена интервальная оценка и среднее значение требуемых размеров сечения для обеспечения прочности на действие изгибающего момента при

различном уровне надёжности по итогам трёх моделейрований. Если анализировать влияние количества введённых параметров, имеющих стохастическую природу, то заметен небольшой рост среднего значения величины h . Причиной роста значений является взаимодействие случайных величин, когда для наиболее неблагоприятного случая с максимальным значением наиболее весомой случайной переменной добавляются ещё несколько со значениями выше среднего.

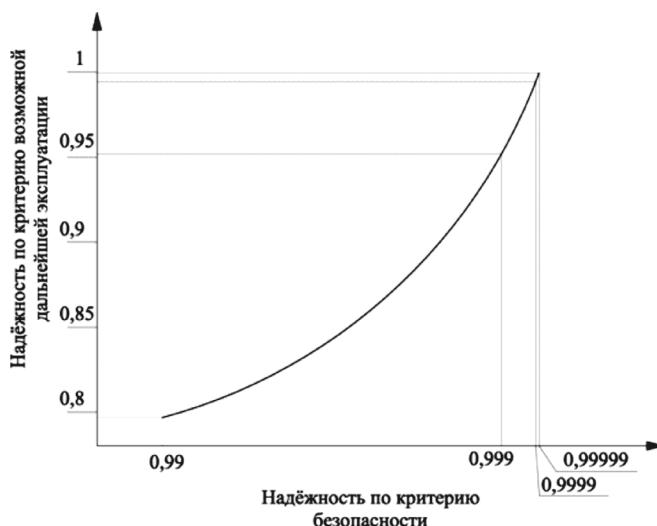


Рис. 2. Зависимость надёжности по критерию безопасности и критерию возможной эксплуатации

Таблица 3

Требуемые размер h поперечного сечения стержня

| Номер моделирования | Размер h , (см) | Уровень надёжности по критерию безопасности | | | |
|---------------------|-------------------|---------------------------------------------|----------|---------|----------|
| | | 0,99 | 0,999 | 0,9999 | 0,99999 |
| Первое | Интервал | 1,3-1,6 | 1,4- 1,8 | 1,6-1,9 | 1,7-2,1 |
| | Среднее значение | 1,43 | 1,53 | 1,71 | 1,89 |
| Второе | Интервал | 1,2- 1,6 | 1,4-1,8 | 1,6-1,9 | 1,7- 2,1 |
| | Среднее значение | 1,43 | 1,56 | 1,72 | 1,89 |
| Третье | Интервал | 1,3-1,7 | 1,4-1,8 | 1,7-1,9 | 1,8-2,2 |
| | Среднее значение | 1,46 | 1,57 | 1,74 | 1,91 |

В формуле (1) параметр R – расчётное сопротивление стали зависит от критерия оценки. В качестве критерия по безопасности принимается временное сопротивление R_u , по возможности к дальнейшей эксплуатации принимается предел текучести стали R_y . Поэтому численным методом статистического моделирования было исследовано влияние различных марок стали на надёжность по критерию возможной эксплуатации при установленной надёжности 0,999 по критерию безопасности. Наибольший показатель надёжности по критерию возможной дальнейшей эксплуатации показала марка стали 10ХНДП (ГОСТ 19282-73*), в результате он увеличился на 3,8 %. Это объясняется тем, что соотношение между временным сопротивлением и сопротивлением по пределу текучести является наименьшим (табл. 4).

Таблица 4

Влияние марки стали на надёжность

| Марка стали | ВСТЗсп5 (ГОСТ 380-71*) | 09Г2С (ГОСТ 19282-73*) | 10ХНДП (ГОСТ 19282-73*) |
|-----------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Соотношение R_u/R_y | 1,57 | 1,42 | 1,36 |
| Надёжность по критерию возможной эксплуатации | 0,952 | 0,9805 | 0,9887 |

Проектирование башенных сооружений с заданной надежностью использует аналогичный алгоритм статистического моделирования, изменения коснутся только формулы (3), которую заменят более сложные детерминированные зависимости перехода от нагрузок к усилиям и напряжениям.

Заключение:

1. Работу башенного сооружения следует оценивать по трём критериям: по возможной дальнейшей эксплуатации; по нормальной эксплуатации и по безопасности. При оценке безопасности учитывается работа элементов конструкции в пластической стадии до полного или частичного разрушения.

2. Целесообразно отказаться от полувероятностных коэффициентов: надёжности по нагрузке, надёжности по материалу, надёжности по ответственности и условию работы, а необходимо непосредственно задавать требуемый уровень надёжности и период эксплуатации башенного сооружения. Нормативный уровень надёжности в виде вероятности отказа, требуемый для безопасной эксплуатации, установить в интервале от $4,4 \cdot 10^{-7}$ до $1,2 \cdot 10^{-5}$. Для достижения поставленной цели применять статистически-вероятностные методы согласно схеме на рис. 3.



Рис. 3. Схема статистического моделирования

3. Увеличение уровня надёжности прямо пропорционально влечёт за собой рост нагрузок, следовательно, и увеличение размеров сечения. Уровень надёжности по критерию безопасности имеет экспоненциальную зависимость относительно надёжности по критерию возможной эксплуатации, поэтому, опираясь на минимальный показатель одного, всегда можно установить минимальный показатель другого. Чтобы дополнительно добиться увеличения показателя надёжности по критерию возможности к дальнейшей эксплуатации, нужно применять марки стали с наименьшим отношением временного сопротивления к сопротивлению по пределу текучести R_u/R_y .

Список библиографических ссылок

1. ГОСТ 27751-88*. Надёжность строительных конструкций и оснований. – М.: Стандартинформ, 2007. – 6 с.
2. Перельмутер А.В. Избранные проблемы надежности и безопасности строительных конструкций. – М.: АСВ, 2007. – 254 с.
3. Зиннуров Т.А. Оценка надёжности решётчатых башенных сооружений методом статистического моделирования // Автореферат канд. дисс. на соиск. степени канд. тех. наук. – Казань, 2013. – 23 с.
4. Зиннуров Т.А., Манапов А.З. Алгоритмы метода Монте-Карло для моделирования ветровой нагрузки на сооружения // Известия КГАСУ, 2010, № 1 (13). – С. 147-155.
5. Зиннуров Т.А., Манапов А.З. О влиянии количества однотипных сооружений и расчетного времени эксплуатации на ожидаемые максимальные реализации скорости ветра // Известия КГАСУ, 2011, № 2 (16). – С. 94-101.
6. Кудишин Ю.И., Дробот Д.Ю. Живучесть строительных конструкций – важный фактор снижения потерь в условиях аварийных ситуаций. // Металлические конструкции, 2009, № 1. – С. 59-71.

7. Кузеванов Д.В. Требуемый уровень надежности. // NIIZHB2.RU: публикации сотрудников, 2010. URL <http://www.niizhb2.ru/Article/A8-2.pdf> (дата обращения: 24.09.2013).
8. Michael H. Faber, Oliver Kubler, Mario Fontana, Marcus Khonbloch. Failure consequences and reliability acceptance criteria for exceptional building structures. Zurich, 2004 – 141 p.

Zinnurov T.A. – candidate of technical sciences, assistant

E-mail: leongar@mail.ru

Maystrenko I.Yu. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: igor_maystr@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Tower structures design with the required level of security

Resume

The basic idea of the article is to use numerical probabilistic – statistical methods in designing of tower structures, because of the limitations of the limit states method. The first one does not give any information about reliability of designing building structure and in the second one – there are only two groups of limit states. Therefore, for reliability assessment it is proposed to input the third limit state where the tower structures will be calculated in terms of its safety for humans. The reliability level is limited by the security of not less than $1,2 \cdot 10^5$. Reliability for the first and the second group can set the customer himself.

The article generated by statistical modeling stochastic set of parameters (wind load, ultimate strength steel, yield stress of steel, coefficient of working conditions). Then analyzed the effect of these parameters on the cross section size of the tower construction elements, depending on the specific reliability level in the amount of: 0,99; 0,999; 0,9999; 0,99999.

The result of article is a new approach to the appointment of sectional dimensions to the required reliability level.

Keywords: reliability, security, statistical and probabilistic methods, tower structures, limit states.

Reference list

1. GOST 27751-88*. Reliability of structures and foundations. – M.: Standartinform, 2007. – 6 p.
2. Perelmuter A.V. Selected problems of building structures reliability and safety. – M.: Publishers ASV, 2007. – 254 p.
3. Zinnurov T.A. Reliability assessment of lattice tower structures using statistical modeling // The master's thesis author's abstract of competition of degree Can. Tec. Sci. – Kazan, 2013. – 23 p.
4. Zinnurov T.A., Manapov A.Z. Algorithms of Monte-Carlo method in wind action simulation on structure // News of the KSUAE, 2010, № 1 (13). – P. 147-155.
5. Zinnurov T.A., Manapov A.Z. About influence of similar constructions quantity and an estimated operation time on expected maximal wind velocity realizations // News of the KSUAE, 2011, № 2 (16). – P. 94-101.
6. Kudishin U.I., Drobot D.U. Building structures durability – an important factor in reducing the losses in terms of emergencies. // Metal structures, 2009, № 1. – P. 59-71.
7. Kusevanov D.V. The required level of reliability. // NIIZHB2.RU: staff publication, 2010. URL <http://www.niizhb2.ru/Article/A8-2.pdf> (reference date: 24.09.2013).
8. Michael H. Faber, Oliver Kubler, Mario Fontana, Marcus Khonbloch. Failure consequences and reliability acceptance criteria for exceptional building structures. Zurich, 2004. – 141 p.

УДК 69.022.32

Мурафа А.В. – кандидат технических наук, доцент
Шмелев Г.Н. – кандидат технических наук, профессор
E-mail: gn.shmelev@mail.ru

Макаров Д.Б. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: makarov@kgasu.ru
Сусаров А.В. – аспирант
E-mail: susarovav@mail.ru

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

Исследование коррозионной стойкости материалов конструкции и узлов крепления фасадной системы «Союз-5000» в жидких агрессивных средах

Аннотация

В статье приведены результаты исследования коррозионной стойкости элементов фасадной системы «Союз-5000» в жидких агрессивных средах (5 % раствор соляной кислоты – HCl, 5 % раствор едкого натра – NaOH и 5 % раствор соли – NaCl). Испытания проводились в соответствии со СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии», ГОСТ 15140-78 «Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии».

По результатам исследований коррозионной стойкости определены наиболее уязвимые элементы фасадной системы, дана оценка пригодности фасадной системы в условиях неагрессивной и слабоагрессивных атмосфер.

Ключевые слова: коррозионная стойкость навесных фасадных систем.

Интенсификация технологических процессов и загрязнение окружающей среды вызывают ускорение коррозионного разрушения строительных конструкций, что приводит к огромным потерям экономики страны, исчисляющимся десятками миллиардов рублей в год. По экспертным оценкам, от 5 до 10 % строительных конструкций ежегодно выходят из строя, требуют ремонта или усиления из-за всепроникающей коррозии. В связи с этим нами была исследована фасадная система «Союз-5000», предназначенная для облицовки вновь возводимых и реконструируемых зданий и сооружений.

Все элементы фасадной системы были помещены в эксикаторы на 30 суток в условия агрессивной среды (5 % раствор соляной кислоты – HCl, 5 % раствор едкого натра – NaOH и 5 % раствор соли – NaCl). Образцы помещались непосредственно в агрессивный раствор и в газовоздушную среду данного раствора, над поверхностью агрессивной жидкости.

Результаты испытаний элементов фасадной системы на коррозионную стойкость приведены в табл. 1.

Таблица 1

| № п/п | Измеряемый показатель (ИП), ед. изм. | Элемент фасадной системы | Результаты испытаний |
|-------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Коррозионная стойкость покрытия, 5 % раствор соляной кислоты (HCl), 30 суток | Стеновой кронштейн | В условиях соляного тумана: отсутствие следов коррозии, вздутий, отслоений покрытия, следов подпленочной коррозии. В растворе соляной кислоты: отсутствие следов коррозии, частичное вздутие покрытия, отсутствие следов подпленочной коррозии. Потеря блеска, образование матового налета. |
| | | Вертикальный профиль | В условиях соляного тумана: отсутствие следов коррозии, вздутий, отслоений покрытия, следов подпленочной коррозии. |

Продолжение таблицы 1

| | | | |
|---|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | В растворе соляной кислоты: отсутствие следов коррозии, частичное вздутие и отслоение покрытия, отсутствие следов подпленочной коррозии. Потеря блеска, образование матового налета. |
| 2 | Коррозионная стойкость покрытия, 5 % солевой раствор (NaCl), 30 суток | Кляммеры основной и стартовый | В условиях соляного тумана: отсутствие следов коррозии, вздутий, отслоений покрытия, следов подпленочной коррозии. |
| | | Анкерные болты и заклепки | В растворе соляной кислоты: отсутствие следов коррозии, вздутий, отслоений покрытия, следов подпленочной коррозии. Потеря блеска, образование матового налета. |
| | | Стеновой кронштейн | В условиях щелочного тумана: отсутствие следов коррозии, вздутий, отслоений покрытия, следов подпленочной коррозии. |
| | | Вертикальный профиль | В растворе щелочи: отсутствие следов коррозии, вздутий, отслоений покрытия, следов подпленочной коррозии. |
| | | Кляммеры основной и стартовый | В условиях щелочного тумана: отсутствие следов коррозии, вздутий, отслоений покрытия, следов подпленочной коррозии. |
| | | Анкерные болты и заклепки | В растворе щелочи: отсутствие следов коррозии, частичное вздутие покрытия, отсутствие следов подпленочной коррозии. |
| 3 | Коррозионная стойкость покрытия, 5 % солевой раствор (NaCl), 30 суток | Стеновой кронштейн | В условиях солевого тумана: отсутствие следов коррозии, вздутий, отслоений покрытия, следов подпленочной коррозии. |
| | | Вертикальный профиль | В солевом растворе: отсутствие следов коррозии, вздутий, отслоений покрытия, следов подпленочной коррозии. |
| | | Кляммеры основной и стартовый | В условиях солевого тумана: отсутствие следов коррозии, вздутий, отслоений покрытия, следов подпленочной коррозии. |
| | | Анкерные болты и заклепки | В солевом растворе: отсутствие следов коррозии, вздутий, отслоений покрытия, следов подпленочной коррозии. |

Как видно из табл. 1, нахождение элементов фасадной системы в условиях соляного тумана в течение 30 суток не приводит к существенным изменениям. Следы коррозии, вздутий, отслоений покрытия, а также следы подпленочной коррозии отсутствуют, потеря блеска наблюдалась только у анкерного болта и заклепки. На образцах (стеновой кронштейн, вертикальный профиль, кляммеры), выдержаных в растворе соляной кислоты, наблюдалось частичное вздутие и отслоение покрытия, потеря блеска, образование матового налета. Анкерные болты и заклепки в этом случае имеют ярко выраженные очаги коррозии и снижение сечения анкерного болта на 40-45 %.

В условиях щелочной и солевой сред (как в газовоздушной среде, так и в растворе) полностью отсутствуют следы коррозии, вздутий, отслоений покрытия, а также отсутствуют следы подпленочной коррозии на всех элементах фасадной системы.

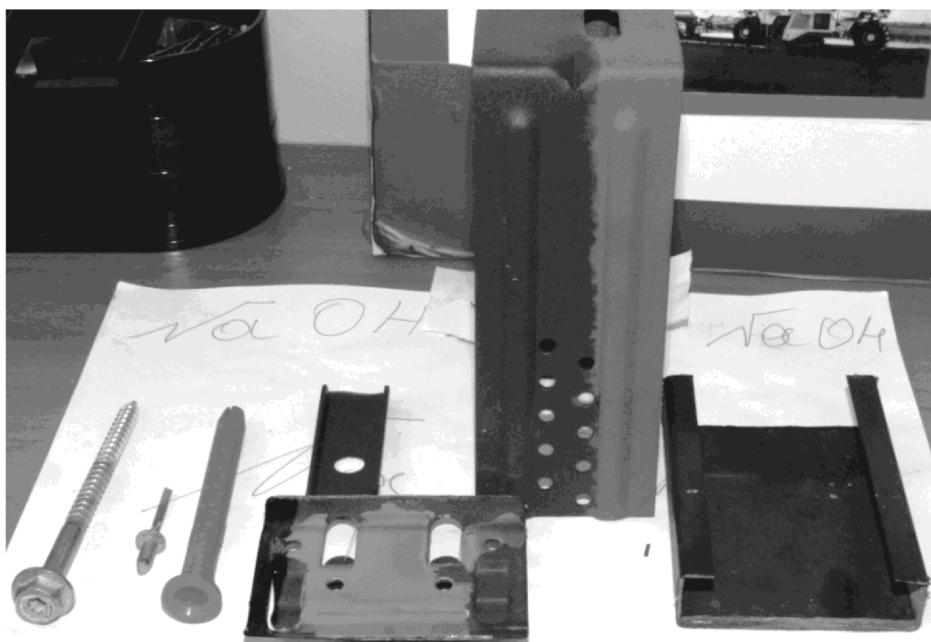


Рис. 1. Образцы фасадной системы после испытания в щелочной среде



Рис. 2. Образцы фасадной системы после испытания в соляной среде

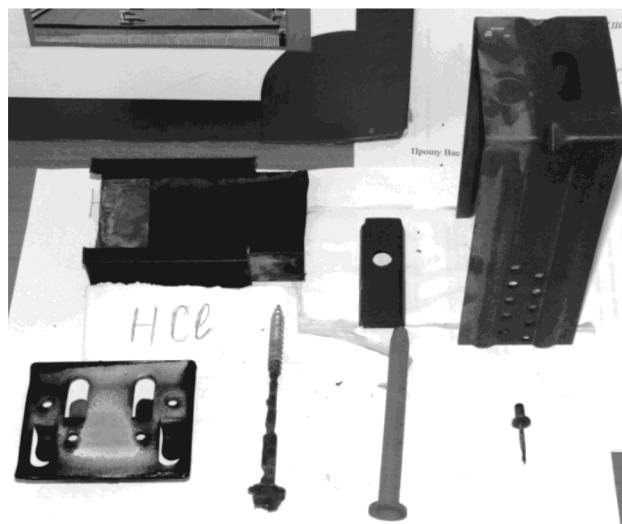


Рис. 3. Образцы фасадной системы после испытания в кислотной среде

Определение адгезии защитных покрытий методом решетчатого надреза фасадной системы «Союз-5000»

Испытания проводились в соответствии с ГОСТ 15140-78 «Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии».

Все элементы фасадной системы, имеющие защитные покрытия, для определения адгезии были испытаны методом решетчатых надрезов. Образцы испытывались после выдержки в течение 30 суток в условиях агрессивных сред (5 % раствор соляной кислоты – HCl, 5 % раствор едкого натра – NaOH и 5 % раствор соли – NaCl).

Результаты испытаний покрытия элементов фасадной системы на адгезию приведены в таблице 2.

Таблица 2

| № п/п | Измеряемый показатель (ИП), ед.изм. | Элемент фасадной системы | Результаты испытаний | | | |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Адгезия методом решетчатого надреза после выдержки в 5 % растворе соляной кислоты (HCl) в течение 30 суток, балл | Стеновой кронштейн | 1 балл на образцах после выдержки в течение 30 суток в условиях соляного тумана | | | |
| | | | 3 балла на образцах после выдержки в течение 30 суток в растворе соляной кислоты | | | |
| | | Вертикальный профиль | 1 балл на образцах после выдержки в течение 30 суток в условиях соляного тумана | | | |
| | | | 3 балла на образцах после выдержки в течение 30 суток в растворе соляной кислоты | | | |
| | | Кляммеры основной и стартовый | 1 балл на образцах после выдержки в течение 30 суток в условиях соляного тумана | | | |
| | | | 1 балл на образцах после выдержки в течение 30 суток в растворе соляной кислоты | | | |
| 2 | Адгезия методом решетчатого надреза после выдержки в 5 % щелочном растворе (NaOH) в течение 30 суток, балл | Стеновой кронштейн | 1 балл на образцах после выдержки в течение 30 суток в условиях щелочного тумана | | | |
| | | | 1 балл на образцах после выдержки в течение 30 суток в растворе щелочи | | | |
| | | Вертикальный профиль | 1 балл на образцах после выдержки в течение 30 суток в условиях щелочного тумана | | | |
| | | | 1 балл на образцах после выдержки в течение 30 суток в растворе щелочи | | | |
| | | Кляммеры основной и стартовый | 1 балл на образцах после выдержки в течение 30 суток в условиях щелочного тумана | | | |
| | | | 1 балл на образцах после выдержки в течение 30 суток в растворе щелочи | | | |

Продолжение таблицы 2

| | | | |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 | Адгезия методом решетчатого надреза после выдержки в 5 % солевом растворе (NaCl) в течение 30 суток, балл | Стеновой кронштейн | 1 балл на образцах после выдержки в течение 30 суток в условиях солевого тумана 3 балла на образцах после выдержки в течение 30 суток в солевом растворе |
| | | Вертикальный профиль | 1 балл на образцах после выдержки в течение 30 суток в условиях солевого тумана 3 балла на образцах после выдержки в течение 30 суток в солевом растворе |
| | | Кляммеры основной и стартовый | 1 балл на образцах после выдержки в течение 30 суток в условиях солевого тумана 1 балл на образцах после выдержки в течение 30 суток в солевом растворе |

Как видно из табл. 2, все элементы фасадной системы, имеющие защитные покрытия, после выдержки в течение 30 суток в газовоздушной среде всех трех агрессивных сред (5 % растворы соляной кислоты – HCl, едкого натра – NaOH, соли – NaCl) обладают высокой степенью адгезии. Адгезия покрытия стенового кронштейна, вертикального профиля и кляммеров оценена в 1 балл, т.е. края надрезов полностью гладкие, нет признаков отслаивания ни в одном квадрате решетки.

Однако, после выдержки стенового кронштейна и вертикального профиля фасадной системы непосредственно в 5 % растворе соляной кислоты – HCl, соли – NaCl адгезия составила 3 балла, т.е. частичное отслаивание покрытия вдоль линий надрезов решетки или в местах их пересечения наблюдалось не менее, чем на 5 %, и не более, чем на 35 % поверхности решетки. Адгезия покрытия всех элементов фасадной системы, выдержанного в растворе щелочи – NaOH, имеет оценку – 1 балл.

Заключение

В результате проведенных исследований и анализа технической документации на исследуемые материалы установлено, что применяемая система защитных покрытий обеспечивает достаточную коррозионную стойкость элементов и допускает эксплуатацию фасадной системы «Союз-5000». Однако наиболее уязвимым элементом являются оцинкованные анкерные болты и заклепки, не имеющие защитного покрытия.

Вследствие того, что фасадная система «Союз-5000» находится в газовоздушной среде, в условиях неагрессивной и слабоагрессивной атмосфер допускается её эксплуатация в течение 50 лет с необходимостью обязательного периодического осмотра всех элементов фасадной системы один раз в 5 лет.

Список библиографических ссылок

1. Ву Динь Вуй. Атмосферная коррозия металлов в тропиках. – М.: Наука, 1994. – 240 с.
2. Розенфельд И.Л. Атмосферная коррозия металлов. – М.: Издательство АН СССР, 1960. – 372 с.
3. Розенфельд И.Л. Коррозия и защита металлов. – М.: Металлургия, 1970. – 448 с.

Murafa A.V. – candidate of technical sciences

Shmelev G.N. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: gn.shmelev@mail.ru

Makarov D.B. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: makarov@kgasu.ru

Susarov A.V. – post-graduate student

E-mail: susarovav@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Investigation of the corrosion resistance of materials of the construction and attachment points of the front system «Soyuz-5000» in liquid aggressive environment

Resume

Accelerated corrosion testing of metallic materials is the part of the problem of predicting the reliability of building structures, used in a variety of climates. Simulation conditions inevitably involves certain simplifications and assumptions as accurate recreation of real corrosion situation and is almost impossible. Therefore, the test results can only give rough estimate.

If it is necessary to conduct comparative tests of various metals, more stringent testing regimes compared with actual operating conditions (higher temperature or more aggressive environment) are usually chosen. As a result of these tests fails to select the most corrosion resistant system. At the same time to obtain predictive estimates should implement regimes which not differ much from the operating conditions.

Corrosion testing is always advisable to carry out with some variation at least of basic system parameters that determine its corrosion behavior, such as the composition of an aggressive environment, temperature.

An important benchmark for selecting structural material having the desired corrosion resistance is of practical experience, the presence of which can reasonably approach to the analysis of aggressive conditions, conducting corrosion tests and issue recommendations. This means not only the need for accelerated laboratory, but the real full-scale tests on corrosion stations with a thorough description of the characteristics of the observed damage and the environment (atmospheric composition, humidity, temperature and other parameters). The resulting data can be used not only for private practical advice, but also for serious generalizations and conclusions.

Keywords: corrosion resistance of hinged facade systems.

Reference list

1. Wu Ding Vui. Atmospheric corrosion of metals in the tropics. – M.: Nauka, 1994. – 240 p.
2. Rosenfeld I.L. Atmospheric corrosion of metals. – M.: Publishing House of the USSR Academy, 1960. – 372 p.
3. Rosenfeld I.L. Corrosion and Protection of Metals. – M.: Metallurgy, 1970. – 448 p.

УДК 697.952

Сайфутдинова А.М. – ассистент

E-mail: adelyasaif@rambler.ru

Куприянов В.Н. – доктор технических наук, профессор

E-mail: kuprivan@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 4200043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Качественные характеристики воздухообмена жилых помещений и их зависимость от объемно-планировочных и конструктивных решений зданий

Аннотация

В статье приведен анализ состояния воздушной среды в современных жилых зданиях, а также существующего нормативного подхода к проектированию естественной вентиляции и организации воздухообмена жилых зданий массовых серий.

С использованием CFD моделирования произведена количественная оценка характеристик естественного воздухообмена на примере четырех типов трехкомнатных квартир массовых серий. По результатам расчетов установлено влияние объемно-планировочных и конструктивных решений квартир на параметры воздухообмена.

Ключевые слова: жилые здания, естественный воздухообмен, кратность воздухообмена, объемно-планировочные решения, санитарно-гигиенические требования.

Воздушная среда помещений зданий является важнейшей категорией их санитарно-гигиенического благополучия. По данным Всемирной организации здравоохранения, треть вновь строящихся или реконструируемых зданий содержит загрязненный воздух. Растет число людей, страдающих от «синдрома больного здания» (Sick building syndrome), признаками которого являются заложенность носа, насморк, раздражение глаз, сухость кожи, головная боль, кашель и усталость [1].

Среди всех видов зданий жилые здания занимают особое место, потому что в них человек проводит до 70 % времени. Воздушная среда жилых помещений также подвержена множественным загрязнениям: от деятельности человека (только при выдохе выделяется более 100 токсичных соединений – антропотоксиков), от выделений химических веществ из строительных материалов (фенол, формальдегид, стирол, ацетон, хлористый винил и др.), радона, выделяющегося из земли под зданием, и т.п. – в результате этих воздействий воздух жилых помещений оказывается в 4-5 раз более загрязненным, чем атмосферный воздух [2].

Действующие нормативные документы по проектированию вентиляции в жилых домах массовых серий [3, 4] рекомендуют в квартирах устройство естественной вытяжной канальной вентиляции с расположением вентканалов в «грязных» помещениях квартиры (кухня, санузлы). При этом расчет естественной вентиляции сводится к определению достаточности величины избыточного напора (только теплового при температуре наружного воздуха +5 °C, без учета действия ветра) для удаления нормативного расхода воздуха. А нормативный воздухообмен определяют в виде количественных величин – кратности (1/ч), либо в виде расхода на единицу объема ($m^3/\text{ч}$).

Для того чтобы в помещениях проходила смена воздуха, необходимо обеспечить постоянный приток. В жилых домах массовых серий с естественной вытяжной вентиляцией приток свежего воздуха осуществляется неорганизованно за счет воздухопроницаемости оконных конструкций. Удорожание теплоносителей привело к повышению герметичности окон. Так, их воздухопроницаемость в 1971 году составляла 18 кг/($m^2 \cdot \text{ч}$), в 1979 году – 10 кг/($m^2 \cdot \text{ч}$), в 1998 году – 5 кг/($m^2 \cdot \text{ч}$). Современные квартиры превратились в герметичные «газовые» камеры [5]. Частым последствием применения герметичных окон стало выпадение конденсата и появление плесени на ограждающих частях зданий. Без притока нет и вытяжки, поэтому устройство вентканалов в квартирах еще не является гарантией должной вентиляции.

В результате аналитических исследований установлен перечень показателей, определяющих качество воздухообмена:

- кратность воздухообмена;
- скорость воздушных потоков в обслуживаемой зоне помещений квартиры;
- продолжительность смены воздуха в помещениях;
- перетекание воздушных потоков из «грязных» помещений в жилые комнаты.

В работе [6] показано, что за счет современных оконных конструкций с воздухопроницаемостью $G_n = 17 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ при $\Delta P_0 = 100 \text{ Па}$ в типовых квартирах можно добиться максимальной кратности воздухообмена лишь $n = 0,43\text{-}0,47$ даже с учетом действия ветрового напора, тогда как для обеспечения санитарно-гигиенических требований необходима одинарная кратность.

В данной работе приведены исследования количественных показателей качественных характеристик воздухообмена жилых помещений на примере четырех типов трехкомнатных квартир массовых серий. Исследования проведены на основе численного моделирования с использованием программных продуктов ANSYS – FLUENT и GAMBIT. В табл. приведены некоторые параметры моделей квартир.

Таблица
Параметры исследуемых моделей трехкомнатных квартир

| Модель | План квартиры | Площадь, м ² | Объем, м ³ | Расход приточного воздуха ч/з типовые окна, м ³ /ч | Расход приточного воздуха при $n = 1$, м ³ /ч | Расход приточного воздуха при $n = 1,5$, м ³ /ч |
|--------|---------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 3o_13 | | 74,16 | 199,95 | 91,36 $n = 0,46$ | 199,95 | 299,93 |
| 3d_12 | | 74,88 | 201,9 | 88,46 $n = 0,44$ | 201,9 | 302,85 |
| 3d_11 | | 74,72 | 201,46 | 87,01 $n = 0,43$ | 201,46 | 302,19 |
| 3d_21 | | 75,70 | 204,11 | 87,01 $n = 0,43$ | 204,11 | 306,17 |

Шифр модели квартир:

- первая цифра – количество жилых комнат;
- буква – ориентация окон; о – односторонняя, д – двусторонняя;
- вторая цифра – количество зон с вентканалами;
- третья цифра – количество жилых комнат, ориентированных на наветренную сторону.

В качестве расчетных параметров приняты результаты, полученные в [6]: тепловой напор $\Delta P_t = 43,76$ Па, ветровой напор $\Delta P_{\text{вет}} = 46,24$ Па, $\Delta P_{\text{заб}} = 41,90$ Па. Этаж расположения квартир – первый. Окна односторонней квартиры ориентированы на наветренную сторону для максимального улавливания ветрового напора. Двусторонние квартиры ориентированы таким образом, чтобы окна кухонь выходили на заветренную сторону для обеспечения дополнительного подпора из жилых комнат с наветренной стороны. Увеличенная кратность воздухообмена достигается за счет увеличения воздухопроницаемости оконных конструкций жилых комнат.

При анализе результатов расчета следует принимать во внимание санитарно-гигиенические требования к параметрам воздухообмена – скорость потоков 0,2-0,3 м/с, время пребывания воздуха в зоне обслуживания не более 3600 секунд, что соответствует одному часу.

Результаты расчетов всех типов квартир при различной кратности воздухообмена показали, что скорости воздушных потоков в обслуживаемой зоне помещений лежат в нормативных пределах (0,02-0,3 м/с), даже при увеличении притока до $n = 1,5$.

Расчеты времени пребывания воздуха в помещениях квартиры (рис. 1) показали, что наибольшее влияние на этот параметр имеет кратность воздухообмена, нежели дальность расположения помещения от зоны с вентканалами. В комнатах, больших по площади, даже если они расположены ближе к вентканалам, время смены воздуха больше, чем в меньших по объему помещениях. При кратности воздухообмена $n = 0,43$ - $0,46$ время пребывания воздуха во всех помещениях больше 1 часа (5700-6380 секунд) (рис. 1, а). При увеличении кратности воздухообмена до $n = 1$ резко уменьшается время смены воздуха в помещениях – оно не превышает 1 часа (2000-2740 секунд) (рис. 1 б). При дальнейшем увеличении притока свежего воздуха до $n = 1,5$ время смены воздуха продолжает уменьшаться (1320-1850 секунд) (рис. 1 в).

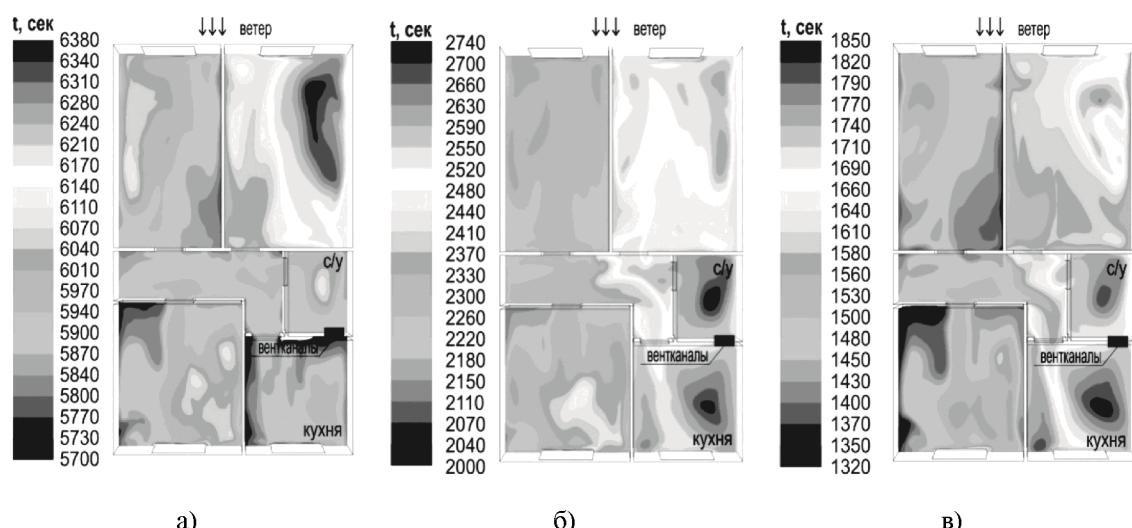


Рис. 1. Поля времени пребывания воздуха в трехкомнатной квартире 3d_12 в горизонтальном сечении на отметке 1,2 м от уровня пола при кратности воздухообмена $n=0,44$ (а), при кратности воздухообмена $n=1$ (б) и при кратности воздухообмена $n=1,5$ (в)

На рис. 2 показано влияние кратности воздухообмена на траектории движения воздушных потоков из кухни трехкомнатной квартиры 3d_11. Здесь видно, что с увеличением количества приточного воздуха снижается интенсивность перетекания воздушных потоков из кухни в жилые комнаты.

На рис. 3 представлена визуализация траекторий движения воздушных потоков из окна кухни при различных объемно-планировочных решениях квартир, но при одинаковой кратности воздухообмена $n = 1$.

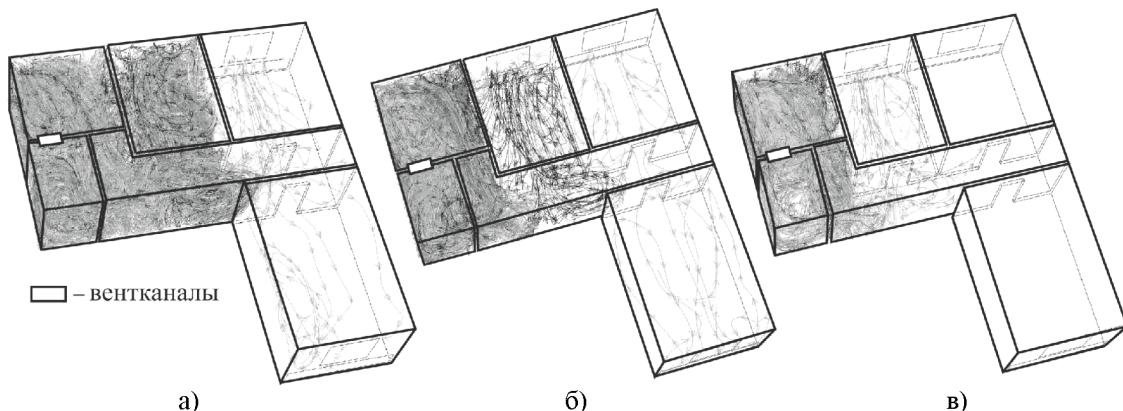


Рис. 2. Траектории движения воздушных потоков из окна кухни в трехкомнатной квартире 3d_11 при различной кратности воздухообмена: а) $n = 0,44$; б) $n = 1$; в) $n = 1,5$

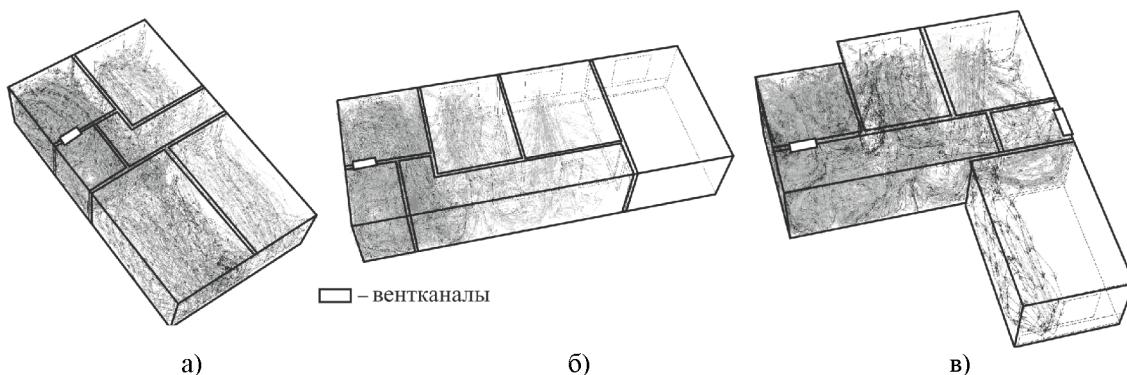


Рис. 3. Траектории движения воздушных потоков из окна кухни в трехкомнатных квартирах при кратности воздухообмена $n = 1$: а) квартира 3d_12; б) квартира 3o_13; в) квартира 3d_21

Видно, что в квартире 3d_12 с более компактным планировочным решением потоки воздуха из кухни интенсивнее перетекают в жилые комнаты (рис. 3 а), нежели в квартире 3o_13 с более протяженным планировочным решением (рис. 3 б). В квартирах же со схожим планировочным решением (рис. 2 б и рис. 3 в), но отличающихся расположением вентканалов в объеме квартиры, потоков воздуха больше в той из них, где вентканалы разнесены по разным участкам квартиры. Также можно отметить, что в жилых комнатах с наветренной стороны потоков воздуха из кухни меньше, чем в жилых комнатах, ориентированных на заветренную сторону.

Результаты расчетов показали, что при существующих конструктивных решениях окон в жилых домах массовой застройки воздухообмен квартир не соответствует санитарно-гигиенической норме: кратность воздухообмена 0,43-0,46; во всех помещениях время смены воздуха превышает 1 час (3600 с); по всем типам квартир отмечено перетекание воздуха из «грязных» помещений (кухня, санузел) в чистые (жилые комнаты). В допустимой норме остаются только скорости воздушных потоков в квартирах (0,02-0,27 м/с).

При увеличении притока свежего воздуха до $n = 1$ параметры воздухообмена изменяются в лучшую сторону. При сохранении скоростей воздушных потоков (0,02-0,27 м/с) снижается перетекание воздушных потоков из «грязных» помещений в жилые комнаты и уменьшается до нормативных значений время пребывания воздуха в обслуживаемой зоне помещений.

При дальнейшем увеличении притока свежего воздуха до $n = 1,5$ продолжается улучшение параметров качества воздухообмена.

На условия перетекания воздушных потоков из «грязных» помещений в чистые жилые влияют такие конструктивные и объемно-планировочные особенности квартир, как:

- кратность воздухообмена – чем больше приток свежего воздуха в жилые помещения, тем меньше потоки воздуха из кухни распространяются в них;

- протяженность квартиры – чем дальше комнаты расположены от кухни, тем меньше потоков воздуха из кухни в них;

- количество зон с вентканалами – в квартирах, где вентканалы разнесены по разным зонам квартиры, потоки воздуха из кухни сильнее распространяются по жилым помещениям.

Результаты расчета еще раз подтвердили тот факт, что действующая нормативная база по проектированию естественной вентиляции не обеспечивает санитарно-гигиенические требования к воздухообмену помещений. Одной из причин этого является всеобщая борьба за энергосбережения, породившая избыточно герметичные оконные конструкции.

Список библиографических ссылок

1. Табунщиков Ю.А. Экологическая безопасность жилища // АВОК, 2007, № 4. – С. 4-7.
2. Куприянов В.Н. Строительная климатология и физика среды: Учебное пособие. – Казань: КГАСУ, 2007. – 114 с.
3. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 – М., 2012. – 75 с.
4. ТР АВОК-4-2004. Технические рекомендации по организации воздухообмена в квартирах многоэтажного жилого дома. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2004. – 32 с.
5. Старшов А. Каким воздухом дышать в квартире // Строительная газета, 2008, № 17.
6. Куприянов В.Н., Сайфутдинова А.М. Статистический анализ годового хода располагаемого напора для оценки естественного воздухообмена жилых помещений // Известия КГАСУ, 2013, № 23. – С. 109-119.

Sayfutdinova A.M. – assistant

E-mail: adelyasaif@rambler.ru

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

E-mail: kuprivan@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 4200043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Qualitative characteristics of air exchange of premises and their dependence on space-planning and constructive solutions of buildings

Resume

The air environment of modern residential buildings is subject to a huge number of polluting influences. As a result of it internal air of premises is at 4-5 times more polluted, than atmospheric, the number of the people suffering from a syndrome of the sick building grows.

For providing sanitary and hygienic requirements in apartments natural ventilation without the organized inflow is provided. Existing standard approach to design of natural ventilation is reduced to determination of sufficiency of size of an excess pressure for removal of settlement amount of air only at a certain temperature of external air $+5^{\circ}\text{C}$ without wind action. Other processes of natural air exchange in apartments in other season remain not captured.

In the real work the indicators defining quality of air exchange are revealed:

- frequency rate of air exchange;
- speed of air streams in a served zone of rooms of the apartment;
- duration of change of air in rooms;
- overflowing of air streams from «dirty» rooms in living rooms.

By means of modeling CFD on the example of four types of three-room apartments of mass series quantitative indices of qualitative characteristics of air exchange of premises are investigated. Dependences of these indicators on space-planning and constructive solutions of apartments are established.

Keywords: residential buildings, natural air exchange, frequency rate of air exchange, space-planning solutions, sanitary and hygienic requirements.

Reference list

1. Tabunshikov Yu.A. Ecological safety of the dwelling // AVOK, 2007, № 4. – P. 4-7.
2. Kupriyanov V.N. Construction climatology and physics of the environment: Manual. – Kazan: KGASU, 2007. – 114 p.
3. SP 60.13330.2012 Heating, ventilation and conditioning. The staticized edition of SNiP 41-01-2003. – M, 2012. – 75 p.
4. TR AVOK-4-2004, Technical recommendations about the air exchange organization in apartments of a multistoried house. – M.: AVOK-PRESS, 2004. – 32 p.
5. Starshov A. What air to breathe in the apartment // Stroitelnaya gazeta, 2008, № 17.
6. Kupriyanov V.N., Sayfutdinova A.M. Statistical analysis of an annual course of an overpressure for an assessment of natural air exchange of premises // News of the KSUAE, 2013, № 23. – P. 109-119.

УДК 624.078.412

Соколов Б.С. – доктор технических наук, профессор

E-mail: zips03@mail.ru

Лизунова Н.С. – ассистент

E-mail: Lis258.86@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420023, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Экспериментально-теоретическая методика оценки сдвиговой податливости штепсельных стыков железобетонных колонн

Аннотация

Штепсельные стыки, в последнее время получившие широкое применение, относятся к бесварным. Как и все типы стыков железобетонных конструкций, они обладают определенной податливостью, что отражается на работе каркасов зданий, приводит к перераспределению усилий между его элементами. Анализ нормативной и научной литературы показал отсутствие расчетных выражений сдвиговой податливости штепсельных стыков железобетонных колонн, не учет которой, в свою очередь, может привести к аварийным ситуациям. Многофакторное компьютерное моделирование и экспериментальные исследования штепсельных стыков железобетонных колонн позволили получить диаграммы их деформирования. Диаграммы деформирования легли в основу разработанной экспериментально-теоретической оценки сдвиговой податливости штепсельных стыков железобетонных колонн, позволяющей определять податливость на всех стадиях работы стыка вплоть до разрушения.

Ключевые слова: сдвиговая податливость, штепсельный стык, экспериментальные исследования, соединение колонн, диаграммы деформирования, механизм разрушения, линейные перемещения, раствор омоноличивания.

Для соединения колонн зданий и сооружений используется «штепсельный» (вилочный) стык (рис. 1), относящийся к бесварным стыкам, который состоит из цилиндрических полостей (а) в торце вышележащих колонн и выпусков рабочей арматуры (б) из торцов нижележащих колонн. Заделка стыка происходит за счет введения и последовательного твердения раствора, заливаемого в отверстия (в) и горизонтальные швы (г) между торцами колонн. Выбор монтажного раствора для замоноличивания стыка является одним из важных факторов. Изучены материалы, применяемые для заполнения полости штепсельного стыка. В качестве монтажных составов используют цементно-песчаные растворы и полимеррастворы. Предпочтительнее использовать полимеррастворы. Натурные обследования показали, что отсутствуют технология производства работ и акты на их выполнение. Все вышеперечисленное потребовало проведения экспериментальных исследований в двух направлениях:

- исследование штепсельных стыков, в которых для замоноличивания используется цементно-песчаный раствор;
- исследование штепсельных стыков, в которых для замоноличивания используется полимерраствор на основе эпоксидной смолы.

Составы растворов приняты по рекомендациям НИИЖБ [1]:

- цементно-песчаный раствор: цемент-песок-вода =1:3:0,45 с добавлением 0,8 % С-3 (суперпластификатор), марка цемента не ниже М400;
- полимерраствор на основе эпоксидной смолы: эпоксидная смола ЭД-20 – 100 масс. ч., отвердитель полиэтиленполиамин – 12-17 масс. ч., дибутилфталат – 30-50 масс. ч., наполнитель кварцевый песок – 60-70 масс. ч.

Характеристики опытных образцов выбраны исходя из максимального возможного геометрического и физического подобия натурным колоннам:

- поперечное сечение 300x300 мм;
- высота 1200 мм;

- диаметр продольной арматуры $\varnothing 18$ мм класса А400;
- бетон тяжелый класса В30.

После замоноличивания стыков образцы выдерживались при температуре 17-20 градусов в течение 30 дней.

Подробное описание экспериментальных исследований и их результатов опубликовано в работах [2, 3, 4].

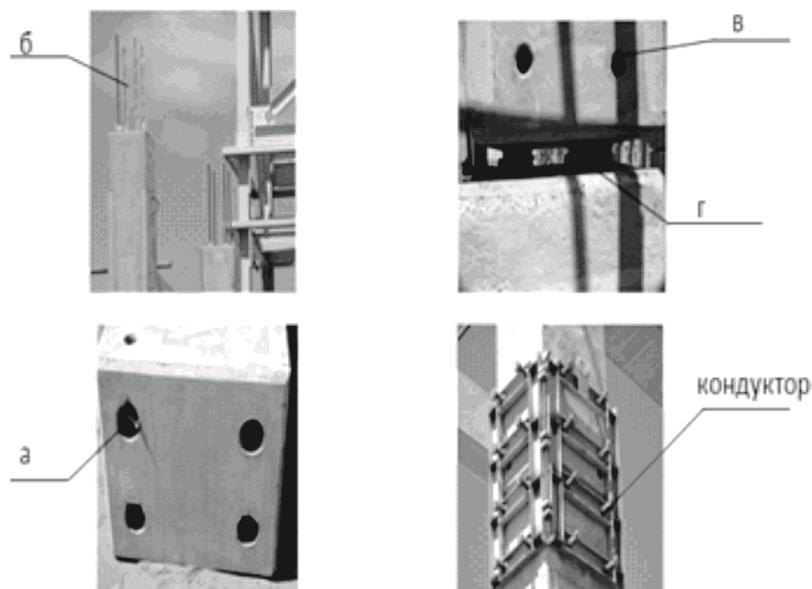


Рис. 1. Штепсельныестыки железобетонных колонн

Штепсельныестыки, как и все типы стыков железобетонных конструкций, обладают определенной податливостью, что отражается на работе каркасов зданий, приводит к перераспределению усилий между его элементами и возможному непроектному состоянию несущей системы. Анализ научной и нормативной литературы [5, 6] показал, что использовать рекомендуемые подходы к оценке сдвиговой податливости нельзя ввиду существенного отличия конструктивных решений стыка и, прежде всего, расположения арматуры в скважинах. В соответствии с [6] сдвиговая податливость ($1/C_r$) обусловлена деформациями сдвига (γ) при действии поперечной силы (Q) и характеризуется зависимостью « $Q - \gamma$ ». Зависимость между $\gamma - \Delta$ описывается следующей формулой $\gamma = \Delta/l$.

Сдвиговую податливость штепсельных стыков предлагается определять с использованием опытных диаграмм деформирования (рис. 2). В соединениях, имеющих несколько характерных стадий работы (до образования трещин в стыке и после), линейные перемещения Δ следует принимать для каждой стадии дифференцированно [7]. Для расчётов используется диаграмма деформирования « $Q-\Delta$ », где Q – перерезывающая сила в стыке, Δ – соответствующее перемещение в направлении её действия. Вид опытных диаграмм деформирования показан линией 1 на рис. 2. В качестве расчетных приняты кусочно-линейные диаграммы 2, состоящие из трёх звеньев – для стыков, шов в которых заполняется цементно-песчаным раствором (рис. 2 а), и из двух звеньев – для стыков, шов которых заполняется полимерраствором (рис. 2 б). На рисунках в точках 1-3 проведены секущие, тангенс угла наклона которых равен условному модулю деформаций стыка при сдвиге для данной стадии $G_{i=1,2,3}$, а $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$ – горизонтальное перемещение, соответственно при образовании трещин в шве, в бетоне стыка и при разрушении.

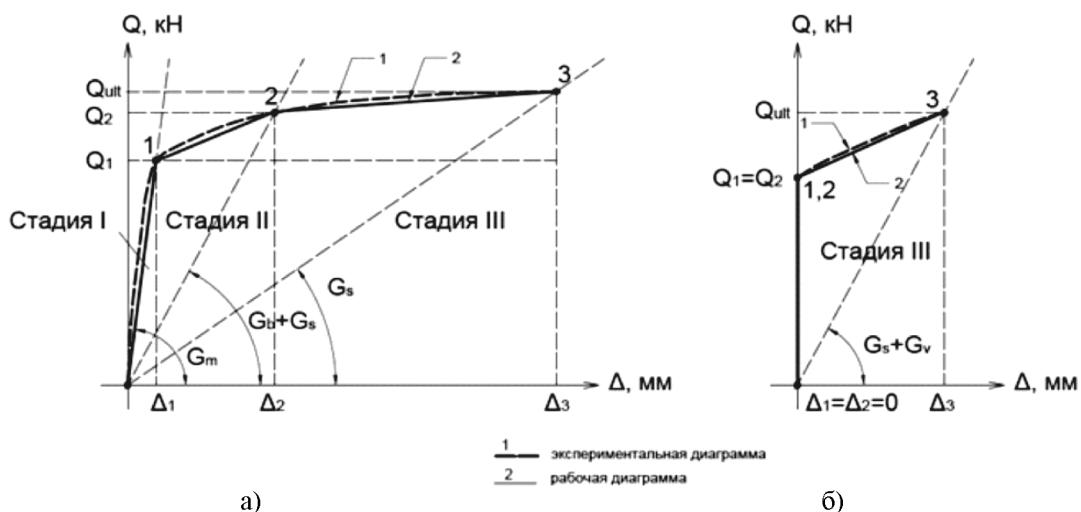


Рис. 2. Диаграмма деформирования штепсельного стыка железобетонных колонн с заполнением скважин и шва (а) – цементно-песчаным раствором; (б) – полимерраствором

Основные преимущества такого подхода – в раскрытии физической сущности механизма работы и разрушения стыка. Это позволяет определять сдвиговую податливость на каждой стадии вплоть до разрушения.

На диаграммах выделим параметрические точки, соответствующие стадиям деформирования стыков (табл. 1).

Для штепсельного стыка колонн, в котором для заполнения каналов и шва используется цементно-песчаный раствор:

- $0 < Q \leq Q_1$, $Q_1 = 0,5Q_{ult}$ – упругая стадия работы стыка (к концу стадии появляются трещины отрыва в защитном слое бетона, и разрушается растворный шов);
- $Q_1 < Q \leq Q_2$, $Q_2 = 0,85Q_{ult}$ – стадия неупругой работы стыка (развитие трещин в защитном слое бетона и нарушение сцепления продольной арматуры с бетоном, смятие бетона под стержнями продольной арматуры, возникновение нагельного эффекта, откол защитного слоя бетона в конце стадии);
- $Q_2 < Q \leq Q_3$, $Q_3 = Q_{ult}$ – стадия разрушения.

Предельное значение поперечной силы определяем из выражения, представленного в [1].

Для штепсельного стыка колонн, в котором в качестве заполнения шва используется полимерраствор, можно выделить только две характерные стадии работы стыка (рис. 2), поэтому:

- $0 < Q \leq Q_1$, $Q_1 = 0,6Q_{ult}$ – работа стыка как жёсткого тела;
- $Q_2 < Q \leq Q_3$, $Q_2 = Q_1$, $Q_3 = Q_{ult}$ – стадия разрушения.

Для штепсельного стыка с заполнением шва полимерраствором необходимо принять $\Delta_1 = \Delta_2 = 0$, что будет соответствовать работе жестко-пластичного тела. Δ_3 – определяется расчетным выражением.

Предельное значение поперечной силы (Q_{ult}) определяется по выражению, приведенному в работе [8]:

$$Q_{ult} = Q_{bt} + Q_{sw} + Q_s. \quad (1)$$

Без учета составляющей – $N\mu$.

Нелинейная работа стыков учитывается путем введения безразмерных коэффициентов k_i , определяемых по результатам экспериментальных исследований на каждой стадии работы стыка. Коэффициент $k_1 = 0,002$, $k_2 = 0,11$, $k_3 = 0,06$ – для каждого вида штепсельного стыка колонн получаем на основании выполненных экспериментальных исследований. k_m – опытный коэффициент, учитывающий вид раствора заполнения шва ($k_m = 1,0$ – для цементно-песчаного раствора, $k_m = 7,6$ – для полимерраствора).

Таблица 1

Стадии напряженно-деформированного состояния стыка

| Стадия НДС | Схема деформирования | Определение перемещений | Сдвиговая податливость |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 1. Упругая работа $Q_1 = 0,5Q_{ult}$ $0 < Q \leq Q_1$ | | $\Delta_1 = \frac{Q_1 \cdot t}{k_1 G_m A_b}$ | $\frac{1}{C_{\gamma 1}} = \frac{\Delta_1}{Q_1}$ |
| 2. Образование первых трещин в теле бетона защитного слоя $Q_2 = 0,85Q_{ult}$ $Q_1 < Q \leq Q_2$ | | $\Delta_2 = \frac{Q_2 \cdot (2L + t)}{k_2 (G_b + G_s) A_b}$ | $\frac{1}{C_{\gamma 2}} = \frac{\Delta_2}{Q_2}$ |
| 3. Разрушение конструкции $Q_3 = Q_{ult}$ $Q_2 < Q \leq Q_3$ | | $\Delta_3 = \frac{Q_{ult} (2L + t)}{k_3 G_s A_s} \cdot k_m$ | $\frac{1}{C_{\gamma 3}} = \frac{\Delta_3}{Q_3}$ |

где G_m, G_b, G_s – модули сдвига раствора, бетона, стальной арматуры. В формулах модуль сдвига материала (раствора, бетона или стали) определяется по общей зависимости теории упругости:

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)},$$

l – расчётная длина стыка, определяемая по [8].

В таблице приведено сравнение результатов расчета по предложенной методике с результатами экспериментальных исследований, расхождение составляет 2-8 %.

Таблица 2

Сравнение опытных и теоретических данных

| Стадия | Нагрузка Q , кН | Перемещение Δ , мм | | | | Сдвиговая податливость $1/C_{\gamma}$, $\text{мм}/\text{Н}$ |
|----------------------------------|-------------------|---------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------------------------------------------------------|
| | | k | Δ_{on} | Δ_{mp} | Расхождение % | |
| Стадия I $Q_1 = 0,5Q_{ult}$ | 73,5 | 0,002 | 0,45 | 0,42 | 7,14 | $5,72 \cdot 10^{-6}$ |
| Стадия II $Q_2 = 0,85Q_{ult}$ | 125 | 0,11 | 3 | 2,95 | 1,2 | $2,36 \cdot 10^{-5}$ |
| Стадия III $Q_3 = Q_{ult}$ | 147 250 | 0,06 0,06; 7,6 | 9 2 | 8,7 1,93 | 3,4 3,6 | $5,92 \cdot 10^{-5}$ $7,72 \cdot 10^{-6}$ |

В ходе проведения экспериментальных исследований напряженно-деформированного состояния стыков получены следующие результаты:

1. Впервые получены диаграммы деформирования штепсельных стыков, позволившие разработать экспериментально-теоретическую методику оценки их сдвиговой податливости, значения которых представлены в табл. 2;

2. Сравнение опытных данных с предложенной методикой показало удовлетворительную сходимость результатов расчета. Расхождение сдвиговых перемещений, полученных опытным и теоретическим путем, не превышает 8 %.

Список библиографических ссылок

1. Рекомендации по проектированию и выполнению контактных стыков с обрывом арматуры железобетонных колонн многоэтажных зданий. – М.: НИИЖБ Госстроя ССР, 1985. – 49 с.
2. Лизунова Н.С. Растворы омоноличивания как фактор, влияющий на деформативность штепсельных стыков железобетонных колонн // Сб. материалов, V Международной научно-практической конференции «Наука и практика: проблемы, идеи, инновации». – Чистополь, 2011. – С. 71-73.
3. Соколов Б.С., Лизунова Н.С. Экспериментальные исследования новых решений штепсельных стыков колонн // Сб. научных трудов «Актуальные проблемы компьютерного моделирования конструкций и сооружений». – Челябинск, 2012. – С. 160-164.
4. Соколов Б.С., Лизунова Н.С. Анализ результатов экспериментальных исследований сдвиговой податливости штепсельных стыков железобетонных колонн // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета, выпуск 31. – Волгоград, 2013. – С. 52-57.
5. Пособие по проектированию жилых зданий, Вып. 3. Конструкции жилых зданий (к СНиП 2.08.01-85). // ЦНИИЭП жилища. – М.: Стройиздат, 1989. – 304 с.
6. Рекомендации по расчету каркасов многоэтажных зданий с учетом податливости узловых сопряжений сборных железобетонных конструкций. – М.: ЦНИИПромзданий, 2002. – 39 с.
7. Кодыш Э.Н., Трекин Н.Н., Никитин И.К. Проектирование многоэтажных зданий с железобетонным каркасом: Монография. – М.: Изд-во АСВ, 2009. – 352 с.
8. Соколов Б.С., Латыпов Р.Р. Прочность и податливость штепсельных стыков железобетонных колонн при действии статических и сейсмических нагрузок: Монография. – М.: Изд-во АСВ, 2010. – 128 с.

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

E-mail: zips03@mail.ru

Lizunova N.S. – assistant

E-mail: Lis258.86@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420023, Russia, Kazan, Zelenaya str., 1

Experimental-theoretical method of estimating the shear compliance of plug joints of reinforced concrete columns

Resume

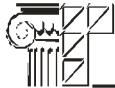
The article presents research results of the shear compliance of plug joints of reinforced concrete columns. Perfomed numerical and experimental investigation of the stress-strain state of the joints. Based on the investigations established schemes destruction plug joints – from the loss of shear resistance of concrete cover, from loss of adhesion between the solution in the well and the concrete columns, from the destruction of mortar and concrete by end fittings at their crush. All of the above characteristics included in the calculated expression of the shear compliance of plug joints columns. Shear compliance of plug joints of reinforced concrete columns is proposed to determine using deformation diagrams. For such compounds having several characteristic stages of work (up to the formation of cracks in the compound and after), the coefficients of compliance should be differentiated for each stage. The peculiarity of the method consists in that the joint deformation diagram is simplified to three fixed speed and

displacement in the three characteristic points. Nonlinear joint work is accounted for by introducing the dimensionless coefficients k_i , depending on results of experimental studies at each stage of the joint. Methodology converges satisfactorily with the experimental data.

Keywords: shear compliance, plug joint, experimental studies, the compound columns, strain diagrams, fracture mechanism, linear displacement, solution embedment.

Reference list

1. Recommendations for the design and implementation of contact joints with edged bars reinforcement concrete columns of multistory buildings. – M.: NIIZhB USSR State, 1985. – 49 p.
2. Lizunova N.S. Grouting solutions as a factor influencing the deformation socket joints of reinforced concrete columns // Proc. Materials of V International scientific and practical conference «Science and Practice: issues, ideas and innovations». – Chistopol, 2011. – P. 71-73.
3. Sokolov B.S., Lizunova N.S. Experimental research of new solutions socket joints columns // Proc. scientific papers «Actual problems of computer modeling of structures and facilities». – Chelyabinsk, 2012. – P. 160-164.
4. Sokolov B.S., Lizunova N.S. Analysis of the results of experimental studies of shear compliance plug-joints of reinforced concrete columns // Bulletin of the Volgograd State Architectural University, issue 31. – Volgograd, 2013. – P. 52-57.
5. Manual for the design of residential buildings. Issue 3. Construction of residential buildings (SNIP 2.08.01-85 to) // TSNIIEP. – M.: Stroyizdat, 1989. – 304 p.
6. Recommendations for calculation of multistory buildings frames considering compliance nodal pairings precast. – M.: TsNIIPromzdany, 2002. – 39 p.
7. Kodysh E.N., Trekin N.N., Nikitin I.K. Design of multistory buildings with a concrete frame, Monography. – M.: publishing house of the ASV, 2009. – 352 p.
8. Sokolov B.S., Latypov R.R. Strength and ductility of reinforced concrete columns socket joints under static and seismic loading: Monography. – M.: publishing house of the ASV, 2010. – 128 p.



УДК 624.154: 699.8: 551.448

Магзумов Р.Н. – младший научный сотрудник

E-mail: lsf_ps@mail.ru

ГУП институт «БашНИИстрой»

Адрес организации: 450064, Россия, г. Уфа, ул. Конституции, д. 3

Определение дополнительных нагрузок на ленточные свайные фундаменты при образовании карстового провала

Аннотация

Целью работы явилось исследование напряженно-деформированного состояния системы «грунтовое основание – свайный фундамент» при образовании карстового провала и определение дополнительных нагрузок на конструкции фундамента при образовании провала.

Исследования проводились с использованием сертифицированной и верифицированной геотехнической программы MIDAS GTS.

Разработана методика определения дополнительных нагрузок на конструкции ленточного свайного фундамента при образовании карстового провала.

Ключевые слова: карстовый провал, свайные фундаменты, горизонтальное давление грунта.

Расчет свайных ленточных фундаментов на закарстованных территориях, как правило, производят на расчетный диаметр карстового провала. Однако провал имеет некоторую глубину, а борта провала неустойчивы и возможно их обрушение. Следовательно, на сваи, расположенные на границе карстового провала, действует горизонтальное давление от обрушающегося грунта. Разрушение этих свай приведет к увеличению расчетного пролета ростверка над карстовым провалом как минимум на $2a$, где a – шаг свай, что может привести к аварийной ситуации при необеспечении несущей способности ростверка. В действующих нормативных документах этот фактор не учитывается.

Дополнительные горизонтальные нагрузки на ленточные свайные фундаменты при образовании карстового провала во многом зависят от расположения провалов относительно конструкций фундамента. Наиболее опасные варианты приведены на рис. 1.

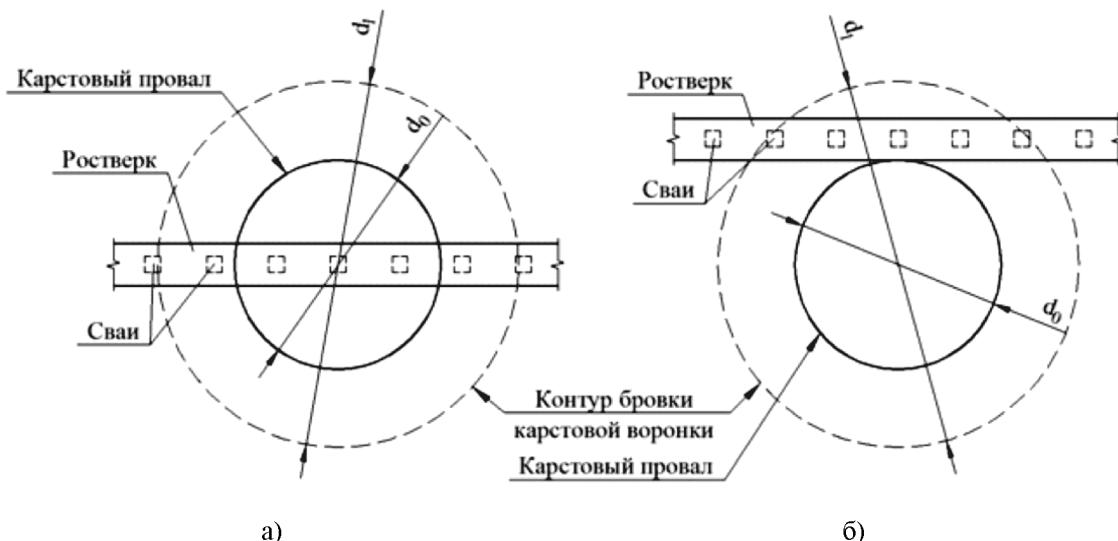


Рис. 1. Наиболее опасные варианты

расположения карстового провала в плане относительно фундамента:

а, б – варианты расположения провалов; d_0 – первоначальный диаметр карстового провала;

d_1 – диаметр карстового провала после обрушения бортов провала

При образовании провала по схеме, приведенной на рис. 1 a , свайный ряд оказывается ориентированным по направлению обрушения грунта и, соответственно, действия горизонтальной нагрузки. Давление в этом случае перераспределяется между сваями. Усилия от реакций свай в месте сопряжения с ростверком действуют вдоль ростверка и создают дополнительное сжимающее усилие в нём. При образовании карстового провала по схеме, приведенной на рис. 1 b , свайный ряд располагается перпендикулярно направлению действия горизонтального давления от обрушения грунта. В этом случае давление грунта передается на сваи как на однорядные подпорные сооружения. Усилия от реакций свай передаются перпендикулярно оси ростверка, что приводит к его работе на изгиб в горизонтальной плоскости. С точки зрения передачи наибольшего горизонтального давления на сваи наиболее опасным представляется вариант, представленный на рис. 1 b . Также при этом варианте ростверк работает на изгиб в горизонтальной плоскости, что не учитывается в действующих нормативных документах по карстозащитным фундаментам. Поэтому в дальнейших исследованиях рассматривается вариант на рис. 1 b .

Исследование напряженно-деформированного состояния системы «грунт – свайный фундамент» и определение действующих нагрузок на сваи и ростверк при карстовом провале выполним с использованием геотехнической программы MIDAS GTS v.2013, реализующей метод конечных элементов и имеющей верифицированные модели грунта. Использование геотехнической программы является фактически единственным инструментом изучения напряженно-деформированного состояния основания при образовании карстового провала. При этом возможен учет совокупности факторов, влияющих на формирование горизонтального давления на конструкции фундамента, а именно, физических и прочностных характеристик грунта и перемещений свай и ростверка.

По натурным наблюдениям, карстовые провалы в основном имеют круглую форму в плане. В этом случае в грунтовом массиве возникают внутренние усилия осесимметричного характера, что может снижать давление на сваю (радиальная составляющая давления). В случае образования карстового провала неправильной геометрической формы в плане осевая симметрия провала может быть нарушена. Поэтому для определения горизонтальной нагрузки на сваю от давления грунта целесообразным представляется моделирование карстового провала без учета условий осевой симметрии.

Наблюдения и статистический анализ за проявлением карстовых провалов на территории России позволяют выделить следующие наиболее вероятные диапазоны геометрических размеров провалов, принятые в качестве исходных данных для расчетов: диаметр карстового провала – 6-10 м, глубина провала – 4-10 м.

Моделирование свай производится объемными конечными элементами. Вертикальная нагрузка на сваи принята равной 300 кН, что наиболее типично для фундаментов 3-5-этажного жилого здания при шаге свай $3d$, где d – сторона сваи. Исходные данные для численных расчетов представлены в табл. 1.

Таблица 1
Исходные данные для численных расчетов

| | |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------|
| Размеры модели $a \times b$ | 15x20 м |
| Длина свай | 12 м |
| Глубина карстового провала | 4-10 м |
| Диаметр карстового провала | 6 м; 10 м |
| Модель грунта | Модель Мора-Кулона |
| Нагрузка на сваю | 300 кН |
| Границные условия сваи | Верхний конец закреплен: шарнирно неподвижно/податливо |
| Тип КЭ | Грунтовый массив и сваи: 8-ми узловой гексаэдр |
| Решение СЛАУ | Мультифронтальный прямой решатель |
| Нелинейный решатель | Метод Ньютона-Рафсона |

Фрагмент расчетной модели в MIDAS GTS представлен на рис. 2.

По результатам численных расчетов построены эпюры горизонтального давления на сваю. Характерная эпюра давления представлена на рис. 3. Эпюры давления для частных случаев грунтовых условий и глубин карстовых провалов показаны на рис. 4.

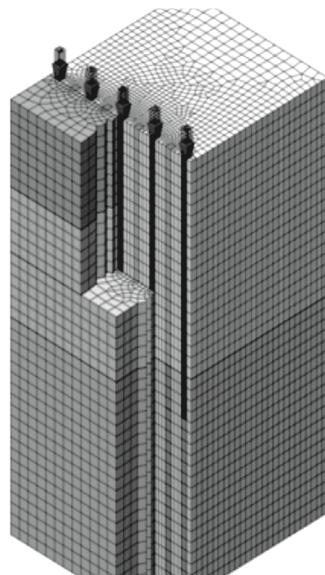


Рис. 2. Расчетная модель в MIDAS GTS

Таблица 2

Нормативные значения прочностных и деформационных характеристик грунтов по СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений»

| Наименование грунтов | По показателю текучести | Коэффиц. Пуассона | Модуль деформации E , МПа | Удельное сцепление c , кПа | Угол внутреннего трения φ , град |
|----------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------------------|
| Супеси | Текущие | 0,35 | 10 | 11 | 21 |
| Суглинки | Полутвердые | 0,35 | 17 | 25 | 23 |
| | Мягкопластичные | 0,37 | 10 | 12 | 13 |

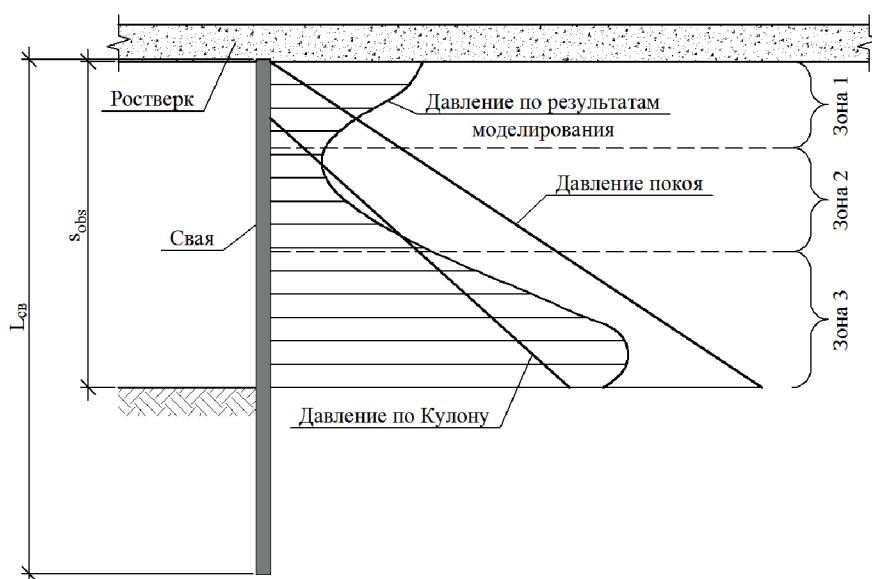


Рис. 3. Эпюра горизонтального давления на сваю. Зоны формирования давлений грунта

Анализ результатов расчетов показывает, что имеется определенная закономерность формирования горизонтального давления на сваю по её высоте. Характер давления, полученного по результатам моделирования, показан на рис. 3. По глубине сваи можно выделить три зоны формирования давления.

В зоне 1 наличие шарнирно неподвижного закрепления головы сваи приводит к формированию увеличенного давления, по сравнению с активным давлением по теории Кулона. По мере возрастания податливости закрепления головы сваи увеличенное давление снижается вплоть до активного давления. Аналогичная зависимость описывается в теории давления грунта на подпорные стенки. Глубже по длине сваи давление грунта постепенно уменьшается с увеличением горизонтального перемещения ствола сваи.

Зона 2 является «переходной» зоной. На данном участке сваи горизонтальные перемещения сваи достигают наибольших значений, и давление грунта приближается или становится равным активному давлению, определяемому по классической теории Кулона.

В зоне 3 горизонтальные перемещения сваи уменьшаются, и наблюдается увеличение давления на сваю, которое становится равным активному давлению или занимает промежуточное значение между активным давлением и давлением покоя.

Результаты моделирования показывают наличие зависимости характера распределения давления и его значений от прочностных характеристик грунта и глубины карстового провала.

Введем давление q_n , приведенное на 1 м глубины провала и вычисляемое по формуле:

$$\frac{q_n}{s_{obs}} = 0,4c \cdot \operatorname{tg}\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) \Rightarrow q_n = 0,4s_{obs}c \cdot \operatorname{tg}\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right). \quad (1)$$

Коэффициент «0,4» в формуле (1) определен эмпирическим путем по результатам численного моделирования.

При $q_n < 20 \text{ кН/м}^2$ давление грунта на сваю q_z можно аппроксимировать линейно возрастающей функцией от глубины z :

$$q_z = kz. \quad (2)$$

Коэффициент пропорциональности k вычисляется из условия, что при $z=s_{obs}$ $q_z=P_a$, где P_a – активное давление грунта по Кулону, определенное на глубине карстового провала s_{obs} .

При $q_n > 20 \text{ кН/м}^2$ давление грунта на сваю q_z можно аппроксимировать билинейной функцией. До глубины $z=0,4s_{obs}$ давление принимается равномерно распределенной по высоте сваи и определяется по формуле:

$$q_1 = \frac{1}{3}\gamma \cdot 0,4 \cdot s_{obs} \cdot (1 - \sin \varphi), \quad (3)$$

где γ – удельный вес грунта.

Ниже глубины $0,4s_{obs}$ – давление возрастает по линейному закону до величины, определяемой по формуле:

$$q_2 = p_0 - q_n = p_0 - 0,4s_{obs} \cdot c \cdot \operatorname{tg}\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right), \quad (4)$$

где p_0 – давление покоя на глубине s_{obs} .

Примеры аппроксимированных с помощью формул (1)-(4) эпюров горизонтального давления представлены на рис. 4. Там же показано влияние податливости закрепления головы сваи на формирование горизонтального давления грунта на сваю.

Моделирование карстовых провалов по варианту, представленному на рис. 1б, показало, что ростверк воспринимает горизонтальное давление от реакции свай в месте сопряжения с ростверком. Под воздействием данного давления ростверк работает на изгиб в горизонтальной плоскости.

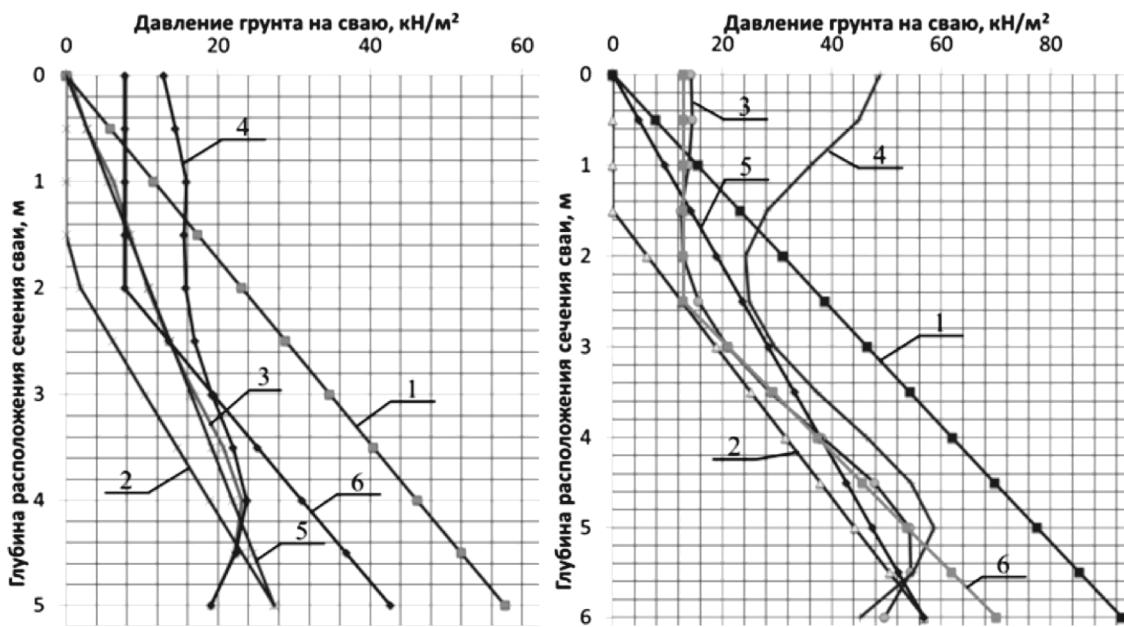


Рис. 4. Аппроксимированные эпюры горизонтального давления на сваю:
слева – глубина провала – 5 м, грунт – супесь текучая, $q_n=15,1 \text{ кН/м}^2 < 20 \text{ кН/м}^2$;
справа – глубина провала – 6 м, грунт – суглинок мягкопластичный, $q_n=22,9 \text{ кН/м}^2 > 20 \text{ кН/м}^2$;
1 – давление покоя, 2 – давление по Кулону, 3 – давление при податливом закреплении головы сваи, 4 – давление по расчету при неподвижном закреплении головы сваи, 5 – линейно-аппроксимированное давление, 6 – билинейно-аппроксимированное давление

Для определения характера эпюры горизонтального давления на ростверк выполнены численные расчеты для различных геометрических размеров провалов, шага свай и свойств грунтов.

Результаты расчетов показали, что величина давления и характер распределения по длине ростверка зависят в основном от диаметра и глубины провала. Шаг свай влияет на значение горизонтальной нагрузки (реакция свай), а на распределение давления по длине ростверка влияние шага незначительно.

Длина зоны распределения горизонтального давления оценивалась соотношением $L/(s_{obs} d)$, где L – длина зоны распределения горизонтального давления на ростверк, d – диаметр карстового провала. Относительная длина зоны распределения горизонтального давления на ростверк для различных видов грунтов представлена в табл. 3.

Таблица 3
**Относительная длина зоны распределения горизонтального давления на ростверк
для различных видов грунтов по СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений»**

| Наименование грунтов | По показателю текучести | Шаг свай 0,9 м; $d=6$ м; $s_{obs}=7$ м | Шаг свай 1,8 м; $d=10$ м; $s_{obs}=7$ м |
|----------------------|-------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Супеси | Пластичные | 0,19 | 0,17 |
| | Текущие | 0,21 | 0,21 |
| Суглинки | Полутвердые | 0,21 | 0,18 |
| | Тугопластичные | 0,23 | 0,21 |
| | Мягкопластичные | 0,23 | 0,22 |
| Глины | Полутвердые | 0,21 | 0,18 |
| | Тугопластичные | 0,26 | 0,28 |
| | Мягкопластичные | 0,28 | 0,26 |

Как видно из табл. 3, для рассмотренных грунтов наблюдается линейная зависимость от геометрических размеров карстового провала.

Основываясь на результатах выполненных исследований, предлагается следующая схема расчетной эпюры горизонтального давления на ростверк (рис. 5).

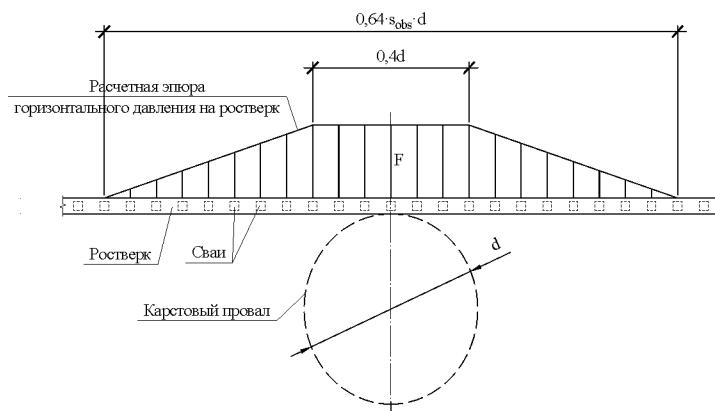


Рис. 5. Эпюра распределения горизонтального давления на ростверк,
F – максимальная реакция сваи в месте сопряжения с ростверком

В соответствии с представленными схемами действующих нагрузок на сваи и ростверк можно выполнить их расчет по I предельному состоянию и определить внутренние усилия любым методом с учетом граничных условий.

Список библиографических ссылок

1. Рекомендации по проектированию фундаментов на закарстованных территориях. – М.: НИИОСП, 1985. – 78 с.
2. ТСН 302-50-95. РБ 1996. Инструкция по изысканиям, проектированию, строительству и эксплуатации зданий и сооружений на закарстованных территориях. – Уфа: Госстрой РБ.
3. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* введ. 20.05.2011. – М.: ОАО «ЦПП», 2011. – 166 с.

Magzumov R.N. – junior researcher

E-mail: lsf_ps@mail.ru

GUP Institute «BashNIIstroy»

The organization address: 450064, Russia, Ufa, Konstituzii st., 3

Determination of pile strip foundation extra loads when karst hole formation

Resume

Pile strip foundations are often used in construction on karst areas. However, existing Codes do not fully regulate the analysis of foundation constructions on the karst areas. In particular, extra loads due to pressure of soil downfall on the hole edges on foundation structures are not taken into account. It can provoke pile failure at the hole boundary and increase of the bearing distance of the raft above the karst hole. With the inadequate bearing capacity of the raft it can lead to emergency situation.

The goal of the work is to determine the character and values of piles and the raft extra loads when karst hole forms. For this purpose, the numerical modeling is performed in the geotechnical program MIDAS GTS. The foundation soil is clay soil of very soft and soft consistency.

By results of numerical investigations by means of approximation of pressures obtained, pile horizontal pressures are determined. In dependence on soil strength characteristics and the hole depth, the diagram of pile horizontal pressure is approximated by linear or bilinear function. The numerical values of pressure are evaluated by formulas given in the paper.

Keywords: karst hole, pile foundations, horizontal soil pressure.

Reference list

1. Recommendations for design of foundations for the karsted areas. – M.: NIIOSP, 1985. – 78 p.
2. TSN 302-50-95. RB 1996. Use of survey, design, construction and operation of buildings and structures on karsted areas. – Ufa: Gosstroy RB.
3. SP 22.13330.2011. Foundations of buildings and structures. SNIP 2.02.01-83 updated edition is introduced on 20.05.2011. – M.: JSC «ZPP» 2011. – 166 p.

УДК 624. 154: 624.075.23

Соколов Л.Я. – младший научный сотрудник

E-mail: l.sokolov@mail.ru

ГУП институт «БашНИИстрой»

Адрес организации: 450064, Россия, г. Уфа, ул. Конституции, д. 3

Рациональная форма односвайного фундамента под колонны промышленных зданий и сооружений

Аннотация

На основании анализа существующих данных и результатов натурных экспериментов сделан вывод о том, что в качестве односвайных фундаментов под колонны каркасных зданий целесообразно использовать конструкцию, состоящую из штампонабивной сваи пирамидальной формы (верхняя часть) и забивной призматической сваи (нижняя часть). Такая комбинированная свая имеет форму ствола, наилучшим образом приспособленную к восприятию совместно действующих на колонну вертикальной и горизонтальной нагрузок и обладающую при этом высокой эффективностью.

Ключевые слова: пирамидальная штампонабивная свая, односвайный фундамент, комбинированная свая, горизонтальная нагрузка, график «нагрузка-перемещение».

Наиболее распространенными в настоящее время свайными фундаментами являются фундаменты в виде кустов из сплошных призматических свай. Однако массивный ростверк, объединяющий головы свай в единое целое, в ряде случаев значительно снижает эффективность их применения из-за низкой удельной несущей способности фундамента в целом. В последние десятилетия разработаны, исследованы и успешно внедрены сваи нестандартных конструкций, в том числе с переменным по длине поперечным сечением (пирамидальные, конусные и др.), сваи-оболочки, полые круглые сваи и различные комбинации этих конструкций (комбинированные сваи). При этом установлена рациональная область их применения – односвайные фундаменты для промышленных и гражданских зданий каркасного типа. Отсутствие ростверка, минимум земляных и опалубочных работ, меньшая трудоемкость возведения и вместе с тем достаточно высокая несущая способность делают их более эффективными по сравнению с кустовыми фундаментами и более предпочтительными при проектировании каркасных зданий и сооружений с нагрузками на фундаменты до 1200-1500 кН.

На фундаменты колонн каркасных зданий и сооружений, кроме вертикальной нагрузки, действуют горизонтальная нагрузка и изгибающий момент. В условиях совместного действия вертикальной, горизонтальной и моментной нагрузок наиболее эффективными для устройства фундаментов являются набивные сваи, бетонируемые в выштампованный скважине пирамидальной формы. Эти сваи («штампонабивные»), обладая всеми преимуществами набивных свай (дешевый товарный бетон, возможность рационального армирования из условий только технологических нагрузок, отсутствие срубки голов недопогруженных свай и др.), в то же время по несущей способности на 1 м³ материала, затраченного на их изготовление, близки к забивным, так как работают в уплотненном грунте, исключая тем самым основной недостаток буронабивных свай – низкую удельную несущую способность.

Штампонабивные сваи пирамидальной формы, в отличие от свай постоянного по длине сечения, значительно эффективнее работают на действие как вертикальной, так и горизонтальной нагрузки, что обусловлено конструкцией ствола сваи и особенностью технологии ее изготовления.

Уменьшение размеров поперечного сечения сваи сверху вниз увеличивает ее сопротивление вертикальной нагрузке, так как ее наклонные грани создают дополнительное распорное сопротивление по грунту, а уменьшение объема при этом приводит к увеличению удельной несущей способности сваи.

Факт увеличения удельной несущей способности пирамидальных свай при их работе на вертикальную нагрузку, по сравнению с призматическими, подтвержден

многочисленными, преимущественно натурными, экспериментами. Из табл. 1 видно, что сваи с уменьшающимся с глубиной поперечным сечением при действии вертикальной нагрузки работают эффективнее свай с постоянным по длине сечением, в частности, пирамидальные сваи – значительно эффективнее, чем широко применяющиеся в настоящее время призматические сваи. Увеличение удельной несущей способности вертикально нагруженных пирамидальных свай в 1,5-2,5 раза (табл. 1) указывает на возможность практического полного использования прочности материала, значительное недоиспользование которого в сваях постоянного по длине сечения является существенным недостатком.

Увеличение размеров поперечного сечения сваи снизу вверх увеличивает ее сопротивление горизонтальной нагрузке, так как верхний участок, наиболее активно сопротивляющийся при горизонтальном нагружении, приобретает большую жесткость на изгиб и большую площадь контакта боковой поверхности с грунтом при большем радиусе уплотненной зоны в направлении действия горизонтальной силы. Уменьшение с глубиной жесткости на изгиб сваи при такой форме ее ствола хорошо согласуется с формой эпюры изгибающих моментов: максимальный момент, возникающий в верхней половине сваи, с глубиной уменьшается до нуля.

Существенным также является то обстоятельство, что при устройстве пирамидальных свай (как забивных, так и набивных) обеспечивается полный контакт боковой поверхности сваи с грунтом по всей ее длине.

Практически одинаково работая под нагрузкой, забивные и штампонабивные пирамидальные сваи, при рассмотрении всего комплекса работ, связанных с использованием их в качестве фундаментов зданий и сооружений, технологией изготовления, расходом материальных и трудовых ресурсов, rationalной областью применения и т.д., имеют друг от друга существенные отличия.

Штампонабивные пирамидальные сваи, несколько уступая в эффективности при работе под нагрузкой забивным сваям аналогичной конструкции, имеют по сравнению с ними ряд преимуществ, два из которых следующие:

- возможность устройства головы сваи с развитым поперечным сечением, что позволяет получить большую несущую способность на вертикальную и горизонтальную нагрузки и формировать в верхней части сваи узел сопряжения с колонной, то есть использовать эти сваи в качестве односвайных фундаментов под колонны зданий и сооружений;

- возможность устройства комбинированной сваи путем забивки в дно скважины перед ее бетонированием призматической сваи или другого забивного элемента, что позволяет значительно увеличить несущую способность исходной штампонабивной сваи.

Область применения пирамидальных штампонабивных свай распространяется на глинистые грунты от пластичной до твердой консистенции. Однако, в грунтах с $I_L < 0,2$ такие фундаменты применять не рекомендуется ввиду сложности забивки штамп-скважинообразователя, а в грунтах с $I_L > 0,6$ – вследствие неустойчивости стенок скважины и ее заплывания. В то же время, есть предложения [1, 2]: в первом случае – бурить лидерные скважины перед выштамповкой пирамидальной скважины, а во втором – погружать штамп-скважинообразователь с металлическим или железобетонным кожухом пирамидальной формы, оставляемым в скважине. Опыт устройства штампонабивных свай с применением извлекаемых из грунта инвентарных штампов обеспечивает высокую точность расположения свай в плане, достигаемую путем выверки и выправления штампа в процессе его забивки сваебойным агрегатом. Благодаря большой поперечной жесткости штампа, эти операции выполнимы.

Таким образом, высокая эффективность работы пирамидальных штампонабивных свай обусловлена формой ствола сваи и уменьшающимся с глубиной поперечным сечением, что способствует формированию обширной зоны уплотненного грунта вокруг сваи и наилучшим образом соответствует характеру передачи нагрузки от сваи основанию, как при вертикальном, так и горизонтальном нагружении. Кроме того, благодаря конструктивным особенностям и особенностям технологии их возведения, они экономичны и являются наилучшим инженерным решением односвайных фундаментов зданий каркасного типа. Этот вывод подтвержден результатами многолетних исследований свайных конструкций на действие вертикальных, горизонтальных и моментных нагрузок и большим опытом возведения ряда промышленных объектов в г. Уфе и других городах [1, 2].

**Результаты испытаний пирамидальных свай на вертикальную нагрузку
в сравнении с призматическими сваями**

Таблица 1

| Характеристика грунтов | Геометрические параметры пирамидальных свай | | | Несущая способность относительно призматических свай | | Источник |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------|----------|----------|
| | Длина, м | Размеры оснований, см | Угол наклона граней | по испытанию | удельная | |
| Связные грунты: $I_L = 0,2\text{-}0,4$ | — | — | — | 2,2 | — | [3] |
| Суглинки с прослойками песка | — | — | — | ~1,0 | ~3,0 | |
| Плотные грунты с поверхности | 8,0 | $\frac{46 \times 46}{20 \times 20}$ | $0^\circ 56'$ | 1,5-3,0 | — | |
| Твердые суглинки | 3,4 | $\frac{70 \times 70}{10 \times 10}$ | $5^\circ 03'$ | — | 2,00 | |
| Суглинок текучепласт. до гл. 2,0 м, с гл. 2 м до 6,6 м – полутив. консист., ниже – глины тв. консистенции. | 8,0 | $\frac{46 \times 46}{20 \times 20}$ | $0^\circ 56'$ | 1,36 | 1,12 | |
| Суглинок пластичный до глубины 3,8 м, ниже – суглинок твердой консистенции | 6,0 | $\frac{40 \times 40}{20 \times 20}$ | $0^\circ 57'$ | 1,64 | 1,78 | |
| Суглинок тугопластичный до глубины 2,4 м, с глубины 2,4 м до 4,5 м – сугл. мягкопласт. с гл. 5,5 м – сугл. тугопластичный | 5,5 | $\frac{35 \times 25}{15 \times 25}$ | $1^\circ 03'$ | 1,48 | 2,37 | |
| Сугл. до гл. 3,5 м тугопл., подстил. прослойкой тверд. супесей мощн. 0,6 м, ниже – сугл. тверд. консист. | 5,5 | $\frac{40 \times 40}{20 \times 20}$ | $1^\circ 03'$ | 2,00 | 1,76 | |
| Суглинок тугопластичный до глубины 6,5 м, с глубины 3,8 м – с галькой | 4,6 | $\frac{40 \times 40}{20 \times 20}$ | $1^\circ 15'$ | 1,33 | 1,45 | |
| Суглинок текучепластичный до глубины 1,9 м, с глубины 1,9 м до 3,2 м – сугл. мягкопластичный, ниже – супесь пластичная | 4,5 | $\frac{40 \times 40}{20 \times 20}$ | $1^\circ 16'$ | 1,25 | 1,12 | |
| Верхнечетвертичные аллювиальные отложения глин мощностью 8,5-9,0 м: $\rho = 1,74\text{-}1,78 \text{ г}/\text{см}^3$; $e = 1,05\text{-}1,08$; $c = 0,036\text{-}0,038 \text{ МПа}$; $\varphi = 17\text{-}18^\circ$; $E = 7 \text{ МПа}$. | 1,42 | $\frac{11,6 \times 11,6}{1,6 \times 1,6}$ | $2^\circ 01'$ | 2,00 | 2,44 | [5] |
| | 0,99 | $\frac{12,4 \times 12,4}{5,5 \times 5,5}$ | $2^\circ 00'$ | 1,85 | 2,00 | |
| | 0,53 | $\frac{14,8 \times 14,8}{11,2 \times 11,2}$ | $2^\circ 04'$ | 2,22 | 2,24 | |
| | 0,46 | $\frac{19,4 \times 19,4}{5,4 \times 5,4}$ | $7^\circ 58'$ | 1,80 | 2,61 | |
| Водонасыщенные мелкие пески средней плотности: $\rho = 1,77 \text{ г}/\text{см}^3$; $c = 0,002 \text{ МПа}$; $\varphi = 23^\circ$; $E = 15 \text{ МПа}$. | 4,5 | $\frac{70 \times 70}{20 \times 20}$ | $3^\circ 11'$ | 3,35 | 2,00 | [6] |
| Суглинки: $\rho = 1,6 \text{ г}/\text{см}^3$, $I_L = 0,10\text{-}0,35$ | 3,0 | $\frac{60 \times 60}{10 \times 10}$ | $4^\circ 46'$ | 0,66 | 2,07 | [7] |
| | 4,0 | $\frac{80 \times 80}{10 \times 10}$ | $5^\circ 00'$ | 1,42 | 2,00 | |

Однако несущая способность таких свай в ряде случаев оказывается недостаточной, так как размеры штампонабивной сваи ограничены технологическими возможностями сваепогружающего оборудования. Для повышения несущей способности односвайных фундаментов при использовании одного и того же штампа для выштамповки скважин одним и тем же молотом, а также с целью расширения области применения пирамидальных штампонабивных свай по грунтам и нагрузкам, в НИИпромстрое разработана [2] конструкция односвайного фундамента (в дальнейшем «комбинированная свая»), состоящего из пирамидальной штампонабивной сваи и забивной призматической сваи, погружаемой в скважину до укладки в нее бетонной смеси (рис. 1).

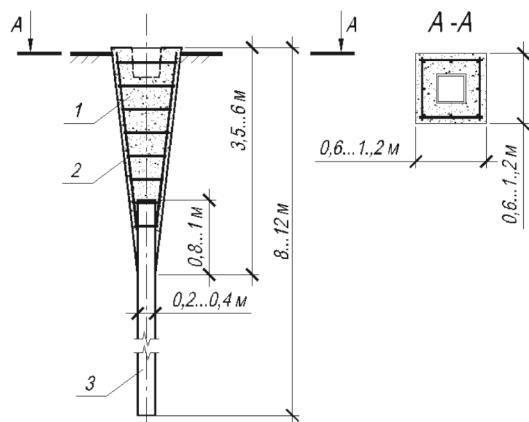


Рис. 1. Комбинированный односвайный фундамент:
1 – штампонабивная свая; 2 – арматурный каркас; 3 – призматическая свая

Для выяснения степени увеличения несущей способности штампонабивной сваи при дополнении ее забивной призматической сваей, установлении влияния забивной части комбинированной сваи на сопротивление горизонтальной нагрузке ее пирамидальной части и характера перемещения в грунте ствола комбинированной сваи при действии горизонтальной нагрузки выполнены натурные эксперименты. Испытания комбинированных свай и соответствующих пирамидальных штампонабивных свай проведены на трех опытных площадках:

- площадка I – сложена супесями тугопластичной консистенции со следующими физико-механическими характеристиками: $\rho = 1,89 \text{ т/м}^3$; $W = 0,27$; $c = 0,022 \text{ МПа}$; $\varphi = 18^\circ$; $E = 9 \text{ МПа}$; $I_L = 0,39$;
- площадка II – характеризуется залеганием пластов суглинка с большим диапазоном изменения по глубине показателя текучести: $\rho = 1,65\text{-}1,89 \text{ т/м}^3$; $c = 0,023\text{-}0,049 \text{ МПа}$; $\varphi = 18\text{-}20^\circ$; $E = 9\text{-}14 \text{ МПа}$; $I_L = 0,0\text{-}0,87$;
- площадка III – сложена глинистыми грунтами тугопластичной консистенции: $\rho = 1,95 \text{ т/м}^3$; $c = 0,021 \text{ МПа}$; $\varphi = 18^\circ$; $E = 10 \text{ МПа}$.

Условия экспериментов и методика испытаний изложены в работах [2, 8, 9]. Ниже представлены результаты статических испытаний опытных свай (рис. 2-3) и дан их сопоставительный анализ. Характеристики опытных свай и величины их предельных сопротивлений приведены в табл. 2. При этом за предельное сопротивление свай вертикальной нагрузке принята нагрузка, соответствующая осадке 20 мм, а в случае горизонтальной нагрузки – нагрузка при перемещении сваи в уровне поверхности грунта 10 мм.

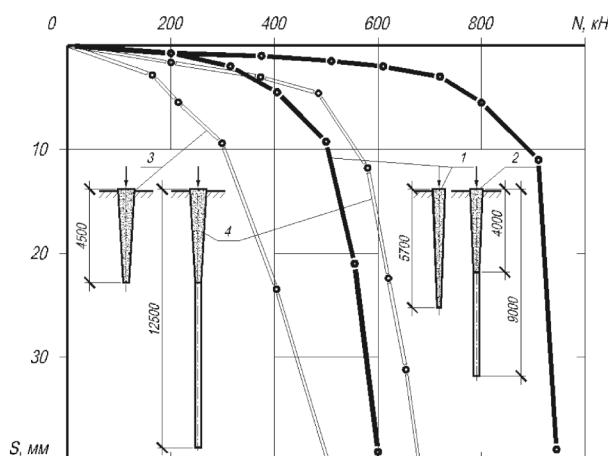


Рис. 2. Результаты испытаний опытных свай на вертикальную нагрузку:
1, 3 и 2, 4 – штампонабивные и соответствующие комбинированные сваи (табл. 2)

Сравнение зависимостей «нагрузка-осадка» комбинированных и соответствующих штампонабивных свай (рис. 2) показывает, что при их осадке в пределах 10-30 мм сопротивление комбинированной сваи превосходит сопротивление штампонабивной, соответственно, на 85-50 % (для свай № 3 и № 4) и на 80-60 % (для свай № 1 и № 2). При этом следует отметить различный характер взаимодействия свай с основанием: относительное приращение сопротивления с увеличением осадки у штампонабивных свай больше, чем у соответствующих комбинированных, – кривые сближаются.

Таблица 2
Сопоставление результатов испытаний

| Опытная площадка | № свай* | Вид сваи | Размеры сваи | | Объем сваи, м ³ | Предельное сопротивление сваи, кН | |
|------------------|---------|----------------------------|-----------------------------------------------------|----------|----------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| | | | Сечение, см | Длина, м | | вертикальной нагрузке | горизонтальной нагрузке |
| I | 1 | Штампонабивная | 60×60 20×20 | 5,7 | 0,91 | 530 | 96 |
| | 2 | Комбинированная | $(60 \times 60)/(20 \times 20)$ 30×30 | 9,0 | 1,26 | 910 | 103 |
| II | 3 | Штампонабивная | 75×80 30×30 | 4,5 | 1,55 | 380 | – |
| | 4 | Комбинированная | $(75 \times 80)/(30 \times 30)$ 30×30 | 12,5 | 2,36 | 586 | – |
| III | 5 | Штамп-скважинообразователь | 100×120 30×30 | 3,5 | 2,47 | – | 133 |
| | 6 | Комбинированная | $(100 \times 120)/(30 \times 30)$ 30×30 | 10,7 | 3,11 | – | 160 |

* Номера свай соответствуют номерам кривых на рис. 2 и 3

Значительно отличающиеся величины несущих способностей свай, испытанных на площадках I и II, обусловлены различием основных характеристик грунтов этих площадок. С увеличением объемов комбинированных свай № 2 и № 4, по сравнению с исходными штампонабивными сваями, соответственно в 1,4 и 1,5 раза (табл. 2) их предельное сопротивление возросло в 1,7 и 1,5 раза. То есть удельная несущая способность комбинированной сваи № 2 увеличилась более чем в 1,2 раза, а у комбинированной сваи № 4 осталась той же, что и у соответствующей штампонабивной сваи. Вероятнее всего, это связано также с различием грунтовых условий.

На рис. 3 представлены зависимости «нагрузка-перемещение» пирамидальной сваи (штамп-скважинообразователя) и комбинированной сваи. Как видно из графиков, в начальный период испытания при приложении небольших по величине нагрузок (до 120 кН) и малых перемещениях (до 8 мм), их кривые «нагрузка-перемещение» практически совпадают (рис. 3, сваи № 5 и № 6). По мере увеличения нагрузки, а следовательно, и возрастания перемещения, реактивное сопротивление системы «комбинированная свая – основание» увеличивается: при перемещении головы комбинированной сваи в уровне поверхности грунта на величину с 10 до 20 мм превышение ее сопротивления, по сравнению с сопротивлением штамп-скважинообразователя, составляет 8-20 %. Учитывая экспериментально установленный факт, что штамп-скважинообразователь, благодаря большей жесткости на изгиб и работе в более плотном грунте, имеет большее сопротивление горизонтальной нагрузке, чем изготовленная после его извлечения из скважины штампонабивная свая, разница сопротивлений комбинированной сваи № 6 и соответствующей штампонабивной сваи может быть больше с самого начала нагружения.

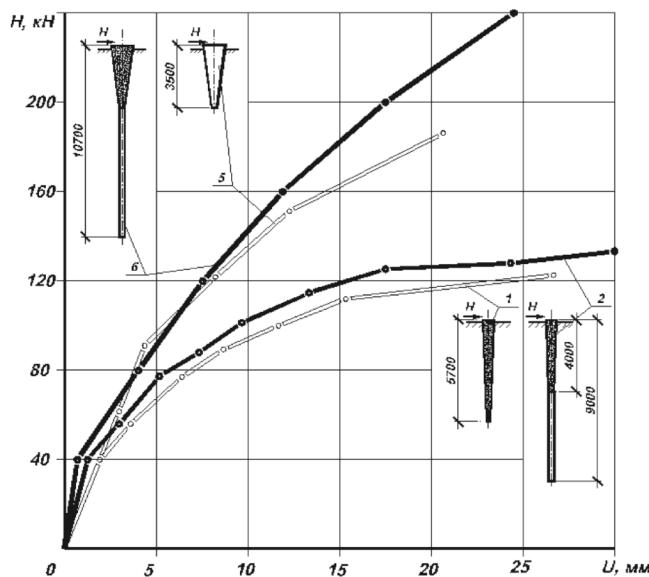


Рис. 3. Результаты испытаний опытных свай на горизонтальную нагрузку
1, 2 и 5, 6 – опытные сваи (табл. 2)

Рост сопротивления комбинированной сваи горизонтальной нагрузке объясняется включением в работу забивной сваи, о чем свидетельствует увеличение расстояния от верха сваи до «точки нулевых перемещений». При испытании пирамидальной сваи (штампа-скважинообразователя) это расстояние при максимальной нагрузке равнялось 2,4 м (рис. 4 а). При испытании комбинированной сваи «точка нулевых перемещений» сместилась в область сопряжения забивной сваи со штампонабивной, то есть на глубину до 3,5 м (рис. 4 б). При этом, голова забивной сваи практически не претерпевает горизонтальных перемещений, и лишь при максимальной нагрузке несколько увеличивается перемещение нижнего конца штампонабивной части сваи, а, следовательно, и головы забивной сваи. Однако это перемещение, как показали эксперименты [9], невелико – менее 2 мм.

Зависимости «нагрузка-перемещение» свай № 5 и № 6 (рис. 3) характерны для «абсолютно» жестких штампонабивных свай. В том случае, если штампонабивная свая имеет конечную жесткость на изгиб, увеличение сопротивления соответствующей комбинированной сваи горизонтальной нагрузке меньше. Так, опытная пирамидальная штампонабивная свая (рис. 3, поз. 1) обладает значительно меньшей жесткостью на изгиб, так как имеет меньшие размеры поперечного сечения и большую длину.

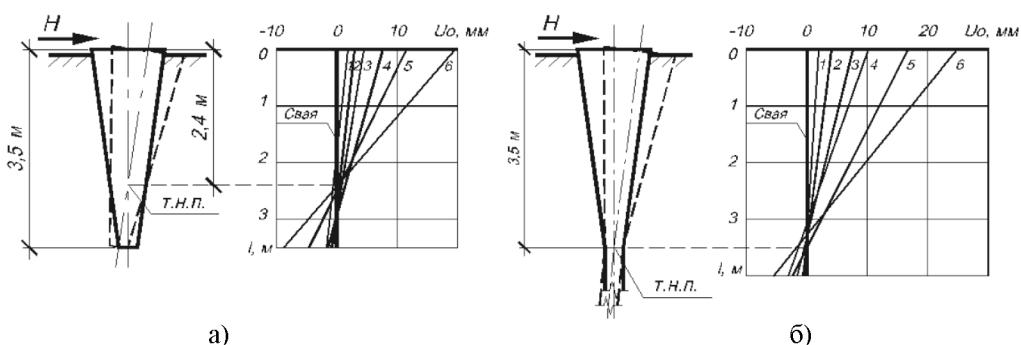


Рис. 4. Характер перемещения опытных свай в грунте при действии горизонтальной нагрузки:
а – схема поворота штампонабивной сваи (свая № 5):
1...6 – при нагрузке соответственно 30, 60, 90, 120, 150, 180 кН;
б – схема поворота штампонабивной части комбинированной сваи (свая № 6):
1...6 – при нагрузке соответственно 80, 120, 160, 200, 240 кН;
т.н.п. – «точка нулевых перемещений»

Здесь сопротивление горизонтально нагруженной комбинированной сваи с верхним пирамидальным участком таких же размеров увеличилось по сравнению с пирамидальной штампонабивной сваей на 8-10 % (рис. 3, кривые 3 и 4) на всех этапах нагружения без заметного возрастания с увеличением нагрузки вплоть до потери несущей способности. То есть при работе штампонабивной сваи по «гибкой» схеме, добавление к ней забивной сваи (для получения требуемой несущей способности на вертикальную нагрузку) к существенному увеличению сопротивления комбинированной конструкции горизонтальной нагрузке не приводит.

Выводы:

1. Высокая эффективность пирамидальных свай обусловлена формой ствола сваи, позволяющей в полной мере использовать несущую способность системы «свай-основание» одновременно по материалу сваи и по грунту основания при работе как на вертикальную, так и на горизонтальную нагрузки. При этом штампонабивные сваи пирамидальной формы имеют лучшие технико-экономические показатели (благодаря конструктивным особенностям и особенностям технологии их возведения). Функционально они наиболее приспособлены для использования их в качестве односвайных фундаментов промышленных зданий и сооружений.

2. Применение комбинированной конструкции односвайного фундамента, представляющего собой штампонабивную сваю пирамидальной формы, сопряженную с забивной призматической сваей, может существенно расширить область применения пирамидальных штампонабивных свай по нагрузкам и грунтовым условиям без увеличения мощности сваепогружающего оборудования.

3. Наличие забивной сваи в основании пирамидальной штампонабивной сваи увеличивает ее сопротивление вертикальной нагрузке на 60-80 % и (при необходимости) более, поэтому увеличивать несущую способность штампонабивной сваи на вертикальную нагрузку целесообразнее не применением штампа больших размеров, а дополнением ее забивной сваей, забивка которой с отметки «минус» 3-6 м может существенно повысить несущую способность комбинированного фундамента.

4. Увеличение сопротивления комбинированной сваи горизонтальной нагрузке по сравнению с сопротивлением соответствующей штампонабивной сваи зависит от соотношения длин ее частей (штампонабивной и забивной) и жесткости на изгиб штампонабивной части. По результатам экспериментов это увеличение составило 8-20 %. Большее сопротивление комбинированной сваи, по сравнению с сопротивлением соответствующей штампонабивной, связано с включением в работу забивной сваи, в результате чего взаимодействие системы «свай-основание» распространяется на большую глубину.

5. При работе на горизонтальную нагрузку верхняя (пирамидальная) часть комбинированной сваи деформируется нелинейно, а голова забивной сваи (место сопряжения ее с пирамидальной частью) имеет весьма малое перемещение и ее деформирование может быть принято линейным.

Список библиографических ссылок

1. Зиязов Я.Ш., Готман А.Л. Опыт применения односвайных фундаментов под колонны. // «Энергетическое строительство», 1978, № 2. – С.75-77.
2. Готман А., Балевин Г. Опыт применения комбинированных штампонабивных свай под колонны цеха металлоконструкций. // Реф. информ. Сер. II. Организация и технология строительного производства, 1979, вып. 9. – С. 5-7.
3. Лапшин Ф.К. К оценке эффективности пирамидальных свай. / В кн. «Геотехника Поволжья». – Саратов, 1980. – С. 66-70.
4. Миткина Г.В., Файзуллин И.Ш. Изучение влияния некоторых факторов на несущую способность пирамидальных свай // Труды НИИпромстроя. – Уфа, 1976, вып. 18. – С. 24-29.
5. Чичкин А.Ф., Будников И.В. Некоторые вопросы исследования работы свай различной формы. / В кн.: «Геотехника Поволжья». – Саратов, 1980. – С. 42-46.

6. Пивень В.Г., Бижанов К.С., Тулеубаев А.А., Кожабеков Р.Н. Исследование и внедрение фундаментов из пирамидальных свай в водонасыщенных песках различной плотности // Ускорение научно-технического прогресса в фундаментостроении: Сб. научн. трудов в 2 т. / Под общ. ред. В.А. Ильичева. Том 2. Методы проектирования эффективных конструкций оснований и фундаментов. НИИ оснований и подземных сооружений им. Н.М. Герсеванова. – М.: Стройиздат, 1987. – С. 10-12.
7. Бахолдин Б.В., Колесников Л.И., Шикалович Н.С., Ивашкевич В.Ю. Рациональные направления в повышении эффективного свайного фундаментостроения в районах Восточной Сибири и результаты их экспериментального обоснования // Ускорение научно-технического прогресса в фундаментостроении: Сб. научн. трудов в 2 т. / Под общ. ред. В.А. Ильичева. Том 1. Новейшие методы исследования строительных свойств грунтов, прогрессивные способы возведения фундаментов и устройства оснований. – М.: Стройиздат, 1987. – С. 143-145.
8. Готман А.Л., Соколов Л.Я. Экспериментальное обоснование технической целесообразности и эффективности комбинированного односвайного фундамента. – Инновационные конструкции и технологии в фундаментостроении и геотехнике. Материалы научно-технич. конф. – М.: НОУ ВПО «ИНЭП»: Изд-во «Палеотип», 2013. – С. 92-97.
9. Готман А.Л., Соколов Л.Я. Исследования работы комбинированных свай переменного сечения на горизонтальную нагрузку и их расчет // Известия вузов. Строительство, 2013, № 6. – С. 105-114.

Sokolov L.Ya. – junior researcher

E-mail: l.sokolov@mail.ru

Scientific Research Institute «BashNIIstroy»

The organization address: 450064, Russia, Ufa, Konstitucii st., 3

Rational form of the one-pile foundation under columns of industrial buildings and constructions

Resume

Based on existing data and results of in-situ experiments, the conclusion was drawn that construction consisting of driven cast-in-place pile of pyramidal form (upper part) and driven prismatic pile (bottom part) should expediently be used as one-pile foundation under the columns of framed buildings.

Increase of pile cross-sectional dimensions from top to bottom increases its lateral load resistance, as the pile upper part with the greater lateral load resistance has the most bending stiffness and the most area of the lateral surface contact with soil with the most radius of compacted zone in direction of lateral force application. Decrease of pile bending stiffness with the depth of its penetration with such form of the pile shaft is in good agreement with the diagram of bending moments.

Numerous, mostly in-situ experiments showed increase of the specific pyramidal piles bearing capacity while vertical load behavior compared to prismatic piles.

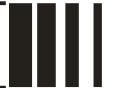
Such composite pile has the form of a shaft that accepts the combined column vertical and lateral loads in the best way and is of a high efficiency.

Keywords: pyramidal driven cast-in-place pile, one-pile foundation, composite pile, lateral load, diagram «load-displacement».

Reference list

1. Ziyazov Ya.Sh., Gotman A.L. Experience of application of one-pile foundation under the columns. «Power construction», 1978, №.2. – P. 75-77.
2. Gotman A.L., Balyavin G. Experience of application of composite driven cast-in-place piles under the columns of the metal structures shop. Ref. inform. Series II. Organization and technology of construction production. 1979, issue 9. – P. 5-7.

3. Lapshin F.K. To an assessment of efficiency of pyramidal piles. In the book «Geotechnics of the Volga Region». – Saratov, 1980. – P. 66-70.
4. Mitkina G.V. Faizullin I.Sh. Study of some factors influence on the bearing capacity of pyramidal piles. // NIIpromstroy Proceedings. – Ufa, 1976, issue 18. – P. 24-29.
5. Chichkin A.F., Budnikov I.V. Some questions of piles of various form behavior investigation. In the book «Geotechnics of the Volga Region». – Saratov, 1980. – P. 42-46.
6. Piven V.G., Bizhanov K.S., Tuleubaev A.A., Kozhabekov R.N. Investigation and introduction of pyramidal pile foundations in water-saturated sand of various density // Acceleration of scientific and technical progress in foundation engineering: Proceedings in 2 volumes / Edited by V.A. Ilyichev. Volume 2. Methods of design of effective bases and foundations constructions. N.M. Gersevanov scientific research Institute of bases and underground constructions. – M.: Stroyizdat, 1987. – P. 10-12.
7. Bakholdin B.V., Kolesnikov L.I., Shikalovich N.S, Ivashkevich V.Yu. The rational trends in increase of efficient pile foundation engineering in regions of Eastern Siberia and results of their experimental evaluation // Acceleration of scientific and technical progress in foundation engineering: Proceedings in 2 volumes / Edited by V.A. Ilyichev. Volume 1. The newest methods of construction soil properties investigation, progressive ways of foundations and bases engineering. – M.: Stroyizdat, 1987. – P. 143-145.
8. Gotman A.L., Sokolov L.Ya. Experimental evaluation of technical expediency and efficiency of composite one-pile foundation. Innovation structures and technologies in foundation engineering and geotechnics. Proceedings of scientific-technical conference. – M.: NOU VPO «INEP»: Publishing house «Paleotype», 2013. – P. 92-97.
9. Gotman A.L., Sokolov L.Ya. Investigations of behavior of composite piles of variable section under the horizontal load and their analysis // Proceedings of Institutes of higher education. Construction, 2013, № 6. – P. 105-114.



УДК 697.24

Бройда В.А. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: broida@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Расчетные характеристики стабилизатора расхода вентиляционного воздуха

Аннотация

Отключение части концевых участков может приводить к нерасчетному возрастанию расхода воздуха на остальных участках вентиляционной системы с механическим побуждением. Это может быть причиной повышенного уровня шума и бесполезных затрат электроэнергии. С понижением температуры наружного воздуха увеличивается больше расчетного расход естественной вытяжной системы, увеличиваются затраты тепла на нагревание наружного воздуха, компенсирующего вытяжку в холодный период года. Применяя стабилизаторы расхода воздуха, можно избежать таких нежелательных последствий.

В статье рассчитываются рабочие параметры стабилизатора расхода воздуха прямого действия с линейной характеристикой упругого элемента: изменение давления и перепада давления, переменный коэффициент местного сопротивления, стабилизированный расход воздуха, усилие и растяжение упругого элемента.

Ключевые слова: стабилизатор, расход, упругий элемент.

Во многих случаях вентиляционные системы работают при переменном режиме. Отключение или изменение расхода воздуха на отдельных концевых участках систем с механическим побуждением приводит к изменению давления и расхода воздуха на других участках. Нерасчетное повышение расхода воздуха ведет к бесполезным затратам электроэнергии, может быть причиной возникновения аэродинамического шума.

Естественные вытяжные системы работают в условиях постоянно меняющегося гравитационного давления. При повышении гравитационного давления эти системы удаляют излишнее количество воздуха, что приводит к повышенным затратам тепловой энергии на нагревание воздуха, компенсирующего вытяжку в холодный период года. Избежать подобных нежелательных последствий можно, стабилизировав расход воздуха при возможных повышениях давления на участках вентиляционной сети.

Для этой цели могут использоваться обычные средства автоматического регулирования, состоящие из датчиков скорости или расхода воздуха, контроллера, обрабатывающего сигналы датчика и вырабатывающего управляющие сигналы для привода, который перемещает регулирующий орган. Подобные системы эффективны, но сложны, дороги и используют внешний источник энергии.

Более дешевыми и не потребляющими энергию внешнего источника являются регуляторы прямого действия. Такие устройства в ответ на повышение перепада давления или скорости потока сокращают площадь сечения для прохода воздуха, увеличивают потерю давления и приближают расход к расчетной величине. Для компенсации усилия от давления на регулятор могут использоваться силы противовесов или силы натяжения, возникающие в упругих элементах [1 и др.].

Целью исследования является определение характеристик работы стабилизирующего устройства прямого действия с упругим элементом, обладающим линейной характеристикой упругости.

В данном решении изменяющееся давление, действующее в вентиляционной системе, моделируется гравитационным давлением P , возникающим при некоторой температуре наружного воздуха t , которое находится по формуле:

$$P = g \cdot h \cdot (\rho - \rho_B), \quad (1)$$

где ρ – плотность воздуха, при любой температуре t , в том числе при температуре внутреннего воздуха t_B , определяется выражением:

$$\rho = 353/(273+t), \quad (2)$$

h – разница отметок центра впускного устройства и устья вытяжного канала, м.

Обычно естественная вытяжная вентиляция рассчитывается на гравитационное давление P_s , которое формируется при температуре наружного воздуха $t=5^{\circ}\text{C}$, именно при такой температуре расход воздуха имеет расчетное значение $L=L_s$.

Гравитационное давление затрачивается на преодоление аэродинамического сопротивления системы. Общая потеря давления в системе P складывается из потери давления в стабилизаторе ΔP – устройстве с изменяемой геометрией – и потери давления в остальной части системы с неизменными геометрическими размерами, которую удобно выразить через характеристику s , величину постоянную для этой части системы:

$$P = \Delta P + s \cdot (\rho \cdot L)^2. \quad (3)$$

Изменение геометрии проходного сечения в стабилизирующем устройстве происходит за счет возрастающего перепада давления ΔP , под действием которого перемещается регулирующая часть устройства, сокращающая проходное сечение. Перемещение ограничивает упругий элемент, в котором перемещение вызывает возрастающее растягивающее (или сжимающее) усилие.

В данном решении регулирующий орган моделируется местным аэродинамическим сопротивлением в виде внезапного сужения. Одна сторона проходного прямоугольного отверстия неизменна – a , а другая сторона переменна, она в ходе регулирования сокращается от начальной величины b на величину перемещения x , следовательно, текущая величина второй стороны этого сечения $b-x$. Используется известная формула для коэффициента местного сопротивления (КМС) внезапного сужения [2] и тогда величина ΔP выражается следующим образом:

$$\Delta P = \left(\frac{f}{a \cdot (b-x)} - 1 \right)^2 \cdot \frac{\rho}{2} \cdot \left(\frac{L}{f} \right)^2, \quad (4)$$

где f – неизменяемая площадь сечения широкой части канала, м^2 .

Задавая величину КМС при открытом сечении axb как $\zeta_s = \left(\frac{f}{a \cdot b} - 1 \right)^2$, можно найти характеристику неизменяемой части системы s из выражения:

$$s = P_s - \zeta_s \cdot \frac{\rho}{2} \cdot \left(\frac{L_s}{f} \right)^2 / (\rho \cdot L_s)^2. \quad (5)$$

Сила натяжения упругого элемента с линейной характеристикой выражается через его упругость α и растяжение, равное перемещению x :

$$F = \alpha \cdot (x + x_0), \quad (6)$$

где x_0 – начальное растяжение (или сжатие) упругого элемента, при котором регулирующий орган устанавливается в положение, соответствующее расчетному давлению $P = P_s$ и расходу $L = L_s$.

Усилие, возникающее от перепада давления и действующее на упругий элемент при температуре $t=5^{\circ}\text{C}$:

$$F_s = k \cdot \left(\frac{f}{a \cdot b} - 1 \right)^2 \cdot \frac{\rho}{2} \cdot \left(\frac{L_s}{f} \right)^2 \cdot f_c, \quad (7)$$

где f_c – площадь поверхности органа стабилизирующего устройства, который воспринимает перепад давления ΔP ; k – коэффициент согласования перепада давления ΔP , с перепадом давления, непосредственно воздействующим на воспринимающий

элемент, который зависит от конкретной картины обтекания потоком этого элемента, в первом приближении $k=1$.

Для выбора характеристики упругого элемента α , можно поставить дополнительное условие, например, чтобы при минимальной расчетной наружной температуре t_M и, соответственно, максимальном гравитационном давлении P_M , расход воздуха оставался определенным L_M . При этом условии перемещение регулирующего элемента будет иметь максимальную величину x_M :

$$x_M = b - f / (a \cdot (1 + \sqrt{\frac{2 \cdot (P_M - s \cdot (\rho \cdot L_M)^2)}{\rho \cdot (L_M / f)^2}})). \quad (8)$$

При температуре $t=t_M$ усилие, действующее на упругий элемент:

$$F_M = k \cdot \left(\frac{f}{a \cdot (b - x_M)} - 1 \right)^2 \cdot \frac{\rho}{2} \cdot \left(\frac{L_M}{f} \right)^2 \cdot f_C. \quad (9)$$

Тогда линейная характеристика упругого элемента может быть найдена как:

$$\alpha = (F_M - F_5) / x_M, \quad (10)$$

а начальное растяжение пружины:

$$x_0 = F_5 / \alpha. \quad (11)$$

Совокупность приведенных выше зависимостей приводит к кубическому уравнению относительно неизвестной величины перемещения x , с чрезвычайно громоздкими выражениями для его коэффициентов, решение которого находится аналитически в виде конечных формул, но из-за громоздкости здесь не приводится. После нахождения величины x вычисляется стабилизированный расход воздуха L и другие характеристики работы стабилизирующего устройства.

Ниже представлены результаты расчетов, выполненных при следующих условиях: высота естественного вытяжного канала $h=16$ м, температура внутреннего воздуха $t_B=20$ °C, диапазон изменения температуры наружного воздуха от -35 °C до +5 °C, расчетный расход воздуха $L_5=100$ м³/ч или 0,0278 м³/с, значение КМС при открытом регулируемом сечении $\zeta_5=3$, площадь поперечного сечения канала $f=0,016$ м², размеры регулируемого сечения $a=0,44$ м, $b=0,0133$ м, площадь поперечного сечения элемента, воспринимающего перепад давления $f_C=0,0154$ м², $L_M=L_5$, $k=1$.

Дополнительно к указанным выше величинам вычисляются:

- скорость воздуха в регулируемом сечении устройства $w=L/(a \cdot (b - x))$;
- относительный стабилизированный расход воздуха $L_{OTH}=L/L_5$;
- относительный нестабилизированный расход в такой же системе $L_0=\sqrt{(\rho-\rho_B)/(\rho_5-\rho_B)}=\sqrt{((273+5)\cdot(t_B-t))/((273+t)\cdot(t_B-5))}$.

Результаты расчетов графически показаны на рисунках 1-3.

Из представленных материалов видно, что в указанном диапазоне температур гравитационное давление P изменяется от 10,2 Па до 43,7 Па. Потеря давления в стабилизирующем устройстве ΔP возрастает от 5,7 Па до 37,6 Па. При этом необходимое для стабилизации перемещение регулирующего органа x изменяется от 0 до 6,2 мм, а коэффициент местного сопротивления увеличивается от 3 до 16,8. Требуемое усилие упругого элемента F не превышает 0,58 Н. Можно отметить, что скорость воздуха в наиболее сжатом сечении устройства $w \leq 9$ м/с, такая скорость не является причиной заметного аэродинамического шума. Использование устройства с линейной характеристикой упругого элемента позволяет добиваться только приближенной стабилизации расхода. По условиям приведенного расчета максимальное отклонение стабилизированного расхода от расчетного составляет чуть более 25 % и наблюдается в середине температурного диапазона.

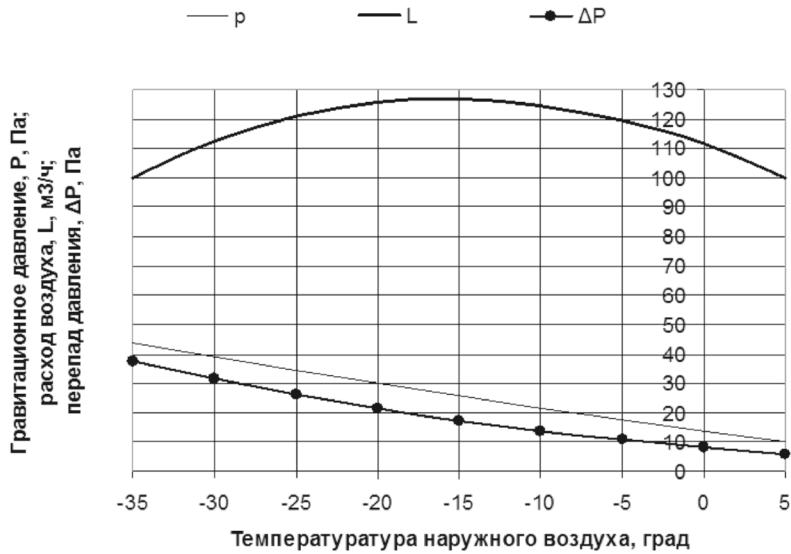


Рис. 1. Изменение гравитационного давления P , Па, стабилизированный расход воздуха L , м³/ч, падение давления на стабилизирующем устройстве ΔP , Па

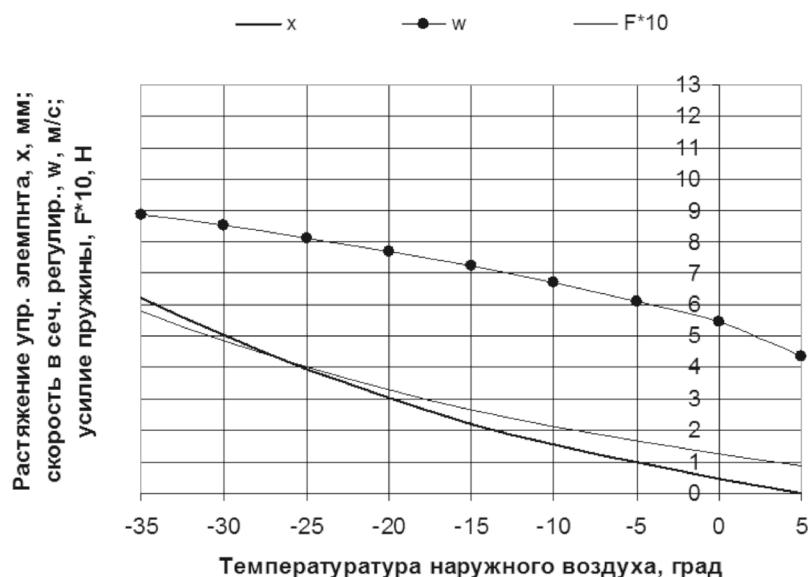
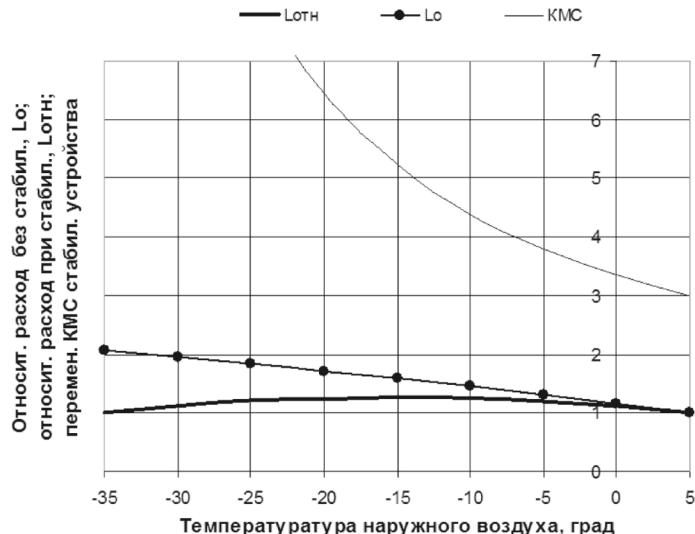


Рис. 2. Растижение упругого элемента, x , мм, скорость воздуха в сечении регулирования, w , м/с, усилие на упругом элементе, $F \cdot 10$, Н

Но при отсутствии стабилизатора расход воздуха в такой же системе возрастает более чем в два раза, и максимальное значение наблюдается при наиболее низкой температуре. По-видимому, большую точность стабилизации обеспечит упругий элемент с нелинейной, а специально подобранный характеристикой.

Таким образом, представлен расчет характеристик стабилизатора расхода воздуха прямого действия, в состав которого входит элемент, воспринимающий перепад давления, за счет которого перемещается регулирующий орган и упругий элемент, ограничивающий это перемещение. Устройство с линейной характеристикой упругого элемента осуществляет приблизительную стабилизацию, максимальное отклонение от расчетного расхода составляет около 25 %, но нестабилизированный расход воздуха в такой же системе возрастает более чем в 2 раза. Применение стабилизирующего устройства, в частности, в естественной вытяжной системе значительно снижает перерасход тепловой энергии на нагревание холодного наружного воздуха.

Рис. 3. Относительный расход без стабилизации, L_0 , и при стабилизации, L_{OTH} , изменение KMC **Список библиографических ссылок**

1. Устройство для регулирования расхода воздуха: пат. 2277206 Рос. Федерация. № 2004135681/06; заявл. 06.12.04; опубл. 27.05.06. Бюл. № 15. – 8 с.
2. Талиев В.Н. Аэродинамика вентиляции. – М.: Стройиздат, 1979. – 295 с.

Broyda V.A. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: broida@mail.ru

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

Calculated characteristics of ventilation air flow stabilizer**Resume**

Disabling of the end sections, may result in unplanned increased airflow in the remaining sections of the ventilation system with mechanical drive. This may lead to increased noise level and wasted electric power consumption. With decreasing temperature of the outdoor air, the air flow of natural exhaust system increases more than predicted, also additional heat is required to warm up outdoor air intake compensating for the exhaust. Applying airflow stabilizers can prevent such undesirable consequences.

The article examines application of direct action stabilizer comprising of the following elements: element that reduces the flow cross-section due to the rising pressure drop, elastic element with linear characteristic of elasticity, which limits the reduction of its cross section. Aerodynamic resistance of stabilizer is described as a sudden narrowing of the channel. Pressure change is modeled as an increase in gravitational pressure of the natural exhaust system. Based on evaluation of applied forces and pressures, the magnitude of the flow cross-section reduction and tension of the elastic element are calculated.

As a result, the following characteristics of the direct action stabilizer are determined: change in pressure and pressure drop, variable drag coefficient, stabilized airflow, stress and tension of the elastic element.

Keywords: stabilizer, airflow, elastic element.

Reference list

1. Device for air flow control: the patent 2277206 Russian Federation. № 2006128121/06; it is declared 06.12.04; it is published 27.05.06. The bulletin № 15. – 8 p.
2. Taliev V.N. Aerodynamics of the ventilation. – M.: Stroyizdat, 1979. – 295 p.

УДК 697.1(107), 697.03:5(107)

Давыдов А.П. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: ap_Davidov@mail.ru

Валиуллин М.А. – кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Исследование вентиляционных сетей, работающих в квазистационарном режиме

Аннотация

Эффективность работы разветвленных вентиляционных сетей, работающих с переменным режимом удаления воздуха, зависит от перераспределения давления по отдельным ответвлениям. Это увеличивает или уменьшает объемы удаляемого воздуха на отдельных участках, что приводит к излишним энергетическим затратам. Поддерживать необходимый режим работы предлагается специальными регулирующими клапанами, работающими в автоматическом режиме.

В статье приводятся экспериментальные данные работы разветвленной вентиляционной сети с регуляторами расхода на отдельных ответвлениях. Полученные данные показали целесообразность использования таких клапанов. Расхождение действительных объемов удаляемого воздуха от расчетных не превышает 10-15 %.

Ключевые слова: вентиляционная сеть, переменный режим работы, регулирующий клапан.

Специфика ряда технологий в значительной степени определяет и режим работы удаления вредных выделений от технологического оборудования – работы всасывающих сетей. В рассматриваемом случае работа всасывающей сети определяется периодическим изменением объемов газовоздушной смеси, удаляемой из локальных технологических точек. Это изменение приводит к перераспределению давления в сети воздухопроводов, что, в свою очередь, вызывает увеличение или уменьшение объемов газовоздушной смеси на отдельных участках сети. Недоучет этих изменений может привести к разрегулировке системы.

Для поддержания требуемого режима работы местных отсосов необходимо при каждом переключении, связанном с технологическим изменением расхода воздуха, производить регулирование всей сети.

Это регулирование может быть произведено специальными регулирующими клапанами, установленными за местными отсосами, работающими с переменным расходом. Переделы регулирования таких клапанов определяются в соответствии с колебаниями давления, которые могут быть выявлены при аэродинамическом расчете сети воздухопроводов при различных вариантах работы.

Изменение давления во всасывающей сети постоянного поперечного сечения можно выразить уравнением:

$$dp_i = 2\rho\beta W_{k,i}^2 \left(\frac{l_i}{l_k} \right)^2 dl + 2\rho\beta W_{k,i}^2 \left(\frac{l_i}{l_r} \right)^2 \times df(W, l, t) + \frac{\lambda W_{k,i}^2}{d} \rho \frac{l_i^2 dl}{l_k^2} + \frac{\lambda W_{k,i}^2}{d} \rho dl \times df(W, l, t) \quad (1)$$

где p – статистическое давление; t – время; ρ – плотность, β – коэффициент распределения количества движения; l_i – текущая координата; l_k – полная длина воздухопровода; λ – коэффициент сопротивления трения; d – гидравлический диаметр трубопровода; W – скорость потока воздуха.

Изменение давления во всасывающей сети переменного поперечного сечения можно выразить уравнением:

$$dp_i = 2\rho\beta W_{k,i}^2 \left(\frac{dF_i}{F_i} \right) + 2\rho\beta W_{k,i}^2 \left(\frac{dF_i}{F_i} \right)^2 \times df(W, l, t) + \frac{\lambda W_{k,i}^2}{d} \rho \frac{l_i^2 dl}{l_k^2} + \frac{\lambda W_{k,i}^2}{d} \rho dl \times df(W, l, t), \quad (2)$$

где F_i – площадь поперечного сечения воздухопровода.

Решая соответствующим образом уравнения (1) и (2), при определенных граничных условиях, можно определить распределение давления по отдельным ответвлениям. Условные схемы сетей представлены на рис. 1.

В результате решения указанных уравнений можно выявить значения давлений в отдельных точках сети. Предельные значения давления по ответвлениям используются для расчета регуляторов расхода и определения диапазона его работы [1, 2, 3, 4].

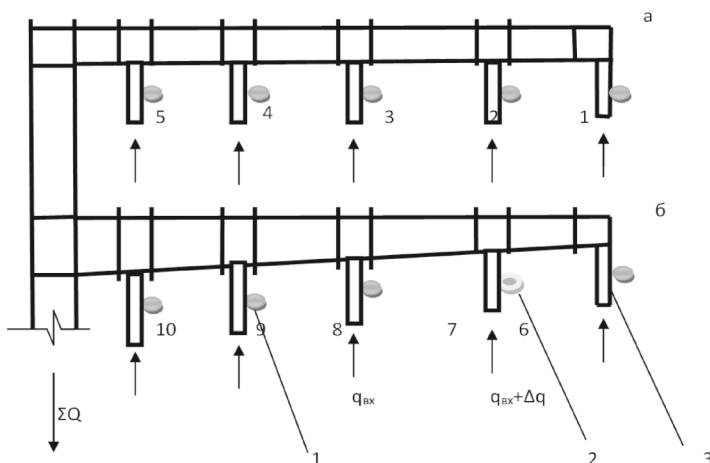


Рис. 1. Схемы исследуемых вентиляционных сетей:
а) постоянного поперечного сечения; б) переменного поперечного сечения.

1 – регулятор расхода воздуха в штатном режиме работы;
2 – регулятор расхода воздуха в режиме работы «открыто»; 3 – присоединительный патрубок

Задачей работы являлось экспериментальное исследование всасывающих сетей, работающих в квазистационарном режиме.

Согласно задачам исследования была запроектирована, изготовлена и смонтирована модель всасывающей сети, работающей в переменном режиме.

Модель представляла разветвленную сеть воздуховодов (рис. 1). На всех ответвлениях были установлены разработанные авторами регуляторы расхода [1]. Пределы регулирования были определены решением уравнений (1) и (2). Режим «открыто» и режим «закрыто» отличались изменением расхода воздуха на 50 %.

Для возможности производства замеров давлений в характерных сечениях воздухопроводов были предусмотрены специальные точки отбора давлений. Давление (полное, динамическое и статистическое) замерялось при помощи пневтометрической трубы и микроманометров. Температура воздуха фиксировалась лабораторным ртутным термометром с ценой деления шкалы 0,1°C.

При проведении экспериментальных исследований имитировались различные режимы работы сети. Объем отсасываемого воздуха изменялся последовательно в каждом ответвлении.

На основании расчетов и полученных экспериментальных данных для каждого режима работы сети были построены графики распределения статического давления по соответствующим ответвлениям (рис. 2). Анализ расчетных данных и данных, полученных в результате экспериментов (рис. 2), показывает, что имеются некоторые расхождения экспериментальных данных с теоретическими расчетными данными. Эти расхождения можно объяснить разбросом характеристик регуляторов расхода, использованных в сети. Этот разброс достаточно высок и составляет порядка 10-20 %.

При установке автоматических регуляторов расхода в процессе работы сети происходит автоматическая подстройка регуляторов на расчетный расход воздуха. Результаты экспериментальных замеров расходов воздуха по ответвлениям (рис. 3) показывают, что отклонения действительных объемов воздуха от расчетных не превышают во всех случаях 10-15 %.

Проведенные экспериментальные исследования подтвердили целесообразность использования автоматических регуляторов расхода воздуха в разветвленных сетях, работающих в квазистационарных режимах.

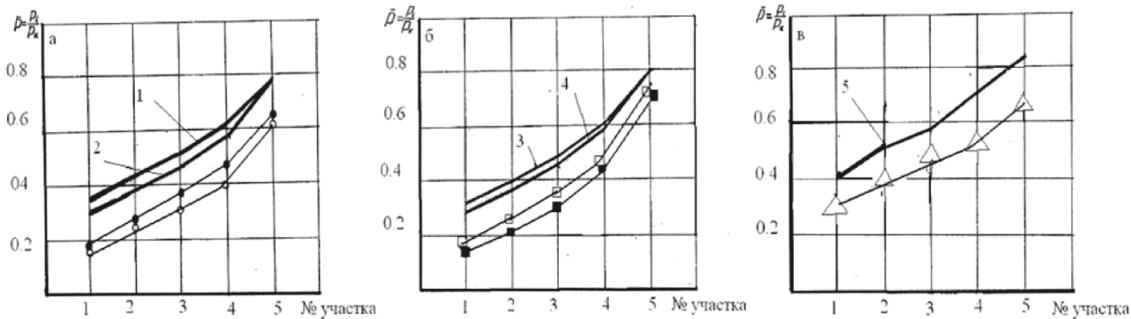


Рис. 2. Распределение относительного давления в ответвлениях всасывающей сети:
1 (2, 3, 4 5) – расчетное распределение статического давления во всасывающих патрубках сети
при соответствующем открытии регулятора (номер регулятора совпадает с номером патрубка).

Экспериментальные данные: О – открыт регулятор первого патрубка;

● – открыт регулятор второго патрубка; □ – открыт регулятор третьего патрубка;

■ – открыт регулятор четвертого патрубка; Δ – открыт регулятор пятого патрубка

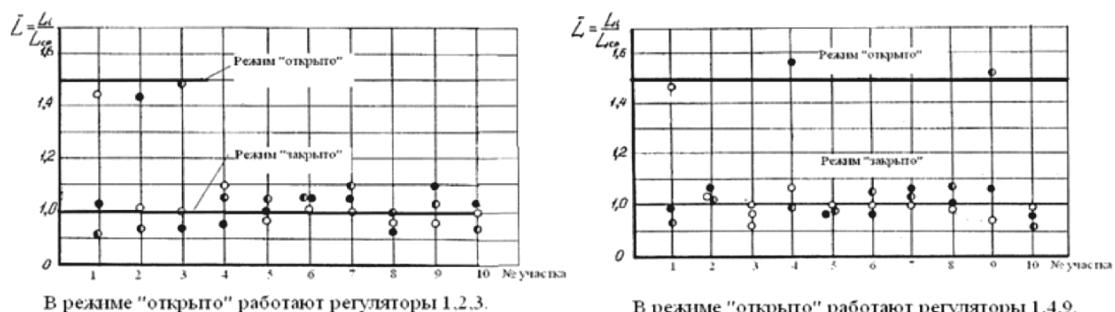


Рис. 3. Распределение относительного расхода воздуха по ответвлениям
в режиме «открыто» и «закрыто»

Список библиографических ссылок

- Давыдов А.П., Валиуллин М.А. и др. Авт. св. № 1105868, 1983.
- Давыдов А.П. Методика расчета воздухоприемников равномерного всасывания для аспирационных систем. / В сб. Исследования в области обеспыливания воздуха. – Пермь, 1980.
- Давыдов А.П., Кодылев А.В Обоснование методики расчета регулятора расхода воздуха. // Материалы IV Международной н.т.к. – Волгоград, 2006.
- Давыдов А.П., Кодылев А.В. Моделирование квазистационарных процессов течения жидкости. // Известия КГАСУ, 2011, № 3 (17).

Davydov A.P. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: ap_Davidov@mail.ru

Valiullin M.A. – candidate of technical sciences, associate professor

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Study of ventilation networks operating in the quasi-mode

Resume

In some processes, such as aluminum, galvanized, etc. industries, removal of harmful substances by means of suction branched chains. The operation of such networks is due to a periodic change in the volume of exhaust air to separate suction nozzles. Such a change in the volume of exhaust air by a separate branch leads to a redistribution of pressure in an extensive network of air ducts. This causes an increase or decrease in volume of the gas-air mixture to the individual sections of the network, which leads to the misalignment of the system and reducing its efficiency.

To avoid this phenomenon it is necessary to make regulation throughout the network, the manual mode is not possible. Regulation of branched network is proposed to using special control valves developed by the authors established for local suction operating in quasi-stationary regime.

In the laboratory of the KSUAE was designed and installed an extensive network of ventilation control valves on separate branches. On the basis of calculations and experimental data were obtained of the distribution of static pressure and the cost of a separate branch for alternating operation throughout the network. Deviation of the actual volume of exhaust air from the settlement does not exceed 10-15 %, which confirms the efficiency of the proposed flow regulators.

Keywords: ventilation network, variable mode, the control valve.

Reference list

1. Davydov A.P., Valliullin M.A. St. № 1105868, 1983.
2. Davydov A.P. Methods of calculating the air inlets for uniform suction aspiration systems. In Sat Research in the field of air dedusting. – Perm, 1980.
3. Davydov A.P., Kodylev A.V. Justification methodology for calculating flow rate controller. // Materials IV International n.t.k. – Volgograd, 2006.
4. Davydov A.P., Kodylev A.V. Simulation of quasi-stationary processes of fluid flow. Math. KGASU, 2011, № 3 (17).

УДК 697.1(107), 697.03:5(107)

Давыдов А.П. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: ap_Davidov@mail.ru

Валиуллин М.А. – кандидат технических наук, доцент

Габдрахиков Р.Р. – аспирант

E-mail: rust413@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

**Определение оптимального количества участков подсоединения
технологического оборудования к магистральной всасывающей сети**

Аннотация

В некоторых отраслях промышленности, таких как производство алюминия, для удаления вредных выделений от технологического оборудования используются разветвленные вытяжные сети с большим количеством участков подсоединения. Определение оптимального количества участков подсоединения к вентиляционной сети определяет число вентиляционных систем.

В статье рассматривается определение оптимального количества участков и числа вентиляционных систем в зависимости от места расположения вентиляторных установок, затрат на amortизацию и эксплуатацию указанных систем.

Ключевые слова: вентиляторная установка, вентиляционная сеть, затраты на amortизацию.

Для определения оптимального количества участков подсоединения технологического оборудования к магистральной всасывающей сети необходимо знать закон изменения давления по ее длине. Определение оптимального количества участков, в свою очередь, определяет число вентиляционных систем, обслуживающих производства с большим числом технологического оборудования, выделяющего вредные вещества. Таким образом, указанная задача является важным элементом энергоаудита вытяжных вентиляционных систем.

Рассмотрим всасывающую сеть (рис. 1) длиной l с количеством участков, равным n . Поперечное сечение сети переменное с целью поддержания постоянной скорости $W=\text{const}$. Принимая условно, что присоединение расхода воздуха происходит непрерывно, представляется возможным записать уравнение изменения статического давления по длине сети [1]:

$$p_i = \frac{W^2}{2\mu_0^2} \rho + \rho W^2 \ln \frac{F_i}{F_0} + \frac{\lambda}{d_k - d_0} \frac{W^2}{2} \rho l \times \ln \left[1 + \left(\frac{d_k}{d_0} - 1 \right) \frac{i}{n} \right] \quad (1)$$

или

$$p_i = \frac{W^2}{2} \rho \left(\frac{1}{\mu_0^2} + 2 \ln \frac{d_i^2}{d_0^2} \right) + \frac{\lambda l}{d_k - d_0} \times \ln \left[1 + \left(\frac{d_k}{d_0} - 1 \right) \frac{i}{n} \right]. \quad (2)$$

Полное давление во всасывающей сети составит, соответственно:

$$p_i^n = \frac{W^2}{2} \rho \left\{ \left(\frac{1}{\mu_0^2} + 2 \ln \frac{d_i^2}{d_0^2} \right) + \frac{\lambda l}{d_k - d_0} \times \ln \left[1 + \left(\frac{d_k}{d_0} - 1 \right) \frac{i}{n} \right] \right\} + \frac{W^2}{2} \rho, \quad (3)$$

где μ_0 – коэффициент расхода участка соединения.

Трассировка воздухопроводов в значительной мере зависит от места установки вентиляторов. Место установки вентиляторов можно определить из следующих рассуждений. Рассмотрим две схемы воздухопроводов (рис. 2). В первой схеме воздухопроводов вентилятор установлен в конце провода (рис. 2а). Во второй схеме воздухопроводов вентилятор установлен в середине провода (рис. 2б).

Мощность установки составит:

$$N = \frac{LP}{1000\eta}. \quad (4)$$

Или подставляя уравнение (3) в (4), получим:

$$N = \frac{W^2}{2} \rho \left\{ \left(\frac{1}{\mu_0^2} + 2 \ln \frac{d_k^2}{d_0^2} \right) + \frac{\lambda l}{d_k - d_0} \times \ln \left[1 + \left(\frac{d_k}{d_0} - 1 \right) \right] - 1 \right\} \frac{L}{1000 \eta}. \quad (5)$$

Если вентилятор расположить в середине (рис. 2 б) при сохранении $V = \text{const}$, и, допуская, что $\rho = \text{const}$, $\eta = \text{const}$, $\lambda = \text{const}$ и $\mu_0 = \text{const}$, будем иметь:

$$N = \frac{W^2}{2} \rho \left\{ \left(\frac{1}{\mu_0^2} + 2 \ln \frac{d_{k/2}^2}{d_0^2} \right) + \frac{\lambda l / 2}{d_{k/2} - d_0} \times \ln \left[1 + \left(\frac{d_{k/2}}{d_0} - 1 \right) \right] - 1 \right\} \frac{L}{1000 \eta}. \quad (6)$$

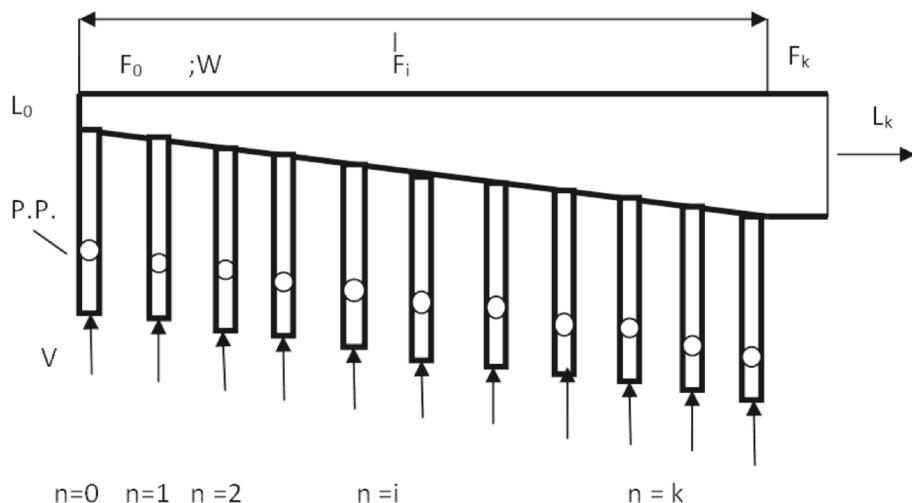


Рис. 1. Расчетная схема всасывающей сети переменного сечения

При расположении вентиляторных установок в середине сети мощность, требуемая на работу системы, будет меньшая на величину, соответствующую $l / 2$.

Таким образом, расположение вентиляторных установок в середине вентиляционной сети является более целесообразным, чем в концевых участках. Единственно возможным способом определения оптимального количества участков подсоединения к всасывающей сети является способ технико-экономического сравнения вариантов различных схем.

Оптимальным является тот вариант, который обеспечивает минимум годовых суммарных расходов по амортизации и эксплуатации вентиляционных и газоочистных установок.

Годовые суммарные расходы (руб./год) на амортизацию и эксплуатацию вентиляционных и очистных установок составляют:

$$S = A + B + A_{am} + B_{ek}, \quad (7)$$

где А – годовые расходы на амортизацию воздуховодов всасывающей сети цеха электролиза алюминия; В – годовые расходы на эксплуатацию всасывающей сети; A_{am} – годовые расходы на амортизацию очистных сооружений; B_{ek} – годовые расходы на эксплуатацию очистных сооружений.

Строительную стоимость воздухопровода, выявленную по размерам и нагрузкам, представляется возможным выразить в зависимости от поверхности воздухопровода:

$$A_l = b \sum_i^n \pi d_i l_i, \quad (8)$$

где b – стоимость 1 м^2 поверхности воздухопровода; n – число участков магистрали; d – средний диаметр участка воздухопровода, м; l – длина участка, м.

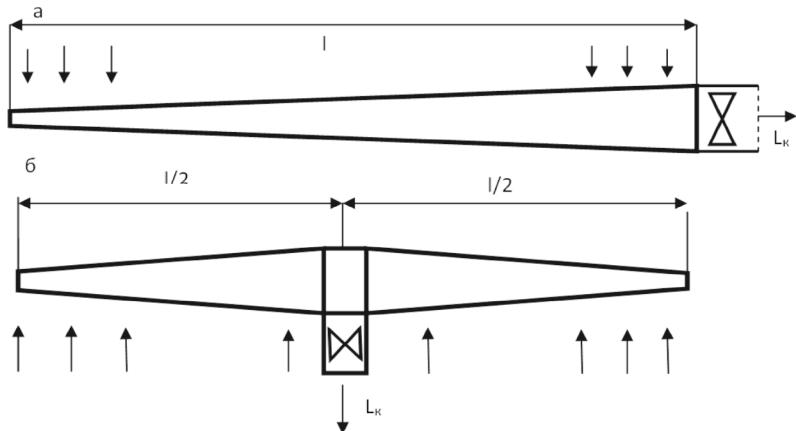


Рис. 2. Варианты установки вентилятора:
а – концевая установка вентилятора; б – центральная установка вентилятора

Выражая диаметр воздухопровода через расход воздуха L и скорость W , получим:

$$d = \sqrt{\frac{4L}{\pi W}} = 1,13 \sqrt{\frac{L}{W}} = 1,13 \frac{L^{0,5}}{W^{0,5}}. \quad (9)$$

Учитывая, что в рассматриваемых системах $W=\text{const}$, будем иметь:

$$A_1 = b \sum_i^n \pi 1,13 \left(\frac{L}{W} \right)^{0,5} l_i. \quad (10)$$

Годовые расходы A на амортизацию воздухопроводов составят:

$$A = a A_1 = b \sum_i^n \pi 1,13 \left(\frac{L}{W} \right)^{0,5} l_i, \quad (11)$$

где a – нормативный амортизационный коэффициент (0,15-0,2).

Годовые затраты на эксплуатацию (руб./год) составят:

$$B = nreN, \quad (12)$$

где n – продолжительность годовой эксплуатации, ч; g – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб; e – коэффициент, учитывающий оплату обслуживающего персонала; N – мощность, кВт.

Подставляя уравнения (11), (12) в уравнение (7), получим:

$$S = 1,13ab \sum_i^n \pi \left(\frac{L_i}{W} \right)^{0,5} l_i + \frac{nreL_k}{2000\eta} \rho W^2 \left[\frac{1}{\mu^2} + 2 \ln \left(\frac{d_k}{d_0} \right)^2 + \frac{\lambda l}{d_k - d_0} \ln \frac{d_k}{d_0} - 1 \right] + \\ + A_{\text{ам.оч.}} + B_{\text{эк.оч.}} \quad (13)$$

Из анализа уравнения (13) становится очевидно, что одним из определяющих факторов является характеристика вентиляторной установки, обслуживающей систему вытяжной вентиляции.

Как известно, характеристика вентилятора графически выражает связь между основными параметрами его работы [2]. В связи с этим энергоаудит указанных систем является основой для определения эффективности их работы, определения оптимального количества присоединенных участков для удаления вредных веществ. Полная характеристика вентилятора определенных геометрических размеров при перемещении воздуха неизменной плотности и неизменной частоте вращения выражает зависимость между производительностью – L , с одной стороны, давлением – P , мощность – N и к.п.д. – η , с другой.

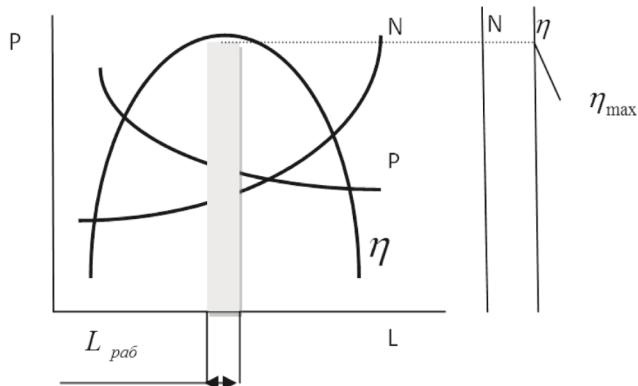


Рис. 3. Полная характеристика вентиляторной установки

Основная зависимость между давлением и производительностью $P-L$ – так называемая характеристика давления вентилятора (напорная характеристика).

Полные характеристики вентилятора весьма наглядно отражают особенности его работы и позволяют подобрать для данной сети воздухопроводов наиболее экономичный вентилятор.

На рис. 3 в качестве примера приведена полная характеристика вентилятора. На оси абсцисс откладывают L , а на оси ординат – P . Кроме этого, на оси ординат откладывают также значения N и η .

Передаваемую воздуху полезную мощность лопаточного вентилятора (кВт) можно вычислить по выражению (4).

Очевидно, что $\eta = 0$, при $L=0$ или $P=0$. Таким образом, характеристика $\eta - L=0$ (рис. 3), имея в начальной точке значения $\eta = 0$, должна при увеличении производительности возрастать до некоторого максимального значения η_{\max} и далее опять падать.

Значение максимального к.п.д. определяет основную характеристику вентилятора – его экономичность, но диапазон частоты вращения рабочего колеса можно регулировать частотой тока.

Производительность вентилятора, соответствующая максимальному к.п.д., является оптимальным показателем, который определяет соответствующий режим работы вентилятора – «оптимальный».

Таким образом, полная характеристика всасывающей сети должна соответствовать оптимальному режиму работы вентилятора.

Для работы вентиляторной установки в сети с переменным расходом предусматривается определенный запас мощности на увеличение объема удаляемого воздуха. Для «оптимальной» стабильной работы указанных систем необходимо использовать для регулирования частотный регулятор – вариатор числа оборотов.

Учитывая это, дополнительный объем воздуха, который должен удалить вентилятор, составит ΔL . Для самоочищающихся сетей $W=\text{const}$ и $P=\text{const}$ дополнительный запас мощности составит:

$$\Delta N = \frac{(L + \Delta L)P}{1000\eta_1} - \frac{LP}{1000\eta_2}. \quad (14)$$

Принимая $\eta_1 = \eta_2$, можно записать:

$$\Delta N = \frac{\Delta LP}{1000\eta_2}. \quad (15)$$

Указанный запас мощности должен быть принят на всю систему, например, систему, обслуживающую 80 укрытий электролизеров. В том случае, если 80 укрытий обслуживаются 2 системами, то этот запас должен приниматься на каждую систему. Соответственно, при двух системах запас мощности составит $2 \times \Delta N$, при трех системах – $3 \times \Delta N$, при четырех системах – $4 \times \Delta N$, и т.д.

Таким образом, из вышеизложенного следует, что чем меньше число вентиляционных систем, обслуживающих укрытия одного корпуса, тем меньше должно закладываться резервных мощностей на удаление дополнительного количества воздуха.

На основе проведенного аналитического анализа можно сделать следующие основные выводы:

1. Полная характеристика всасывающей сети должна соответствовать оптимальному режиму работы вентиляторных установок.
2. При наличии оборудования, работающего с переменным расходом удаляемого воздуха, например, укрытия алюминиевых электролизеров, следует стремиться к увеличению числа подсоединяющих участков и тем самым к снижению числа вентиляционных систем. Этим достигается снижение запаса мощности вентиляторных установок, предусмотренных на увеличение объема удаляемого воздуха.
3. Оптимальным вариантом компоновки всасывающей сети является тот вариант, который удовлетворяет минимальному значению годовых суммарных расходов на амортизацию и эксплуатацию вентиляционных и газоочистных установок.
4. Для энергоэффективного использования вентиляторной установки необходимо использовать для регулирования частотный регулятор – вариатор числа оборотов.

Список библиографических ссылок

1. Давыдов А.П., Валиуллин М.А. и др. Авт. св. № 1105868, 1983.
2. Давыдов А.П. Методика расчета воздухоприемников равномерного всасывания для аспирационных систем. / В сб. Исследования в области обеспыливания воздуха. – Пермь, 1980.
3. Асаул А.Н. Экономика недвижимости. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2010. – 351 с.

Davidov A.P. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: E-mail: ap_Davidov@mail.ru

Valiullin M.A. – candidate of technical sciences, associate professor

Gabdrafikov R.R. – post-graduate student

E-mail: rust413@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Determining the optimal number of sites connecting to the main process equipment suction network

Resume

Aluminum production for the removal of harmful substances from electroplating baths arranges exhaust having branched network scheme and a large number of connected sites. For efficient and economical operation of such networks, it is important to determine the optimal number of connections as sections and ventilation systems themselves.

Determining the optimal number of sections and ventilation systems shall be conducted on the basis of an energy audit of these systems. It is important to know the change of static and total pressure along the length of the network, the power of the fan unit and its location relative to the location of the network itself, the fan response. An option that will provide a minimum annual total costs of depreciation and operation of fan and sewage treatment plants would be the best.

Based on the analysis, it was found necessary to increase the number tends to connect the sites and thereby reduce the number of ventilation systems, a complete characterization of the network must comply with the suction optimal mode of operation of fan installations, the suction arrangement network should satisfy the minimum value of annual costs for depreciation

and maintenance of ventilation and gas cleaning plants; fan installation should have a frequency regulator.

Keywords: fan installation, ventilation network, the cost of depreciation and amortization.

Reference list

1. Davydov A.P., Valliullin M.A. and other authors. St. № 1105868, 1983.
2. Davydov A.P. Methods of calculating the air inlets for uniform suction aspiration systems. In Sat Research in the field of air dedusting. – Perm, 1980.
3. Asaul Real Estate Economics. 2-nd ed. – SPb.: Piter, 2010. – 351 p.

УДК 536.24+532.52

Марфина О.П. – кандидат технических наук

E-mail: o_marfina@mail.ru

Володин Ю.Г. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: yu.g.volodin@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Математическое моделирование нестационарного течения несжимаемого газа с теплообменом в осесимметричных каналах технологического оборудования

Аннотация

С позиций параметрических методов представлена математическая модель турбулентного пограничного слоя, описывающая нестационарное неизотермическое течение несжимаемого газа в осесимметричных каналах с теплообменом. Уравнения движения, неразрывности и энергии, замыкающие соотношения для коэффициентов трения и теплоотдачи, при соответствующих краевых условиях позволяют выполнить анализ влияния конкретного воздействия на процессы трения и теплоотдачи с последующим синтезом явлений – изучением их совместного воздействия и установления корреляционных связей между ними.

Ключевые слова: нестационарность, неизотермичность, математическая модель, газовый поток, осесимметричный канал.

Технологические процессы, параметры в которых изменяются во времени, называют нестационарными. Нестационарности как фактору, характеризующему технологический процесс, физиками различных отраслей науки и техники уделяется всё большее внимание. Среди нестационарных процессов, в которых параметры изменяются по апериодическому закону, следует выделить режимы пуско-останова оборудования, маневровые режимы, которые по сути своей являются процессами горения в устройствах и аппаратах для производства энергии либо работы. Перед розжигом в технологический аппарат организуется подача рабочего тела (газ или жидкость), характеризующегося гидрогазодинамикой потока, на течение которого и накладывается быстротечный процесс, сопровождаемый нестационарностью, температурной неоднородностью, продольным градиентом давления и т.д.

Нестационарность приводит к существенному отклонению параметров течения и теплообмена и может существенно изменить протекание динамических, тепловых, массообменных и химических процессов. Не учет таких возмущающих факторов в ряде случаев приводит к существенным ошибкам при конструировании, выборе режимов функционирования и разработке систем контроля и автоматического регулирования. Технологические аппараты и энергетические установки содержат в своей конструкции большое количество осесимметричных каналов различной длины и конфигурации, представляющих собой подводящие и отводящие трубопроводы, сопловые блоки и жаровые патрубки, камеры сгорания различных двигателей, проточные элементы ГТУ, компрессоров и т.п. Работа названных устройств протекает в сложных термогазодинамических условиях, обусловленных наличием различных возмущающих факторов, переменностью во времени тепловых и кинематических параметров, взаимосвязанных условиями технологического процесса. Знание механизма протекания нестационарных процессов, умение надежно прогнозировать структуру, рассчитывать гидравлические потери и теплоотдачу необходимы как при проектировании энергетических установок, так и при разработке надежных систем контроля и автоматического управления.

Указанные обстоятельства определяют актуальность проведения систематических исследований влияния данных факторов на гидромеханические и тепломассообменные процессы. Поэтому изучение нестационарного теплообмена и гидромеханики при турбулентных режимах течения газообразных сред в условиях совместного воздействия на

поток тепловой и динамической нестационарности, неизотермичности, продольного градиента давления в зоне формирования пограничных слоев при больших температурных напорах и разработка методик их расчета представляют актуальную прикладную задачу.

В основу математической модели, описывающей нестационарное неизотермическое течение несжимаемого газа в осесимметричных каналах с теплообменом, положены уравнения движения, неразрывности и энергии, записанные в следующей форме:

$$\rho \frac{\partial w_x}{\partial t} + \rho w_x \frac{\partial w_x}{\partial x} + \rho w_r \frac{\partial w_x}{\partial r} = - \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial(r\tau)}{\partial r}, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \rho r}{\partial t} + \frac{\partial(\rho w_x r)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho w_r r)}{\partial r} = 0, \quad (2)$$

$$\rho \frac{\partial h^*}{\partial t} + \rho w_x \frac{\partial h^*}{\partial x} + \rho w_r \frac{\partial h^*}{\partial r} = \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial(rq)}{\partial r} + \frac{\partial P}{\partial t}, \quad (3)$$

$$h^* = h_i + \frac{w_x^2}{2}; h_i = \int_0^T C p_i \partial T. \quad (4)$$

Система уравнений (1)-(4) совместно с заданными в форме (5) начальными и граничными условиями:

$$\begin{aligned} G &= f(t), \\ T_0^* &= f(t), \\ T_w &= f(t, x), \end{aligned} \quad (5)$$

и необходимыми замыкающими соотношениями (6)-(7):

$$\sqrt{\frac{C_f}{2}} = \int_{\omega_1}^1 \sqrt{\rho/\rho_0} d\omega \left/ \int_{\xi_1}^1 \sqrt{\tau/\tau_0} \frac{d\xi}{\alpha \xi} \right., \quad (6)$$

$$St = \sqrt{\frac{C_f}{2}} \int_{\xi_1}^1 \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}} d\vartheta \left/ \int_{\xi_h}^1 \frac{\bar{q}}{\bar{q}_0} \sqrt{\frac{\bar{\tau}_0}{\bar{\tau}}} \frac{d\xi_h}{\alpha \xi_h} \right., \quad (7)$$

описывает нестационарное неизотермическое течение несжимаемого газа в осесимметричных каналах цилиндрической и конфузорно-диффузорной формы.

В рассматриваемом случае имеют место следующие возмущающие течение факторы: неизотермичность, тепловая нестационарность, динамическая нестационарность, продольный градиент давления.

В основу аналитического исследования положен параметрический метод, разработанный в трудах Кутателадзе С.С. и Леонтьева А.И. [1]. Суть его заключается в изучении влияния конкретного воздействия на процессы трения и теплоотдачи с последующим синтезом явлений – изучением их совместного воздействия и установления корреляционных связей между ними.

Предположим, что при достаточно большом периоде осреднения нестационарных параметров, по сравнению с временным масштабом турбулентности, нестационарность не оказывает влияния на структуру турбулентности пограничного слоя. При этом останутся справедливыми основные предпосылки полуэмпирических теорий турбулентности.

Воспользуемся уравнениями (1) и (3) в виде, преобразованном к интегральным соотношениям импульсов:

$$\frac{1}{\rho_0 w_0^2} \cdot \frac{\partial \rho_0 w_0 \delta^*}{\partial t} + \frac{\partial \delta^{**}}{\partial x} + \delta^{**} \left[(2 + H) \cdot \frac{1}{w_0} \frac{\partial w_0}{\partial x} + \frac{1}{\rho_0} \cdot \frac{\partial \rho_0}{\partial x} + \frac{1}{r_0} \cdot \frac{\partial r_0}{\partial x} \right] = \frac{C_f}{2}, \quad (8)$$

и энергии:

$$\frac{1}{\Delta h w_0} \cdot \frac{\partial \Delta h \delta_h^*}{\partial t} + \frac{\partial \delta_h^{**}}{\partial x} + \frac{\delta_h^{**}}{w_0} \cdot \frac{\partial w_0}{\partial x} + \frac{\delta_h^*}{\rho_0} \cdot \frac{\partial \rho_0}{\partial x} + \frac{\delta_h^{**}}{\Delta h} \cdot \frac{\partial \Delta h}{\partial x} + \frac{\delta_h^*}{r_0} \cdot \frac{\partial r_0}{\partial x} = St. \quad (9)$$

Соотношение импульсов является уравнением первого порядка в частных производных. Для численной реализации:

$$D \frac{\partial W_0}{\partial t} + E \frac{\partial W_0}{\partial X} = \mathcal{K}, \quad (10)$$

используем метод характеристик. Это позволяет при переходе к новым характеристическим координатам в квазилинейном приближении представить уравнение (10) в виде системы дифференциальных уравнений в полных производных:

$$\begin{cases} \frac{dt}{D} = \frac{dX}{E}; & \frac{dt}{dX} = \frac{D}{E} \\ \frac{dX}{E} = \frac{dW_0}{\mathcal{K}}; & \frac{dW_0}{dX} = \frac{\mathcal{K}}{E} \end{cases}, \quad (11)$$

где

$$\mathcal{K} = \text{Re}_1 \frac{C_{f_0}}{2} \Psi_{\Sigma} \cdot W_0^2 \cdot \bar{r}_0 - \left(\text{Re}^{**} \cdot W_0 + \text{Re}^{**} \cdot H \cdot W_0 - \frac{\text{Re}_1}{4} \cdot W_0^2 2 \cdot \bar{r}_0 \right) \cdot \frac{\partial \bar{r}_0}{\partial X}, \quad (12)$$

$$E = \text{Re}^{**} \bar{r}_0 + W_0 \bar{r}_0 \frac{\partial \text{Re}^{**}}{\partial W_0} + \text{Re}^{**} H \bar{r}_0 + \text{Re}^{**} W_0 \bar{r}_0 \frac{\partial H}{\partial W_0} + H W_0 \bar{r}_0 \frac{\partial \text{Re}^{**}}{\partial W_0} - W_0 \bar{r}_0^2 \frac{\text{Re}^{**}}{4}, \quad (13)$$

$$\frac{\partial \text{Re}^{**}}{\partial W_0} = \frac{L \mathcal{K} - KB}{NB + H \bar{r}_0 \mathcal{K}}, \quad (14)$$

$$L = \frac{\text{Re}_1}{4} \bar{r}_0^2 - \text{Re}^{**} \bar{r}_0 \frac{\partial H}{\partial W_0}, \quad (15)$$

$$K = \text{Re}^{**} \bar{r}_0 + \text{Re}^{**} H \bar{r}_0 + \text{Re}^{**} W_0 \bar{r}_0 \frac{\partial H}{\partial W_0} - W_0 \bar{r}_0^2 \frac{\text{Re}_1}{4}, \quad (16)$$

$$N = W_0 \bar{r}_0 + H W_0 \bar{r}_0, \quad (17)$$

$$B = \left(\text{Re}^{**} H - \frac{\text{Re}_1}{2} W_0 \bar{r}_0 \right) \frac{\partial \bar{r}_0}{\partial X} - \frac{\text{Re}_1}{4} \bar{r}_0^2 \frac{2 \bar{r}_{0_1}}{w_{0_1}} \frac{1}{\rho_{0_1}} \frac{\partial \rho_{0_1}}{\partial t} - \frac{\text{Re}^{**} H \cdot \bar{r}_0}{W_0} \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{1 - \phi_h}{\phi_h} \right), \quad (18)$$

$$D = \text{Re}^{**} \bar{r}_0 \frac{2 r_{0_1}}{w_{0_1}} \frac{\partial H}{\partial W_0} + H \bar{r}_0 \frac{2 r_{0_1}}{w_{0_1}} \frac{\partial \text{Re}^{**}}{\partial W_0}. \quad (19)$$

Уравнение неразрывности:

$$\frac{4H \text{Re}^{**} \bar{r}_0}{\text{Re}_1} = W_0 \bar{r}_0^2 - 1. \quad (20)$$

Уравнение энергии:

$$\frac{\partial \text{Re}_h^{**}}{\partial X} = - \text{Re}_h^{**} \left[\frac{1}{h_0^* - h_w} \frac{\partial}{\partial X} (h_0^* - h_w) + \frac{1}{\bar{r}_0} \frac{\partial \bar{r}_0}{\partial X} \right] + \frac{\text{ReSt}_0 \Psi_{\Sigma_b}}{\bar{r}_0} + \frac{1}{h_0^* - h_w} \frac{\partial}{\partial t} h_0^* \bar{\rho}_0 \bar{r}_0 \frac{\bar{r}_0}{2 w_{0_1}} \text{Re}, \quad (21)$$

где

$$\text{Re} = \bar{\rho}_0 \bar{r}_0 W_0 \text{Re}_1, \quad (22)$$

$$\text{Re}_1 = \frac{\rho_{0_1} w_{0_1} 2 r_{0_1}}{\mu_{0_1}}, \quad (23)$$

$$\bar{\rho}_0 = \frac{\rho_0}{\rho_{0_1}}; \quad W_0 = \frac{w_0}{w_{0_1}}; \quad \bar{r}_0 = \frac{r_0}{r_{0_1}}, \quad (24)$$

Заслуживает внимания временная производная в уравнении (22). Видно, что:

$$\frac{\partial}{\partial t} \rho r h^* = \frac{\partial}{\partial t} \rho_0 r_0 h_0^*, \quad (25)$$

т.е. комплекс величин $\rho r h$ изменяется во времени одинаково по всему сечению канала. Это довольно удобное свойство системы, так как существенно понижает сложность численной реализации уравнения (21), переводя его в класс обыкновенных

дифференциальных уравнений, так как величина $\rho_0 r_0 h_0^*$ определяется начальными условиями для случая течения в коротких каналах.

Таким образом, соотношения (10-21), замыкающиеся зависимостями (6) и (7) для коэффициентов трения и теплоотдачи с начальными и граничными условиями (5), позволяют рассчитать значения коэффициентов трения и теплоотдачи, интегральных и тепловых характеристик и параметры течения с теплообменом несжимаемого газа в целом в осесимметричных каналах переменной геометрии.

Содержание параметров трения и теплоотдачи, определяющих различные виды дестабилизирующих воздействий, вытекает из граничных условий при аппроксимации профилей касательных напряжений и тепловых потоков по сечению пограничного слоя [3] и представляет собой:

$$\bar{\tau}'_w = \left(\frac{\partial \bar{\tau}}{\partial \xi} \right)_{\xi \rightarrow 0}; \quad \bar{q}'_w = \left(\frac{\partial \bar{q}}{\partial \xi_h} \right)_{\xi_h \rightarrow 0}. \quad (26)$$

Здесь $\bar{\tau} = \tau / \tau_w$, $\bar{q} = q / q_w$.

Данные производные определяются из уравнений движения и энергии, записанных для области потенциального ядра и пристенной области.

Обобщающий параметр трения $\bar{\tau}'_w$:

$$\rho_0 \frac{\partial w_0}{\partial t} + \rho_0 w_0 \frac{\partial w_0}{\partial x} = - \frac{\partial P}{\partial x}, \quad (27)$$

$$- \frac{\partial P}{\partial x} + \left[\frac{1}{r} \left(\frac{\partial r \tau}{\partial r} \right) \right]_{\xi \rightarrow 0} = 0. \quad (28)$$

Подставляя (27) в (28) и умножая полученный результат на δ / τ_w , получаем:

$$-\frac{\delta}{\tau_w} \rho_0 \frac{\partial w_0}{\partial t} - \frac{\delta}{\tau_w} \rho_0 w_0 \frac{\partial w_0}{\partial x} = \frac{\delta}{\tau_w} \left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r \tau) \right]_{\xi \rightarrow 0}. \quad (29)$$

Раскрывая производную в правой части (29) и замечая, что $\tau_w = \frac{C_f}{2} \rho_0 w_0^2$, получаем:

$$\bar{\tau}'_w = \left(\frac{\partial \bar{\tau}}{\partial \xi} \right)_{\xi \rightarrow 0} = z + \lambda - \frac{\delta}{r_0}, \quad (30)$$

где параметр динамической нестационарности:

$$z = - \frac{2}{C_f} \cdot \frac{\delta}{w_0^2} \cdot \frac{\partial w_0}{\partial t}, \quad (31)$$

параметр продольного градиента давления:

$$\lambda = - \frac{2}{C_f} \cdot \frac{\delta}{w_0} \cdot \frac{\partial w_0}{\partial x}. \quad (32)$$

Обобщающий параметр теплоотдачи \bar{q}'_w :

$$\rho_0 \frac{\partial h_0^*}{\partial t} + \rho_0 w_0 \frac{\partial h_0^*}{\partial x} = 0, \quad (33)$$

$$\rho_w \frac{\partial h_w^*}{\partial t} = \frac{\partial q}{\partial y}. \quad (34)$$

Проведя преобразования, подобные обобщающему параметру трения, получим:

$$\bar{q}'_w = \left(\frac{\partial \bar{q}}{\partial \xi_h} \right)_{\xi_h \rightarrow 0} = z_h + \lambda_h - \frac{\delta_h}{r_0}. \quad (35)$$

Здесь параметр тепловой нестационарности:

$$z_h = - \frac{\delta_h}{St \cdot w_0 \cdot \phi_h (h_0^* - h_w)} \cdot \frac{\partial}{\partial t} (h_0^* - h_w), \quad (36)$$

параметр продольного градиента энталпии:

$$\lambda_h = -\frac{\delta_h}{St \cdot \phi_h (h_0^* - h_w)} \cdot \frac{\partial h_0^*}{\partial x}, \quad (37)$$

Следуя [2], зависимость для коэффициента трения запишем в виде:

$$\sqrt{\frac{C_f}{2}} = \int_{\omega}^1 \sqrt{\rho/\rho_0} d\omega / \int_{\xi_1}^1 \sqrt{\tau/\tau_0} \frac{\partial \xi}{\partial \omega}. \quad (38)$$

Входящее в (38) распределение плотности по сечению турбулентного пограничного слоя в стационарных условиях определяется интегралом Крокко [3]. Сделаем допущение, что и в нестационарных условиях имеет место данная зависимость, т.е.

$$\rho/\rho_0 = [\phi_h + (1-\phi_h) \cdot \omega]^{-1}, \text{ где } \phi_h = T_w/T_0. \quad (39)$$

Обозначим знаменатель в (38) через A' :

$$A' = \int_{\xi_1}^1 \sqrt{\tau/\tau_0} \frac{\partial \xi}{\partial \omega}, \quad (40)$$

Интегрируя (38) с учетом (39) и (40), получим:

$$\sqrt{\frac{C_f}{2}} = \frac{2(1-\omega_1)}{(1-\omega_{10})[1 + \sqrt{\phi_h + (1-\phi_h)\omega_1}]A']. \quad (41)$$

Введем функции относительного изменения коэффициента трения $\Psi_\Sigma = (C_f/C_{f_0})_{Re^{**}}$, где согласно [5] $C_{f_0} = 0.0256/Re^{** 0.25}$.

Преобразуя (41), находим:

$$\sqrt{\frac{C_f}{C_{f_0}}} = \sqrt{\Psi_\Sigma} = \frac{2 \cdot (1-\omega_1) \ln \xi_{10}}{(1-\omega_{10}) \cdot [1 + \sqrt{\phi_h + (1-\phi_h)\omega_1}]A}. \quad (42)$$

Здесь $A = \int_{\xi_1}^1 \sqrt{\tau/\tau_0} \frac{\partial \xi}{\xi}$, ω_{10} и ξ_{10} значения относительной скорости на границе вязкого

подслоя и его толщина в стандартных условиях. Как видно из (42), конечная реализация зависимости связана с распределением касательных напряжений. Следуя Федяевскому К.К. [5] и Фафурину А.В. [2], запишем их в:

$$\frac{\bar{\tau}}{\bar{\tau}_0} = 1 + \frac{\bar{\tau}' \xi}{\Psi_\Sigma (1 + 2\xi)}, \quad \bar{\tau}'_{w0} \geq 0, \quad (43)$$

$$\frac{\bar{\tau}}{\bar{\tau}_0} = 1 + \frac{(\Psi_\Sigma + \bar{\tau}'_{w0}) \xi}{(1 - \xi) \Psi_\Sigma} - \frac{(\Psi_\Sigma + \bar{\tau}'_{w0}) \xi^d}{(1 - \xi) \Psi_\Sigma}, \quad (44)$$

где $d = \bar{\tau}'_{w0}/(\Psi_\Sigma + \bar{\tau}'_{w0})$.

Соотношения (42–44) совместно с зависимостями для относительных толщин вязкого подслоя и скорости на его границе:

$$\xi_1 = 11,6 \left\{ Re_w^{**} \frac{\delta}{\delta^{**}} \sqrt{\frac{C_f}{2} \left(1 + \bar{\tau}' \frac{\xi_1}{2} \right)} \right\}^{-1}, \quad (45)$$

$$\omega_1 = Re_w^{**} \frac{\delta}{\delta^{**}} \left\{ \frac{C_f}{2} \xi_1 \left(1 + \bar{\tau}' \frac{\xi_1}{2} \right) \right\}, \quad (46)$$

образуют систему уравнений, которая при заданных значениях Re^{**} , $\bar{\tau}'_{w0}$, ϕ_h и $\frac{\delta}{r_0}$ позволяет рассчитать эволюцию относительного коэффициента трения. На рис. 1 показано влияние числа Рейнольдса и обобщающего параметра трения в изотермических условиях. В области положительных значений $\bar{\tau}'_w$ (расширяющийся канал или при уменьшении расхода рабочего тела) коэффициент трения меньше своего стандартного аналога. Эволюция проявляется глубже при меньших числах Рейнольдса, т.к. поток менее устойчив к внешним возмущениям и требуется соответственно меньше затрат энергии для его деформации. Увеличение числа Рейнольдса заметно увеличивает сопротивляемость потока к внешнему возмущению.

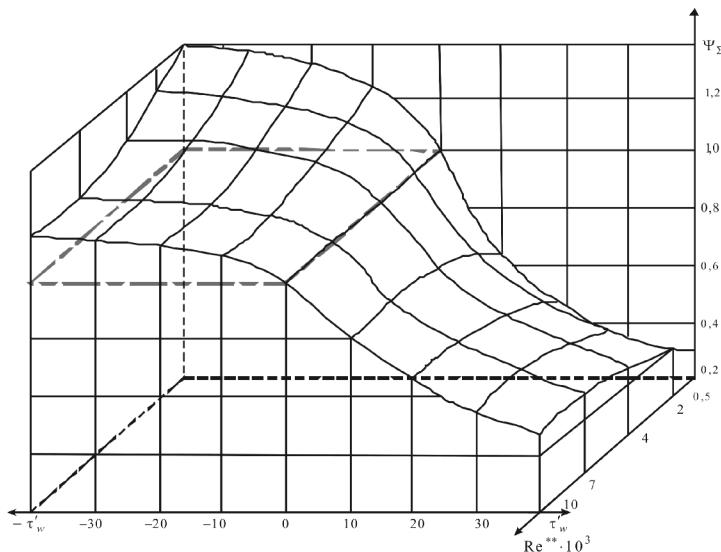


Рис. 1. Влияние числа Re^{**} и параметра трения $\bar{\tau}'_w$ на относительный коэффициент трения в изотермических условиях при $\phi_h = 1,0$

В области отрицательных значений параметра трения (когда поток ускоряется при сужении канала или при увеличении расхода газа) относительный коэффициент трения больше единицы. Меняется и дислокация по числу Рейнольдса, что вызвано перераспределением энергии.

Согласно [2] закон теплоотдачи в общей форме запишем в виде:

$$St = \sqrt{\frac{C_f}{2}} \int_{\vartheta_1}^1 \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}} d\vartheta \left/ \int_{\xi_{1h}}^1 \frac{\bar{q}}{\bar{q}_0} \sqrt{\frac{\bar{\tau}_0}{\bar{\tau}}} \frac{d\xi_h}{\alpha \xi_h} \right. . \quad (47)$$

Подставляя в (47) распределение плотности (39) и интегрируя полученное выражение, находим:

$$St = \frac{2(1-\vartheta_1) \sqrt{\frac{C_f}{2}}}{[1 + \sqrt{\phi_h + (1-\phi_h) \cdot \vartheta_1}] \cdot B}, \quad (48)$$

где

$$B = \int_{\xi_{1h}}^1 \frac{\bar{q}}{\bar{q}_0} \sqrt{\frac{\bar{\tau}_0}{\bar{\tau}}} \frac{d\xi_h}{\alpha \xi_h}. \quad (48)$$

Входящее в (49) распределение плотности теплового потока может быть аппроксимировано полиномом Федяевского К.К. [5] в области $\bar{q}'_w > 0$ и степенным полиномом Фафурина А.В. [2] при $\bar{q}'_w < 0$.

Имеем:

$$\frac{\bar{q}}{\bar{q}_0} = 1 + \frac{\bar{q}'_{w0} \xi_h}{\Psi_{\Sigma_h} (1 + 2\xi_h)}; \bar{q}'_{w0} \geq 0, \quad (50)$$

$$\frac{\bar{q}}{\bar{q}_0} = 1 + \frac{(\Psi_{\Sigma_h} + \bar{q}'_{w0}) \xi_h}{\Psi_{\Sigma_h} (1 + \xi_h)} - \frac{(\Psi_{\Sigma_h} + \bar{q}'_{w0}) \xi_h^{d_h}}{\Psi_{\Sigma_h} (1 + \xi_h)}; \bar{q}'_{w0} < 0, \quad (51)$$

$$d_h = \bar{q}'_{w0} / (\Psi_{\Sigma_h} + \bar{q}'_{w0}), \quad (52)$$

\bar{q}'_{w0} – параметр теплоотдачи, $\Psi_{\Sigma_h} = \left(\frac{St}{St_0} \right)_{Re_h^{**}}$.

Распределение касательных напряжения в (47) аппроксимируется зависимостями (43) и (44). Однако, в силу изменения переменной интегрирования, данные выражения удобнее записать в виде:

$$\frac{\bar{\tau}}{\bar{\tau}_0} = 1 + \frac{\bar{\tau}'_{w0} \xi_h \frac{\delta_h}{\delta}}{\Psi_{\Sigma} \left(1 + 2\xi_h \frac{\delta_h}{\delta} \right)}; \bar{\tau}'_{w0} \geq 0, \quad (53)$$

$$\frac{\bar{\tau}}{\bar{\tau}_0} = 1 + \frac{(\Psi_{\Sigma} + \bar{\tau}'_{w0}) \xi_h \frac{\delta_h}{\delta}}{\left(1 - \xi_h \frac{\delta_h}{\delta} \right) \Psi_{\Sigma}} - \frac{(\Psi_{\Sigma} + \bar{\tau}'_{w0}) \left(\xi_h \frac{\delta_h}{\delta} \right)^{d_h}}{\left(1 - \xi_h \frac{\delta_h}{\delta} \right) \Psi_{\Sigma}}; \bar{\tau}'_{w0} < 0. \quad (54)$$

Безразмерные параметры на границе теплового вязкого подслоя ξ_{l_h} и g_1 определяются из условия сопряжения линейной и логарифмической областей профиля температуры по методике [2]:

$$g_1 = \frac{Re_h^{**} \cdot Pr \cdot \delta_h}{\delta_h^{**}} \left[St \cdot \xi_{l_h} \left(1 + \frac{\bar{q}'_w \cdot \xi_{l_h}}{2} \right) \right], \quad (55)$$

$$\xi_{l_h} = 11.6 \left[Re_h^{**} \cdot \frac{\delta_h}{\delta_h^{**}} \sqrt{St \cdot Pr \left(1 + \frac{\bar{q}'_w \cdot \xi_{l_h}}{2} \right)} \right]^{-1}. \quad (56)$$

Выражения, определяющие коэффициент теплоотдачи (47)-(56), непосредственно указывают на воздействие гидродинамических эффектов. Последние проявляют себя не только через диссиацию энергии, т.е. коэффициент трения, но и через профиль касательных напряжений, а также отношение толщин теплового и динамического пограничных слоев. Так как данные величины определяются числом Рейнольдса и параметром трения, то и коэффициент теплоотдачи является функцией данных параметров. Однако влияние их должно быть меньше, чем на коэффициент трения, т.к. коэффициент теплоотдачи пропорционален корню квадратному из этих величин.

На рис. 2 показано изменение относительного коэффициента теплоотдачи для $Re^{**} = Re_h^{**} = 1000$ при различных значениях \bar{q}'_w и $\bar{\tau}'_w$. Положительным значениям параметра теплоотдачи при $\bar{\tau}'_w = 0$ (например, уменьшение температуры газа в потенциальной области потока) соответствуют значения относительного коэффициента теплоотдачи меньше единицы. При отрицательных значениях \bar{q}'_w (например, увеличение температуры газового по току) наблюдается рост числа Стантона относительно стандартного значения. Обобщающий параметр трения воздействует на относительный

коэффициент теплоотдачи обратным образом. В ускоренных, во времени и пространстве, потоках коэффициент теплоотдачи уменьшается, а в замедленных – возрастает. Различные же их сочетания, естественно, могут изменить ситуацию в ту или иную сторону, что и иллюстрируется на рисунке.

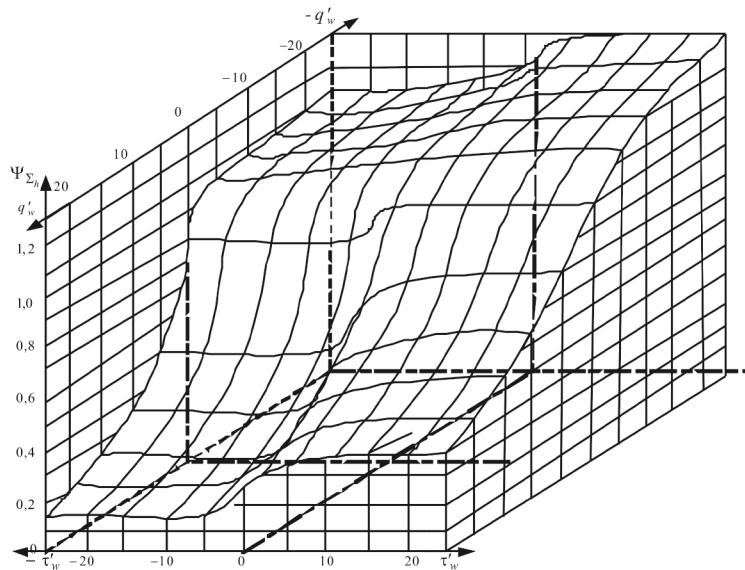


Рис. 2. Зависимость относительного коэффициента теплоотдачи от параметров трения $\bar{\tau}'_w$ и теплоотдачи \bar{q}'_w при $Re^{**} = Re_h^{**} = 10^3$

Вывод

Предложенная методика позволяет рассчитать значения локальных коэффициентов трения и теплоотдачи в функции продольной координаты и времени в осесимметричных каналах постоянного и переменного радиуса при воздействии на газовый поток тепловой и динамической нестационарности, неизотермичности, вызванными изменениями температуры или расхода рабочего тела, и продольного градиента давления, обусловленного изменением диаметра канала в функции продольной координаты.

Список библиографических ссылок

- Кутателадзе С.С., Леонтьев А.И. Турбулентный пограничный слой сжимаемого газа. – Новосибирск: СО АН СССР, 1962. – 180 с.
- Фафурин А.В. Законы трения и теплоотдачи в турбулентном пограничном слое. // Тепло- и массообмен в двигателях летательных аппаратов, 1979. – Казань. Вып. 2. – С. 62-69.
- Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. – М.: Атомиздат, 1979. – 415 с.
- Кутателадзе С.С., Леонтьев А.И. Теплообмен и трение в турбулентном пограничном слое. – М.: Энергия, 1972. – 342 с.
- Федяевский К.К., Гиневский А.С., Колесников А.В. Расчет турбулентного пограничного слоя несжимаемой жидкости. – Л.: Судостроение, 1973. – 256 с.

Marfina O.P. – candidate of technical science

E-mail: o_marfina@mail.Ru

Volodin Yu.G. – candidate of technical science, associate professor

E-mail: yu.g.volodin@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Mathematical model of the unsteady flow of non-compressible gas with heat transfer in the axle symmetric canals of technological equipment

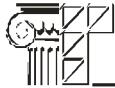
Resume

Research in the work based on the numerical solution the unsteady equations on the boundary layer. As trailing ties, necessary for the solution of primary system equations involved expressions for the laws of friction and heat transfer, sensitive to the studied variety's indignant at the affects. Deduction the indicated expressions be built on utilization method the relative conformation, the two layer model the dynamics and heat turbulent boundary layers, the hypothesis Prandtl and Furie, and the specific forms of approximation of the radial distributions of the turbulent tangent tensions of friction and the densities of heat streams in different phases of unsteady process. As the result of the accomplishable mathematical experiment defined the particular qualities of the behavior of dynamic and heat turbulent boundary layers in the conditions of changed temperature pressure or expenditure of the work body.

Keywords: unsteady, non-isothermal, mathematical model, gaseous flow, axle symmetry canal.

Reference list

1. Kutateladse S.S., Leontiev A.I. Turbulent boundary layer of the compressible gas. – Novosibirsk: SS AS USSR, 1962. – 180 p.
2. Fafurin A.V. Laws friction and heat delivery in the turbulent boundary layer // Heat- and mass exchange in motors of the flying apparatus, 1979. – Kazan. Discharge 2. – P. 62-69.
3. Kutateladse S.S. Basics of the theory of heat exchange. – M.: Atom publishing house, 1979. – 415 p.
4. Kutateladse S.S., Leontiev A.I. Heat exchange and friction in the turbulent boundary layer. – M.: Energy, 1972. – 342 p.
5. Fedyaevskey K.K., Ginevskey A.S., Kolesnikov A.V. Calculation of the turbulent boundary layer of non-compressed liquid. – L.: Ship construction, 1973. – 256 p.



УДК 691.327:666.97

Степанов С.В. – кандидат технических наук, ассистент

E-mail: seregins2@yandex.ru

Морозов Н.М. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: nikola_535@mail.ru

Хозин В.Г. – доктор технических наук, профессор

E-mail: khozin@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Влияние комплексного ускорителя твердения на режим тепловой обработки мелкозернистого бетона

Аннотация

Проблема сокращения тепловой обработки при производстве железобетонных изделий является актуальной в связи с сокращением энергозатрат. Применение добавок ускорителей позволяет снизить время и температуру тепловой обработки, а в некоторых случаях и отказаться от нее. В работе исследовано влияние добавки на основе гальванического шлама на режимы тепловлажностной обработки железобетонных изделий.

Ключевые слова: ускоритель твердения, бетон, гальванический шлам, прочность, режим тепловой обработки.

В последнее время в технологии производства строительных материалов все больше применение находят побочные продукты и техногенные отходы различных отраслей промышленности.

Внимание многих исследователей привлекают твердые и пастообразные отходы в виде шламов, образующихся после обезвоживания заводских стоков предприятий химической, машиностроительной, энергетической, микробиологической, фармацевтической, стекольной и других отраслей промышленности [1-4].

Гальванические отходы, как правило, содержат относительно невысокие концентрации ценных цветных металлов. Кроме того, форма их нахождения в составе гальванических отходов и близость их химических свойств требуют понимания специальных химических методов выделения. Поэтому рециркуляция металлов из гальванических отходов является экономически не выгодным мероприятием. Единственным, перспективным, получившим развитие в других странах способом утилизации гальванических отходов является их применение в качестве добавок в различных строительных материалах.

Использованный в работе гальванический шлам (далее ГШ) – это отход, получаемый в процессе обработки алюминиевых профилей методом анодирования. Он представляет собой водную пасту серого цвета с высокой дисперсностью твердой фазы. Химический состав ГШ представлен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав гальванического шлама

| Элемент | SiO ₂ | TiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | MnO | CaO | MgO | Na ₂ O | K ₂ O | P ₂ O ₅ | SO ₃ | ППП/1000 |
|---------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|------|-------------------|------------------|-------------------------------|-----------------|----------|
| Содержание, % | 0,61 | 0,01 | 55,47 | 0,13 | <0,01 | 1,52 | 1,06 | 1,90 | <0,01 | 0,05 | 9,47 | 29,78 |

Влажность ГШ составляла 84,3 %. Перед применением гальванический шлам предварительно высушивали и размалывали до удельной поверхности 550 кг/см² [5].

Большое содержание в ГШ оксидов алюминия позволяет его использовать в качестве добавки для ускорения твердения. Ранее было показано, что введение ГШ в состав цементного камня позволяет активизировать процессы гидратации цемента, и приводит к ускоренному образованию субмикрокристаллических продуктов гидратации, обладающих высокой прочностью [6].

Сокращение сроков схватывания цемента и интенсификации его твердения актуальны как для бетонов нормально-влажностного твердения, так и подвергаемых тепловлажностной обработке. Введение добавок-ускорителей схватывания и твердения, комплексных ускорителей твердения в бетон активизирует процессы гидратации цемента, что приводит к ускоренному образованию субмикрокристаллических продуктов гидратации, обладающих высокой прочностью.

Нами был разработан состав комплексного ускорителя твердения цементных бетонов [7, 8]. Разработанная добавка представляет собой водонерастворимый порошкообразный материал, состоящий из суперпластификатора С-3 и высушенного гальванического шлама. В состав бетона его вводили путем совместного смешения до получения однородной массы.

В данной работе было рассмотрено влияние добавок ускорителей твердения на прочность бетонов в зависимости от режима ТВО. Были использованы добавка на основе гальванического шлама, ускоритель твердения Гексалит [9] и суперпластификатор С-3, так как он входит как в состав Гексалита, так и нашей добавки. Составы бетонов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Составы мелкозернистого бетона

| № п/п | Расход материалов, кг/м ³ | | | | В/Ц |
|-------|--------------------------------------|-------|-----------------|------|------|
| | Цемент | Песок | Добавка | Вода | |
| 1 | 500 | 1500 | - | 186 | 0,37 |
| 2 | | | С-3, - 4 | 150 | 0,30 |
| 3 | | | Гексалит - 16,5 | 162 | 0,32 |
| 4 | | | ГШ+С-3 - 15 | 154 | 0,31 |

Для оценки эффективности добавки бетоны подвергали тепловлажностной обработке по различным режимам. Температура и продолжительность тепловлажностной обработки представлены в табл. 3.

Таблица 3

Режимы тепловлажностной обработки

| № режима | Продолжительность этапа | | | | Продолжительность режима, час |
|----------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| | Предварительная выдержка | Подъем температуры | Изотермия | Спуск температуры | |
| 1 | 3 часа при $t=20^{\circ}\text{C}$ | 3 часа до $t=80^{\circ}\text{C}$ | 6 часов при $t=80^{\circ}\text{C}$ | 3 часа до $t=20^{\circ}\text{C}$ | 15 |
| 2 | 1,5 часа при $t=20^{\circ}\text{C}$ | 3 часа до $t=80^{\circ}\text{C}$ | 6 часов при $t=80^{\circ}\text{C}$ | 3 часа до $t=20^{\circ}\text{C}$ | 13,5 |
| 3 | 3 часа при $t=20^{\circ}\text{C}$ | 1 час до $t=40^{\circ}\text{C}$ | 6 часов при $t=40^{\circ}\text{C}$ | 1 час до $t=20^{\circ}\text{C}$ | 11 |
| 4 | 3 часа при $t=20^{\circ}\text{C}$ | 3 часа до $t=80^{\circ}\text{C}$ | 0 | 3 часа до $t=20^{\circ}\text{C}$ | 9 |

Первым этапом работы было определение суточной прочности бетонов, твердевших в нормально-влажностных условиях, результаты представлены на рис. 1 и 2.

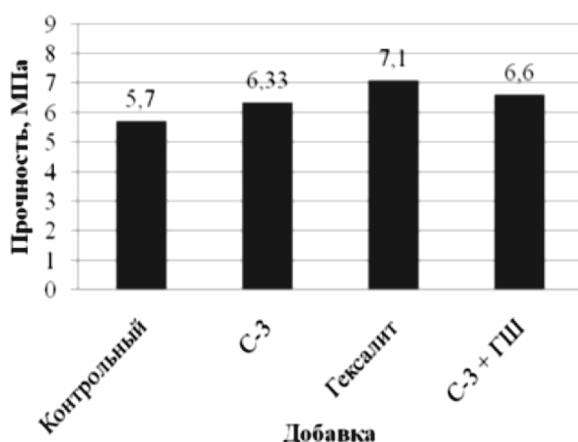


Рис. 1. Прочность мелкозернистого бетона при изгибе в возрасте 1 суток

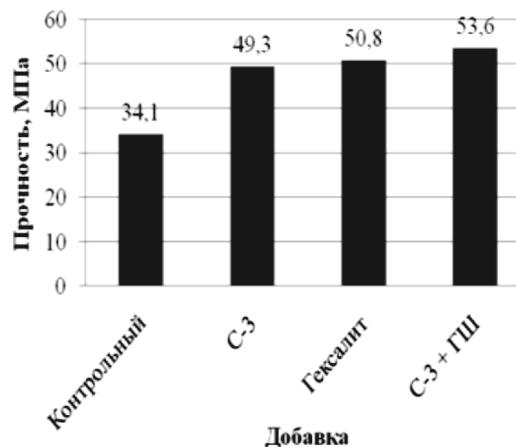


Рис. 2. Прочность мелкозернистого бетона при сжатии в возрасте 1 суток

Из рис. 1 и 2 видно что, при твердении бетонов в нормально-влажностных условиях ($t=20^{\circ}\text{C}$ и $W=90\text{-}95\%$) максимальное ускорение твердения наблюдается у разработанной добавки, прирост прочности при сжатии составил 60 % относительно бездобавочного состава.

Процесс тепловлажностной обработки на заводах длится 15-18 часов, температура пропаривания бетона составляет $t=80^{\circ}\text{C}$. Дальнейшее повышение температуры не приводит к увеличению прочности и приводит к деформациям изделий. Поэтому следующим режимом ТВО был выбран режим № 1. Данный режим эмитирует проведение ТВО в заводских условиях. Результаты представлены на рис. 3 и 4.

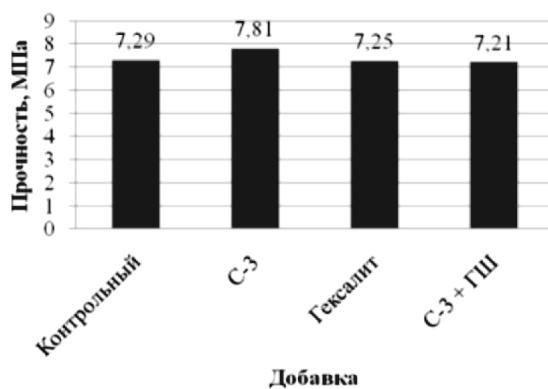


Рис. 3. Прочность мелкозернистого бетона при изгибе

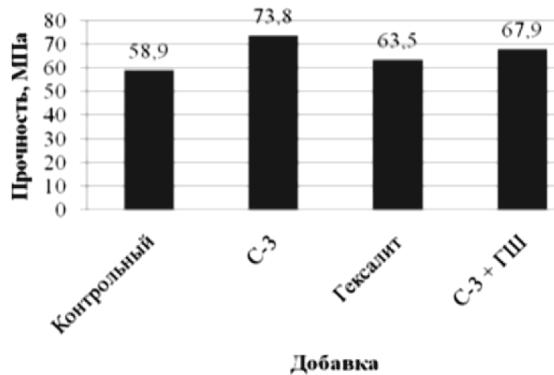


Рис. 4. Прочность мелкозернистого бетона при сжатии

Из рис. 3, 4 видно, что наибольший прирост прочности имеет состав с суперпластификатором С-3. Это объясняется максимальным снижением водопотребности смеси от введения данной добавки. Так прирост прочности на сжатие относительно бездобавочного состава составил 25 %, введение добавок ускорителей Гексалита и ГШ+С-3 позволило увеличить прочность на 8 % и 15 % соответственно.

Далее был опробован способ по сокращению предварительной выдержки бетона по режиму тепловлажностной обработки № 2. При пропаривании бетона с сокращенной предварительной выдержкой образцы вспустились и треснули, образец с разработанной добавкой практически не вспустился, этот факт говорит о том, что бетон уже имеет начальную структурную прочность, которая сдерживает внутренние напряжения. Прочность данных образцов не испытывалась.

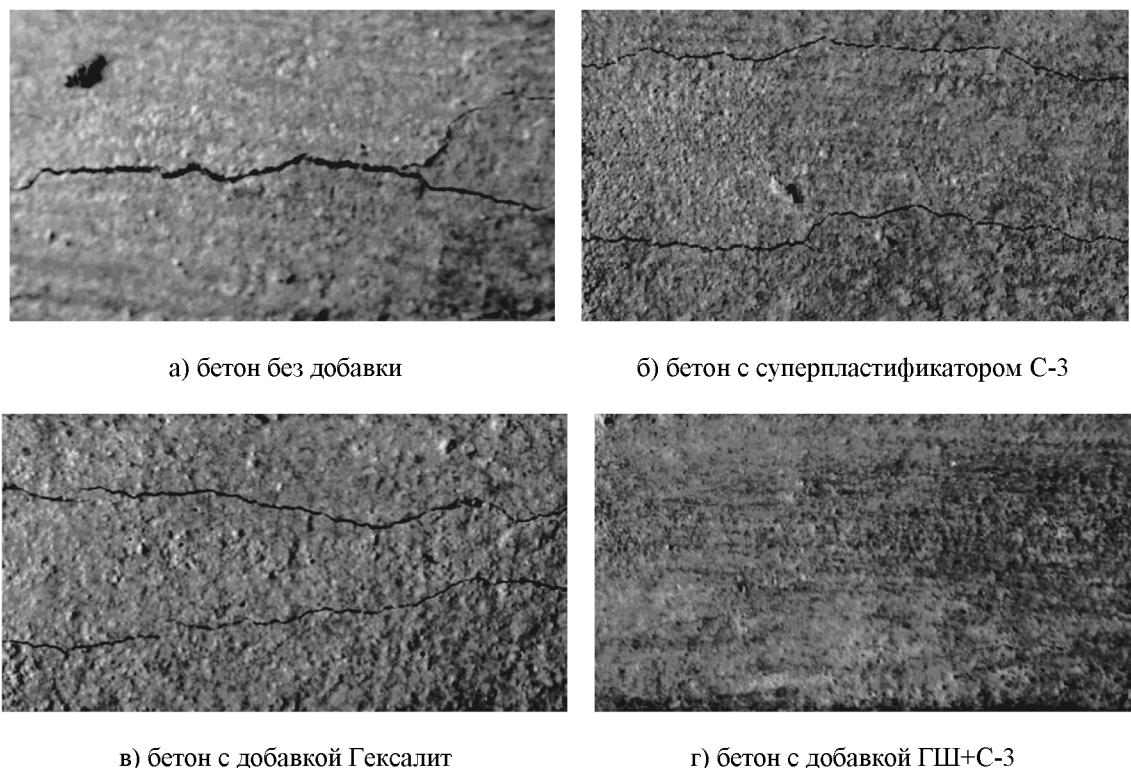


Рис. 5. Фотографии образцов, пропаренных с сокращенной предварительной выдержкой

Максимального снижения энергозатрат при пропаривании изделий можно добиться за счет снижения температуры тепловлажностной обработки или за счет сокращения времени изотермической выдержки.

При снижении температуры ТВО до $t=40^{\circ}\text{C}$ снижается время подъема и спуска температуры, общее время обработки составит 11 часов. Результаты испытаний представлены на рис. 6, 7.

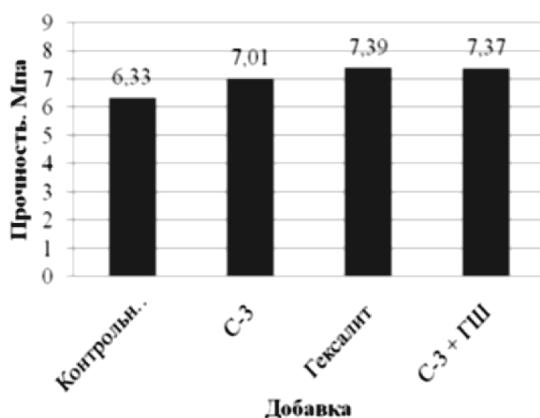


Рис. 6. Прочность мелкозернистого бетона при изгибе

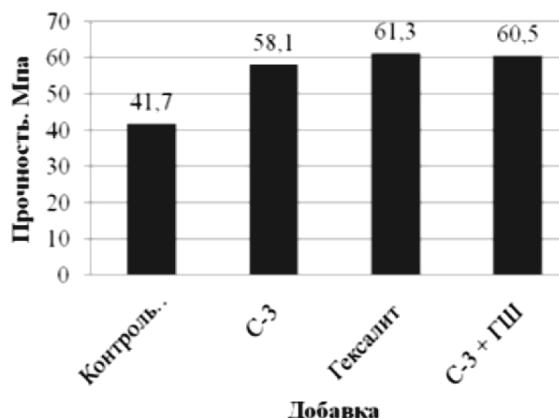


Рис. 7. Прочность мелкозернистого бетона при сжатии

Из рис. 7 видно, что введение добавок ускорителей твердения позволяет повысить прочность бетона при сжатии на 45-47 %, причем прочность образцов с ускорителями выше бездобавочного состава на 5 % пропаренного по режиму № 1.

При пропаривании бетона по режиму № 4 время ТВО составило 9 часов, за счет исключения изотермической выдержки. Результаты приведены на рис. 8 и 9.

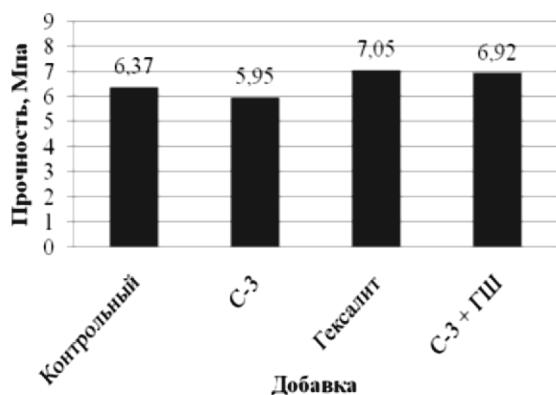


Рис. 8. Прочность мелкозернистого бетона при изгибе

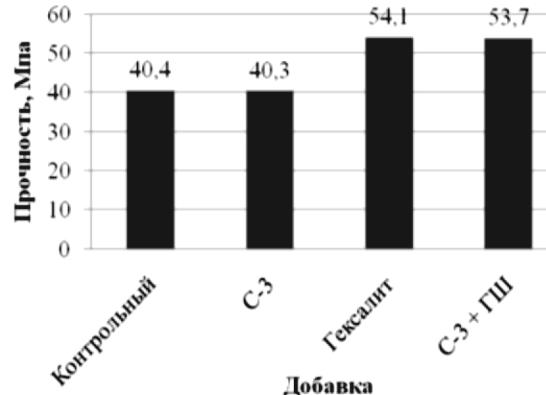


Рис. 9. Прочность мелкозернистого бетона при сжатии

При прогреве бетона по данному режиму прирост прочности бетона с ускорителями твердения составил 30-35 % относительно бездобавочного состава, и имеют такую же прочность, как и на 1 сутки твердения в нормально-влажностных условиях.

Таким образом, введение комплексного ускорителя на основе гальванического шлама в цементные системы приводит к ускорению формирования кристаллизационной структуры в ранние сроки твердения и ускоренному набору прочности бетона, что позволяет существенно снизить энергозатраты при производстве железобетонных изделий за счет сокращения времени тепловлажностной обработки или температуры.

Список библиографических ссылок

- Генцлер И.В. Влияние гальванических осадков на свойства бетонных смесей и бетонов // Известия вузов. Строительство, 1999, № 7. – С. 67-70.
- Войтович В.А. Об использовании гальванических шламов // Труды 1-ой научно-практической конференции в области охраны окружающей среды. – Н. Новгород, 1993. – С. 41.
- Улицкий В.А. Использование отходов гальванишламов в цементных композициях // Межотраслевой научно-технический сборник. – М., 1992, вып. 1. – С. 82-85.
- Тараканов О.В. К вопросу об использовании нейтрализованных шламов в производстве строительных растворов и бетонов // Экономика природопользования и природоохраны: Тез. докл. Межд. науч.-практ. конф. – Пенза, 2002. – С. 95-100.
- Степанов С.В., Морозов Н.М., Хозин В.Г. Гальванический шлам как эффективный компонент противоморозной добавки // Третья всероссийская конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. – Пенза, 2008.
- Степанов С.В., Морозов Н.М., Хозин В.Г. Влияние комплексного модификатора на основе гальванического шлама, на свойства цементных композиций в ранние сроки твердения // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Строительное материаловедение сегодня: актуальные проблемы и перспективы развития». – Челябинск, 2010. – С. 47-49.
- Степанов С.В., Морозов Н.М., Хозин В.Г. Комплексный ускоритель твердения на основе гальванического шлама для цементных бетонов // Международный семинар-конкурс молодых ученых и аспирантов, работающих в области вяжущих веществ, бетонов и сухих смесей. Сборник докладов. – М.: Экспоцентр, 2010. – С. 43-46.
- Заявка на патент РФ № 2011116660 Степанов С.В., Морозов Н.М., Хохряков О.В., Хозин В.Г. 28.04.2011.
- Патент РФ № 2144519 Хозин В.Г., Корнилов Р.М., Калашников В.И., Макаров А.И., Медникарова С.Е. 15.05.1998. Бюл. 20.01.2000.

Stepanov S.V. – candidate of technical sciences, assistant

E-mail: seregins2@yandex.ru

Morozov N.M. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: nikola_535@mail.ru

Khozin V.G. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: khozin@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Influence of complex hardening accelerator for heat treatment of fine-grained concrete

Resume

Reduction of setting time of cement and intensify its hardening relevant for normal concrete curing and humidity, and exposed to heat and humidity treatment. Supplementation accelerator setting and hardening, hardening accelerators integrated into the concrete activate the processes of cement hydration. As additives, accelerators can be utilized effectively various waste products, for example, electroplating sludge containing sulphates and incorporates alumina. The authors developed an integrated accelerator representing water-insoluble particulate material consisting of a superplasticizer C-3 of the dried slurry electroplating. When the normally humid storage increase the compressive strength of concrete additive developed by 60 % relative to composition no addition. An integrated hardening accelerator reduces cooking time up to 9 hours or reduce the temperature to 40°C.

Introduction of integrated accelerator based electroplating sludge in cement systems leads to faster crystallization structure formation in the early stages of hardening and accelerated set of concrete strength, which can significantly reduce energy consumption in the production of concrete products by reducing heat and humidity treatment time or temperature.

Keywords: a hardening accelerator, a fine-grained concrete galvanic sludge strength of heat treatment.

Reference list

1. Genzler I.V. Effect of galvanic precipitation on the properties of concrete mixes and concrete // Proceedings of Higher Education, Construction, 1999, № 7. – P. 67-70.
2. Voitovich V.A. On the use of electroplating sludge // Proceedings of the first scientific conference in the field of environmental protection. – N. Novgorod, 1993. – P. 41.
3. Ulitski V.A. Using galvanic slimes waste in cement compositions // Interdisciplinary scientific and technical collection. – M., 1992, Vol. 1. – P. 82-85.
4. Tarakanov O.V. On the use of neutralized sludge in the production of mortar and concrete // Economics of Nature and Conservation: Abstracts Int. scientific-practical. conf. – Penza, 2002. – P.95-100.
5. Stepanov S.V., Morozov N.M., Khozin V.G. The electroplating sludge as an effective component of antifreeze additive // Third All-Russian conference of students and young scientists. – Penza, 2008.
6. Stepanov S.V., Morozov N.M., Khozin V.G. Influence of complex modifier based electroplating sludge on the properties of cement compositions in the early stages of hardening // All-Russian Scientific and Practical Conference «Building Materials today: current problems and prospects». – Chelyabinsk, 2010. – P. 47-49.
7. Stepanov S.V., Morozov N.M., Khozin V.G. Comprehensive hardening accelerator based electroplating sludge for cement concrete // International Seminar-contest of young scientists and graduate students working in the field of binders, and dry concrete mixtures. Collection of reports. – M., Expocentre, 2010. – P. 43-46.
8. Russian Patent Application № 2011116660 Stepanov S.V., Morozov N.M., Khozin V.G., Khokhriakov O.V. 28.04.2011.
9. RF Patent № 2144519 Khozin V.G., Kornilov R.M., Kalashnikov V.I., Makarov A.I., Mednikarova S.E. 15.05.1998. Byul. 20.01.2000.

УДК 535.33

Фурер В.Л. – доктор химических наук, профессор

E-mail: furer@kgasu.ru

Пантелеева Т.А. – кандидат физико-математических наук, доцент

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Структура фосфор-виологенных молекулярных звезд

Аннотация

Оптимизация структуры и анализ нормальных колебаний выполнены для фосфор-виологенных молекулярных звезд G_2 , построенных из циклотрифосфазенового ядра с 12 виологенными звенями и 6 концевыми фосфонатными группами. Структурная оптимизация выполнена для G_2 квантово-химическим методом функционала плотности (ФП). Рассчитанные геометрические параметры и гармонические частоты колебаний предсказаны в хорошем согласии с экспериментальными данными. Обнаружено, что G_2 имеет структуру, подобную «таймеру яиц» с плоскими фрагментами $\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{N}-\text{N}(\text{CH}_3)-$ и слегка неплоским циклотрифосфазеновым ядром. Изученные образцы могут быть использованы для создания электрохемицромных покрытий оконных стекол.

Ключевые слова: виологены, функционал плотности, рентгеновские лучи.

Виологены (4,4'-бипиридиниум ионы) – это хорошо известные электроактивные соединения [1]. Изучено образование комплексов типа гость-хозяин и электрохимические свойства дендримеров, содержащих виологенные звенья [2]. Недавно были синтезированы молекулярные звезды, содержащие фосфорные и виологенные звенья [3]. Ранее нами изучена структура модельного соединения виологена 1,1-(4-формилбензил)-4,4'-бипиридиниума (ФБП), которое представляет собой звено соответствующих фосфор-виологенных дендримеров и молекулярных звезд [4].

В данной работе квантово-химические расчеты используются для характеристики фосфор-виологенных молекулярных звезд второго поколения G_2 , состоящих из циклотрифосфазенового ядра, 12 виологенных звеньев и 6 фосфонатных концевых групп. Наша цель состояла в том, чтобы скомбинировать экспериментальные результаты с квантово-химическими расчетами методом функционала плотности (ФП) для определения структуры молекулы G_2 . Мы получили структурные параметры молекулы G_2 и сопоставили их с экспериментальными значениями.

Структура модельного соединения ФБП (рис. 1) определена нами ранее [4]. Молекула G_2 содержит циклотрифосфазеновое ядро $(\text{NP})_3$, 6 гидразидо звеньев $-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{N}-\text{N}(\text{CH}_3)-$, 12 виологенных звеньев $\text{N}^+\text{C}_5\text{H}_4-\text{H}_4\text{C}_5\text{N}^+$, 6 фосфонатных концевых групп $-(\text{CH}_2)_2-\text{P}(\text{O})(\text{OC}_2\text{H}_5)_2$ и 24 контранионов PF_6^- (рис. 1).

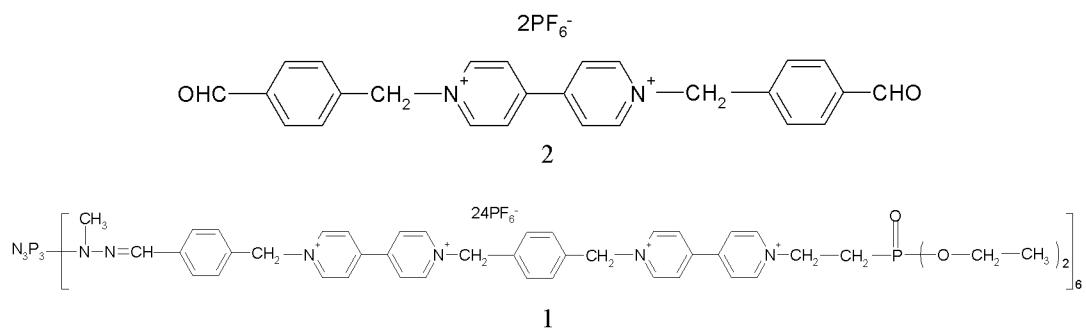
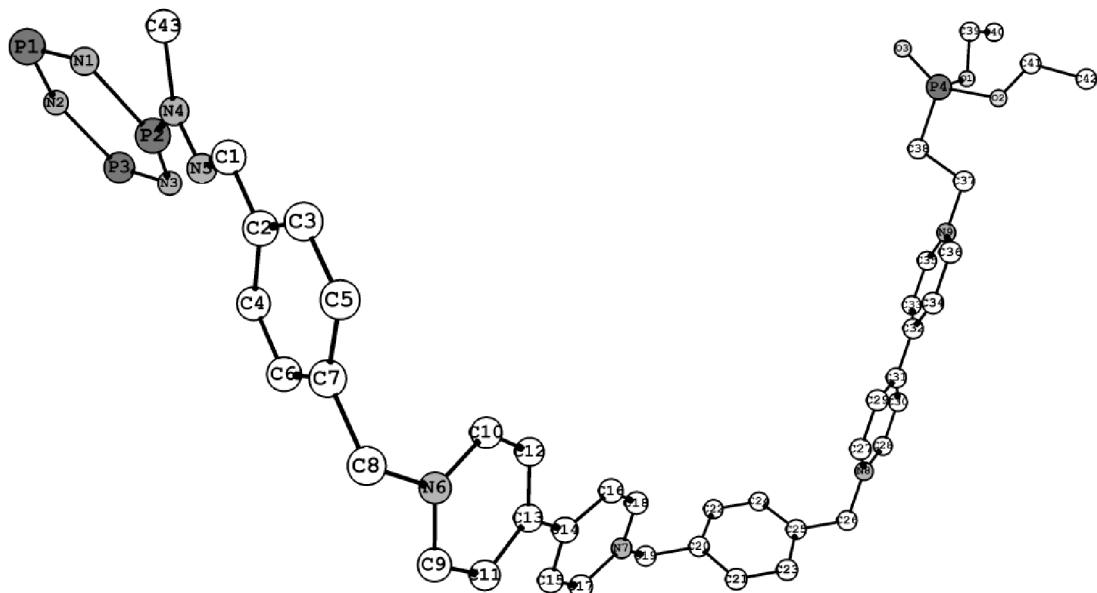


Рис. 1. Структура молекул G_2 (1) и ФБП (2)

Рис. 2. Оптимальная геометрия и нумерация атомов для G_2 (показана только одна ветвь)

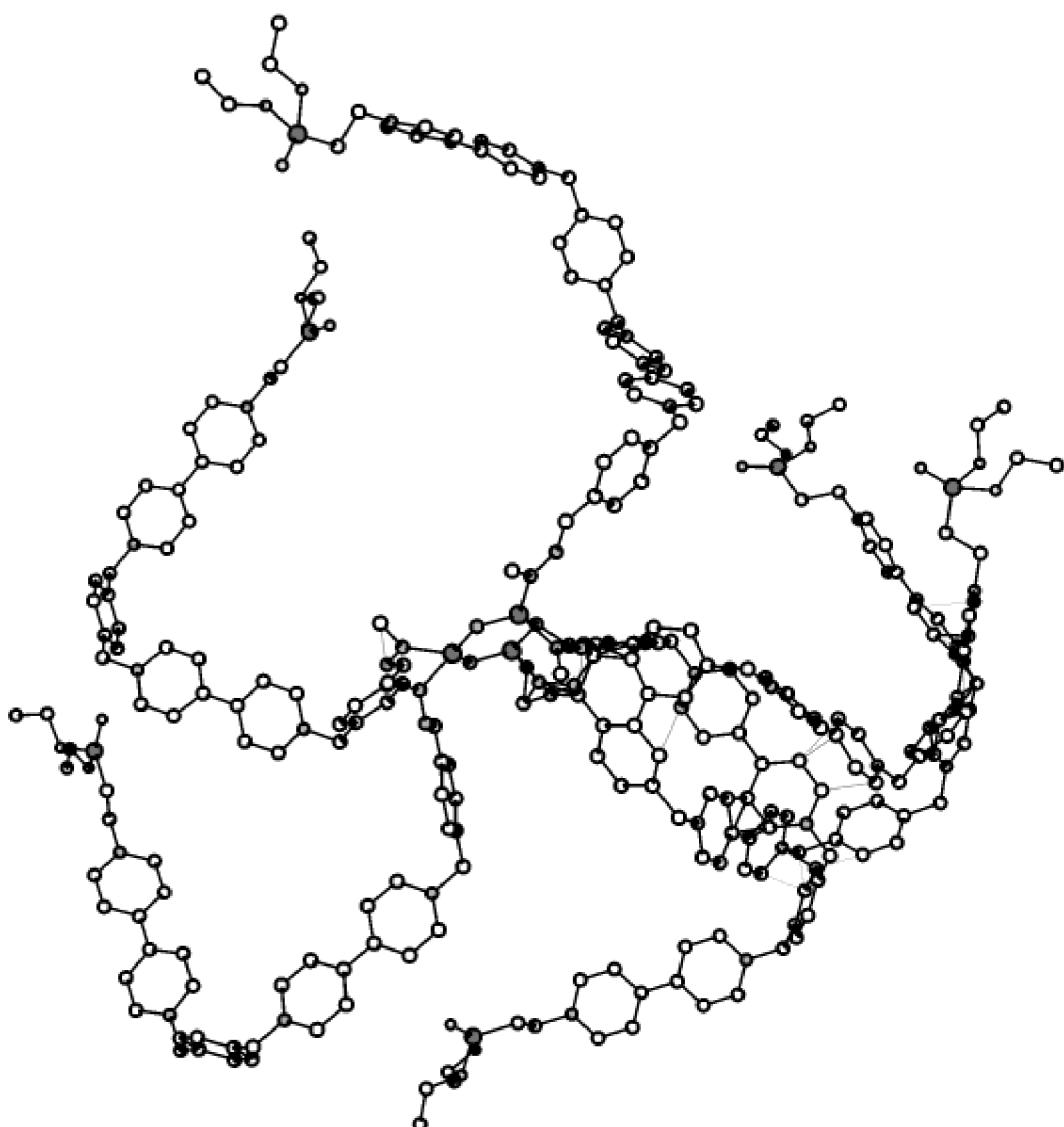
Расчет геометрии молекулы G_2 выполнен с использованием градиентно-коррелированной теории с обменно-коррелированным функционалом плотности PBE [5]. Использован трехэкспоненциальный базис с двумя поляризационными функциями (TZ2P) [5].

Молекулярная звезда G_2 аморфна и не имеет дальнего порядка в конденсированной фазе. Поэтому ее молекулярную структуру невозможно определить методом дифракции рентгеновских лучей. Но мы можем использовать геометрические параметры родственных молекул в кристаллическом состоянии, определенные методом дифракции рентгеновских лучей [7]. Несмотря на то, что сравнение между структурами в газовой и кристаллической фазах не является очень строгим, наблюдается разумное согласие между теоретическим расчетом G_2 и экспериментальными данными по дифракции рентгеновских лучей родственных виологенных молекул (табл., рис. 2, 3). Полная оптимизация дает конформер молекулы G_2 со слегка неплоским циклотрифосфазеновым кольцом. Рассчитанные двугранные углы циклотрифос-фазенового кольца меньше 30° . Рассчитанные длины связей и валентные углы соответствуют экспериментальным величинам (табл.).

Каждая из шести ветвей, присоединенных к циклотрифосфазеновому ядру, включает два виологенных звена. Как следует из наших расчетов, эквивалентные связи в различных виологенных звеньях имеют примерно одинаковую длину и соответствуют экспериментальным данным рентгеноструктурного анализа для молекулы ФБП.

Например, теоретические величины длин связей (в Å) для $C(4)-C(7)$ и $C(29)-C(32)$ равны 1,455 и 1,464 в согласии с экспериментальной величиной 1,484 для ФБП. Оптимальные величины для $C(12)-N(6)$ и $C(26)-N(8)$ связей равны 1,504 and 1,500 в соответствии с экспериментом 1,495. Рассчитанные длины связей $P(1)-N(1)$ (1,622), $N(4)-N(5)$ (1,323), $C(1)-N(5)$ (1,311) в молекуле G_2 согласуются с экспериментальными величинами 1,574, 1,402, 1,270.

Рассчитанные валентные углы (в градусах) $C(18)-C(12)-N(6)$ и $C(23)-C(26)-N(8)$ равны 115,1 и 115,2 в согласии с экспериментом 111,7. Теоретические валентные углы $P(2)-N(3)-P(3)$ (118,9), $N(4)-N(5)-C(1)$ (120,6), $N(5)-C(1)-C(15)$ (120,2), $P(2)-N(4)-C(43)$ (120,6) также находятся в близком согласии с экспериментальными величинами 122,4, 119,2, 119,5, 125,6.

Рис. 3. Оптимальная геометрия молекулы G_2 (атомы водорода опущены)

Двугранные углы (в градусах) C(3)–C(4)–C(7)–C(8) и C(30)–C(29)–C(32)–C(33) равны 20,0 и 24,5 и соизмеримы с экспериментом 25,0. Двугранные углы C(18)–C(12)–N(6)–C(6) и C(23)–C(26)–N(8)–C(27) равны 40,7 и 47,4 в согласии с экспериментом 53,7. Двугранные углы C(17)–C(18)–C(12)–N(6) и C(24)–C(23)–C(26)–N(8) равны 64,5 и 67,7 в соответствии с экспериментом 62,1.

Методом рентгеноструктурного анализа показано, что O–C₆H₄–CH=N–N(CH₃)–связки плоские, включая группу N(CH₃). Двугранный угол N(3)–P(2)–N(4)–N(5) определяет ориентацию ветви относительно циклотрифосфазенового ядра. Из сканирования потенциальной энергии относительно внутренних вращений вокруг P(2)–N(4) связи предсказано, что молекула G_2 существует преимущественно в одной стабильной конформации с двугранным углом 152,4°. Фосфонатные группы присоединены к виологенным звеньям метиленовой цепочки, скелет которой ортогонален плоскости соседнего пиридинового кольца. Двугранный угол C(34)–N(9)–C(37)–C(38) равен 88,5°. Ориентация фосфонатных групп относительно метиленовой цепи достаточно симметрична. Двугранный угол C(37)–C(38)–P(4)–O(3), равный 179,7°, соответствует минимуму кривой потенциальной энергии. Форма молекул G_2 может быть охарактеризована отношениями I₁/I₃ и I₂/I₃ главных значений тензора момента инерции.

Таблица

Экспериментальные и рассчитанные длины связей (Å) и валентные углы (°) молекулы G₂

| | Эксп. | Расч. | | Эксп. | Расч. |
|------------------------|-------|-------|-------------------------|-------|-------|
| Длины связей | | | | | |
| P(1)–N(1) | 1,574 | 1,622 | C(12)–C(18) | 1,506 | 1,506 |
| P(1)–N(2) | 1,581 | 1,657 | C(19)–N(7) | 1,495 | 1,498 |
| P(2)–N(2) | 1,572 | 1,621 | C(19)–C(20) | 1,515 | 1,514 |
| P(2)–N(3) | 1,573 | 1,596 | C(23)–C(26) | 1,515 | 1,514 |
| P(2)–N(4) | 1,624 | 1,800 | C(26)–N(8) | 1,495 | 1,500 |
| P(3)–N(1) | 1,574 | 1,628 | C(29)–C(32) | 1,484 | 1,464 |
| P(3)–N(3) | 1,575 | 1,637 | C(37)–N(9) | 1,495 | 1,498 |
| N(4)–N(5) | 1,402 | 1,323 | C(37)–C(38) | 1,495 | 1,528 |
| C(1)–N(5) | 1,270 | 1,311 | C(38)–P(4) | 1,798 | 1,850 |
| C(1)–C(15) | 1,464 | 1,449 | C(40)–O(1) | 1,411 | 1,476 |
| C(2)–N(6) | 1,340 | 1,366 | C(40)–C(42) | 1,480 | 1,514 |
| C(4)–C(7) | 1,484 | 1,455 | C(43)–N(4) | 1,439 | 1,467 |
| C(6)–N(6) | 1,371 | 1,365 | P(4)–O(1) | 1,566 | 1,624 |
| C(12)–N(6) | 1,495 | 1,504 | P(4)–O(3) | 1,463 | 1,490 |
| Валентные углы | | | | | |
| P(1)–N(1)–P(3) | 121,3 | 125,0 | C(20)–C(19)–N(7) | 111,7 | 115,4 |
| P(1)–N(2)–P(2) | 122,1 | 119,7 | C(23)–C(26)–N(8) | 111,7 | 115,2 |
| P(2)–N(3)–P(3) | 122,4 | 118,9 | C(38)–C(37)–N(9) | - | 111,3 |
| P(2)–N(4)–N(5) | 112,7 | 115,9 | C(37)–C(38)–P(4) | 113,9 | 111,6 |
| P(2)–N(4)–C(43) | 125,6 | 120,6 | C(38)–P(4)–O(1) | 106,9 | 98,1 |
| N(4)–N(5)–C(1) | 119,2 | 120,6 | C(38)–P(4)–O(3) | 113,2 | 115,2 |
| N(5)–C(1)–C(15) | 119,5 | 120,2 | C(40)–O(1)–P(4) | 125,1 | 119,4 |
| C(18)–C(12)–N(6) | 111,7 | 115,1 | C(42)–C(40)–O(1) | 110,6 | 108,3 |
| Двугранные углы | | | | | |
| P(1)–N(1)–P(3)–N(3) | 4,3 | 6,3 | C(18)–C(12)–N(6)–C(6) | 53,7 | 40,7 |
| P(1)–N(2)–P(2)–N(3) | 9,9 | 1,4 | C(23)–C(26)–N(8)–C(27) | 53,7 | 47,4 |
| P(2)–N(4)–N(5)–C(1) | 178,1 | 177,2 | C(24)–C(23)–C(26)–N(8) | 62,1 | 67,7 |
| N(4)–N(5)–C(1)–C(15) | 178,6 | 178,1 | C(30)–C(29)–C(32)–C(33) | 25,0 | 24,5 |
| N(5)–C(1)–C(15)–C(14) | 167,7 | 176,3 | C(34)–N(9)–C(37)–C(38) | - | 88,5 |
| C(3)–C(4)–C(7)–C(8) | 25,0 | 20,0 | C(37)–C(38)–P(4)–O(1) | 69,3 | 54,7 |
| C(9)–N(9)–C(19)–C(20) | 72,4 | 18,0 | C(37)–C(38)–P(4)–O(3) | 164,6 | 179,7 |
| C(17)–C(18)–C(12)–N(6) | 62,1 | 64,5 | C(38)–P(4)–O(3)–C(40) | 135,8 | 164,1 |

Отличие этих величин от 1 характеризует отклонение формы молекулы от сферы. Для изученной молекулы рассчитанные величины отношений I_1/I_3 и I_2/I_3 главных значений тензора момента инерции равны 0,23 и 0,99. Итак, изученные фосфор-виологенные молекулярные звезды второго поколения имеют асимметричную форму.

Для того чтобы оценить взаимодействия между виологенами и различными активными веществами, такими как лекарства, пестициды, парфюмерные вещества, мы рассчитали пространственное распределение электронной плотности для ядра и концевых групп.

Из наших расчетов следует, что изученная молекула G₂ включает полярные C–N связи с зарядами на атомах Хирш菲尔да (в атомных единицах) на атомах N(1) -0,32, N(2) -0,31, N(3) -0,32 и P(1) 0,39, P(2) 0,39, P(3) 0,39. Атомы азота N(4), N(5), N(6) имеют очень маленькие заряды 0,07, -0,06 и 0,02. Атомы P(4), O(1), O(3) концевой фосфонатной группы имеют следующие величины зарядов 0,41, -0,16 и 0,32. Итак, фосфор-виологенная молекулярная звезда имеет гидрофобный интерьер, окруженный фосфонатными концевыми группами.

Таким образом, изучена микроструктура молекулярной звезды второго поколения, включающей фосфорные связи и виологенные звенья с концевыми фосфонатными группами. Используемый метод ФП позволяет рассчитать структуру и воспроизвести экспериментальные данные для фосфор-виологенных молекулярных звезд.

Список библиографических ссылок

1. Sliwa W., Bachowska B., Girek T., Viologens as component of supra-molecular structures. *Curr. Org. Chem.*, 2007, V. 11. – P. 497-513.
2. Marchioni F., Venturi M., Credi A., Balzani V., Belohradsky M., Elizarov A.M., Tseng H.R., Stoddart J.F., Polyvalent scaffolds. Counting the number of seats available for eosin guest molecules in viologen-based host dendrimers. *J. Am. Chem. Soc.* 2004, V 126, № 2. – P. 568-573.
3. Katir N., Majoral J.P., Kadib A.E., Caminade A.M., Bousmina M., Molecular and macromolecular engineering with viologens as building blocks: rational design of phosphorus-viologen dendritic structures. *Eur. J. Org. Chem.*, 2012, V 604, № 2. – P. 269-273.
4. Фурер В.Л., Пантелейева Т.А. Геометрическая структура 1-(4-формилбензил)-4,4'-бипиридiniumа // Известия КГАСУ, 2013, № 1 (23). – С. 208-213.
5. Perdew J.P., Burke K., Ernzerhof M. Generalized gradient approximation made simple // *Physical Review Letters*, 1996, № 18. – P. 3865-3868.
6. Laikov D.N., Ustynyuk Yu.A., PRIRODA-04: a quantum-chemical program suite. New possibilities in the study of molecular systems with the application of parallel computing // *Russian Chemical Bulletin, International Edition*, 2005, № 3. – P. 820-826.
7. Marsh W.C., Trotter J. Crystal and molecular structure of hexaphenoxytriphosphazene, $[NP(OPh)_2]_3$ // *J. Chem. Soc. A: Inorg. Phys. Theor.*, 1971. – P. 169-173.

Furer V.L. – doctor of chemical sciences, professor

E-mail: furer@kgasu.ru

Panteleeva T.A. – candidate of physical-mathematical sciences, associate professor

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Structure of phosphorus-viologen molecular asterisk

Resume

The structure of the second generation phosphorus-viologen «molecular asterisk» G_2 build from cyclotriphosphazene core with 12 viologen units and 6 terminal phosphonate groups have been studied. The experimental X-ray data of 1,1-bis-(4-formylbenzyl)-4,4'-bipyridinium bis(hexafluorophosphate) (BFBP), which represent the units of molecular asterisk was used in molecular modeling studies. The optimization of isolated BFBP molecules without counter ions PF_6^- does not lead to significant changes of dihedral angles, thus the molecular conformation does not depend on interactions with the counter ions. The structural optimization and normal mode analysis were performed for G_2 on the basis of the density functional theory (DFT). The calculated geometrical parameters and harmonic vibrational frequencies are predicted in a good agreement with the experimental data. It was found that G_2 has a kind of «egg timer» structure with planar $O-C_6H_4-CH=N-N(CH_3)-$ fragments and slightly non-planar cyclotriphosphazene core. The studied samples may be used for construction of electrochemichromic covers of window glasses.

Keywords: viologen, density functional theory, X-rays.

Reference list

1. Sliwa W., Bachowska B., Girek T., Viologens as component of supra-molecular structures. *Curr. Org. Chem.*, 2007, V. 11. – P. 497-513.
2. Marchioni F., Venturi M., Credi A., Balzani V., Belohradsky M., Elizarov A.M., Tseng H.R., Stoddart J.F., Polyvalent scaffolds. Counting the number of seats available for eosin

- guest molecules in viologen-based host dendrimers. *J. Am. Chem. Soc.* 2004, V 126, № 2. – P. 568-573.
3. Katir N., Majoral J.P., Kadib A.E., Caminade A.M., Bousmina M., Molecular and macromolecular engineering with viologens as building blocks: rational design of phosphorus- viologen dendritic structures. *Eur. J. Org. Chem.*, 2012, V 604, № 2. – P. 269-273.
 4. Furer V.L., Panteleeva T.A. Geometric structure of 1-(4-formylbenzyl)-4,4'-bipyridinium // *News of the KSUAE*, 2013, V. 23, № 1. – P. 208-213.
 5. Perdew J.P., Burke K., Ernzerhof M. Generalized gradient approximation made simple // *Physical Review Letters*, 1996, № 18. – P. 3865-3868.
 6. Laikov D.N., Ustynyuk Yu.A., PRIRODA-04: a quantum-chemical program suite. New possibilities in the study of molecular systems with the application of parallel computing // *Russian Chemical Bulletin, International Edition*, 2005, № 3. – P. 820-826.
 7. Marsh W.C., Trotter J. Crystal and molecular structure of hexaphenoxytriphosphazene, $[NP(OPh)_2]_3$ // *J. Chem. Soc. A: Inorg. Phys. Theor.*, 1971. – P. 169-173.

УДК 691.311: 691.335

Халиуллин М.И. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: khaliullin@kgasu.ru

Рахимов Р.З. – доктор технических наук, профессор

Гайфуллин А.Р. – кандидат технических наук, ассистент

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Бетоны на основе бесклинкерных композиционных гипсовых вяжущих повышенной водостойкости с применением промышленных отходов

Аннотация

Разработаны водостойкие и морозостойкие тяжелые и мелкозернистые бетоны марок по прочности от M75 до M300 на основе бесклинкерных композиционных гипсовых вяжущих с применением промышленных отходов – молотого доменного шлака и керамзитовой пыли. Применение для получения низкомарочных бетонов композиционных гипсовых вяжущих на основе местного минерального сырья и промышленных отходов позволяет частично снизить цементоемкость строительной продукции.

Ключевые слова: тяжелые бетоны, мелкозернистые бетоны, молотый доменный шлак, керамзитовая пыль, композиционные гипсовые вяжущие.

Введение

Одной из актуальных проблем дальнейшего устойчивого развития отрасли производства строительных материалов является сокращение энергозатрат при производстве строительной продукции и уменьшение вредных выбросов.

Производство портландцемента, являющегося основным видом минерального вяжущего для производства строительных изделий и конструкций в нашей стране, является весьма энергоемким процессом. Так, для получения 1 тонны портландцемента суммарные затраты топлива и электроэнергии при их переводе в условное топливо составляют в среднем 215 кг.

Помимо этого, производство портландцемента связано со значительными объемами выбрасываемых в атмосферу различных газообразных продуктов, в частности, в результате работы цементных заводов всего мира в окружающую среду поступает свыше 7 % от общего объема углекислого газа, образующегося при промышленной деятельности человечества и вызывающего парниковый эффект.

Для получения 1 тонны другого широко применяемого минерального вяжущего вещества – строительной извести – необходимо затратить около 204 кг условного топлива, при этом выделяется около 223 м³ углекислого газа.

В связи с этим производство основного вяжущего вещества для получения гипсовых строительных материалов и изделий – строительного гипса – отличается сравнительно низкой энергоемкостью и экологичностью. Для производства строительного гипса расход условного топлива в 4,6 раза меньше, чем для производства портландцемента. Химический процесс получения строительного гипса при обжиге гипсового камня связан с выделением только безвредного для окружающей среды водяного пара.

Производство гипсовых строительных материалов, в частности, гипсобетонов отличается более низкими по сравнению с цементными бетонами расходами топлива и энергии (соответственно в 4 и 5 раз), низкими удельными капиталовложениями и металлоемкостью оборудования (соответственно в 2 и 3 раза), в 10-15 раз ускоряется оборачиваемость форм при производстве изделий.

Вместе с тем, в настоящее время широта области применения гипсовых строительных материалов и изделий, в связи с их небольшой прочностью и водостойкостью, существенно уступает аналогичным материалам на основе портландцемента. В основном гипсовые материалы и изделия применяются внутри помещений с сухим и нормальным влажностным режимами.

Одним из наиболее эффективных способов повышения водостойкости и прочности гипсовых строительных материалов являются предложенные в середине XX века В.А. Волженским и другими исследователями композиционные гипсоцементные, гипсошлаковые и гипсоизвестковые вяжущие с пущцолановыми добавками [1-2]. В качестве компонентов таких вяжущих широкое применение находят такие промышленные отходы, как молотый доменный шлак, золы-уноса, стекольный бой, микрокремнезём и др.

В дальнейшем Ферронской А.В., Коровяковым В.Ф. и другими исследователями разрабатывались водостойкие композиционные гипсовые вяжущие [3-8].

В работах, ранее выполненных авторами статьи, были разработаны бескликерные композиционные гипсовые вяжущие повышенной водостойкости (БКГВ) с применением комплексной гидравлической добавки, минеральными компонентами которой являются известняк и многотоннажные промышленные отходы – молотый доменный шлак и керамзитовая пыль (композиционное гипсоизвестковокерамзитовое вяжущее (КГИКВ) и композиционное гипсоизвестковокерамзитошлаковое вяжущее (КГИКШВ)) [4]. Кроме того, при приготовлении вяжущего в его состав вводилась добавка суперпластификатора.

Целью настоящей работы явилась разработка составов и исследование основных физико-технических свойств мелкозернистых и тяжелых гипсобетонов на основе полученных бескликерных композиционных гипсовых вяжущих повышенной водостойкости.

Методы и материалы

В качестве мелкого заполнителя для изготовления мелкозернистых и тяжелых гипсобетонов применялся кварцевый песок со следующими характеристиками: насыпная плотность – 1552 кг/м³; истинная плотность – 2650 кг/м³, по гранулометрическому составу песок соответствует требованиям ГОСТ 8736-93, модуль крупности – 2,6; содержание пылевидных и глинистых частиц – 1,2 %; пустотность – 42 %; максимальная крупность зерна – 2,5 мм.

В качестве крупного заполнителя для изготовления тяжелых гипсобетонов применялся карбонатный щебень со следующими характеристиками: насыпная плотность – 1300 кг/м³, истинная плотность – 2500 кг/м³, средняя плотность – 2150 кг/м³, марка щебня по прочности – 300, водопоглощение по массе – 7,5 %, наибольшая крупность – 20 мм, гранулометрический состав: 5-10 мм – 96 %, 10-20 мм – 4 %.

Расчет составов тяжелых и мелкозернистых гипсобетонов на основе бескликерных композиционных гипсовых вяжущих различных марок по прочности осуществлялся в соответствии с методикой, приведенной в работе [3].

Показатели пористости искусственного камня, полученного при твердении БКГВ, определялись по ГОСТ 12730.0-12730.4.

Определение величины относительной деформации и изменения прочности образцов искусственного гипсового камня на основе КГИКВ и КГИКШВ производили на образцах – призмах размером 40x40x160 мм, изготовленных из теста вяжущего нормальной густоты в соответствии с ГОСТ 24544.

Для определения основных физико-технических свойств гипсобетонов изготавливались образцы – кубы размером 100x100x100 мм. Определение прочности бетонов осуществлялось по ГОСТ 10180. Определение морозостойкости бетонов осуществлялось базовым методом по ГОСТ 10060.0-10060.1. Определение коэффициента размягчения бетонов в части условий хранения образцов при проведении испытаний осуществлялось по ТУ 21-0284757.

В работе применялись методы рентгенофазового анализа с использованием рентгеновского дифрактометра марки D8 ADVANCE корпорации «Bruker»; комплексного дифференциально-термического анализа с использованием синхронного термоанализатора STA 409 PC компании «NETZSCH»; электронной микроскопии с использованием электронного микроскопа РЭММА-202М ПО «Электрон».

Результаты и обсуждение результатов

Принятые для разработки бетонных смесей вяжущие имеют следующие показатели свойств (табл. 1).

Таблица 1

Физико-механические показатели бесклинкерных композиционных гипсовых вяжущих

| Вяжущее | Нормальная густота, % | Сроки схватывания | | Предел прочности при сжатии, МПа | Коэффициент размягчения |
|---------|--------------------------|--------------------|-------------------|----------------------------------------|----------------------------|
| | | начало, мин.-с. | конец, мин.-с. | | |
| КГИКВ | 34 | 8-00 | 12-00 | 17,1 | 0,67 |
| КГИКШВ | 34 | 8-10 | 13-10 | 31,2 | 0,96 |

При приготовлении гипсобетонов в состав композиционного гипсового вяжущего вводилась добавка замедлителя схватывания – лимонная кислота производства ЗАО Белгородский завод лимонной кислоты «Цитробел» в количестве 0,05 % по массе.

Введение замедлителя сроков схватывания увеличило сроки схватывания для КГИКВ и КГИКШВ, соответственно, начало схватывания до 52 мин. и 77 мин., а конец схватывания до 76 мин. и 124 мин.

Полученные вяжущие обладают следующими основными физико-техническими свойствами: образцы, испытанные по ТУ 21-0284757-1, обладают прочностью при сжатии в возрасте 28 суток (марками) от 10 до 30 МПа, коэффициентом размягчения от 0,8 до 0,96. Искусственный камень на основе разработанных бесклинкерных композиционных гипсовых вяжущих имеет прочность при сжатии в 1,5-2 выше и коэффициент размягчения в 3 раза выше, по сравнению с бездобавочным строительным гипсом. Проведенные исследования показали, что введение в состав композиционных гипсовых вяжущих оптимальных количеств молотых керамзитовой пыли и гранулированного доменного шлака совместно с добавками извести и суперпластификатора при твердении вяжущих обеспечивает заполнение пор искусственного камня образующимися низкоосновными гидросиликатами кальция, с образованием более плотной и мелкозернистой структуры. По сравнению с образцами, полученными при твердении исходного строительного гипса, у искусственного камня на основе КГИКВ и КГИКШВ в возрасте 28 суток нормального твердения происходит снижение общей пористости, соответственно, на 10 и 21,5 %, объема открытых пор на 15,4 и 21 %, увеличением на 6,38 и 19,84 % доли закрытых пор в составе полного объема пор, а также уменьшением среднего размера пор при большей однородности их распределения по размерам. Повышенная прочность и водостойкость разработанных БКГВ являются следствием изменения структуры порового пространства в результате образования повышенного объема водостойких новообразований в процессе твердения искусственного камня на основе КГИКВ и КГИКШВ, что подтверждают данные исследований минералогического состава искусственного камня на основе КГИКВ и КГИКШВ методами дифференциально-термического анализа, рентгенофазового анализа и электронной микроскопии [4].

Исследования минералогического состава искусственного камня на основе КГИКВ и КГИКШВ при длительных сроках твердения показали прекращение роста количества этtringита, что является существенным фактором, обеспечивающим долговечность искусственного камня. Данный факт подтверждается результатами исследований изменения линейных деформаций и прочностных показателей искусственного камня на основе КГИКВ и КГИКШВ при длительном твердении в различных условиях, которые приведены, соответственно, на рис. 1 и 2.

Результаты исследований, приведенные на рис. 1, показывают, что развитие деформаций расширения характерно для начального периода твердения композиционных вяжущих. Через 2-3 суток процесс расширения замедляется и в дальнейшем наблюдается стабилизация деформаций. Для всех рассмотренных условий хранения деформации стабилизируются в возрасте 28-40 суток. Для образцов искусственного камня на основе КГИКВ величина деформации при 12 месяцев твердения в воде составляет 0,22 %, при твердении на воздухе составляет 0,145 %. Для образцов искусственного камня на основе КГИКШВ величина деформации при 12 месяцах твердения в воде 0,18 %, при твердении на воздухе составляет 0,1 %.

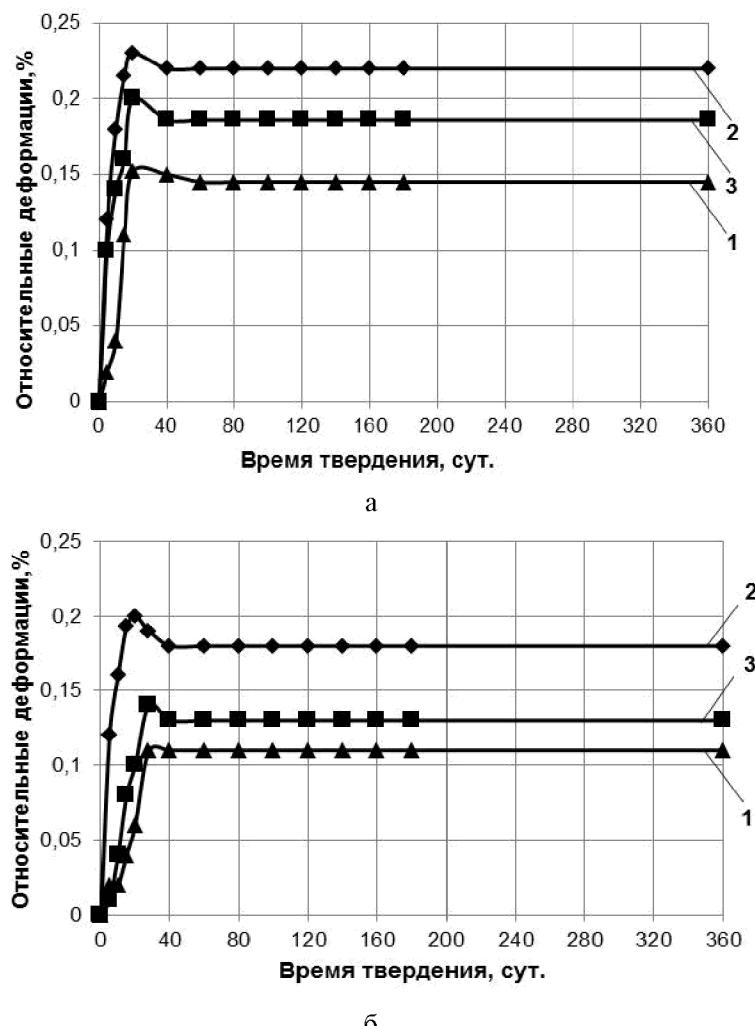
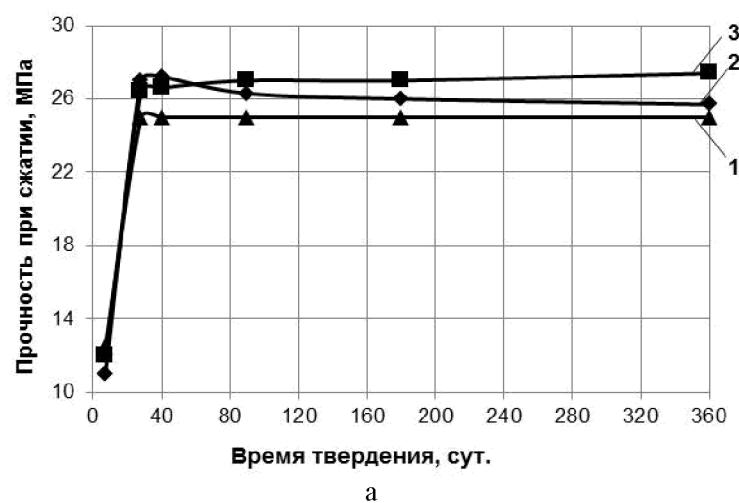


Рис. 1. Изменение деформаций образцов искусственного камня на основе КГИКВ (а) и КГИКШВ (б) при длительном твердении в различных условиях:
1 – в воздушно-сухих условиях; 2 – в воде; 3 – в нормально-влажностных условиях

На рис. 2 приведены результаты изменения прочности при сжатии искусственного камня на основе КГИКВ и КГИКШВ при длительном твердении в воздушно-сухих условиях, в нормальных условиях (при относительной влажности воздуха 85-90 % и температуре 20-22 °C) и в воде.



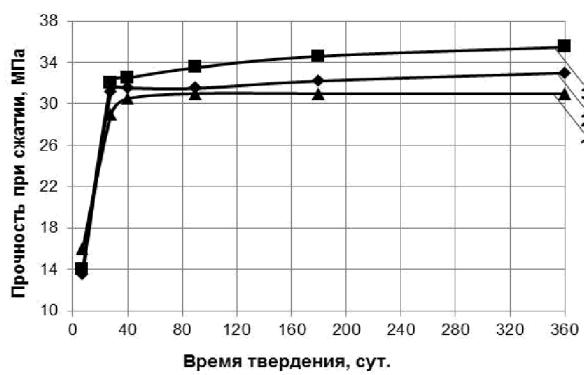


Рис. 2. Изменение прочности образцов искусственного камня на основе КГИКВ (а) и КГИКШВ (б) при длительном твердении в различных условиях:
1 – в воздушно-сухих условиях; 2 – в воде; 3 – в нормально-влажностных условиях

Анализ приведенных на рис. 2 данных, полученных при испытаниях образцов искусственного камня на основе КГИКВ и КГИКШВ, при длительном твердении в различных условиях показывает следующее.

При хранении образцов искусственного камня на основе КГИКВ и КГИКШВ в воздушно-сухих условиях рост прочности происходит в период до 28 суток и при дальнейшем твердении не наблюдается. При хранении в нормально-влажностных условиях в течение одного года после интенсивного роста прочности в период до 28 суток наблюдается монотонный медленный рост прочности образцов искусственного камня на основе КГИКВ и КГИКШВ. Рост прочности образцов на основе КГИКВ и КГИКШВ в возрасте 1 года составляет, соответственно, 3,8 и 10,9 % по сравнению с прочностью в возрасте 28 суток. Интенсивный набор прочности на начальных этапах обусловлен твердением гипсового компонента композиционных вяжущих. Дальнейшее упрочнение искусственного камня происходит в результате образования и твердения гидравлических продуктов взаимодействия компонентов композиционных вяжущих. Прочность образцов искусственного камня на основе КГИКВ, твердеющих в воде, в возрасте 1 года незначительно снижается по сравнению с прочностью в возрасте 28 суток, что может объясняться постоянным воздействием воды с растворением части кристаллов гипса. При хранении в воде образцов на основе КГИКШВ в период, соответствующий 40-90 суткам твердения, происходит незначительное понижение прочности, с последующей стабилизацией ее показателей в течение дальнейшего срока твердения. Вероятно, в период, соответствующий 40-90 суткам твердения, процессы ослабления прочности искусственного камня, протекающие вследствие растворения части кристаллов гипса, несколько преобладают над процессами усиления структуры искусственного камня, вследствие образования труднорастворимых продуктов гидравлического твердения при взаимодействии компонентов КГИКШВ. При дальнейшем хранении, очевидно, характер влияния этих процессов на изменения прочности образцов искусственного камня на основе КГИКШВ выравнивается.

Оптимальными условиями набора прочности композиций КГИКВ являются нормально-влажностные условия.

Основные физико-технические свойства разработанных тяжелых и мелкозернистых гипсобетонов на основе БКГВ приведены, соответственно, в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Основные физико-технические свойства тяжелых гипсобетонов на основе бесклинкерных композиционных гипсовых вяжущих различных марок по прочности

| Марка вяжущего | Марка бетона по прочности | Класс бетона по прочности | Коэффициент размягчения | Марка бетона по морозостойкости |
|----------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| БКГВ 10 | M75 | B7,5 | 0,70 | F15 |
| БКГВ 15 | M100 | B10 | 0,75 | F25 |
| БКГВ 20 | M150 | B10 | 0,80 | F25 |
| БКГВ 25 | M200 | B15 | 0,82 | F50 |
| БКГВ 30 | M250 | B20 | 0,88 | F50 |

Таблица 3

Основные физико-технических свойства мелкозернистых гипсобетонов на основе бесклинкерных композиционных гипсовых вяжущих различных марок по прочности

| Марка вяжущего | Марка бетона по прочности | Класс бетона по прочности | Коэффициент размягчения | Марка бетона по морозостойкости |
|----------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| БКГВ 10 | M75 | B5 | 0,75 | F15 |
| БКГВ 15 | M100 | B7,5 | 0,78 | F25 |
| БКГВ 20 | M150 | B10 | 0,81 | F25 |
| БКГВ 25 | M200 | B15 | 0,82 | F50 |
| БКГВ 30 | M250 | B20 | 0,88 | F50 |

Анализ данных, представленных в табл. 2, 3, показывает возможность получения на основе бесклинкерных композиционных гипсовых вяжущих тяжелых и мелкозернистых бетонов марок по прочности от M75 до M300 и классов по прочности от B7,5 до B20.

Заключение

Таким образом, на основе разработанных бесклинкерных композиционных гипсовых вяжущих могут быть получены тяжелые и мелкозернистые бетоны марок по прочности от M75 до M300 и классов по прочности от B7,5 до B20 с коэффициентом размягчения более 0,8, то есть соответствующим водостойким материалам, марками по морозостойкости F50. Бетоны на основе бесклинкерных композиционных гипсовых вяжущих могут применяться при изготовлении наружных и внутренних конструкций зданий с сухим, нормальным и влажным режимами эксплуатации в соответствии со СНиП 23-02-2003, при условии принятия конструктивных мер защиты от длительного действия влаги.

Список библиографических ссылок

1. Баженов Ю.М., Коровяков В.Ф., Денисов Г.А. Технология сухих строительных смесей. – М.: Изд-во АСВ, 2003. – 96 с.
2. Волженский А.В., Роговой М.И., Стамбулко В.И. Гипсоцементные и гипсошлаковые вяжущие материалы и изделия. – М.: Госстройиздат, 1960. – 162 с.
3. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение). Справочник. Под общей ред. А.В. Феронской. – М.: Изд-во АСВ, 2004. – 488 с.
4. Рахимов Р.З., Халиуллин М.И., Гайфуллин А.Р. Композиционные гипсовые вяжущие с использованием керамзитовой пыли и доменных шлаков // Строительные материалы, 2012, № 7. – С. 13-16.
5. Хежев Х.А., Пухаренко Ю.В., Хежев Т.А. Фиброгипсобетонные композиты с применением вулканических горных пород // Строительные материалы, 2013, № 11. – С. 20-24.
6. Хазеев Д.Р., Гордина А.Ф., Маева И.С., Яковлев Г.И., Бурьянов А.Ф. Влияние техногенных дисперсных отходов на структуру и свойства композитов на основе сульфата кальция // Строительные материалы, 2011, № 6. – С. 6-7.
7. Бабков В.В., Латыпов В.М., Ломакина Л.Н., Асянова В.С., Шигапов Р.И. Модифицированные гипсовые вяжущие повышенной водостойкости и гипсокерамзито-бетонные стеновые блоки для малоэтажного жилищного строительства на их основе // Строительные материалы, 2012, № 7. – С. 4-8.
8. Wang Y., Urbonas L., Heinz D. Einfluss von verschiedenen Puzzolanen auf die Eigenschaften von Gips-Zement-Puzzolan-Bindemitteln // Ibausil 18. Internationale Baustofftagung, Tagungsbericht. Weimar: F.A. Figner – Institut fur Baustoffkunde, Bauhaus – Universitat Weimar, 2012, B. 1. – P. 1-0424-1-0431.

Khalilullin M.I. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: khaliullin@kgasu.ru

Rakhimov R.Z. – doctor of technical science, professor

Gaifullin A.R. – candidate of technical sciences, assistant

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Concrete on the basis without clinker composite gypsum binder the increased water resistance with application of industrial wastes

Resume

Sustainable growth and development of building industry is highly dependent on reduction of energy consumption and pollutant emissions in environment. Expansion of production and application of gypsum building materials is one of the serious problems in securing a success of this task. Particularly, production of gypsum concretes enables to decrease energy and consumption of fuel materials comparing with production of cement concretes. In work changes of linear deformations and strength indicators of an artificial stone on the basis of composite gypsum binder at long curing in various conditions are investigated. Pursuing these benefits and goal a new no-clinker composite gypsum binder was developed. Invented binder has enhanced water resistance and includes complex hydraulic admixture based on finish lime and large-tonnage industrial waste – milled blast-furnace slag and haydite dust. Results of research indicates that invented binder can be used for production of heavy and fine concretes with strength from M75 and up to M300 and softening coefficient above 0,8. Produced concretes will satisfy requirements to waterproof materials and cold resisting property equals to F50.

Keywords: heavy concrete, fine-grained concrete, ground domain slag, haydite dust, composite gypsum binder.

Reference list

1. Bazhenov Yu.M., Korovjakov V.F., Denisov G.A. Technology of dry construction mixes. – M.: Publishers ASV, 2003. – 96 p.
2. Volzhensky A.B, Rogovoi M.I., Stambulko V.I. Gypsumzement and gypsumshlag knitting materials and products. – M.: Gosstroyisdat, 1960. – 162 p.
3. Ferronskaja A.V. Gypsum materials and products (production and application). Reference book. – M.: Publishers ASV, 2004. – 488 p.
4. Rakhimov R.Z., Khaliullin M.I., Gayfullin A.R. Composite Gypsum Binders with the Use of Claydite Dust and Blast-Furnace Slags // Building materials, 2012, № 7. – P. 13-16.
5. Kh.A. Khezhev, Yu.V. Pukharenko, T.A. Khezhev Fibrous Gypsum Concrete Composites with the Use of Volcanic Rock // Construction Materials, 2013, № 11. – p. 20-24.
6. Khazeev D.R., Gordina A.F., Maeva I.S., Yakovlev G.I., Burianov A.F. Influence of Anthropogenic Dispersed Waste on Structure and Properties of Composites on the Basis of Calcium Sulphate // Building materials, 2011, № 6. – P. 6-7.
7. Babkov V.V., Latypov V.M., Lomakina L.N., Asyanova V.S., Shigapov R.I. Modified Gypsum Binders of High Water Resistance and Gypsum-Claydite-Concrete Wall Blocks for Low-Rise Housing Construction on their Basis // Building materials, 2012, № 7. – P. 4-8.
8. Wang Y., Urbonas L., Heinz D. Einfluss von verschiedenen Puzzolanen auf die Eigenschaften von Gips-Zement-Puzzolan-Bindemitteln // Ibausil 18. Internationale Baustofftagung, Tagungsbericht. Weimar: F.A. Figner – Institut fur Baustoffkunde, Bauhaus – Universitat Weimar, 2012, B. 1. – P. 1-0424-1-0431.



УДК 69.058.7

Ибнеев Б.Т. – студент

E-mail: ibneuev.b.t@mail.ru

Богданов Р.Р. – аспирант, ассистент

E-mail: bogdanov.r.r@yandex.ru

Ибрагимов Р.А. – кандидат технических наук, старший преподаватель

E-mail: rusmag007@yandex.ru

Изотов В.С. – доктор технических наук, профессор

E-mail: v_s_izotov@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Безрулонная кровля из самоуплотняющегося бетона

Аннотация

В статье приводится технико-экономическое сравнение кровли из рулонных материалов и предлагаемой кровли из самоуплотняющегося бетона. Трудоемкость на возведение предлагаемой кровли меньше на 23 %, по сравнению с кровлей из рулонных материалов. При этом срок службы кровли из самоуплотняющегося бетона может достигать 60 лет. Показано, что безрулонная монолитная кровля обладает более высокими эксплуатационными показателями.

Ключевые слова: кровля, рулонные материалы, самоуплотняющийся бетон.

На сегодняшний день серьезное внимание уделяется сокращению сроков строительства, повышению качества и эффективности строительных материалов. Ежегодный объем кровельных покрытий, выполняемых в стране, составляет 340-450 млн. м², из них более половины приходится на капитальный и текущий ремонты. В структуре кровельных покрытий 55 % занимают рулонные кровли на основе битума. Однако высокая трудоемкость работ по устройству рулонных кровель (трудозатраты 10-15 чел-ч на 100 м²) и малый срок эксплуатации (5-7 лет) не отвечают возросшим требованиям современного индустриального строительства [1].

В последние десятилетия стали использовать технологию безрулонных кровель на основе битумно-эмulsionных материалов, которая позволяет значительно механизировать кровельные работы, улучшить условия (исключить подогрев битума и применение взрывоопасных растворителей) и в 3-4 раза повысить производительность труда, снизить стоимость строительства по сравнению с рулонными кровлями.

Однако битумные пасты и холодные асфальтовые мастики нашли ограниченное применение для устройства кровель из-за нестабильности их эксплуатационных свойств, в том числе появления трещин и недостаточной водостойкости, отсутствия прочного сцепления эмульгированного битума с армирующим стекловолокном, что до сих пор сдерживает широкое применение их для устройства кровель. Через 1-2 года эксплуатации кровли из мастик начинали протекать. Из-за необходимости выполнения систематических ремонтов подавляющая часть кровель заменена на кровли из рулонных материалов [2, 3].

Эти недостатки являются отличительной особенностью битумных паст и асфальтовых мастик в сравнении с другими гидроизоляционными материалами, что в ряде случаев исключает возможность их применения. Так, например, покрытия из битумных паст, приготовленных на глинистых эмульгаторах, и асфальтовых мастик на их основе после пребывания в воде в течение 30 суток имеют водопоглощение 40-55 %, при этом предел прочности при сжатии составляет только 20 % от предела прочности при сжатии сухого образца [4, 5].

Последовательно, гидроизоляционное покрытие, выполненное из таких паст и мастик, оказывается не водостойким и практически теряет свою прочность уже через 1 месяц пребывания в воде. Битумные пасты и холодные асфальтовые мастики имеют и другие недостатки, в частности, они крупнодисперсные и при хранении расслаиваются, что сокращает их технологическую жизнеспособность [3].

Перспективным представляется использование безрулонной кровли из самоуплотняющегося бетона, которая может найти широкое применение в современном строительстве, т.к. имеет ряд существенных преимуществ перед рулонными и мастичными кровлями. Безрулонная монолитная кровля обладает более высокой износостойкостью, трещиностойкостью, морозоустойчивостью, огнестойкостью, долговечностью, т.е. повышенными эксплуатационными свойствами при одновременном уменьшении трудоемкости выполнения работ и сокращении сроков её изготовления.

Рассмотрим состав безрулонной кровли из самоуплотняющегося бетона, представленный на рис. 1.

Безрулонная монолитная кровля включает уложенные на основание (монолитная или сборная железобетонная плита покрытия) слой пароизоляции, жесткий минераловатный утеплитель, резиновую шпонку и верхний гидроизоляционный несущий слой из самоуплотняющегося бетона [6].

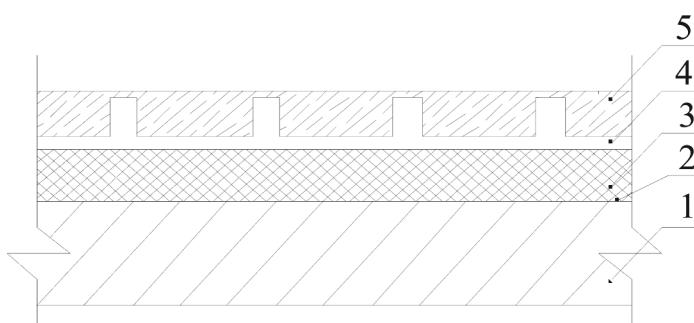


Рис. 1. Состав монолитной безрулонной кровли:
1 – монолитная или сборная железобетонная плита покрытия; 2 – слой пароизоляции;
3 – жесткий минераловатный утеплитель; 4 – резиновая шпонка;
5 – гидроизоляционный несущий слой из самоуплотняющегося бетона

Кровля устраивается традиционным способом: на основание, состоящее из силовой плиты покрытия 1, укладывают слой пароизоляции 2, затем монтируют слой утеплителя 3, на него укладывают резиновую шпонку 4, поверх которой заливают подаваемый бетононасосами самоуплотняющийся бетон 5, являющийся гидроизоляционным несущим слоем.

Гидроизоляционный несущий слой 5 безрулонной монолитной кровли в процессе укладки бетонной смеси разделяют на карты 6 с устройством деформационных швов 7, размеры и форма которых определяются формой здания в плане и величиной предельных температурных деформаций (рис. 2).

В качестве гидроизоляционного несущего слоя может быть использован самоуплотняющийся бетон со сверхвысокими свойствами. Высокая водонепроницаемость и морозостойкость бетона достигается за счет оптимально подобранных гранулометрического состава, низкого водоцементного отношения, применения химических добавок (суперпластификаторы, гидрофобизаторы) и заполнителей.

Слой из резиновой шпонки выполняет функцию компенсатора усадочных и температурных деформаций.

В качестве компенсатора усадочных и температурных деформаций использована резиновая шпонка АКВАСТОП тип ХО-220-4/25, которая выполнена в соответствии с ТУ 5775-002-46603100-03, а в качестве жесткого минераловатного утеплителя – плитные минераловатные утеплители для кровельных покрытий зданий и сооружений марки РУФ БАТТС, в соответствии с ТУ 5762-005-45757203-99.

Высокая огнестойкость предлагаемой безрулонной кровли обусловлена отсутствием верхнего гидроизоляционного слоя из горючих материалов.

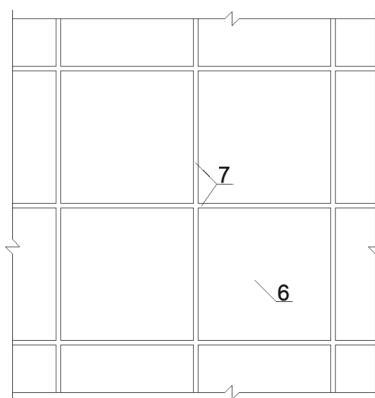


Рис. 2. Устройство монолитной безрулонной кровли:
6 – карты для укладки бетонной смеси; 7 – деформационные швы

Сток воды обеспечивают за счет переменной толщины уложенного самоуплотняющегося бетона.

В табл. 1 представлено сравнение трудоемкости возведения кровли из самоуплотняющегося бетона и из мягкой кровли.

Таблица 1

**Калькуляция трудовых затрат на возведение кровли
из рулонных материалов и самоуплотняющегося бетона**

| № п/п | Наименование работ | Ед. изм. | Об. работ | Норма времени, чел/час | Трудоемкость, чел/час | |
|----------|----------------------------------------|--------------------|--------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | | | | | на устройство мягкой кровли | на устройство кровли из СУБ |
| 1 | Очистка основания от мусора | 100 м ² | 1 | 0,41 | 0,41 | 0,41 |
| 2 | Просушивание влажных мест | 100 м ² | 1 | 8,6 | 8,6 | 8,6 |
| 3 | Обделка водосточных воронок | 1шт | 4 | 1,3 | 5,2 | 5,2 |
| 4 | Огрунтовка поверхности праймером | 100 м ² | 1 | 0,65 | 0,65 | ----- |
| 5 | Устройство пароизоляции | 100 м ² | 1 | 6,7 | 6,7 | 6,7 |
| 6 | Устройство теплоизоляции | 100 м ² | 1 | 11,5 | 11,5 | 11,5 |
| 7 | Устройство цементно-песчаной стяжки | 100 м ² | 1 | 13,5 | 13,5 | ----- |
| 8 | Устройство деформационных швов | На 100м шва | 40м | 6 | 2,4 | ----- |
| 9 | Покрытие крыши наплавляемым материалом | 100 м ² | 1 | 4,8 | 4,8 | ----- |
| 10 | Устройство гидроизоляции | 100 м ² | 1 | 1,4 | ----- | 1,4 |
| 11 | Бетонирование | 100 м ² | 1 | 9,6 | ----- | 9,6 |
| | | | | | $\Sigma=53,76$ | $\Sigma=43,41$ |

Из табл. 1 видно, что возведение кровли из рулонных материалов требует на 23 % трудозатрат больше, чем при устройстве кровли из самоуплотняющегося бетона.

В табл. 2 представлено сравнение стоимости работ и материалов по устройству мягкой кровли и кровли из самоуплотняющегося бетона (СУБ) на 1 м².

Таблица 2

Стоимость работ и материалов для устройства кровли

| Кровельное покрытие | Пароизоляция, руб. | | Утеплитель, руб. | | Гидроизоляция, руб. | | Кровельный материал, руб. | | Итого на устройство, руб. | Итого стоимость материалов, руб. | Сумма, руб. |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------|----------|---------------------------|----------|---------------------------|----------------------------------|-------------|
| | Устройство | Материал | Устройство | Материал | Устройство | Материал | Устройство | Материал | | | |
| Мягкая кровля | 70-130 | 77 | 110-160 | 156 | 50-110 | 64 | 200-280 | 168-510 | 430-680 | 465-807 | 900-1480 |
| Кровля из СУБ | 70-130 | 77 | 110-160 | 156 | - | - | 320-480 | 274-371 | 500-770 | 507-604 | 1000-1380 |

Из данных табл. 2 видно, что стоимость устройства рулонной кровли на 7 % больше стоимости кровли из самоуплотняющегося бетона.

В табл. 3 представлено сравнение стоимости устройства кровель с учетом срока службы материалов на 1 м².

Таблица 3

Стоимость устройства кровли с учетом срока службы материалов

| Кровельное покрытие | Итого, руб. | Срок службы, лет | Стоймость 1 м ² с учетом срока службы |
|---------------------|-------------|------------------|--------------------------------------------------|
| Мягкая кровля | 895-147 | 10 | 89,5-14,8,7 |
| Кровля из СУБ | 1007-1374 | 60 | 16,8-22,9 |

Из таблиц 2, 3 видно, что кровля из самоуплотняющегося бетона по стоимости работ и материалов, а также по сроку службы превосходит кровлю из мягких рулонных материалов.

Исходя из сравнительного анализа кровли из рулонных материалов и разработанной кровли, можно сделать вывод, что безрулонная монолитная кровля обладает более высокой износостойкостью, трещиностойкостью, морозоустойчивостью, огнестойкостью, долговечностью, т.е. повышенными эксплуатационными свойствами, при одновременном уменьшении трудоемкости и стоимости выполнения работ, сокращении сроков её изготовления. Данная кровля может с успехом применяться как при строительстве новых зданий, так и при реконструкции существующих.

Список библиографических ссылок

1. Белевич В.Б. Кровельные работы. – М.: Высшая школа, 1987. – 208 с.
2. Веденеев Б.В. Прогрессивная технология устройства рулонных и мастичных кровель. – Н. Новгород: Изд-во Нижегород. госуниверситета, 1992. – 58 с.
3. Самодаев Е.Т., Козловский А.С. Технология кровельных работ. – М.: Стройиздат, 1972. – 262 с.
4. Анпилов С.М. Технология возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона. Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2010. – 576 с.
5. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 500 с.
6. Безрулонная монолитная кровля. Изотов В.С., Богданов Р.Р., Ибрагимов Р.А. Положительное решение о выдаче полезной модели на изобретение. Регистрационный номер 2013146301 от 16.10.2013.

Ibneyev B.T. – student

E-mail: ibneyev.b.t@mail.ru

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

E-mail: bogdanov.r.r@yandex.ru

Ibragimov R.A. – candidate of technical sciences, senior lecturer

E-mail: rusmag007@yandex.ru

Izotov V.S. – doctor of the technical sciences, professor

E-mail: izotov_V_S@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Non-roll roofing made of self-consolidating concrete

Resume

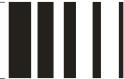
Using of non-roll roofing made of self-consolidating concrete is a promising direction, which may find widespread use in modern construction, since it has significant advantage over built-up roofing. Labor required for erection of non-roll monolithic roofing is 23 % lower, compared with roofing made of roll materials. Self-consolidating concrete with ultrahigh properties can be used as water-proof carry layer. Layer made of rubber spline acts like compensator of shrinkage and temperature deformation. High waterproofing and freezing resistance is achieved by choosing of optimal granulometric composition. High fire resistance of proposed non-roll roofing is explained with absence of higher waterproofing layer, which is usually made of flammable materials. The cost of non-roll roofing made of self-consolidating concrete with allowance made for operational endurance of materials is 16,8-22,9 ruble/m², the cost of roll roofing is 89,5-148,7 ruble/m².

Non-roll monolithic roofing has high running abilities with simultaneous decrease of factory labor hours and cost, compared with roll roofing. Proposed roofing can be successfully used both for new buildings construction and for reconstruction of old buildings.

Keywords: roof, roll materials, self-consolidating concrete.

Reference list

1. Belevich V.B. Roofing. Higher School, 1987. – 208 p.
2. Vedeneev B.V. Progressive technology of roll roofing arrangement. – N. Novgorod: Publish house of N. Novgorod State University, 1972 – 262 p.
3. Samodaev E.T., Kozlovski A.S. Technology of roofing. – M.: Storyizdat, 1972. – 262 p.
4. Anpilov S.M. Technology of buildings and constructions erection using monolithic reinforced concrete. Publish house of civil engineering universities association, 2010. – 576 p.
5. Bazhenov Y.M. Technology of concrete. – M.: ACB publish house, 2002. – 500 p.
6. Non-roll monolithic roofing. Izotov V.S., Bogdanov R.R., Ibragimov R.A. Positive decision of utility model award for invention. Identification number 2013146301 from 16.10.2013.



УДК 629.7:532.542

Козырева Т.С. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: kozyrevats@mail.ru

Ермилова Е.Ю. – аспирант

E-mail: lizabeta_91@list.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Мац Э.Б. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: meb10@yandex.ru

Казанский национальный исследовательский технический университет им.

А.Н. Туполева

Адрес организации: 420111, Россия, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 10

Управление нестационарными процессами в гидравлических системах при срабатывании отсечных устройств

Аннотация

Рассматривается управление быстродействующим отсечным устройством на магистральном трубопроводе. Расчетная модель позволяет определять амплитуду колебаний гидродинамических характеристик при различных законах изменения управляемой характеристики с учетом вязкости и наличия в жидкости нерастворенных газов. Приведенные зависимости в безразмерной критериальной форме обобщают полученные результаты на многие сочетания параметров гидросистемы и отсечного устройства.

Ключевые слова: отсечное устройство, амплитуда колебания давления, управляющая расходная характеристика, газожидкостная смесь.

Современные гидросистемы характеризуются достаточно высоким уровнем технической оснащенности, внедрением в них систем управления и контроля за технологическими процессами. Срабатывание быстродействующих устройств в таких системах приводит к нестационарным процессам и, соответственно, к увеличению амплитуды колебаний гидродинамических характеристик, влияющих на технологический процесс. Поэтому многие факторы, приводящие к этому явлению, должны быть учтены на стадии проектирования.

Увеличение амплитуды колебаний, вызванное срабатыванием отсечных устройств (ОУ), установленных на магистральных трубопроводах, характерно для гидротранспортных систем различного назначения. Возникновение аварийной ситуации (например, разгерметизация) требует быстрой отсечки потока на участке или на всем трубопроводе. При этом время срабатывания ОУ напрямую связано с потерей продукта из-за утечки и поэтому должно быть минимальным. С другой стороны, уменьшение времени приведет к увеличению амплитуды колебания давления в трубопроводе и к опасности разрушения его. Все это говорит о том, что задача снижения амплитуды колебаний давления в системе должна решаться совместно с задачей уменьшения времени срабатывания ОУ.

Известно, что закон изменения расходной характеристики ОУ оказывает влияние на величину максимального повышения давления в трубопроводе. Синтез оптимальной управляющей зависимости расхода от времени $Q(t)$ через ОУ с целью достижения минимума максимального повышения давления в простом трубопроводе для идеальной жидкости получен в [1].

Цель управления в этом случае формулируется так:

$$J = \min_{Q(t) \in [0, Q_0]} \left\{ \max_{t \in [0, T_c]} \Delta p(t) \right\}. \quad (1)$$

Оптимальная управляющая функция расхода от времени $Q(t)$ для критерия (1) принимает вид:

$$\begin{aligned} Q(t) &= Q_0 \left(1 - \frac{t}{2T_c - T_\phi} \right), \quad t \in [0, T_\phi]; \\ Q(t) &= Q_0 \left(1 - \frac{2t - T_\phi}{2T_c - T_\phi} \right), \quad t \in [T_\phi, T_c]. \end{aligned} \quad (2)$$

При таком управлении давление линейно возрастает за первую фазу ударной волны и сохраняется неизменным все оставшееся время до полного закрытия ОУ. Критерий оптимальности в этом случае выражается формулой:

$$J = \Delta p = \frac{\rho c}{f_T} \cdot \frac{Q_0 T_\phi}{2T_c - T_\phi}. \quad (3)$$

Здесь ρ , c , f_T – соответственно плотность жидкости, скорость распространения ударной волны, площадь сечения трубопровода; Q_0 – начальный расход жидкости, $T_\phi = \frac{2L}{c}$ (L – длина трубопровода) – время фазы ударной волны, T_c – время отсечки потока, Δp – максимальное повышение давления в трубопроводе при закрытии ОУ.

Получить аналитическое выражение оптимального управления ОУ для реальной жидкости не удается из-за увеличения количества параметров, влияющих на достижение цели.

Применение управления (2) для реальных жидкостей показано на рис. 1, 2. Для простого стального трубопровода с ОУ в конце ($L=600$ м, $d_T=0,1$ м, $Q_0=6 \cdot 10^{-3}$ м³/с, $p_0=0,9$ МПа = const, $T_c=4$ с) был проведен расчет волновых процессов при срабатывании ОУ за время T_c . Расчет проводился методом характеристик с прямоугольной регулярной сеткой с учетом вязкости жидкости методом Ангуса [2]. На рис. 1 приведены переходные процессы в сечении ОУ с управляющей характеристикой (2) для идеальной (кривая 1) и реальной (бензол-кривая 2) жидкости. На рис. 2 показаны переходные процессы при тех же условиях для жидкостей (бензол, вода, нефть) разных вязкостей. Анализируя эти зависимости, можно видеть, что более вязкие жидкости при прочих равных условиях приводят к большему забросу давления при одинаковом времени срабатывания T_c ОУ. Сравнивая эти результаты с результатами при управлении по формуле Мишо [3], когда скорость потока в конечном сечении изменяется линейно в течение всего времени T_c (рис. 3), можно сделать вывод о преимуществе управления по формуле (2).

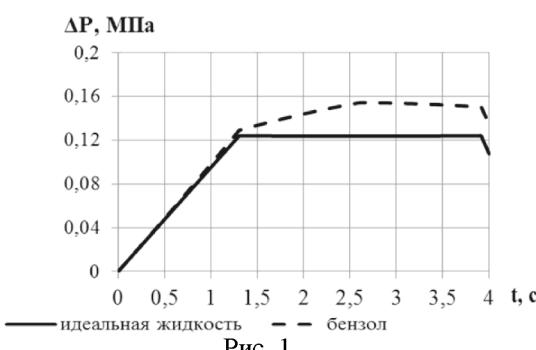


Рис. 1.

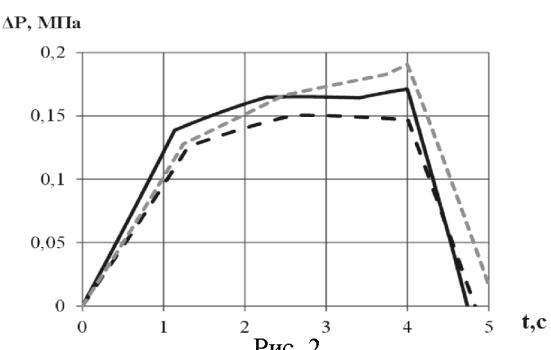


Рис. 2.

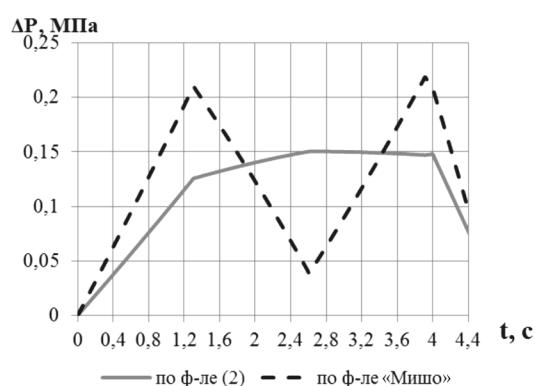


Рис. 3.

Исследования показывают [4, 5, 6, 7, 8, 9], что скорость распространения ударной волны в действительности несколько меньше, чем это дается в формуле Н.Е. Жуковского. Этот факт объясняется, в частности, наличием в жидкости нерастворенных газов. При давлении в системах 0,6…1,0 МПа объемная доля нерастворенных газов в воде составляет от 0,1 % до 2 % [2].

При наличии в жидкости нерастворенных газов модуль объемной сжимаемости $E_{\text{ж}}$ становится зависимым от амплитуды изменения давления в нестационарном процессе. Тогда и скорость распространения возмущения c уже не будет постоянной. Расчет волновых процессов с учетом этого явления существенно осложняется, поскольку эти параметры должны вычисляться на каждом расчетном шаге вновь. В работе [5] показано, что в пузырьковых средах при взаимодействии ударных волн слабой $\left(\frac{\Delta p}{p_0} \ll 1\right)$ и умеренной $\left(\frac{\Delta p}{p_0} \approx 1\right)$ интенсивности можно использовать модель газожидкостного потока,

в которой не учитываются эффекты, связанные с пузырьковой структурой, кроме сжимаемости. Такая простейшая модель квазигомогенной смеси была рассмотрена в [7], где эффективный модуль упругости газожидкостной смеси $E_{\text{см}}$ с учетом влияния упругости стенок $E_{\text{ст}}$ трубопровода представлен в виде:

$$\frac{1}{E_{\text{см}}} = \frac{1}{E_{\text{ж}}} + \frac{\varphi}{p} + \frac{d}{\delta \cdot E_{\text{ст}}}, \quad (4)$$

а плотность смеси:

$$\rho_{\text{см}} = \rho \cdot (1 - \varphi). \quad (5)$$

Здесь $E_{\text{см}}$, $E_{\text{ж}}$, $E_{\text{ст}}$ – соответственно модуль упругости газожидкостной смеси, чистой жидкости и материала стенки трубы, φ – объемная доля газа в смеси; p – давление в газожидкостной смеси; d и δ – диаметр и толщина стенки; ρ и $\rho_{\text{см}}$ – плотность жидкости и газожидкостной смеси.

С учетом (4) и (5) скорость распространения волны возмущения в смеси выражается формулой Пирсона:

$$c(\varphi) = \sqrt{\frac{1}{\rho(1-\varphi)\left(\frac{1}{E_{\text{ж}}} + \frac{\varphi}{p} + \frac{d}{\delta \cdot E_{\text{ст}}}\right)}}. \quad (6)$$

Выражение (6) применимо к расчету волновых процессов при следующих допущениях и ограничениях:

- объем газа распределен по маленьким пузырькам;
- газовые пузырьки равномерно распределены и составляют малую долю объема смеси;
- температура газа равна температуре жидкости.

В общем случае всеми этими ограничениями пренебречь нельзя, однако исследования [2, 4, 7, 9] показывают, что если максимальная амплитуда изменения скорости ΔV_{\max} и давления Δp_{\max} в системе находится в соотношении:

$$\frac{\Delta V_{\max}}{c(\varphi)} \leq 0,01; \quad \frac{\Delta p_{\max}}{E_{\text{см}}} \leq 0,01, \quad (7)$$

то скорость распространения возмущения $c(\varphi)$ допустимо полагать постоянной.

С учетом всего сказанного была построена модель для расчета волновых процессов в газожидкостной смеси. Результаты расчета показаны на рис. 4. Анализируя результаты, можно сделать вывод, что присутствие газа в жидкости может как увеличить амплитуду колебания давления ($\varphi=0,5\%$), так и уменьшить ее ($\varphi=2\%$). Наличие в жидкости нерастворенного газа уменьшает скорость $c(\varphi)$, которая, в свою очередь, уменьшает абсолютное приращение давления на каждом расчетном участке трубопровода. С другой стороны, уменьшение $c(\varphi)$ приводит к пропорциональному увеличению фазы ударной волны T_f , что при одинаковых T_c увеличивает максимальное приращение давления (формула (3)).

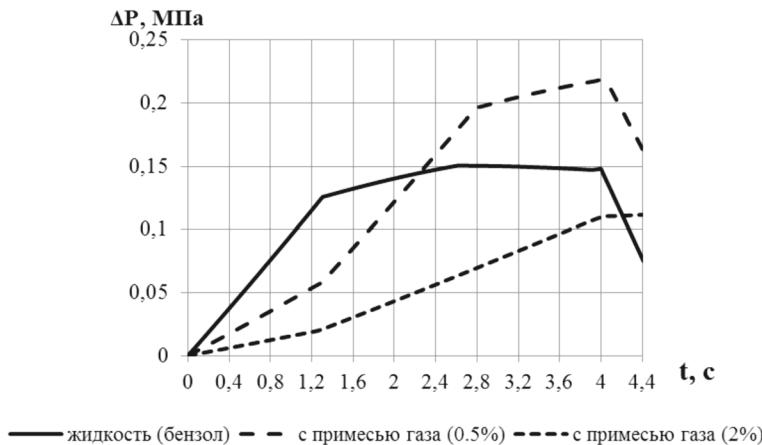


Рис. 4.

Если количество газа в смеси φ будет таким, что $T_\phi \geq T_c$, то при срабатывании ОУ возникнет прямой гидроудар, а максимальная амплитуда давления может быть вычислена по формуле Н.Е. Жуковского:

$$\Delta p_{\max}(\varphi) = \frac{\rho c(\varphi)}{f_T} Q_0, \quad T_\phi \geq T_c. \quad (8)$$

Во всех случаях, когда φ имеет значение, при котором $T_\phi < T_c$, величиной амплитуды давления можно управлять по закону (2). Причем, чем больше отношение T_c/T_ϕ , тем больше возможностей уменьшения амплитуды колебания давления.

Приближенно для реальной жидкости эту величину можно оценить по (3):

$$\Delta p_{\max}(\varphi) = \frac{\rho c(\varphi)}{f_T} \frac{Q_0}{\frac{2 \cdot T_c}{T_\phi(\varphi)} - 1}, \quad T_\phi < T_c. \quad (9)$$

В большинстве практических случаев точное содержание газа в жидкости неизвестно. Чтобы проанализировать возможный диапазон колебания давления при вероятном газосодержании, уравнения (6), (8), (9) приведены к безразмерному виду в критериальной форме:

$$\begin{aligned} \pi(\varphi) &= \frac{1}{\sqrt{(1-\varphi)(1+\sigma_1\varphi)}}, & \frac{1}{\sigma_2 \sqrt{(1-\varphi)(1+\sigma_1\varphi)}} &\leq 1; \\ \pi(\varphi) &= \frac{\sigma_2}{2 - \sigma_2 \sqrt{(1-\varphi)(1+\sigma_1\varphi)}}, & \frac{1}{\sigma_2 \sqrt{(1-\varphi)(1+\sigma_1\varphi)}} &> 1. \end{aligned} \quad (10)$$

Здесь:

$\pi(\varphi)$ – безразмерная амплитуда колебания давления:

$$\pi(\varphi) = \frac{\Delta P_{\max}(\varphi)}{P_m};$$

P_m – масштаб по давлению, равный величине прямого удара для жидкости без примеси газа:

$$P_m = \frac{\rho c_0}{f_T} \cdot Q_0;$$

σ_1, σ_2 – критерии динамического подобия процессов изменения амплитуды давления при срабатывании ОУ:

$$\sigma_1 = \frac{E_{np}}{P} = idem; \quad \sigma_2 = \frac{T_\phi}{T_c} = idem; \quad (11)$$

E_{np} – приведенный модуль упругости:

$$\frac{1}{E_{np}} = \frac{1}{E_{\infty}} + \frac{d}{\delta \cdot E_{cr}}. \quad (12)$$

Критерий σ_2 для конкретной системы и ОУ – величина постоянная. Величина σ_1 в общем случае переменная, поскольку давление Р изменяется в течение рассматриваемого периода времени. Однако для систем, в которых амплитуда колебания давления изменяется мало, отношение $E_{np}/p = \sigma_l$ будет меняться в малых пределах.

На рис. 5 показаны зависимости $\pi(\varphi)$, построенные для различных критериев σ_l и σ_2 . Здесь 1, 2, 3 – соответствуют $\sigma_l=1000$; $\sigma_l=500$; $\sigma_l=350$ при $\sigma_2=0,5$. Кривые 4, 5 – $\sigma_l=1000$; $\sigma_l=500$ при $\sigma_2=0,3$.

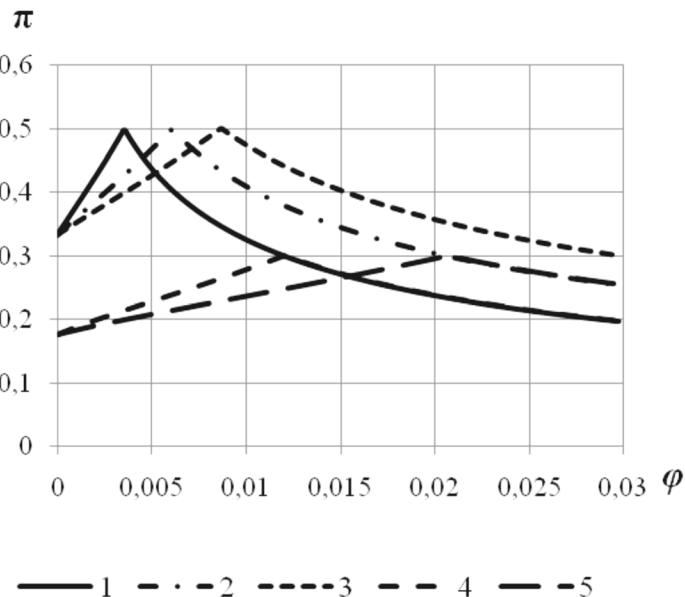


Рис. 5.

Все эти зависимости при некотором значении φ имеют экстремум. Это происходит потому, что с увеличением газовой фазы φ от нуля до определенного предела, величина $\pi(\varphi)$ растет, так как растет $T_\phi = 2L/c(\varphi)$, но она остается меньше времени T_c срабатывания ОУ (формула (9)). Дальнейшее увеличение газовой фазы φ приводит к $T_\phi = T_c$ и $T_\phi > T_c$. Тогда уже управление отсеченным устройством невозможно и при заданной величине T_c в системе будет прямой гидроудар. Поскольку с увеличением φ скорость $c(\varphi)$ будет уменьшаться, то будет уменьшаться и величина $\pi(\varphi)$ (формула (8)).

Таким образом, наличие газовой фазы φ в потоке может как уменьшить, так и увеличить амплитуду колебаний давления в системе. В большинстве практических случаев точное содержание газовой фазы φ неизвестно. Поэтому проверка работы системы в возможном диапазоне колебания давления при вероятных газосодержаниях φ может дать необходимые выводы о влиянии газовой фазы на нестационарные потоки.

Выводы:

- Проведён анализ влияния закона управляющего воздействия расходной характеристикой отсечного устройства на величину амплитуды колебания давления в магистральном трубопроводе при необходимости быстрой отсечки потока. Применяемая расчётная модель позволяет определять амплитуду колебаний гидродинамических характеристик при различных законах управления с учетом вязкости и наличия в жидкости нерастворенных газов.

- Оптимальный закон управления, полученный для идеальной жидкости, дает хорошие результаты по уменьшению амплитуды колебания давления в системе для реальных жидкостей малой вязкости (бензол, вода). Поиск оптимальной управляющей зависимости для жидкостей большой вязкости и гидросистем сложной конфигурации необходимо проводить методом глобальной численной оптимизации. В качестве исходной точки такого поиска может быть использован закон управления для идеальной жидкости.

3. Наличие газовой фазы в жидкости изменяет амплитуду колебания давления при идентичном управлении. Зависимости, определяющие приближенно максимальную амплитуду колебаний давления от объемного содержания газовой фазы в жидкости, приведены к безразмерному виду в критериальной форме, что позволяет обобщить полученные результаты на многие сочетания параметров гидросистемы и отсечного устройства.

Список библиографических ссылок

1. Козырева Т.С., Долгова О.Ф., Ватолин В.В. Оптимальное управление переходными процессами в гидравлических трубопроводах для снижения гидроудара // Изв. вузов. Авиационная техника, 1990, № 2. – С. 112-115.
2. Лямаев Б.Ю., Небольсин Г.Б., Нелюбов В.А. Стационарные и переходные процессы в сложных гидросистемах. Методы расчета на ЭВМ. / Под ред. Лямаева Б.Ю. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1978. – 192 с.
3. Бондаренко Н.И., Терентьев Ю.И. К вопросу об определении давления в трубопроводе при его закрытии // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия «Естественные науки», 2012, Спец. выпуск № 8 «Фундаментальные и прикладные задачи механики». – С. 69-78.
4. Суров В.С. К расчету ударно-волновых процессов в пузырьковых жидкостях // Журнал технической физики, 1998, Т. 68, № 11. – С. 12-19.
5. Болотнова Р.Х., Галимзянов М.Н., Агишева У.О. Моделирование процессов взаимодействия сильных ударных волн в газожидкостных смесях // Изв. вузов. Поволжский регион. Физико-математические науки, 2011, № 2 (18). – С. 3-14.
6. Колесников К.С., Джикаев Б.Л. Нестационарные процессы в простом трубопроводе при быстром срабатывании отсечных устройств // Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт, 1975, № 1. – С. 174-176.
7. Фокс Д.А. Гидравлический анализ неустановившегося течения в трубопроводах. – М.: Энергоиздат, 1981. – 248 с.
8. Нигматуллин Р.И. Динамика многофазных сред. – М.: Наука, 1987. – 236 с.
9. Накоряков В.Е., Покусаев Б.Г. Шрейбер И.Р. Распространение волн в газо- и парожидкостных средах. – Новосибирск: Изд-во института теплофизики, 1983. – 237 с.

Kozyreva T.S. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: kozyrevats@mail.ru

Ermilova E.U. – post-graduate student

E-mail: lizabeta_91@list.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Matz E.B. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: meb10@yandex.ru

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev

The organization address: 420111, Russia, Kazan, K. Marks st., 10

Management of non-stationary processes in hydraulic system triggering shut-off devices

Resume

Modern hydraulic system is characterized by a rather high level of technical equipment, introduction of tools and systems of management and control over technological processes. Actuation of high-speed devices such systems leads to non-stationary processes and, consequently, to the increase of amplitude of fluctuations of the hydrodynamic parameters that affect the technological process. Therefore, many factors leading to this phenomenon should be taken into account at the design stage.

Increase of the amplitude of oscillations caused by operation of the shutoff devices (SD) installed on pipelines, typical for hydrotransport systems for various purposes. The emergence

of an emergency (for example, depressurization) requires quick flow shutoff on the site or the entire pipeline. The response time of the SD directly connected with the loss of product due to leakage and therefore should be minimal. Decreasing the time will increase the amplitude of pressure fluctuation in the pipeline and to the danger of destruction.

For calculation of nonstationary processes triggering shutoff devices applies a method of characteristics with a regular rectangular grid. The calculation model allows to determine the amplitude of fluctuations of the hydrodynamic characteristics at various laws of changing controlling rating curve taking into account the viscosity and the availability of liquid undissolved gases. The relationship defining approximately maximal fluctuation amplitude of pressure from the volumetric gas content in the liquid phase are dimensionless criterial form, which allows us to generalize the results obtained in many combination of parameters of hydraulic and shutoff device.

Keywords: shut-off device, fluctuation amplitude of pressure, controlling rating curve, liquid-gas mixture.

Reference list

1. Kozyreva T.S., Dolgova O.F., Vatolin V.V. Optimal management of the transition processes in the hydraulic pipelines to reduce the hammer // Izv. vuzov. Aviation equipment, 1990, № 2. – P. 112-115.
2. Lyamaev B.U., Nebolsin G.B., Nelyubov V.A. Stationary and transient processes in complex hydraulic systems. Methods of calculation on the computer. / By red. Lyamaev B.U. – L.: Machine engineering. Leningrad department, 1978. – 192 p.
3. Bondarenko N.I., Terentiev U.I. To the question of determination of pressure in the pipeline when it is closed // Vestnik Bauman University. Series «Natural Sciences», 2012, Spec. release № 8 «Fundamental and applied problems of mechanics». – P. 69-78.
4. Surov V.S. To the calculation of the shock-wave processes in bubble liquids // Journal of technical physics, 1998, V. 68, № 11. – P. 12-19.
5. Bolotnova R.X., Galimzyanov M.N., Agisheva Y.O. Modeling of processes of interaction of strong shock waves in gas-liquid mixtures // Izv. vuzov. Povolzhskiy region. Physico-mathematical science, 2011, № 2 (18). – P. 3-14.
6. Kolesnicov K.S., Dgikaev B.L. Nonstationary processes in a simple pipeline with the rapid triggering of stop devices // Izv. AS SSSR. Energy and transport, 1975, № 1. – P. 174-176.
7. Focs D.A. Hydraulic analysis of unsteady flow in pipe. – M.: Energoizdat, 1981. – 248 p.
8. Nigmatullin R.I. Dynamics of multiphase media. – M.: Science, 1987. – 236 p.
9. Nakoryakov V.E., Pokusaev B.G., Shreiber I.R. Wave propagation in gas and vapor-liquid environments. – Novosibirsk: Publishing house of the Institute of Thermophysics, 1983. – 237 p.



УДК 624.04

Гирфанов И.С. – кандидат технических наук, профессор
E-mail: Girfanov@kgasu.ru

Юманов В.А. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: 2381802@kgasu.ru

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

**К решению обыкновенных дифференциальных уравнений,
включающих в себя аут-функции, при реализации задач
поиска оптимальных конструкций при действии как статических,
так и динамических нагрузок**

Аннотация

Целью работы была демонстрация использования в дифференциальных уравнениях, описывающих оптимизационные процессы при проектировании конструкций с обеспечением минимума объема, массы, стоимости и пр., разработанного авторами математического аппарата счета – теории аут-функций, широко применяемого в прикладном оптимальном проектировании строительных конструкций.

Дифференциальные уравнения типа (A.2) с правой частью в виде (A.4) имеют многочисленные приложения в механике, либо описывая реальные процессы, либо давая первое приближение, позволяющее судить об их характере и физической сути.

Ключевые слова: дифференциальные уравнения, аут-функции, фундаментальная система.

А) Рассмотрим обыкновенное неоднородное линейное дифференциальное уравнение вида:

$$P_o(x)y^{(n)}(x) + P_1(x)y^{(n-1)}(x) + \dots + P_{n-1}(x)y^1(x) + P_n(x)y(x) = f(x). \quad (\text{A.1})$$

В общем случае $P_o(x) \neq 0$, поэтому разделив обе части (A.1) на него, приходим к уравнению:

$$y^{(n)}(x) + \tilde{P}_1(x)y^{(n-1)}(x) + \tilde{P}_2(x)y^{(n-2)}(x) + \dots + \tilde{P}_{n-1}(x)y'(x) + \tilde{P}_n(x)y(x) = g(x),^1 \quad (\text{A.2})$$

где $g(x)$ – некоторая суммарная функция вида:

$$g(x) = \Psi_o(x) + \Psi_1(x) + \Psi_2(x) + \dots + \Psi_k(x). \quad (\text{A.3})$$

Здесь $\Psi_i(x)$ – нелинейные или линейные аут-функции [2].

Используя соотношение (1.7.4) § 1.7 [2], выразим каждую аут-функцию, входящую в (A.3), через ее составляющие. Собирая члены с одинаковыми множителями $\Phi(a_i)$ и обозначая их сумму соответственно через $g_o(x), \varphi_1(x), \varphi_2(x), \varphi_3(x)$ и т.д., получим:

$$g(x) = g_o(x)\Phi(0) + \varphi_1(x)\Phi(a_1) + \varphi_2(x)\Phi(a_2) + \dots + \varphi_{m-1}(x)\Phi(a_{m-1}) + \varphi_m(x)\Phi(a_m), \quad (\text{A.4})$$

где $\varphi_j(x)$ – суть непрерывные функции ($j = 1, \dots, m$).

Таким образом, ввиду (A.4) выражение (A.2) может быть представлено в виде:

$$\begin{aligned} & y^{(n)}(x) + \tilde{P}_1(x)y^{(n-1)}(x) + \dots + \tilde{P}_{n-1}(x)y'(x) + \tilde{P}_n(x)y(x) = \\ & = g_0(x)\Phi(0) + \varphi_1(x)\Phi(a_1) + \dots + \varphi_m(x)\Phi(a_m). \end{aligned} \quad (\text{A.5})$$

Представим для начала, что в правой части (A.5) находится не сумма выражений $\sum \varphi_j(x)\Phi(a_j)$, где $j=1, \dots, m$, а одно произведение $\varphi_r(x)\Phi(a_r)$.

¹ Уравнения типа (A.2) с правой частью вида (A.4) имеют многочисленные приложения в технике и механике, либо описывая реальные процессы, либо давая первое приближение, позволяющее судить о характере изучаемого явления.

Тогда (A.5) перепишется так:

$$y^{(n)}(x) + \tilde{P}_1(x)y^{(n-1)}(x) + \dots + \tilde{P}_n(x)y(x) = \varphi_k(x)\Phi(a_k). \quad (\text{A.6})$$

Причем согласно определению модификации (1.2.1) [2], правая часть (A.6) равна нулю при всех $x \leq a_k$ и равна $\varphi_k(x)$ при всех $x > a_k$.

Значит в интервале $-\infty < x \leq a_k$ уравнение (A.6) вырождается в однородное линейное дифференциальное уравнение n -го порядка:

$$y^{(n)}(x) + \tilde{P}_1(x)y^{(n-1)}(x) + \dots + \tilde{P}_n(x)y(x) = 0. \quad (\text{A.7})$$

В интервале же $a_k < x < +\infty$ уравнение (A.6) представляет собою неоднородное линейное дифференциальное уравнение n -го порядка с непрерывной правой частью в рассматриваемом интервале:

$$y^{(n)}(x) + \tilde{P}_1(x)y^{(n-1)}(x) + \dots + \tilde{P}_n(x)y(x) = \varphi_k(x). \quad (\text{A.8})$$

Как известно (с. 390 [1]), «для нахождения общего решения неоднородного уравнения достаточно найти какое-нибудь частное решение этого уравнения и прибавить к нему общее решение соответствующего однородного уравнения (5)», т.е.:

$$y = y_1 + \sum_{i=1}^n C_i \bar{y}_i, \quad (\text{A.9})$$

где $\bar{y}_1, \bar{y}_2, \dots, \bar{y}_n$ – фундаментальная система решений однородного уравнения, а C_1, C_2, \dots, C_n – произвольные постоянные.

Вместе с тем, совершенно очевидно, что «соответствующее однородное уравнение» и уравнение (A.7) представляют из себя одно и то же, так как и то, и другое получается из (A.8) приравниваем нулю правой части. Следовательно, второе слагаемое правой части выражения (A.9) есть общее решение уравнения (A.7) и главная часть решения уравнения (A.8).

Учитывая изложенное, записываем общее решение неоднородного линейного уравнения (A.6) с привлечением функций (1.2.1) [2] в следующем виде:

$$y = y_1 \Phi(a_k) + \sum_{i=1}^n C_i \bar{y}_i. \quad (\text{A.10})$$

Здесь y_1 – частное решение уравнения (A.8):

$$\begin{aligned} \Phi(a_k) &= 0, \quad \text{при } x \leq a_k \quad \text{и} \\ \Phi(a_k) &= 1, \quad \text{при } x > a_k. \end{aligned} \quad (\text{A.10})$$

Нетрудно видеть, что в соответствии с (A.10), при $x \leq a_k$ решение (A.6) равняется:

$$y = \sum_{i=1}^n C_i \bar{y}_i; \quad (\text{A.11})$$

при $x > a_k$:

$$y = y_1 + \sum_{i=1}^n C_i \bar{y}_i. \quad (\text{A.12})$$

Поскольку уравнение (A.4) отличается от уравнения (A.6) наличием в правой части суммы слагаемых вида (A.5), то на основании замечания 1 (стр. 390 [1]) общее решение неоднородного линейного уравнения n -го порядка запишется:

$$\begin{aligned} y &= \sum_{j=1}^m y_j \Phi(a_j) + \sum_{i=1}^n C_i \bar{y}_i; \\ (j &= 1, \dots, m; i = 1, \dots, n). \end{aligned} \quad (\text{A.13})$$

Здесь первое слагаемое (A.13) представляет собою сумму частных решений уравнения (A.5) по интервалам непрерывности, определенным соответствующими $\Phi(a_j)$, где $j=1, \dots, m$; а второе слагаемое – общее решение однородного уравнения (A.7).

На основании замечания 2 (стр. 391 [1]) при известных « m » частных решениях неоднородного уравнения (A.5), порядок его можно понизить на « $m-1$ » единиц, если отмеченные выше частные решения линейно независимы в интервале рассмотрения.

Б) Пусть теперь обыкновенные дифференциальные уравнения включают в себя единично-прерывистые формы типа 1.2.1 (стр. 17 [2]).

Предположим, что коэффициенты уравнения (A.2) $\tilde{P}_1(x), \dots, \tilde{P}_n(x)$ и правая часть $g(x)$ заданы и непрерывны в рассматриваемом интервале, причем:

$$g(x) = z_1\Phi'(x-a) + z_2\Phi''(x-a) + \dots + z_{m-1}\Phi^{(m-1)}(x-a) + z_m\Phi^{(m)}(x-a).^2 \quad (\text{Б.1})$$

Тогда уравнение (A.2) запишется в следующем виде:

$$\begin{aligned} y^{(n)}(x) + \tilde{P}_1(x)y^{(n-1)}(x) + \dots + \tilde{P}_{n-1}(x)y'(x) + \tilde{P}_n(x)y(x) = \\ = z_o\Phi'(x-a) + z_1\Phi''(x-a) + \dots + z_{m-1}\Phi^{(m-1)}(x-a) + z_m\Phi^{(m)}(x-a). \end{aligned} \quad (\text{Б.2})$$

Учитывая вышеизложенные результаты § 1.3 и § 1.4, а также выводы § 1.8, из работы [2] к решению уравнения (Б.2) можно применить подход, предложенный в работе [3].

Будем считать, что фундаментальная система \bar{y}_i однородного уравнения (A.7) известна и, поскольку функции $\tilde{P}_i(x)$ предполагались непрерывными, непрерывна [4].

Общее решение уравнения (A.7), описываемое выражением (A.11), удовлетворяет также уравнению (Б.1) для всех x , отличных от a , т.к. в силу § 1.3; 1.4 [2] при $x \neq a$, уравнения (Б.2) и (A.7) тождественные. Однако в силу того, что на участках оси x , разделенных точкой $x = a$, постоянные C_i в общем случае различны, полагаем в соответствии с [3]:

$$C_i = \bar{C}_i + \Psi_i\Phi(x-a), \quad (\text{Б.3})$$

где \bar{C}_i и Ψ_i – новые постоянные и, следовательно, имеем:

$$\frac{dC_i}{dx} = \Psi_i\Phi'(x-a). \quad (\text{Б.4})$$

Так как в правую часть уравнения (Б.2) входит сумма конечного ряда производных прерывистых форм типа (1.2.1) [2], то полный интеграл его запишется в виде:

$$y = \sum_{i=1}^n C_i \bar{y}_i + \sum_{i=n}^m X_i \Phi^{(i-n)}(x-a), \quad (\text{Б.5})$$

или с учетом (Б.3):

$$y = \sum_{i=1}^n \bar{C}_i \bar{y}_i + \Phi(x-a) \sum_{i=1}^n \Psi_i \bar{y}_i + \sum_{i=n}^m X_i \Phi^{(i-n)}(x-a), \quad (\text{Б.6})$$

здесь $X_i (i = n, n+1, \dots, m)$ – неизвестные постоянные.

Причем первая сумма (Б.6) представляет собою решение однородного уравнения (A.7), остальные две суммы – частное решение неоднородного уравнения (Б.2), а постоянные Ψ_i и X_i должны быть такими, чтобы (Б.6) удовлетворяло уравнению (Б.2).

Запишем теперь l -ю производную функции $y = y(x)$:

$$y^{(l)} = \sum_{i=1}^n C_i y_i^{(l)} + \sum_{i=n-l}^m X_i \Phi^{(i-n+l)}(x-a); \quad l = 0, 1, \dots, n. \quad (\text{Б.7})$$

Внося производные $y^{(l)}$ в уравнение (Б.2) и имея в виду, что первая сумма (Б.7) представляет собою решение однородного дифференциального уравнения (A.7), получаем соотношение:

$$\sum_{l=0}^n \tilde{P}_l(x) \sum_{i=n-l}^m X_i \Phi^{(i-n+l)}(x-a) = \sum_{j=0}^m z_j \Phi^{(j)}(x-a). \quad (\text{Б.8})$$

² О физическом смысле (интерпретации) (Б.1) можно судить по п. Б § 1.5 [2].

Учитывая особенности функции (1.2.6) и ее производных (§ 1.4 п. Г [2], из (Б.8) получаем систему $m+1$ алгебраических уравнений с неизвестными $X_i (i = 0, 1, \dots, m)$:

$$\sum_{l=0}^n \tilde{P}_l(x) X_{l+1} = z_i; \quad i = 0, \dots, m. \quad (\text{Б.9})$$

Матрица, соответствующая определителю системы (Б.9), имеет треугольный вид с диагональными элементами, равными $\tilde{P}_0(x) = 1$, поэтому система (Б.9) является полной и имеет одно определенное решение. Значения $X_i (i = 0, 1, \dots, m)$ определяются из (Б.9), как непрерывные функции переменной a .

Вместе с тем, располагая производными функции $y = y(x)$ и основываясь на (Б.4) можно определить следующие суммы:

$$\sum_{i=1}^n \frac{dC_i}{dx} y_i^{(l)}(x) = X_{n-l-1} \Phi'(x-a); \quad (l = 0, 1, \dots, n-1). \quad (\text{Б.10})$$

Но согласно (Б.4) $\frac{dC_i}{dx} = \Psi_i \Phi'(x-a)$, поэтому перепишем (Б.10) в следующем виде:

$$\sum_{i=1}^n \Psi_i \Phi'(x-a) y_i^{(l)}(x) = X_{n-l-1} \Phi'(x-a). \quad (\text{Б.11})$$

Учитывая вновь особенности (1.2.6) и ее производных (§ 1.4 п. Г [2], перепишем (Б.11) в виде:

$$\sum_{i=1}^n \Psi_i y_i^{(l)}(a) = X_{n-l-1}; \quad (l = 0, \dots, n-1). \quad (\text{Б.12})$$

Определитель системы (Б.12), являясь вронсианом этих функций, отличен от нуля при всех значениях « x », в том числе и при $x=a$. Следовательно, система (Б.12) является полной и имеет определенное решение. Раскрывая и решая систему (Б.12), получаем величины Ψ_i как известные функции переменной a .

Определив Ψ_i и X_i , из граничных и начальных условий находятся постоянные интегрирования \bar{C}_i .

Список библиографических ссылок

1. Матвеев Н.М. Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений. – М.: Высшая школа, 1977. – 310 с.
2. Гирфанов И.С. Аут-функции в статике и динамике оптимальных конструкций. – Казань: Таткнигоиздат, 1975. – 154 с.
3. Новицкий В.В. Дельта-функция и ее применение в строительной механике. // Сб. «Расчет пространственных конструкций», вып. 8. – М.: Стройиздат, 1962. – С. 128-136.
4. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений. – М.: Наука, 1958. – 340 с.
5. Юманов В.А., Гирфанов И.С. Некоторые свойства конструкций минимальной массы с заданными динамическими характеристиками. // Всесоюзная конференция по проблеме «Оптимизация конструкций при динамических нагрузках». Доклады конференции. – Тарту, 1979. – С. 54-59.

Girfanov I.S. – candidate of technical sciences, professor

E-mail: Girfanov@kgasu.ru

Jumanov V.A. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: 2381802@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

**About solving common differential equations with Out-functions in context
of searching optimal structural form of structures during static and dynamic loads**

Resume

The article shows usage of Out-functions specifically in differential equations applied to optimization of structural form of the plain and spatial braced structures for example plane and spatial trusses, multi span girders, arcs, frames, slabs, easy-sloped shells e.t.c. while Out-functions usually are used directly in optimization tasks. Differential equations which have been reviewed in the article are homogeneous and non-homogeneous linear equations with right part of equation consisted of sum of the linear and nonlinear Out-functions. The out-function is the function that operates by selecting positive value of variable from two possible variants. The sum of the Out-function is a consequently compound of different linear and non linear functions. For instance if compress and tensile brace element of steel truss have nonlinear and linear dependences, respectively, between volume, mass or evaluated cost of the brace element and axial force therefore overall function would be consist of nonlinear and linear segments. The approaches which are shown in article could be used by researchers for mass and cost optimization purposes.

Keywords: differential equations, Out-functions, fundamental system.

Reference list

1. Matveev N.M. The methods of integration common differential equations. High school, 1977. – 310 p.
2. Girfanov I.S. OR-functions in static and dynamic of optimized structures. – Kazan: Tatknigaizdat, 1975. – 154 p.
3. Novickiy V.V. Delta-function and its appliance in structural mechanics // Journal «The designing of spatial structures», № 8. – M.: Stroiizdat, 1962. – P. 128-136.
4. Stepanov V.V. The course of the differential equations. – M.: Science, 1958. – 340 p.
5. Umanov V.A., Girfanov I.S. Some properties of the minimum mass structures with determinately dynamic characteristics USSR conference about «Optimizing of the structures during dynamic loads». Reports of the conference. – Tartu, 1979. – P. 54-59.



УДК 332

Абдуханова Н.Г. – ассистент

E-mail: ab-natali@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

**Перспективы развития и модернизации жилищно-коммунального комплекса
Республики Татарстан на основе лизинга**

Аннотация

В статье рассматриваются проблемы жилищно-коммунального хозяйства и ведется поиск путей их решения, а также исследуются основные барьеры, сдерживающие развитие и модернизацию отрасли. Проведен анализ состояния отрасли жилищно-коммунального хозяйства, сложившегося на сегодняшний день, проанализирована существующая структура финансово-кредитного обеспечения воспроизводства основных фондов. Также в статье приведены основные направления деятельности по оздоровлению коммунального комплекса. Вместе с тем, предложен лизинг как один из наиболее эффективных вариантов, который бы позволил снизить хозяйственную напряженность в жилищно-коммунальном секторе, а также оптимизировать инвестиционные процессы.

Ключевые слова: жилищно-коммунальный комплекс, модернизация основных фондов, финансовое обеспечение, лизинг.

В системе жилищно-коммунального хозяйства действует более 50 тысяч предприятий, в отрасли занято около 4 млн. человек. Несмотря на рост объемов услуг, работ и продукции, производимых отраслью, большой и постоянно возрастающий спрос в сфере жилищно-коммунального хозяйства, многие предприятия убыточны. Стоимость основных фондов коммунального комплекса составляла на 01.01.12 г. более 580 млрд. руб. – это четвертая часть национального достояния страны. Однако фонды изношены в среднем на 40-60 %, а в отдельных регионах и более, что обуславливает различного масштаба аварийные ситуации.

Уровень надежности инженерных коммуникаций в России в 2,5-3 раза ниже, чем в европейских странах. Закономерно при этом, что на поддержание жилищно-коммунальной сферы государство расходует почти 4 % валового внутреннего продукта и до 30 % расходов приходится на региональные бюджеты.

Финансируются предприятия жилищно-коммунального хозяйства в связи с привязкой к территориям, прежде всего, из бюджетов субъектов Федерации. Эти средства выделяются на капитальный ремонт жилфонда; на покрытие убытков служб, занимающихся эксплуатацией жилфонда; а также на покрытие разницы между размером тарифа и себестоимостью теплоснабжения.

Среди множества проблем, требующих решения в ходе реформирования коммунального комплекса, особое место занимает достоверность и доступность информации, которая создается, используется и распространяется в жилищно-коммунальном хозяйстве. В первую очередь, это сведения о жилищном фонде, об объеме расхода энергоресурсов, а также оперативная информация о текущем состоянии объектов ЖКХ и инженерных коммуникаций.

Проблемы жилищно-коммунального хозяйства и поиск путей их решения актуальны последние двадцать лет, и именно в этот период времени они особенно обострились и стали национальным бедствием. Сложившиеся ситуации в городе, связанные с ЖКХ (постоянные аварии в многоквартирных домах, протечки труб, старение жилищного фонда и др.), требуют немедленного и эффективного решения для их дальнейшей эксплуатации. Сложное положение городского хозяйства, в частности, коммунальной энергетики, в большинстве муниципальных образований России стало проблемой федерального масштаба. Причинами такого, практически кризисного, положения явились [6]:

1. недофинансирование и неэффективная тарифная политика, и, как следствие, дотационность отрасли в течение длительного постсоветского периода;

2. высокая степень износа основных фондов, большие потери тепловой энергии, воды и других ресурсов, обуславливающие высокие затраты на оказание услуг;
3. отсутствие у обслуживающих предприятий экономических стимулов снижения затрат, а у получателей услуг – возможности влиять на их количество и качество;
4. неэффективная система управления городским хозяйством, неразвитость конкурентной среды.

Необходимо отметить, что указанные проблемы были характерны еще для ЖКХ последнего советского периода. Их нарастание было связано с тем, что до начала массовой приватизации в России основная часть объектов ЖКХ находилась на балансе крупных промышленных предприятий и финансировалась по титулам соответствующих отраслевых министерств и ведомств. В ходе приватизации эти объекты были переданы в муниципальную собственность, как правило, в запущенном техническом состоянии и без должной финансовой компенсации расходов на их содержание и ремонт. Во избежание полного краха систем жизнеобеспечения местные власти были вынуждены взять на свой баланс ветхий жилищный фонд, изношенные трубопроводы, устаревшие котельные и насосные станции и другие объекты коммунального хозяйства без проведения полной технической инвентаризации. Вследствие этого муниципальные органы длительное время не имели достоверной информации о фактическом уровне их износа. Недостаточность государственных централизованных финансовых средств на модернизацию и ремонт переданных муниципалитетам изношенных основных фондов не позволяла устранить аварийность в системах жизнеобеспечения, особенно в тепло- и водоснабжении.

В конце 1990-х годов, чтобы решить все копившиеся десятилетиями проблемы, была предложена концепция реформирования ЖКХ. Кроме того, данные проблемы нашли отражение и в ряде нормативно-правовых актов. В результате, в последнее десятилетие прошлого века имело место постоянное недофинансирование коммунальной энергетики, что привело к росту износа всех ее элементов. При этом, поскольку рыночные реформы в других секторах, связанных с энергопотреблением, осуществлялись гораздо быстрее, чем в секторе энергетики, возникла опасность нарушения паритета между потреблением энергии и возможностью ее поставки. В силу структурной перестройки российской промышленности наблюдается снижение энергоемкости промышленной продукции, что приводит к опережению роста производства продукции по отношению к росту энергопотребления. Из-за изменения структуры потребления в коммунальном секторе за счет роста энергоемкости жилищ наблюдается быстрый рост электропотребления в этом секторе. При этом заметно сказывается ограниченность сетевой инфраструктуры, а также возможностей внутридомовых сетей, которые прокладывались в соответствии со старыми СНиПами и были рассчитаны на нормы электропотребления, действовавшие много лет назад. Это ведет к росту числа аварийных отключений объектов электроснабжения, причем масштабы аварий постоянно растут. Эта тенденция прослеживается и за рубежом.

Из-за износа сетевого хозяйства значительно выросли потери при передаче энергии. В силу существующих правил оплаты потребитель оплачивает все непроизводительные издержки поставщиков, что значительно увеличивает долю коммунальных услуг в сумме платежей населения. Качество предоставления коммунальных услуг остается низким. В частности, в большинстве населенных пунктов, где имеется централизованное горячее водоснабжение (ГВС), производится его длительное отключение в летний период в связи с плановыми ремонтными работами.

Низкое качество централизованных систем теплоснабжения и ГВС подталкивает платежеспособных потребителей к поиску решений на основе децентрализованных источников, что ухудшает финансовое положение коммунальных компаний, обслуживающих централизованные системы.

К сожалению, существенных положительных сдвигов это не обеспечило.

В последние годы в связи с поставленной Президентом задачей модернизации производственного потенциала и всей экономики страны она стала перспективным направлением и для развития коммунального комплекса. Здесь в модернизации, прежде всего, нуждаются инженерные системы ЖКХ и объекты инфраструктуры. И для того, чтобы

модернизация прошла успешно, необходимо создать четко расписанный план с описанием всех материалов, инструментов, сроков по достижению поставленной задачи, с указанием ответственных лиц и конкретным результатом, который должен будет достигнут. Успешность решения данной задачи зависит от того, насколько точно будет написан план и как точно ответственные лица будут действовать по плану для его осуществления.

Однако создается впечатление, что продекларированные направления модернизации ЖКХ не в полной мере учитывают истинное состояние отрасли, услуги которой необходимы всем и каждому из нас.

Глубина кризиса жилищно-коммунального хозяйства определяется, прежде всего, предельным износом основных фондов, который дополняется сложившейся системой ценообразования и расчетов, а также системой взаимодействия организаций ЖКХ с потребителями, поставщиками и с органами управления – от муниципальных до федеральных. Энергетика России характеризуется чрезвычайно высоким уровнем износа. Износ линий электропередачи в ЕЭС превышает 25 %, подстанций – 45 %. В области теплоснабжения 40 % тепловых сетей требуют ремонта, 15 % находятся в аварийном состоянии, тепловые потери в сетях превышают 16 %. Коэффициент полезного использования топлива на уровне конечного потребителя в системах централизованного теплоснабжения колеблется в пределах 30-50 %.

По данным же Министерства регионального развития РФ, в среднем по России износ электрических сетей составляет 58 %, тепловых сетей – 63 %. По отдельным муниципальным образованиям износ коммунальной инфраструктуры составляет 70-80 % и увеличивается на 2-3 % в год. Около 30 % основных фондов ЖКХ уже полностью отслужили нормативные сроки. Износ основных фондов продолжает расти, повышая вероятность техногенных и экологических катастроф.

Само собой разумеется, что модернизация, включая инновационные решения, требует немалых затрат. Необходимые капиталовложения в модернизацию ЖКХ при самой приблизительной оценке исчисляются триллионами рублей. Это без учета средств на текущие производственные расходы: зарплату персонала, оплату энергоресурсов, затраты на эксплуатацию и ремонт имеющегося оборудования. Ясно, что средства на модернизацию такого масштабного хозяйства, весьма обветшившего за годы финансирования «по остаточному принципу», нужны немалые. Суть вопроса в том, где их взять?

Жилищную проблему в России пытаются решить уже давно, вводя различные программы, финансируя из государственного бюджета, но никак не могут ее решить, существенных улучшений нет. Чтобы сдвинуть проблему с «мертвой» точки, была создана Федеральная целевая программа «Жилище» (далее ФЦП), утвержденная постановлением Правительства Российской Федерации. Действие ее рассчитано на период с 2012 по 2020 годы. На программу «Жилище» возложено:

1. финансовое оздоровление экономики жилищно-коммунальных предприятий за счет реструктуризации их задолженности и доведения тарифов до экономически обоснованного уровня при жестком соблюдении стандартов оплаты коммунальных услуг населением и переходе от дотирования предприятий и предоставления льгот, утвержденных законодательством, к субсидированию малообеспеченных семей и ликвидация перекрестного субсидирования тарифов;

2. формирование инвестиционной привлекательности предприятий жилищно-коммунальной сферы за счет создания эффективных процедур тарифного регулирования оплаты услуг естественных монополий и совершенствования деятельности по управлению муниципальными объектами коммунальной инфраструктуры с привлечением частного бизнеса на условиях концессионных соглашений;

3. обеспечение государственной поддержки процессов модернизации жилищно-коммунального комплекса как за счет предоставления бюджетных средств на возвратной основе, так и за счет предоставления государственных и муниципальных гарантий по привлекаемым инвестициям.

В подпрограмме к ФЦП «Жилище» определены механизмы, обеспечивающие эффективную работу предприятий ЖКХ. В комплекс мер предусмотрено, в том числе, создание условий для привлечения инвестиций в модернизацию основных фондов отрасли.

В Республике Татарстан присутствует промышленный потенциал, который, в случае привлечения дополнительных ресурсов, в частности – финансовых, а также грамотных организационных мероприятий, мог бы обеспечить синергетический эффект. Имеется в виду образование нового промышленного кластера, работающего на рынке жилищно-коммунальных товаров и услуг. В масштабе региона этот рынок характеризуется показателями, представленными в таблице.

Таблица

Основные показатели рынка жилищно-коммунальных услуг в Республике Татарстан (2011 г.)

| Показатель | Отрасль | | |
|----------------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| | Теплоснабжение | Водоснабжение | Водоотведение |
| Годовая выручка | 600 млрд. руб. | 200 млрд. руб. | 300 млрд. руб. |
| Износ основных фондов | 62 % | 87 % | 92 % |
| Объем требуемых инвестиций | 250 млрд. руб. | 1400 млрд. руб. | 1480 млрд. руб. |

Приведенные цифры таблицы, безусловно, демонстрируют огромный внутренний потенциал развития, однако анализ целей, принципов и механизмов государственной политики в данной сфере свидетельствует о том, что государство так и не смогло определиться со стратегией развития жилищно-коммунального сектора экономики. Рассмотрим, в частности, один аспект, касающийся взаимодействия различных собственников, владения и управления объектами жилищно-коммунального хозяйства.

Так, например, в соответствии со ст. 14 Закона «Об общих принципах организации местного самоуправления» организация в границах поселений электро-, тепло-, газо- и водоснабжения населения, водоотведения и прочие системы инфраструктуры ЖКХ закреплены за муниципальной властью, управление объектами которых осуществлялось через муниципальные унитарные предприятия (МУПы). В дальнейшем крупные объекты ЖКХ, расположенные территориально в крупных городах, были приватизированы. Однако многие по-прежнему остаются в эксплуатации МУПов, а некоторые даже были национализированы после банкротства.

Созданный в РФ Фонд содействия реформированию ЖКХ в целевом контексте направлен на исполнение обязательств государства перед собственниками жилья по капитальному ремонту.

Но вопрос повышения комфортности жилья в связи с отсутствием должностной инфраструктуры по тепло-, водоснабжению, канализации за пределами жилого дома и границами ответственности управляющих компаний или ТСЖ далек от решения. Не могут его решить и муниципалитеты ввиду несоответствия размера местных бюджетов и требуемых финансовых ресурсов для модернизации объектов. Между тем, зарубежный опыт показывает различные примеры эффективного управления.

В рамках становления и реформирования отрасли ЖКХ в мире сформировались три модели взаимодействия различных видов собственности. Представителями первой модели взаимодействия государственной власти и бизнеса являются Великобритания и Чили, где проведена полная приватизация объектов ЖКХ.

Германия – яркий представитель второй модели, где на рынке коммунальных услуг работает смешанный капитал (акционерные общества) с владением контрольного пакета акций у муниципальных властей. Образцом третьей модели является Франция, где объекты ЖКХ находятся в муниципальной собственности, но управление ими передано частным компаниям на основе договоров аренды и концессионных соглашений.

Что касается Республики Татарстан, то стратегические условия взаимодействия основных игроков до сих пор так и не определены. Это проявляется:

1. при принятии на федеральном уровне (МЧС) оперативных решений, связанных с критическими ситуациями;
2. в попытках переложить проблемы отрасли на муниципальные власти, не подкрепляя их бюджетным финансированием;
3. в большом количестве пробелов в законодательстве по регулированию субъектов ЖКХ;

4. в отсутствии новых эффективных собственников, использующих реальные инструменты хозяйствования.

Рассмотрим положительные и отрицательные факторы данной отрасли, с точки зрения возможностей инвестирования. К положительным факторам можно отнести следующие:

1. рынок стабилен, прогнозные экономические показатели предприятия могут быть рассчитаны с низкой статистической погрешностью;

2. большинство предприятий, действующих на рынке, являются субъектами локальных естественных монополий;

3. гарантируется активная поддержка и взаимодействие данного бизнеса с муниципальными и государственными органами власти, так как данные объекты являются системами жизнеобеспечения муниципальных образований;

4. низкая освоенность рынка, крупные институциональные инвесторы работают в основном в рамках крупных муниципальных образований.

Очевидны и негативные факторы, среди которых следует выделить следующие:

1. существенная территориальная раздробленность объектов управления ЖКХ (к примеру, только коммунальных котельных в России насчитывается около 190 тыс. ед.);

2. низкий размер средней выручки предприятия, функционирующего в большинстве случаев в пределах одного муниципального образования (это не позволяет привлечь достаточный объем инвестиций для обновления оборудования);

3. значительная доля объектов по-прежнему находится в хозяйственном ведении муниципальных унитарных предприятий («планово убыточные», с непрозрачной экономикой и распределением денежных средств);

4. сильная изношенность основных фондов коммунальных предприятий, устаревшее оборудование и, как следствие, необоснованно высокие затраты на приобретение ресурсов и материалов;

5. слабая правовая защита инвестора, связанная со сложной процедурой тарификации услуг: проблемы с длительным горизонтом планирования окупаемости, действие коррупционных (с завышенными расходами) и политических (не покрывающих реальную себестоимость) тарифов;

6. высокая доля бюджетных средств в выручке предприятий (обслуживающих бюджетную сферу), образующих зависимость экономики предприятия от эффективности исполнения региональных и местных бюджетов;

7. сложность в использовании стандартных схем привлечения инвестиций.

Таким образом, несмотря на существенные размеры отрасли, данный рынок до сих пор не сформирован, активно не вовлечен в инвестиционные процессы, хотя обладает огромной инвестиционной привлекательностью.

Возможные источники финансирования модернизации ЖКХ – это, конечно, прежде всего, бюджетные средства, а также средства предприятий и «привлеченные средства», то есть инвестиции.

Средства федерального бюджета могут быть выделены только в порядке софинансирования с иными источниками. Муниципальные средства, как известно, стабильно в дефиците: ведь более 90 % муниципальных образований – дотационные. Из региональных бюджетов средства на модернизацию выделяются ограниченно по ряду причин: прежде всего потому, что ответственность за состояние и работу ЖКХ сегодня возложена на муниципалитеты, поэтому финансирование из региональных бюджетов, как правило, может быть только в порядке софинансирования с муниципальными средствами, между тем большинство региональных бюджетов просто не могут позволить себе таких масштабных затрат.

С 2013 года начала осуществляться федеральная программа модернизации коммунальной инфраструктуры, предусматривается 30-процентное софинансирование в рамках этой программы. Первый заместитель министра строительства РТ предложил муниципальным образованиям активнее проработать этот вопрос и участвовать в программе. Сегодня наиболее серьезно этим занимается администрация Елабуги.

Из сказанного ясно, что рассчитывать на бюджетное финансирование модернизации коммунального комплекса страны не приходится. Остается единственный

финансовый источник – собственные средства предприятий и организаций ЖКХ, формируемые из тарифов на услуги, то есть платежи потребителей. В абсолютном большинстве муниципальных организаций ЖКХ уровень тарифов на сегодняшний день может покрыть лишь текущие затраты даже при стопроцентной оплате потребителями услуг и ресурсов. Однако в ряде регионов, как правило, отдаленных, тарифы не покрывают даже текущих расходов, в частности, оплата энергоресурсов в них дотируется из бюджетов всех уровней.

Из сказанного закономерен вывод, что основным источником финансирования модернизации ЖКХ могут быть «привлеченные средства», то есть инвестиции. Но любые инвестиции предполагают возврат вложенных средств. Источник для их возврата – все те же собственные средства, в сфере ЖКХ источником являются платежи потребителей. При этом необходимо помнить, что степень износа основных фондов ЖКХ высока, их стоимость, как правило, весьма занижена, поэтому амортизационные отчисления, достаточно сильно влияющие на уровень тарифов, – минимальны [3].

Значит, без привлечения масштабных внедорожных и внебюджетных инвестиций решить проблему износа основных фондов республики не представляется возможным, если рассматриваем улучшение инвестиционного климата в сфере ЖКХ. Данная отрасль является нестабильной и инвестиционно-затратной, поэтому необходима стабильная и надежная государственная политика в области тарифного регулирования, которая создаст более надежные условия и фундамент для привлечения инвестиций. Также для повышения инвестиционной привлекательности предприятий отрасли ЖКХ необходимо государственное регулирование коммунальных тарифов, долгосрочное планирование цен, тарифов (минимум 3 года), что будет положительно влиять на привлечение дополнительных инвестиций. Основой эффективного инвестирования в отрасли ЖКХ являются утвержденные программы комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры муниципальных образований. Программы комплексного развития позволяют существенно повысить эффективность расходования средств за счет определения оптимальных масштабов строительства и координации развития различных систем инфраструктуры. Модернизация инженерных инфраструктур средних и крупных городов является в большинстве случаев коммерчески привлекательным проектом для вложений инвестиций и в большинстве случаев окупаемым. Проекты модернизации коммунального хозяйства малых городов и сельских населенных пунктов являются, в свою очередь, непривлекательными, срок их окупаемости будет составлять более 3 лет, при реализации таких проектов необходима государственная поддержка [3].

Одним из возможных вариантов решения проблемы бюджетирования отрасли ЖКХ может быть создание специализированного федерального фонда, аналогичного фонду капремонта жилищного фонда, и соответствующих фондов в субъектах РФ. При этом формирование капитала региональных фондов необходимо осуществлять за счет вливаний из федерального фонда, бюджета субъектов, муниципальных образований, заемных средств банков и инвестиционных компаний.

Между тем, стоимость вновь вводимого оборудования существенно выше, соответственно выше будут и величина амортизационных отчислений, и тарифы. По законам рыночной экономики, привлеченные инвестиции должны быть возвращены за счет тех же тарифов, а с учетом реальных процентных ставок по кредитам возвращаемые средства будут существенно превышать вложенные. Таким образом, неизбежно существенное увеличение тарифов на услуги организаций ЖКХ, что вряд ли возможно в массовом порядке, так как основной критерий уровня тарифов – их доступность для потребителей. Иными словами, населению тарифы должны быть «по силам»; наши соотечественники должны быть в состояния «осилить» вводимые тарифы, а если они не подъемны, то и оплачиваться не будут, как это уже не раз бывало, наступит очередной виток неплатежей со всеми вытекающими из этого последствиями.

Ситуация, сложившаяся в жилищно-коммунальном хозяйстве, возникла не в одночасье, она формировалась много лет: очевидно, недостаточное финансирование в течение 20 лет наряду с разрывом систем управления и финансирования, попытки реформирования путем привлечения «частного бизнеса» без реальной оценки

необходимых условий такого привлечения привели к системе выживания любой ценой, которая, в свою очередь, не может быть эффективной по определению. Исключением являются крупные города, способные дотировать коммунальные предприятия, но и в них сегодня самоокупаемость ЖКХ маловероятна.

Проблема модернизации жилищно-коммунального хозяйства взаимосвязана с другими не менее важными проблемами всего комплекса, который включает анализ социально-экономического положения муниципальных образований и регионов, анализ энергозатрат, основанный не на нормативах, а на достоверном учете потребляемого объема энергоресурсов, включая также оценку реального состояния основных фондов и соответственно необходимых амортизационных отчислений, энерго-, ресурсосбережение, улучшение состояния экологии и другие проблемы. Необходимо учитывать реальную платежеспособность потребителей и необходимый объем дотаций [4]. Нельзя бесконечно увеличивать тарифы ЖКХ, это будет вести к еще большей задолженности за коммунальные услуги. Число неплатежеспособных потребителей увеличивается, поступающие платежи могут больше не покрывать предоставляемые услуги ЖКХ. В настоящее время затраты на предоставляемые услуги с трудом покрываются за счет населения, в случае и дальнейшего бесконтрольного роста тарифов на услуги ЖКХ образуется большой долг населения перед государством. Для модернизации инфраструктуры ЖКХ должен быть правильно рассчитан объем затрат, вложений, создана жесткая система контроля и учета затрат в жилищно-коммунальном хозяйстве, то есть сконструировать механизм учета денежных потоков, чтобы они не «купливали» за рубеж и в карманы чиновников и рвачей из управляющих компаний, и определены источники финансирования.

План модернизации коммунального комплекса страны должен иметь обоснование финансовое, техническое, законодательное – с определением механизма контроля финансовых потоков и деятельности управляющих организаций [2, 5].

Автор полагает, что в данной ситуации «спасательным кругом» может явиться лизинг основных фондов; использование в практике хозяйствования отраслевых предприятий этого эффективного экономического инструмента позволит, отчасти, снизить хозяйственную напряженность в секторе ЖКХ, оптимизирует инвестиционные процессы в отрасли при ее ограниченных финансовых возможностях.

Экономические преобразования требуют принципиально новых подходов к построению инвестиционной политики и использованию наиболее эффективных методов финансирования, так как существующие источники финансирования технологической модернизации не обеспечивают своевременное воспроизводство основных производственных фондов [1].

Таким образом, внедрение достижений научно-технического прогресса, прогрессивных технологий, нового оборудования и техники посредством лизинга представляет особую сферу движения капитала в системе расширенного воспроизводства. Этот экономический механизм отличается от привычного производства, выпуска и реализации продукции тем, что он непосредственно связан с оснащением производственных фондов, а также позволяет поддерживать фонд средств производства в соответствии с современными требованиями рынка.

Список библиографических ссылок

1. Абдуханова Н.Г. Инновационные тенденции на рынке лизинговых услуг Республики Татарстан // Известия КГАСУ, 2011, № 3 (17). – С. 194-199.
2. Загидуллина Г.М., Романова А.И., Миронова М.Д. Управленческие инновации в системе массового обслуживания (на примере жилищно-коммунального комплекса) // Вестник Казанского технологического университета, 2009, № 5. – С. 128-133.
3. Кабирова Р.С. Проблемы и перспективы инвестиционного развития региона // Управление экономическими системами, 2012, № 9.
4. Нуруллина О.В., Добросердова Е.А., Романова А.И. Формирование идеологии рационального ресурсопотребления в сфере жилищно-коммунальных услуг (на

- примере Республики Татарстан) // Вестник экономики, права и социологии, 2012, № 1. – С. 97-101.
5. Романова А.И., Боровских О.Н., Монетова Е.М. Стимулирование внебюджетных инвестиций в региональный жилищно-коммунальный комплекс. // Вестник ИНЖЭКОНа, 2010, № 5. – С. 81-85.
 6. Портал «Иновации и предпринимательство». URL: <http://www.innovbusiness.ru> (дата обращения: 11.01.2014).

Abdukhanova N.G. – assistant

E-mail: ab-natali@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Prospects for the development and modernization of housing and communal services of the Republic of Tatarstan based on leasing

Resume

The maintenance of enterprises of the housing and communal services industry, in particular, management companies and repair and maintenance organizations, has always been a major task and was funded by the budget for a long time.

The solution of this problem more complicated in the new market conditions, because in addition to the traditional constraints (high wear of the housing stock and fixed assets of the operating organizations, low level of their maintainability, fragility, lack of equipment operating bases and factories repair facilities) appears new: the rising cost of machines and accelerated aging techniques (about 40 % with the end of life) associated with them, the degree of renovation fleet decreased to 1,5-2 % per year (at a rate of 8-12 %) and caused further aging fleet of construction equipment and reducing its power.

Today one of the main problems of the housing and communal services is the lack of financial resources. The leasing is traditional and intuitive tool for solving municipal complex problems.

Active use of leasing in the communal services industry allows to achieve the efficiency gains of the reproduction process on fixed assets and communal services sector. This effective is primarily to reduce wear of fixed assets of the industry in Tatarstan Republic.

Keywords: housing and communal, fixed assets modernization, financial security, leasing.

Reference list

1. Abduhanova N.G. Innovative tendencies on the leasing services market of Tatarstan Republic // News of the KSUAE, 2011, № 3 (17). – P. 194-199.
2. Zagidullina G.M., Romanova A.I., Mironova M.D. Mass service system administrative innovations (on the example of a housing and communal complex) // The Messenger of the Kazan Technological University, 2009, № 5. – P. 128-133.
3. Kabirova R.S. Problems and prospects of the region investment development // Management of economic systems, 2012, № 9.
4. Nurullina O.V., Dobroserdova E.A., Romanova A.I. Ideology formation of a rational resources consumption in the housing and communal services industry (the case of the Tatarstan Republic) // The economy, law and sociology messenger, 2012, № 1. – P. 97-101.
5. Romanova A.I., Borovskikh O.N., Monetova E.M. Off-budget investments stimulation into for the regional housing and communal complex. // INZHJEKON Messenger, 2010, № 5. – P. 81-85.
6. «Innovations and business» portal. URL: <http://www.innovbusiness.ru> (reference date: 11.01.2014).

УДК 336.2 (470.41)

Евстафьева А.Х. – кандидат экономических наук, доцент

E-mail: evalsu@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Реализация налоговой политики Российской Федерации на уровне регионов

Аннотация

Налоговая политика оказывает существенное влияние на все сферы деятельности страны. Государство, изменяя налоговую политику, регулирует социально-экономическое развитие страны, региона и каждого хозяйствующего субъекта. В статье представлены особенности налоговой системы РФ на современном этапе; показана структура региональной политики государства и этапы реализации процесса осуществления региональной налоговой политики, а также даны рекомендации для эффективного развития региональной налоговой политики.

Ключевые слова: налоговая система, модели налоговой политики, бюджет, налоговая компетенция, межбюджетные трансферты, региональная налоговая политика, налоговые доходы регионов.

Переход России от административно-командной системы к рыночной предопределил формирование совершенно новой налоговой политики государства. На основе опыта зарубежных стран была разработана и адаптирована к нашим условиям теоретическая база налоговой политики. Историю возникновения налоговой политики в Российской Федерации можно отнести к 1991 году, с момента принятия закона «Об основах налоговой системы в Российской Федерации».

Особенностью современной налоговой системы Российской Федерации является то, что в ее основе лежит фискальная функция. Фискальная направленность обоснована созданием налоговой системы в условиях кризиса, главная задача которой заключалась в пополнении бюджета. По мере преодоления кризиса происходят изменения и в налогообложении страны. В настоящее время большее внимание уделяется регулирующей функции налогов, которая заключается в использовании налогов для экономического регулирования.

Качественные изменения в налоговой системе произошли с принятием Налогового кодекса РФ. Сейчас продолжается совершенствование налогового законодательства, разрабатываются новые, пересматриваются старые главы НК РФ, особое значение приобретает налоговое администрирование.

Выделим особенности налоговой системы Российской Федерации на современном этапе:

1) Высокий уровень налогообложения по сравнению с доходами налогоплательщиков. Эта особенность весьма относительна, так как для некоторых отраслей одна и та же ставка налога приемлема, а для некоторых губительна.

Важной проблемой также является уклонение от уплаты налогов, во многом это связано с высоким уровнем налогового бремени. Существующую проблему «теневой экономики» можно решить снижением ставок, применением налоговых льгот, а также ужесточением налогового контроля и применением дисциплинарных взысканий.

2) Сложность и неопределенность системы налогообложения. Законодательная база налоговой системы очень запутана и сложна. Существует неоднозначность в формулировке статей Налогового кодекса. Чаще всего эти споры решаются в судебном порядке и суд принимает сторону налогоплательщиков, что говорит о недостаточной компетентности сотрудников налоговых органов. В Налоговый кодекс ежегодно вносятся изменения, иногда даже не один раз в год, что говорит о нестабильности налогообложения. В свою очередь, это создает большое неудобство для налогоплательщиков.

3) Отсутствие принципа экономичности налоговой системы. Заключается в сокращении расходов на налоговое администрирование.

Все эти особенности говорят о присутствии всех трех моделей налоговой политики: политики максимальных налогов, политики экономического развития и политики разумных налогов.

Основные цели, направления и меры налоговой политики содержатся в Бюджетном Послании Президента РФ о бюджетной политике в 2013-2015 годах. В данном документе указано, что налоговая система должна способствовать улучшению инвестиционного климата, повышению предпринимательской активности, совершенствованию структуры экономики, повышению ее конкурентоспособности.

Мероприятия в области налоговой политики в Российской Федерации формулируются Правительством РФ и содержатся в документе «Основные направления налоговой политики Российской Федерации на текущий год и плановый период». Хотя этот документ не является нормативно-правовым актом, он становится основополагающим для внесения изменений в законодательство о налогах и сборах. Его также можно использовать для оценки прогнозируемой налоговой политики государства.

Что нового в налогообложении нас ждет в будущем? Ознакомимся с мероприятиями в области налоговой политики, которые планируются на 2014 и на плановый период 2015 и 2016 годов [3].

Первостепенной задачей остается пополнение бюджета Российской Федерации, за счет увеличения налоговых ставок, изменения правил исчисления и уплаты различных налогов, принятия изменений в области налогового администрирования. В среднесрочной перспективе планируется снижение налоговой нагрузки на труд и капитал, повышение – на потребление и дорогую недвижимость, на доходы, возникающие при добывче природных ресурсов. Появится новое налогообложение в области недвижимого имущества.

Все меры в области налоговой политики в документе разделены на меры налогового стимулирования и меры, повышающие доходы бюджетной системы. Осуществив преобразования, выраженные в Основных направлениях налоговой политики, налоговая система станет некоторым механизмом, способствующим экономическому росту, уменьшению налогового бремени, развитию предпринимательства, расширению производства, развитию инновационной деятельности и, соответственно, улучшению качества жизни населения.

Однако говорить о больших перспективах налоговой политики Российской Федерации еще рано, так как налоговая система достаточно молодая и требует значительных доработок.

Социальное и экономическое развитие регионов во многом определяется региональной политикой государства.

Региональная политика является составной частью государственного регулирования. Она включает в себя комплекс законодательных, административных и экономических мер, способствующих наиболее рациональному размещению производительных сил и выравниванию уровня жизни населения.

Структура региональной политики представлена на рис. 1.

Реализация бюджетной региональной политики заключается в формировании механизма использования бюджетных средств и распределения их между регионами.

Социальной политикой происходит определение условий и требований к хозяйствующим субъектам ради достижения внеэкономических целей.

Ценовая политика представляет собой реализацию процесса государственного регулирования цен, определение способов и форм этого регулирования.

Инвестиционной политикой осуществляются меры по поддержке инвестиционной активности хозяйствующих субъектов, распределению бюджетных капиталовложений.

Структурная политика представляет собой комплекс мероприятий по поддержке и реструктуризации предприятий.



Рис. 1. Структура региональной политики государства

Налоговая политика занимает важное место в региональной политике государства. Региональная налоговая политика является составной частью государственной налоговой политики. Они структурно связаны между собой. Особенностью региональной налоговой политики является ее привязанность к потребностям региона и его производственно-финансовому потенциалу.

Налогообложение на региональном уровне выступает инструментом достижения высокого уровня экономического развития страны и оказывает влияние на структуру производства и его объемы, что соответственно сказывается на росте валового регионального продукта, на инновационном и инвестиционном развитии, на усилении или ослаблении социального неравенства.

Рассматривая историю налогообложения, можно заметить, что при разработке налоговой политики, на всех уровнях власти, основной упор делался на регулирующую и фискальную функции налогов. Такая ситуация характерна и для настоящего времени.

Региональная налоговая политика – это деятельность региональных органов государственной власти по управлению различными элементами региональных налогов (ставки, льготы, период) участниками налоговых правоотношений, региональным налоговыми законодательством [1, с. 16].

Процесс осуществления региональной налоговой политики можно представить в два этапа: формирование и реализация (рис. 2).

В процессе реализации налоговой политики совершенствуется налоговая система региона и методы эффективного управления. Отметим, что процесс осуществления региональной налоговой политики корректируется в соответствии с экономической стратегией развития государства.

Деятельность по оценке эффективности региональной налоговой политики включает:

- определение налогового потенциала региона и перспектив его развития;
- определение социально-экономических целей региона, способов их достижения;
- определение плановых показателей реализации налоговой политики (в основе лежат конкретные экономические показатели: собираемость налогов, уровень благосостояния населения, инвестиционная активность);
- сопоставление достигнутых результатов с плановыми показателями, выработка мер по корректирующим действиям;
- оценка эффективности реализованной налоговой политики, сопоставление с планом развития региона.

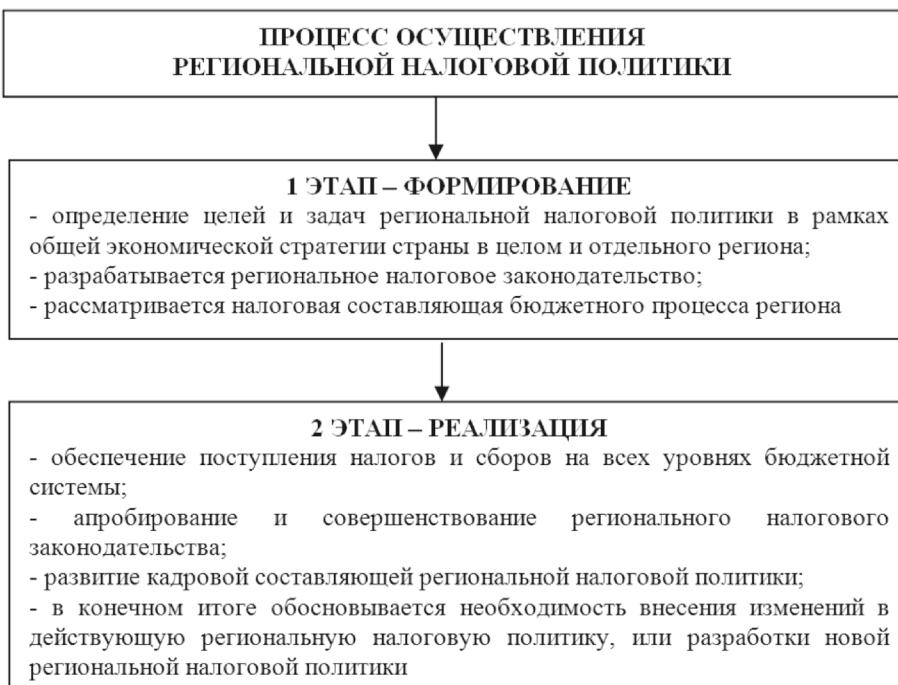


Рис. 2. Схема реализации региональной налоговой политики (составлено автором на основе [1])

Воздействие на налоговую политику региона оказывают следующие элементы:

- финансовое и кредитное обеспечение;
- материальное и техническое обеспечение;
- организационное, нормативное, правовое обеспечение (законы, указы, приказы, постановления, методические рекомендации);
- наличие высококвалифицированных кадров;
- обеспечение информационными технологиями.

В налоговой политике одной из самых сложных задач считается создание адекватной налоговой системы, результатом которой является эффективное регулирование социально-экономических процессов, связанных с формированием, распределением и использованием доходов.

Анализируя действующую налоговую политику и сложившееся распределение финансово-налоговой компетенции Российской Федерации, можно говорить «о невозможности реализации субфедеральными органами власти современной региональной налоговой политики» [1].

Формирование налоговой системы на региональном уровне осуществляется на основе Налогового кодекса, который регламентирует налоговую компетенцию всех участников налоговых отношений, а также официальные подходы и принципы к построению налоговой системы Российской Федерации.

Налоговая компетенция органов власти разного уровня определена в статье 5 и 12 Налогового кодекса, которая заключается в следующем:

- в Налоговом кодексе устанавливается полный перечень налогов: федеральных, региональных и местных;
- региональные власти и органы местного самоуправления сами определяют, вводить или не вводить определенные Налоговым кодексом региональные и местные налоги (для этого должны быть приняты соответствующие нормативные документы);
- в Налоговом кодексе определены элементы налоговых обязательств по региональным и местным налогам;
- Налоговым кодексом установлено право региональных и местных властей самостоятельно устанавливать ставки налогов (в пределах разрешенных), сроки и порядок уплаты налогов, установление оснований и порядка применения налоговых льгот.

За счет реализации региональной налоговой политики происходит формирование федерального, регионального и местных бюджетов, средства которых направляются на развитие предпринимательской деятельности, производства, стимулирование инвестиционной деятельности.

Известно, что структура налоговой системы Российской Федерации определена статьей 13 Налогового кодекса, согласно которой наиболее доходные налоги относятся к федеральному уровню, и поэтому возможности реализации эффективной налоговой политики властей регионального уровня крайне малы. К тому же уровень доходов регионального бюджета напрямую зависит от положений федерального законодательства, который, в свою очередь, направлен на централизацию финансовых ресурсов на федеральном уровне. Рассмотрим соотношение федерального бюджета и бюджета субъектов РФ с 2001 по 2012 год (таблица).

Таблица

**Соотношение доходов различных бюджетов Российской Федерации
в период с 2001 по 2012 гг. (в процентах) [1, 2]**

| Годы | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Всего доходов | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Федеральный бюджет | 49 | 59 | 62 | 46 | 52 | 49 | 48 | 45 | 40 | 42 | 46 | 47 |
| Бюджет субъектов | 30 | 28 | 28 | 37 | 37 | 42 | 44 | 46 | 49 | 48 | 45 | 44 |
| Местный бюджет | 21 | 13 | 10 | 17 | 9 | 9 | 8 | 9 | 11 | 10 | 9 | 9 |

Как видно из таблицы, с 2001 по 2005 год в уровне доходов федерального и регионального бюджетов наблюдается большая разница, это связано с централизацией большей части доходов на федеральном уровне. Начиная с 2006 года, можно заметить некоторое выравнивание в соотношениях регионального и федерального бюджетов.

Высокую долю доходов бюджета субъектов Российской Федерации составляют поступления от регулирующих налогов и безвозмездные перечисления из федерального бюджета.

Состав регулирующих налогов определен в Бюджетном кодексе РФ, который включает налог на имущество, налог на игорный бизнес, транспортный налог, долю налога с дохода физических лиц, налог на прибыль по специальным налоговым режимам, налог на добычу полезных ископаемых и акцизы, не отнесенные к федеральному бюджету. Существующий в настоящее время процесс распределения региональных доходов приводит к низкой заинтересованности субъектов РФ к увеличению налогового потенциала.

Безвозмездные перечисления или межбюджетные трансферты из федерального бюджета включают в себя дотации, субсидии, субвенции и предоставление бюджетных кредитов региональному и местному бюджету.

Рассмотрим изменение величины межбюджетных трансфертов с 2001 по 2012 годы в целом по Российской Федерации (рис. 3). На рисунке видно, что величина межбюджетных трансфертов из федерального бюджета в бюджеты субъектов РФ за анализируемый период постоянно увеличивалась. Это связано с необходимостью поддержки регионов во время экономического кризиса, а также с экономической политикой государства, направленной на снижение неравенства в социальном и экономическом развитии регионов.

Следовательно, выравнивание доли регионального и федерального бюджетов с 2006 по 2012 гг. могло произойти за счет увеличения доли безвозмездных пожертвований со стороны федерального бюджета.

Доходы от налогообложения различных регионов отличаются, что в свою очередь приводит к неравенству между регионами и, соответственно, ухудшается общая оценка эффективности налоговой политики в стране. Это является веским основанием для перевода некоторых федеральных налогов в региональный и местный бюджеты.

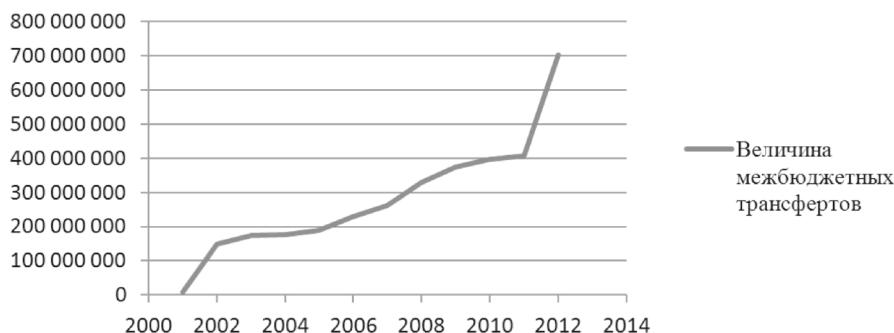


Рис. 3. Изменение величины межбюджетных трансфертов, млн. руб. [2]

Рассмотрим на примере регионов России структуру (по бюджетам) и величину налоговых поступлений за 2012 год (рис. 4).

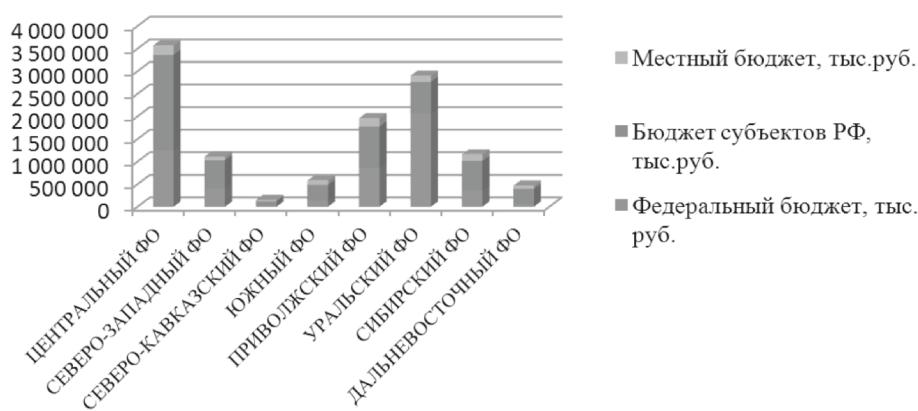


Рис. 4. Структура и величина налоговых доходов за 2012 год по регионам РФ, млн. руб. [2]

Из рисунка видно, что разница в налоговых доходах регионов РФ сохраняется. В данном случае при анализе по Федеральным округам она во многом объясняется различиями в географическом положении, наличии природных ресурсов, присутствием в составе округов крупных городов-мегаполисов.

Таким образом, для эффективного развития региональной налоговой политики необходимо формирование адекватной законодательной базы, соответствующая стратегии развития страны, обеспечивающая стабильное финансовое благополучие и реальную заинтересованность региона в увеличении дохода, способствующая увеличению инвестиционной привлекательности.

Следовательно, для формирования эффективной региональной налоговой политики на современном этапе важно:

- увеличить количество налогов, закрепленных за регионами и местными самоуправлениями, что автоматически приведет к повышению заинтересованности регионов в осуществлении эффективной налоговой политики;
- расширить налоговую компетенцию в области специальных налоговых режимов;
- укрепить финансовые основы деятельности регионов и муниципальных образований, для выработки реальной заинтересованности в наращивании налогового потенциала.

Полагаем, что при разработке налоговой политики региона необходимо учитывать отраслевую специфику, географическое положение, конкретные условия деятельности в регионе, определять соответствие государственных и региональных целей, необходимых для выработки адекватной стратегии развития и правильного выбора налогового механизма для достижения данных целей. А также необходимо постоянно проводить оценку эффективности принятых мер и степени их влияния на экономическое и социальное развитие страны (региона).

Список библиографических ссылок

1. Лях О.А. Гринкевич А.М. Региональная налоговая политика России на современном этапе // Известия Томского политехнического университета, 2008, № 6. – С. 16-18.
2. URL: <http://www.nalog.ru/>. Официальный сайт Федеральной налоговой службы (дата обращения 03.03.2013).
3. Основные направления налоговой политики Российской Федерации на 2014 год и на плановый период 2015 и 2016 годов/ URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70292510/> (дата обращения 18.01.14).

Evstafieva A.Kh. – candidate of economic sciences, associate professor

E-mail: evalsu@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Implementation of the tax policy of the Russian Federation at the regional level

Resume

Tax policy is a set of measures in the field of taxes and fees, and varies depending on the set of socio-economic goals of the state and region. Through the implementation of regional tax policy is the formation of the federal, regional and local budgets, funds which are directed to the development of entrepreneurship, production, promotion of investment and innovation. Prerequisite implemented tax policy in the region should be its effectiveness, so as soon as the effective tax policy promotes the growth of all socio-economic indicators. Not effective solutions entail reduction of economic growth, the development of the «shadow» economy, which is accompanied by a decrease in tax revenues. However, not only tax policy affects the development of the region, but also the economy of the region, the country and, in general, the global economy affect the formation and direction of tax policy. We believe that to improve the mechanism of the relationship between various levels of government, raising the interest of regional authorities to increase tax revenues in the region, using modern methods of tax administration can achieve a significant increase in private security in the region, which will allocate funds to improve its social and economic development.

Keywords: tax system, the model of tax policy, budget, tax expertise, intergovernmental transfers, the regional tax policy, tax revenues regions.

References list

1. Lyakh OA Grinkevitch AM Regional Russian tax policy at the present stage // Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, 2008, № 6. – P. 16-18.
2. URL: <http://www.nalog.ru/>. The official site of the Federal Tax Service (reference date: 03.03.2013).
3. Main directions of tax policy of the Russian Federation for 2014 and the planning period of 2015 and 2016 / URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70292510/> (reference date: 18.01.14).

УДК 338

Мустафина Л.Р. – кандидат экономических наук, доцент

E-mail: belliq@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Основные тенденции развития жилищного строительства в Российской Федерации в современных условиях

Аннотация

Ключевую социально-экономическую роль в стабилизации современного российского общества выполняет решение жилищной проблемы. Развитие жилищного строительства характеризуется обеспечением темпов строительства, сокращением бюджетного финансирования и увеличением доли внебюджетных средств. Основным источником средств, направляемых на улучшение жилищных условий, становятся сбережения граждан и банковские кредиты. Сегодня в числе приоритетных направлений социально-экономического развития Российской Федерации является формирование рынка доступного жилья. Решение этой проблемы достигается посредством повышения спроса населения с помощью развития различных механизмов кредитования и государственной поддержки.

Ключевые слова: активизация инвестиционно-строительной деятельности, повышение доступности жилья, государственно-частное партнерство, эффективность строительного производства, совершенствование форм управления жилищным фондом.

Жилищная проблема является важнейшей задачей управления развитием жилищной сферы и неотъемлемой частью общих структурных преобразований, одним из приоритетов проведения государственной социально-экономической политики, частью которой является жилищная политика. Активизация инвестиционно-строительной деятельности, способствуя увеличению объемов строительства жилья и стимулируя спрос, несомненно, скажется на повышении доступности жилья.

Сегодня обеспечение доступности жилья является ключевым направлением развития жилищного строительства на ближайшую перспективу. В связи с этим необходимо выделить следующие социально-экономические тенденции развития и функционирования жилищного строительства, позволяющие выделить наиболее важные рыночные факторы, которые формируют и прямо влияют на изменение показателя доступности жилья.

Выделение проблемы жилищного строительства в статус ключевых задач развития социального общества, формирование системных методов ее решения дает свои результаты. Анализ динамики основных показателей инвестиционной и строительной деятельности в 2000-2012 гг., позволяет сделать вывод, что в 2012 году отмечен рост инвестиций в основной капитал, составивший 15,2 % против 12,7 % в 2011 году.

Из общего объема инвестиций, направленных на строительство многоквартирных жилых домов, привлеченные застройщиками в порядке долевого участия средства населения составили 197,0 млрд. рублей, или 40,2 % (против 28,5 % в 2011 г.). Это дает основание говорить об оживлении инвестиционной активности строительной отрасли.

В 2012 году общий вклад всей строительной индустрии в ВВП России составил 5,5 %. Объем отрасли – 3,5 трлн. руб., из которых на малоэтажное домостроение приходится, по оценкам НАМИКС, около 600 миллиардов рублей, что соответствует примерно 1 % от совокупного объема ВВП, составляющего 62 трлн. руб. Таким образом, потенциальный рост «малоэтажной» отрасли даже на 10 % (примерно 60 млрд. руб.) может отразиться на динамике ВВП в пределах 0,1 % [1].

Анализ динамики ввода массового (многоэтажного) жилья и общая площадь незавершенного массового жилья в России, находившегося в стадии строительства, позволяет сделать вывод, что в 2012 году отмечен рост как введенных многоэтажных жилых домов, так и количества зданий, находящихся в незавершенном строительстве.

По итогам 2012 года, в стране было построено 65,2 млн. м² жилья, при этом современный уровень жилищного строительства по количеству введенного жилья составляет около 90 % от наибольшего ввода, достигнутого в 1987 г., который составил 72,8 млн. м².

Ввод общей площади жилья в расчете на 1000 человек населения вырос с 207 м² в 2000 г. до 459 м² в 2012 г., по сравнению с 2011 г. он увеличился на 23 м² (рис. 1).

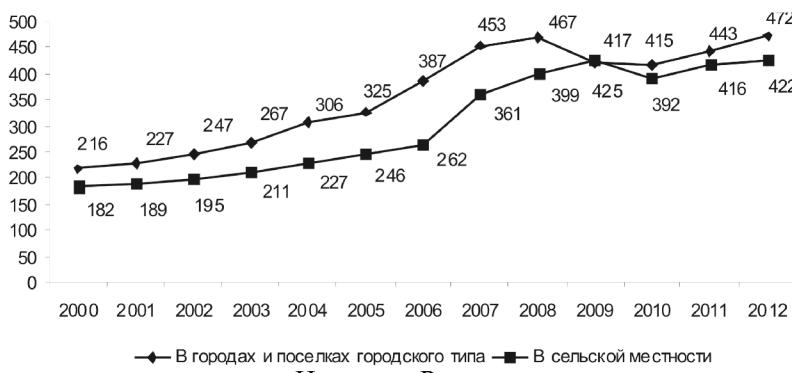


Рис. 1. Ввод в действие жилых домов в расчете на 1000 человек населения м² общей площади

В последние годы наблюдается тенденция роста ввода в действие жилых домов, построенных индивидуальными застройщиками, это свидетельствует о том, государство перестало быть основным источником в жилищном строительстве. Так, в 2012 г. индивидуальными застройщиками введено 208,5 тыс. жилых домов общей площадью 28,4 млн. м² (106,0 % к 2011 г.).

Жилищное строительство служит не только индикатором инвестиционной активности, но и привлекательности регионов для населения. Объем ввода жилья в России превысил докризисный уровень только в 2012 г., при этом в трети регионов показатели все еще ниже докризисных, в том числе в федеральных округах, Московской, Калининградской, Челябинской, Омской, Тульской областях, республике Чувашия – на 15-28 %.

В 2012 г. ввод жилья вырос почти на 5 % по сравнению с 2011 г., позитивную динамику имели 3/4 регионов. Среди регионов с душевыми показателями, равными или превышающими средние по стране, быстрее всего рос ввод жилья в Челябинской области (на 27 %), Краснодарском крае (на 17 %), Воронежской, Новгородской областях (12 %) и целой группе регионов Поволжья – Пензенской, Самарской, Ульяновской областях и республике Марий Эл (на 10-12 %).

По итогам 2012 года, наиболее значительное уменьшение объема ввода в эксплуатацию массового жилья было зафиксировано в Центральном федеральном округе. Средняя площадь многоэтажных (массовых) жилых домов в 2005-2011 гг. сокращалась, несмотря на рост совокупных объемов введенной площади и количества домов, что объяснимо ростом цен на жилье, обусловившим переориентацию на квартиры меньшей площади.

Оценивая результаты рыночных преобразований в современном жилищном строительстве России, следует отметить, что объем жилищного строительства с конца 80-х гг. снизился более чем вдвое (табл.).

Тем не менее, рост ввода жилья за последнее время не скрашивает неблагополучного состояния, выраженного в обеспеченности граждан жильем.

Кроме недостатка инвестиций в жилищное строительство, существует проблема старения и вывода из состава жилищного фонда изношенного жилья. Объемы ввода нового жилья недостаточны для замещения неблагоустроенного жилья в необходимых масштабах. Объемы ввода нового жилья недостаточны для замещения неблагоустроенного жилья в необходимых масштабах. Причиной данному обстоятельству является увеличение объемов и доли ветхого и аварийного жилищного фонда (к примеру, износ жилищного фонда составляет в среднем 60 %), которое также не компенсируется достаточным вводом нового жилья.

Так, по данным Госкомстата общая потребность населения России в жилье составляет

1,5 млрд. м², или 46 % существующего жилищного фонда. В 2012 году ввели 65,2 млн. м², поэтому для того, чтобы выйти на 1,5 млрд. м², надо по крайней мере лет 20-25 [2].

Таблица
Ввод в действие жилых домов в России¹

| Годы | Всего построено, млн. м ² общей площади | в том числе | | Удельный вес в общем вводе, процентов | |
|-------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|
| | | населением за счет собственных и заемных средств | жилищно-строительными кооперативами | жилых домов населения | жилых домов жилищно-строительных кооперативов |
| 1918-1928 | 129,9 | 113,9 | - | 87,7 | - |
| 1929-1932 | 38,3 | 15,2 | - | 39,7 | - |
| 1933-1937 | 44,6 | 17,7 | - | 39,7 | - |
| 1938 - I полугодие 1941 | 54,1 | 28,9 | - | 53,4 | - |
| II полугодие 1941-1945 | 60,8 | 35,0 | - | 57,6 | - |
| 1946-1950 ¹⁾ | 104,0 | 59,0 | - | 56,7 | - |
| 1956-1960 | 280,8 | 128,6 | - | 45,8 | - |
| 1966-1970 | 284,5 | 56,9 | 21,7 | 20,0 | 7,6 |
| из них 1970 | 58,6 | 9,1 | 4,8 | 15,5 | 8,2 |
| 1976-1980 | 295,1 | 22,9 | 13,5 | 7,8 | 4,6 |
| из них 1980 | 59,4 | 4,0 | 2,5 | 6,7 | 4,2 |
| 1986-1990 | 343,4 | 25,2 | 18,5 | 7,3 | 5,4 |
| из них 1990 | 61,7 | 6,0 | 2,9 | 9,7 | 4,7 |
| 1995 | 41,0 | 9,0 | 1,7 | 22,0 | 4,2 |
| 2000 | 30,3 | 12,6 | 0,7 | 41,6 | 2,4 |
| 2005 | 43,6 | 17,5 | 0,6 | 40,2 | 1,4 |
| 2006 | 50,6 | 20,0 | 0,6 | 39,5 | 1,2 |
| 2007 | 61,2 | 26,3 | 0,9 | 43,0 | 1,5 |
| 2008 | 64,1 | 27,4 | 0,6 | 42,7 | 0,9 |
| 2009 | 59,9 | 28,5 | 0,5 | 47,7 | 0,8 |
| 2010 | 58,4 | 25,5 | 0,3 | 43,7 | 0,6 |
| 2011 | 62,3 | 26,8 | 0,4 | 43,0 | 0,6 |
| 2012 | 65,2 | 28,3 | 0,4 | 42,8 | 0,6 |

Главным условием обеспечения доступности жилья для этих категорий граждан является стимулирование платежеспособного спроса при одновременном увеличении объемов ввода жилья. К сожалению, большинству россиян, рынок ничего доступного в условиях возрастающих цен на жилье предложить не может.

1. По данным Госкомстата России, только 10 % граждан имеет возможность в настоящее время приобрести или построить себе жилье, а для того, чтобы через 5 лет это мог сделать каждый третий россиянин, необходимо привлечь в жилищное строительство около 5,5 трлн. рублей, что практически невозможно при нынешней ситуации в стране.

2. Удельная жилищная обеспеченность на начало 2012 года составляет 22 м² общей площади жилья на одного человека. По сравнению с 1990 г. она увеличилась на 38 %, а за последние пять лет на – 8 %. Однако рост жилищной обеспеченности вызван не столько объемами ввода жилья, сколько сокращением численности населения. В некоторых регионах (Кировская, Ярославская области и др.) численность населения за этот период уменьшилась на 6-10 %. Значительна дифференциация жилищной обеспеченности между регионами Российской Федерации: от 14 м² на человека в Республике Ингушетия до 30 м² на человека в Чукотском АО [3].

¹ Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main/> (дата обращения: 17.03.2011).

3. Попытки решения проблемы жилищного строительства за счет бюджетного финансирования строительства в России, к сожалению, себя не оправдали. Первая программа доступного жилья для рабочих с целевым нормативом 21 м² на человека была разработана еще П.Столыпиным. В течение новейшей истории России (с начала 20-х годов XX века), когда были введены очереди на улучшение жилищных условий за счет средств государства, ситуация ежегодно ухудшалась. Наиболее системным решением было массовое строительство 60-70-х годов прошлого века. В то же время индивидуальное жилищное строительство допускалось только в малых городах и сельской местности.

Действовали жесткие ограничения на площадь загородных домов для горожан.

Лозунг 80-х об обеспечении каждой семьи отдельной квартирой не был подкреплен инструментом реализации.

Граждан отучали решать жилищную проблему своими силами. Несмотря на ежегодное увеличение объемов жилищного строительства, количество семей-очередников резко увеличивалось.

Снятие с началом рыночных реформ правовых ограничений, появление легальных альтернативных путей решения жилищной проблемы привело к сокращению количества семей – очередников на улучшение жилищных условий с 9,96 млн. семей в 1990 году до 2,82 млн. семей в 2011 году. Основная причина – недоверие граждан к возможностям государства быстро решить их жилищную проблему. Сыграло свою роль и развитие рынка жилья.

Возможность бесплатной приватизации жилищного фонда привела к росту доли частного (индивидуального) жилищного фонда с 30 % (в основном в сельской местности) до 86 %. В 2011 году частный жилищный фонд составлял более 2 млрд. 753 млн. м² общей площади жилья (рис. 1).

При этом, решая задачу капитализации собственности, процесс приватизации жилищного фонда не обеспечил повышения эффективности ее эксплуатации.

4. Угроза прекращения бесплатной приватизации стимулировала всплеск приватизационной активности населения. Однако продление этого процесса практически ликвидировало категорию социального жилья, каковым являлся весь построенный за счет государства жилищный фонд. В большинстве зарубежных стран категория жилья социального использования четко очерчена и formalизованы критерии на право его получения и пользования им. В основном, эти критерия связаны с доходами семей, требуют систематического подтверждения и имеют ограниченный срок. Преобладание популистских настроений при определении соответствующих критериев в Российской Федерации фактически ликвидировало возможность формирования жилищного фонда социального использования для малообеспеченных групп найма для использования молодыми семьями, переселенцами.

Снятие ограничений на самостоятельное решение гражданами жилищной проблемы сопровождалось неграмотностью населения. Не получила развития система доходных домов из-за стремления сократить бюджетные расходы на жилищное строительство и ремонт жилья. Такая концепция экономии бюджетных средств в результате жилищной реформы проявляется до сих пор и является не оправданной с точки зрения социальной справедливости и экономической целесообразности. Уменьшение финансирования жилищного строительства привело к существенному падению объемов ввода жилья [4].

Объемы ввода жилищного фонда, которые за пять лет увеличились с 0,35 до 0,41 м² на человека, недостаточны для нормального его воспроизводства и обеспечения комфортности проживания. Предусмотренный на 2013 год ввод 66,2 млн. м² /142,9 млн. чел. (около 0,46 м² на чел. в год) также не решит проблему повышения доступности и комфортности жилищ. Перспективным критерием является ввод не менее 1 м² на человека.

5. Рынок жилья существенно разбалансирован. Анализ показывает, что потребность в жилье только очередников превышала фактический ввод жилья в 1990 году в 8,7 раз, в настоящее время имеет место 3-кратное превышение. Так, к примеру, более 40 % населения России живет в не отвечающих современным требованиям домах. Около 2,8

млн. семей принято на учет в качестве нуждающихся в жилых помещениях.

Однако, несмотря на то, что в последнее время сформировался некий баланс между предложением жилья и спроса очередников, это не означает полного баланса спроса-предложения, поскольку жилье покупают не очередники, но характеризует общую динамику рынка жилья.

Так, при суммарном масштабе первичного и вторичного рынка жилья не более 1,5 % от жилищного фонда срок ожидания очередниками существенно не сократится. «Разогрев» цен, в том числе спросом, не сбалансированным с предложением, ростом обременения привел к увеличению разрыва между себестоимостью строительства и продажной ценой 1 м² (рис. 2).

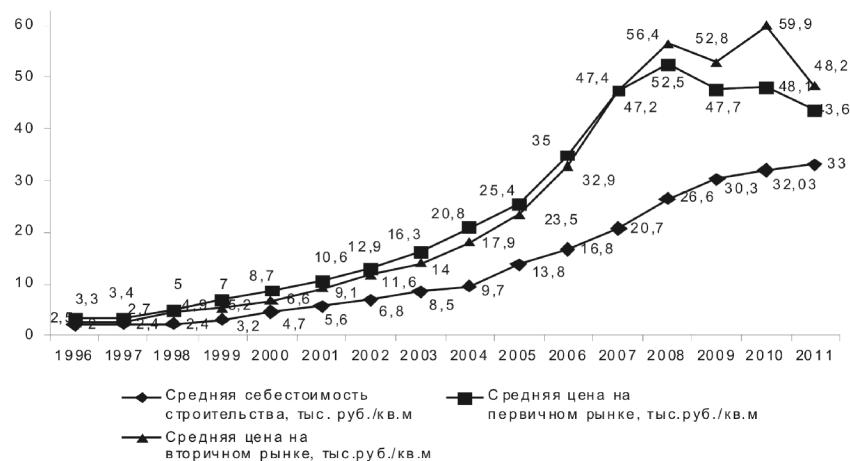


Рис. 2. Динамика изменения стоимости 1 м² жилья

6. Коэффициент доступности жилья (в соответствии с методикой ФЦП «Жилище» рассчитывается на основе значений следующих показателей: средней цены 1 м² жилья, среднедушевых денежных доходов, умноженных на 3 (семья из трех человек), и соответствующего данному размеру семьи социального стандарта площади жилья 54 м²) снизился с 4,4 в 2002 г. до 4,1 в 2003 г., а к 2008 г. увеличился на уровне 5,7. Однако к 2011 году данный коэффициент резко упал до 3,6, а в 2012 году коэффициент доступности на первичном рынке жилья по Российской Федерации для типовых квартир составил 3,27, что характеризует положительную динамику. По своей экономической сути данный показатель характеризует лишь один из факторов доступности жилья, а именно соотношение цен на рынке жилья и уровня доходов населения [3]. В общем, доступность жилья отстает от запланированной программой «Жилище» на 2012 год – 3,6 (рис. 3).

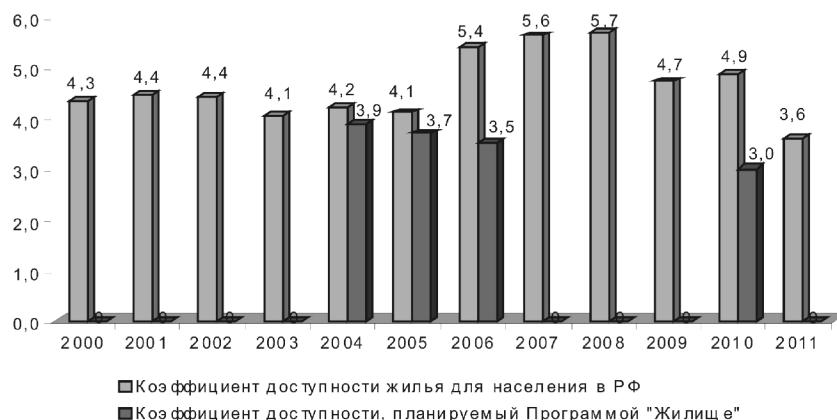


Рис. 3. Коэффициент доступности жилья

7. По данным выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств, около 5,7 % домохозяйств не удовлетворены своими жилищными условиями. Причинами неудовлетворенности (по данным комплексного наблюдения условий жизни населения) для 27,6 % домохозяйств является стесненность проживания. По домохозяйствам с детьми эта доля составляет 48,6 %. Примерно каждое четвертое домохозяйство указало на недостаток тепла и на проблемы с шумоизоляцией в своем жилище, каждое десятое домохозяйство оценивает состояние своего жилого помещения как плохое или очень плохое [5].

Намерения улучшить свои жилищные условия в ближайшие 2-3 года имеют около 10 % домохозяйств, треть из них собираются купить другое жилье, в основном на рынке вторичного жилья, или построить новый дом для постоянного проживания. Для покупки (постройки) другого жилья эти домохозяйства намерены использовать собственные средства – 39,2 %, средства от продажи имеющегося жилья – 36,6 %, ипотечные кредиты – 31,4 % и средства материнского капитала – 19,7 % домохозяйств.

Порядка 36,6 % россиян планируют приобрести жилье самостоятельно, порой и за счет старого имеющегося жилья. Более 31 % предполагают воспользоваться ипотечным кредитованием, 3,7 % рассчитывают на получение субсидий от государства. Наибольшей популярностью из госсубсидий пользуется материнский капитал, которым предполагает воспользоваться 19,7 % граждан для приобретения квартиры.

В настоящее время около 2,8 млн. семей (2 % населения страны) признаны остро нуждающимися в улучшении жилищных условий и являются очередниками по критерию обеспеченности удельной площадью жилья. По мере развития рыночных механизмов решения жилищной проблемы в очереди остались в основном семьи с низкими доходами.

Таким образом, ключевыми направлениями развития жилищного строительства на ближайшую перспективу определены: обеспечение доступности жилья, строительство жилья экономического класса, развитие финансовых механизмов и новые формы управления жилищным фондом. Жилищные условия в значительной степени определяют качество жизни населения и влияют на динамику демографических процессов, экономическую активность населения и производительность труда. Поэтому, адекватность и доступность жилья являются важнейшими факторами социально-экономического развития страны. К сожалению, несмотря на положительную динамику показателя доступности жилья, существует ряд проблем, которые необходимо решать в рамках формирования доступного жилья:

1. Показатель доступного жилья сильно отличается от реальной доступности жилья, поскольку не учитывает текущих расходов домохозяйств, и далек от зарубежных критерииев.

2. Осуществление комплексного жилищного строительства должно осуществляться на условиях государственно-частного партнерства и бюджетного софинансирования в части инфраструктурных инвестиций и строительства жилья по социальным и целевым программам с привлечением средств местных, региональных и федерального бюджетов [6].

3. Повышение платежеспособности населения как важнейшее условие обеспечения доступности жилья и развития рынка жилья в стране должно осуществляться посредством развития системы финансовой поддержки граждан с учетом их реальных доходов и платежеспособности на рынке жилья. Поэтому основным направлением формирования современного рынка жилья является развитие новых финансовых кредитных механизмов. Важно повысить доступность ипотечного кредитования и жилищных строительных сбережений, снизить первоначальный взнос и ставку кредитования, посредством применения новых способов кредитования на основе дифференцированного подхода распределения доходов граждан.

4. Для совершенствования форм управления жилищным фондом необходимо развивать институты кооперативов собственников квартир и совершенствовать механизм по созданию объектов кондоминиума. В целях углубления проводимых преобразований и повышения доступности жилья, а также оптимизации жилищных отношений необходимо разработать программу развития жилищно-строительной кооперации.

5. Несмотря на рост объемов инвестиций и экономический подъем, темпы строительства и модернизации объектов коммунальной инфраструктуры значительно отставали от темпов жилищного строительства. Недостаток мощностей предприятий

коммунального комплекса на территориях застройки и отсутствие свободных земельных участков, обустроенных объектами коммунальной инфраструктуры, также является одним из основных факторов, сдерживающих развитие жилищного строительства. Поэтому развитие коммунальной инфраструктуры должно проходить посредством формирования инвестиционных программ и должно быть согласовано с программами развития жилищного строительства, что, в свою очередь, обеспечит существующие объекты и новое строительство качественными коммунальными услугами, бесперебойное обеспечение городов и поселений энерго- и водными ресурсами.

6. Важнейшим фактором повышения эффективности строительного производства, обеспечения конкурентоспособности строительных организаций, снижения себестоимости и повышения доступности жилья является инновационно-инвестиционное развитие жилищного строительства. Основой инновационного развития отрасли является модернизация предприятий строительного комплекса, широкое применение новых эффективных технологий, обеспечивающих снижение себестоимости строительной продукции, ресурсо- и энергосбережение как при создании, так и при эксплуатации зданий и сооружений.

7. Значимость строительного комплекса в экономике страны определяется его ролью в формировании и обновлении производственно-технического потенциала всех отраслей. Основными задачами развития производственно-технического потенциала экономики являются обеспечение доступности земельных участков для потенциальных инвесторов на основе формирования целостной и прозрачной системы землепользования, модернизации материально-технической базы строительства, увеличение мощностей производства строительных материалов и развитие местной сырьевой базы.

Таким образом, приоритетные направления развития жилищного строительства, в целом, формируют точки роста экономики страны и позволяют оценить деятельность развития рынка доступного жилья.

Список библиографических ссылок

1. Федеральная служба государственной статистики URL: <http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main/> (дата обращения: 17.03.2011).
2. Федеральная целевая программа на 2002-2010 гг. «Жилище». URL: <http://fcfdom.ru/> (дата обращения: 17.03.2011).
3. Мустафина Л.Р., Афанасьева А.Н., Ланцов В.М. Социальные аспекты решения проблемы доступности жилья для населения (на примере Республики Татарстан) // Проблемы современной экономики, 2012, № 3 (43). – С. 272-275.
4. Мустафина Л.Р., Ланцов В.М. Стратегия развития жилищной политики в Республике Татарстан // Проблемы современной экономики, 2012, № 2 (40). – С. 295-299.
5. Загидуллина Г.М., Зарипова А.В. Инновационный аспект инвестиционно-строительного кластера Республики Татарстан // Известия КГАСУ, 2012, № 1. – С. 159-163.
6. Романова А.И., Загидуллина Г.М., Миронова М.Д. Инновационные подходы в управлении ЖКХ // Вестник Казанского технологического университета, 2009, № 3. – С. 45.

Mustafina L.R. – candidate of economical sciences, associate professor

E-mail: belliq@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

The main trends in the development of housing in the Russian Federation in modern conditions

Resume

A key socio-economic role in the stabilization of the contemporary Russian society performs the solution of the housing problem. Housing development is characterized by the

pace of construction, budget cuts and the increase in the share of extrabudgetary resources. The main source of funds for the improvement of housing conditions, become the savings of citizens and bank loans. Today, among the priorities of socio-economic development of the Russian Federation is the formation of the market of affordable housing. The solution to this problem is achieved by increasing demand through various credit mechanisms and State support. The housing problem is a major task of development management of housing and an integral part of overall structural reforms, one of the priorities of State social and economic policy, part of which is the housing policy. Increased investment and construction activities, contributing to the increase in housing construction and stimulating demand, will certainly have an impact on increasing the affordability of housing. Thus, the key areas of housing development for the nearest future are defined: to ensure the affordability of housing, housing economy, development of financial mechanisms and new forms of housing management.

The significance of the building complex in the economy of a country is determined by its role in the development and upgrading of the technological capacity of all branches. The main objectives of the development of industrial and technical capacity of the economy is to ensure the availability of land for potential investors through the establishment of coherent and transparent land administration system, modernization of material and technical base of the building, increase the production of building materials and the development of local raw materials. Thus, priority areas for housing development, in General, form the point of growth of the economy and allow you to evaluate the development of the market of affordable housing.

Keywords: enhancing investment and construction activity, increase the affordability of housing, public-private partnership, the effectiveness of building production, improve the forms of housing management.

Reference list

1. List of references the Federal State statistics service. URL: <http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main/> (date: 03/17/2011).
2. The federal target programme for 2002-2010. «Housing». URL: <http://fcpdom.ru/> (date: 03/17/2011).
3. Mustafina L.R., Afanasjeva A.N., Lantsov V.M. Social aspects of the decision of a problem of availability of habitation for the population (by the example of Tatarstan Republic) // Problems of modern economy, 2012, № 3 (43). – P. 272-275.
4. Mustafina L.R., Lantsova V.M. strategy for the development of housing policy in the Republic of Tatarstan//problems of modern economics, 2012, № 2 (40). – P. 295-299.
5. Zagidullina G.M., Zaripova A.V. Innovative aspect of investment-building cluster of the Republic of Tatarstan // News of the KSUAE, 2012, № 1. – P. 159-163.
6. Princess A.I., Mironova M.D., Zagidullina G.M. Innovative approaches in the management of PUBLIC UTILITIES//Bulletin of the Kazan University, 2009, № 3. – P. 45.

УДК 338.49

Романова А.И. – доктор экономических наук, профессор

E-mail: aiso@kgasu.ru

Буркеев Д.О. – аспирант

E-mail: burkeev@gmail.com

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Совершенствование качественной составляющей строительных работ и ремонтных услуг

Аннотация

Жилищная среда является основополагающим фактором развития общества и страны в целом. Сегодня можно констатировать тенденцию роста объемов вводимого жилья практически во всех регионах страны, однако значительная часть жилищного фонда в городах страны не удовлетворяет потребности населения по качественным характеристикам, техническому содержанию и уровню благоустройства, особенно в сельской местности. В этих условиях необходимо уделить больше внимания вопросам капитального ремонта и реконструкции жилищного фонда, что позволит не только увеличить объем вводимого жилья, но и существенно повысить качество жизни граждан, в соответствии с современными техническими тенденциями, учетом экономических интересов и здоровья населения.

Ключевые слова: качество работ, строительство, ремонтные услуги.

Неправильно и некачественно построенные объекты жилого, коммерческого, социального, культурного назначения представляют угрозу безопасности общества, нарушают эстетический, исторический облик городов, негативно влияют на социальные настроения в обществе и на качество жизни граждан.

К сожалению, на сегодня в нашей стране имеется тенденция, когда население получает доходы ниже прожиточного минимума (рис. 1). Это негативно сказывается не только на качестве их жизни, но и на жизни окружающих, возможность приобретения жилья у данной категории граждан крайне мала.

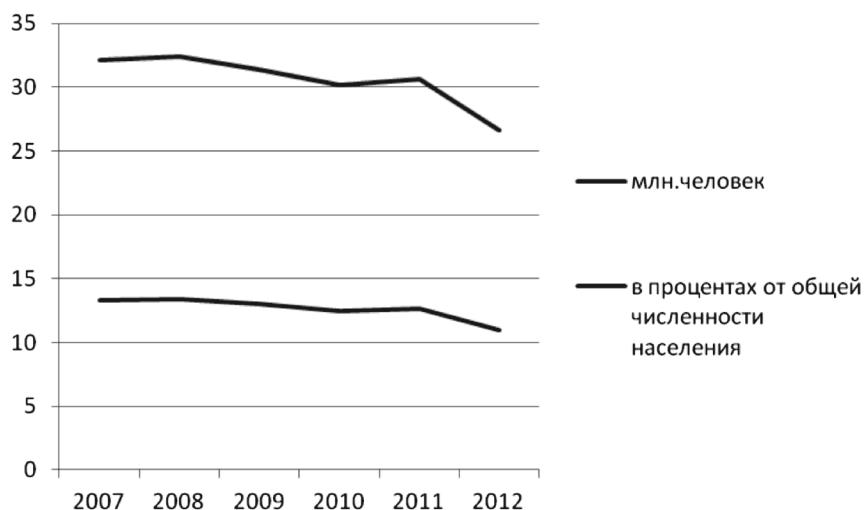


Рис. 1. Численность населения Российской Федерации с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума (составлено автором)

Управление жилищной сферой имеет ряд особенностей, таких как:

- влияние экономических, технических и социальных характеристик, подходы к управлению зависят от характеристик объекта;

- обусловленная особенностями жилья необходимость постоянного совершенствования управленческих механизмов, так как характеристики инфраструктуры жилого помещения меняются и требуют корректировки;
- сложность в принятии управленческих решений, обусловленная большим количеством собственников на один объект.

Управление жилищной сферой призвано выполнять следующие функции:

- проведение работ по планированию и прогнозированию (составление планов, разработка программ);
- непосредственное руководство;
- принятие организационных мер;
- координация и распределение обязанностей между участниками данного вида деятельности;
- постоянный контроль.

Итак, управление жилищной сферой должно быть призвано максимально и рационально обеспечивать эффективное использование объекта, механизм управления должен быть прозрачен и предельно ясен для всех участников правоотношений.

На основе вышесказанного, авторы считают возможным дать следующее определения понятия управления жилой сферой: **управление** подразумевает собой сознательную систематическую целенаправленную деятельность по обеспечению эффективного и безотказного функционирования объекта управления, с учетом изменений внешней среды.

Рассмотрим влияние процесса управления многоквартирным домом на его технические, экономические и эксплуатационные характеристики.

| Состав категории «управление качеством жилой среды» | Техническая составляющая | Экономическая составляющая | Организационная составляющая |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Цели управления | Комфортность Безопасность | Доступность | Повышение качества и конкурентоспособности |
| Текущий способ реализации цели управления | Сохранение эксплуатационных характеристик объекта | Рациональное управление доходами и расходами в эксплуатационной фазе | Рациональное использование и распределение прав на объекты |
| Сохранение долговечности объекта, его эксплуатационных и функциональных характеристик | | | |
| Модернизация способа реализации цели управления | Учет потребностей людей с ограниченными возможностями здоровья | Планирование конкурентных преимуществ, с учетом инновационного развития региона | Введение электронной площадки качественных ресурсов |

Рис. 2. Состав категории «управление качеством жилой среды»

На схеме видно, что от грамотного и рационального управления объектом недвижимости зависит его долговечность на всем периоде эксплуатации.

Существует системный подход, который позволяет оценивать и учитывать взаимодействие и взаимосвязь объектов управления, позволяет определять переменные и ограничения, целью которых является развитие всей системы в целом. Контроль качества какой-либо продукции представляет собой проверку соответствия продукции установленным требованиям (российским ГОСТ, международным ISO), в процедуру контроля качества могут входить различные испытания, измерения и анализ.

По мнению авторов, качество и безопасность жилищной сферы определяет благосостояние населения, структурирует и систематизирует приоритеты населения, именно состояние жилищной сферы для населения является основополагающим, влияет на ценностные ориентиры, играет важную роль в развитии личности в целом.

Качество жилья зависит от различных факторов: инфраструктура, местоположение, благоустройство, безопасность и надежность здания, его физический и моральный износ, благоустройство земельного участка, наличие парковочных мест и т.д.

С экономической точки зрения, жилищная сфера в целом привлекательна для инвесторов, является показателем благосостояния региона и страны в целом. Постоянно возрастающие требования к качеству жилья существенно увеличивают его рыночную стоимость. Так, качество жилищной сферы определяется технической составляющей. Так как жилищная сфера является совокупностью объектов жилищного, административного, культурного назначения, а также объектов инфраструктуры, то жилищная сфера представляет собой комплекс сложных архитектурных, технологических, конструктивных элементов, от состояния которых зависит уровень и качество жизни населения.

Немаловажную роль играет социальная составляющая жилищной сферы. От нее зависят возможность удовлетворения основных нужд населения и концентрация жизненно важных интересов населения [1].

Особое внимание необходимо уделить понятию «Доступность жилой среды». Сегодня в мировом сообществе ведется колossalная работа по приведению городской, междугородней и вообще всей инфраструктуры к доступности для людей с ограниченными возможностями здоровья. Данная проблема ранее игнорировалась, зачастую инвалиды и люди с ограниченными возможностями попросту не имели возможности выйти на улицу в магазин за продуктами, либо совершить коммунальные платежи, не говоря уже о прогулках по городу.

В России, как и в других странах мирового сообщества, началась работа по приведению жилой среды к доступности для людей с ограниченными возможностями. Введена программа «Доступная среда» на 2011-2015 годы. Сегодня проблема людей с ограниченными возможностями стоит на контроле на самом высоком уровне: Правительство РФ пытается создать все условия для того, чтобы люди с ограниченными возможностями не чувствовали себя ущемленными и могли вести полноценную жизнь. Для удобства и комфорта передвижению по городу для инвалидов делается следующее: производится укладка дорожек из тактильной плитки, устраиваются пандусы, устанавливаются лифты для колясок и специальные санузлы в общественных местах, устанавливаются светофоры, имеющие звуковое оповещение и выполняются другие работы по адаптации города к условиям «Доступной среды». Основной целью данной программы является обеспечение к 2016 году условий беспрепятственного доступа к приоритетным объектам и услугам в приоритетных сферах жизнедеятельности инвалидов и других маломобильных групп населения. Программа разделена на два этапа: 2011-2012 годы и 2013-2015 годы.

Приведем некоторые показатели реализации программы для наглядности.

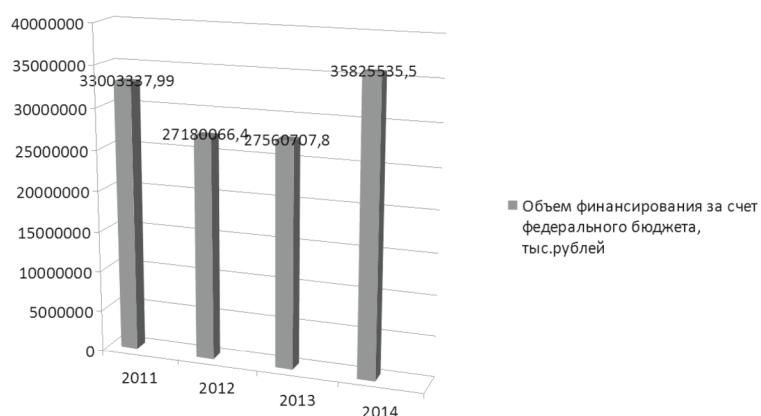


Рис. 3. Распределение средств по субъектам РФ,
составлено авторами по материалам портала <http://www.gks.ru/>

Авторы полагают, что необходим иной подход к обоснованию термина «качество жилой среды». То, как человек оценивает уровень соответствия жилой среды требованиям безопасности, комфортности и рациональности, формирует основу оценки соответствия среды проживания заявленным характеристикам. Жилая среда – это система, призванная служить жизнедеятельности людей, их питанию, активному и пассивному отдыху, сну и т.д.

Итак, нами предлагается введение понятия «Доступность жилой среды» в определение категории «качество жилой среды», учитывая интересы инвалидов и людей с ограниченными возможностями здоровья.

Таблица

**Учет интересов людей с ограниченными возможностями здоровья
при формировании категории «качество жилой среды»**

| Критерий оценки качества жилой среды | Основные понятия и показатели |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Безопасность | Строгое соблюдение технических норм и правил во время строительства и эксплуатации здания. Проведение в указанные сроки всех необходимых работ по обслуживанию и капитальному ремонту здания. |
| 2. Комфортность | Комплекс характеристик, учитывающих гигиену, экологическую обстановку, функциональное обеспечение здания и объектов инфраструктуры, эстетическое восприятие и т.д. |
| 3. Рациональность | Капитальность здания, характеризующая его срок службы, затраты на проведение технического обслуживания и капитального ремонта за весь срок службы здания, физический, моральный износ и др. |
| 4. Доступность (авторский подход) | Учет потребностей людей с ограниченными возможностями здоровья, устройство «безбарьерной среды обитания» на всех объектах жилой среды. |

Обратим внимание, что мы предлагаем связывать доступность жилой среды, в первую очередь, с учетом проблем людей с ограниченными возможностями здоровья, а не с экономическими возможностями населения по приобретению жилья. Каждый элемент зависит друг от друга, любое нарушение безопасности, рациональности управления объектом может привести к нарушению комфортности и доступности рассматриваемого объекта.

Управление качеством жилой среды должно отвечать следующим требованиям:

- прозрачность – полностью чистый и прозрачный механизм управления, понятный всем участникам управленческого процесса, открытый доступ любого из субъектов управления ко всем нормативно-правовым документам;

- законность – все документы должны строго соответствовать законам Российской Федерации, подчиняться всем законам международного и российского права;

- гибкость – возможность системы управления подстраиваться под изменения во внешней среде, совершенствоваться, достигать поставленных целей, при происходящих изменениях.

В трудах многих авторов: Асаула А.Н., Беляева М.К., Бессоновой О.Э., Боголюбова В.С., Бузырева В.В., Васильевой Н.В., Веденеевой О.В., Грабового П.Г., Горбунова А.А., Егоровой Н.Е., Коробейникова О.В., Максимова С.Н., Мироновой М.Д., Мещеряковой О.К., Романовой А.И., Селютиной Л.Г., Смирнова Е.Б., Смирновой И.В., Сидикова С.А., Федосеева И.В., Федорова В.В., Чикишевой Н.М., Чекалина В.С. и др. существует понятие эффективности использования ресурсов, которое применяется ко многим различным сферам деятельности, основным его смыслом является достижение максимальных результатов при минимальных затратах, что соответствует рациональности [2-6].

Кроме того, в современных условиях строительному производству присущее постоянное изменение условий строительства, многообразие архитектурных форм и решений, постоянно растущие требования к качеству и экологичности возводимых объектов. В последние годы также повысились требования к пожароопасности и

энергоэффективности объектов капитального строительства. Огромную роль в данном случае берут на себя предприятия строительной индустрии, чья продукция является основой производства строительно-монтажных работ. В большой мере от качества конкретного материала зависит качество всего объекта стройиндустрии. В этих условиях существенно сокращаются сроки принятия управленческих решений по обеспечению строительного производства и растут требования к качеству строительной продукции.

Для сохранения конкурентоспособности в условиях современной рыночной экономики предприятия стройиндустрии должны использовать передовые высокоеффективные методы управления строительным производством и качеством продукции. Современным международным ориентиром показателей качества являются стандарты ИСО серии 9000, которые включают в себя мировой опыт управления качеством. Включение их в систему обеспечения качества строительной продукции происходит наряду с функциями управления (контроль качества продукции, меры корректирующего действия и др.) и элементами управления производственным процессом, технологическими, конструкторскими разработками, информационным обеспечением и условиями труда. Все приведенные выше характеристики существенно влияют на качество конечного продукта.

Качество и объемы строительной продукции обуславливаются не только строителями, которых интересуют начальные параметры материала, такие как: геометрическая форма и размеры, объемный вес, удобоукладываемость и др. показатели, но и на конечном этапе владельцев объектов строительства – от качества строительного материала зависит прочность, уют и комфорт в доме, пожарная и экологическая безопасность, эстетика и др. показатели.

Функциональные особенности продукции предприятий строительной сферы, дизайнерские, эстетические характеристики, теплотехнические свойства, прочностные звукоизолирующие и др. составляют комплекс для оценки потребительского качества продукции.

На сегодня, к сожалению, вследствие грамотно построенной маркетинговой сети, а также большой доли человеческого фактора (конструкторы, проектировщики, дизайнеры и др.) зачастую к конечному потребителю попадает товар не самого лучшего качества, возможно, даже вредный и опасный для здоровья. Если рассматривать данные две стадии с точки зрения конкурентоспособности, то вторая, возможно, будет даже более значимая, чем первая.

Необходимо учитывать тот факт, что повышение качества продукции конкретного предприятия строительной отрасли скажется на конкурентоспособности, что, в конечном итоге, приведет к росту качества всей продукции, выпускаемой в стране.

Таким образом, рассматривая проблему качества строительной продукции, констатируем: с увеличением качества строительной продукции увеличивается качество строительно-монтажных работ и характеристик возводимого объекта, что повышает качество жизни потребителя.

Развитие конкуренции в отрасли строительного производства стимулирует отстающие предприятия совершенствовать нормативно-правовую базу, а также заниматься разработкой различных программ по повышению качества выпускаемой продукции. Многие фирмы имеют систему качества, соответствующую мировым стандартам. Наличие данной системы является основополагающим фактором в повышении конкурентоспособности продукции и всего предприятия в целом. Однако, многие предприятия строительной индустрии не имеют системы управления качеством, либо она находится в неудовлетворительном состоянии. Хотелось бы отметить, что одной из причин сложившейся ситуации является отсутствие взаимодействия предприятий строительной отрасли с научными учреждениями, отсутствие финансирования собственных разработок, прикладных и фундаментальных исследований.

Авторами предлагается проработать вопросы комплексного управления строительной отраслью и выпускаемой ей продукции в целях повышения ее конкурентоспособности.

Технические показатели характеризуют как особенности технологического процесса на производстве, так и технические характеристики выпускаемой продукции.

Экономические – отражают совокупные затраты производителя на производство данного вида продукции и потребителя, на эксплуатацию данной продукции.

По функциональности конкурентоспособность выпускаемой продукции необходимо оценивать по **основным показателям качества и конкурентоспособности продукции**, сведение которых необходимо в единой общероссийской базе данных.

Зависимость конкурентоспособности от различных факторов представлена на рис. 4.



Рис. 4. Пирамида конкурентных преимуществ строительной продукции

По мнению автора, повышение конкурентоспособности предприятия, с учетом всех приведенных факторов, в условиях интернетизации и мобильности производства на текущем отрезке экономического развития отрасли, может быть обеспечено принципиально новыми технологиями современного менеджмента. При соблюдении предложенных требований в управлении жилищной сферой можно добиться проведения эффективной, максимально прозрачной политики, что приведет к повышению качества жизни людей в регионе и во всей стране.

Список библиографических ссылок

1. Пономарев В.Н., Глинский К.К. Концепция социальной жилищной политики и социального жилья в Российской Федерации. – М.: Граница, 2007. – 148 с.
2. Деминг Эдвардс. Выход из кризиса: Новая парадигма управления людьми, системами и процессами; Пер. с англ. – М.: Алпина Бизнес Букс, 2007. – 370 с.
3. Романова А.И. Инвестиционное развитие строительного комплекса региона на основе проектного финансирования // Известия КГАСУ, 2012, № 4. – С. 459-464.
4. Романова А.И. Развитие рынка строительных услуг как условие инвестиционного роста региона // Известия КГАСУ, 2013, № 2. – С. 326-331.
5. Загидуллина Г.М., Романова А.И., Миронова М.Д. Управленческие инновации в

- системе массового обслуживания (на примере жилищно-коммунального комплекса) // Вестник Казанского технологического университета, 2009, № 5. – С. 128-133.
6. Бузырев В.В., Нужина И.П. Эколого-экономические аспекты инвестиционно-строительной деятельности: монография. – СПб.: СПбГИЭУ, 2012. – 248 с.
 7. Плотников А.Н. Проблемы развития венчурного инвестирования в условиях финансового кризиса // Инновационная деятельность, 2009, № 7-2. – С. 56-61.
 8. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2012 № 600 «О мерах по обеспечению граждан Российской Федерации доступным и комфортным жильем и повышению качества жилищно-коммунальных услуг».

Romanova A.I. – doctor of economical sciences, professor

E-mail: aiso@kgasu.ru

Burkeev D.O. – post-graduate student

E-mail: burkeev@gmail.com

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Improving the quality component of construction and repair services

Resume

Existing economic and organizational mechanism for repair and reconstruction developed in Soviet times, when the main investor of this type of work was the state. Under modern conditions, when most of the housing stock is in private ownership, this approach is impractical. To work through issues of investing in major repairs and reconstruction.

Overhaul held in apartment buildings, the technical condition which does not allow (it is not economically inexpedient different) to ensure their efficient operation through maintenance and repair. Its end result is the restoration and improvement of operational performance suitable apartment buildings (elements), ensuring the reliability of their operation.

In connection with the foregoing, it is believed that the issue of developing a strategy to improve existing methods and basic economic and institutional mechanism for the implementation of new forms of investment, and the use of strategic planning for the repair and reconstruction, and, thus, that the social problems of the disabled and people with disabilities abilities, plays an important role in national economic sphere, and that determined the choice of theme articles, explains its relevance at the present stage of economic development.

Keywords: quality of work, construction, repair services.

Reference list

1. Ponomarev V.N., Glinski K.K., Koshman N.P. The concept of social housing policy and social housing in the Russian Federation etc. – M.: Border, 2007. – 148 p.
2. Deming E. Out of the crisis: A new paradigm of managing people, systems and processes / Edwards Deming, Trans. from English. – M.: Alpina Business Books, 2007. – 370 p.
3. Romanova A.I. Investment development of construction in the region based on project financing // News of the KSUAE, 2012, № 4. – P. 459-464.
4. Romanova A.I. Development of the market for construction services as a condition of investment growth in the region // News of the KSUAE, 2013, № 2. – P. 326 -331.
5. Zagidullina G.M., Romanova A.I., Mironova M.D. Management Innovation in a queuing system (for example, housing and communal services) // Bulletin Kazan State Technological University, 2009, № 5. – P. 128-133.
6. Buzyrev V.V., Nuzhina I.P. Environmental and economic aspects of investment and construction activities: monograph// St. Petersburg: SPb. GIEU, 2012. – 248 p.
7. Plotnikov A.N. Problems of development of venture capital investment in the financial crisis // Innovation activities, 2009, № 7-2. – P. 56-61.
8. Presidential Decree of 07.05.2012 № 600 «On measures to ensure the citizens of the Russian Federation, affordable and comfortable housing and improve the quality of housing and communal services».

УДК 338

Сиразетдинов Р.М. – доктор экономических наук, доцент

E-mail: rustem.m.s._1999@mail.ru

Белай О.С. – аспирант, ассистент

E-mail: belaj.olga@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Управление интеллектуальной составляющей инновационных проектов

Аннотация

В условиях экономического роста в настоящее время все большая часть современного хозяйства основывается на новом экономическом ресурсе – знаниях, притом, что наибольшую ценность имеют те знания, которые оформлены в виде интеллектуальной собственности и права на них охраняются законом.

На сегодняшний день термин «управление интеллектуальной собственностью» содержит в себе гораздо больше, чем просто охрана и защита. Объекты интеллектуальной собственности, в первую очередь, становятся инструментом стратегического развития предприятия и обладают огромнейшим экономическим потенциалом.

Ключевые слова: интеллектуальная собственность, инновационные проекты, стратегии управления, инвестиционная деятельность, системы управления результатами интеллектуальной деятельности.

В настоящее время предприятия все больше внимания уделяют приобретению и использованию нематериальных активов. Все в большем количестве организаций они занимают существенную долю в составе имущества и становятся основным ресурсом в конкурентной борьбе. В состав нематериальных активов включаются различные объекты интеллектуальной собственности.

Права на интеллектуальную собственность являются нематериальным активом и в силу своей специфики нуждаются не только в юридической защите, но и в правильном использовании и управлении с целью получения наибольшей выгоды и увеличения конкурентных преимуществ. В процессе использования нематериальных активов возникают актуальные вопросы по их эффективному управлению. Однако не все предприятия осознают значимость процесса привлечения нематериальных активов и их применения с целью развития организации, вследствие чего теряют потенциальные доходы.

Одной из составляющих управления интеллектуальной собственностью является определение ее стоимости. Сложность в данном случае заключается не в оценке нематериальных активов с целью определения первоначальной стоимости для постановки на баланс предприятия, а в постоянной их переоценке в конкретные периоды. К примеру, если в процессе использования интеллектуальной собственности стоимость ее увеличивается, то процесс управления считается правильно выстроенным. В данном случае оценка представляет собой сложный процесс, что объясняется уникальностью каждого объекта интеллектуальной собственности, а также низкой ликвидностью.

Для развитых рынков прав на результаты интеллектуальной деятельности нематериальные активы могут быть предметом купли-продажи, что способствует более точной оценке на основании информации о ценах сделок. В таком случае актив рассматривается с точки зрения эффективности вложения инвестиций, как источник выгода, получение которых он должен обеспечить своему владельцу.

Не менее важным аспектом управления является защита нематериальных активов. Защита результатов интеллектуальной деятельности может быть правовой, технической и организационной.

Правовая защита нематериальных активов включает в себя углубленное изучение вопросов защиты на правовом уровне, способных организовать защиту активов на рынке. К мерам технической защиты можно отнести комплекс мер, направленных на создание уникальных элементов, делающих невозможным подделку товаров предприятия.

Организационный аспект защиты можно представить как функционирование на предприятии режима коммерческой тайны, правильное оформление договоров на создание и использование объектов интеллектуальной собственности.

Для любой организации актуальным является вопрос исследования конкурентной среды, выпускаемой продукцией предприятиями-конкурентами, потребностей рынка. Решение этих вопросов может быть достигнуто поисковыми методами, к которым относятся патентные исследования, фирменные исследования, определение научно-технического уровня выпускаемой продукции и др. Как правило, результатом такого рода исследований являются систематизированные сведения о конкурирующих фирмах, сведения о выпускаемой продукции, включающие информацию о патентной защите, технических параметрах и перспективных разработках.

В процессе принятия управленческих решений в области использования результатов интеллектуальной деятельности существует система стратегий конкурентного поведения (рис. 1).



Рис. 1. Основные типы стратегий конкурентного поведения на рынке

В соответствии с выбранной конкурентной стратегией разрабатываются конкретные управленческие решения, которые направлены на извлечение прибыли от использования созданных новшеств и неизбежно приводят к созданию новых объектов интеллектуальной собственности.

В последние годы, учитывая развитие международной торговли, повышение активности на территории РФ иностранных компаний и, как следствие, рост конкуренции, многие отечественные компании взялись за стимулирование изобретательской деятельности. Однако все чаще встречаются ситуации, когда организации обращаются с жалобами на учащающиеся случаи копирования продукции на рынке, не защищенной патентами. Или наоборот, фирмы получают письма с предупреждениями о том, что используют чужие патенты. Сложившаяся ситуация говорит о том, что существующая ранее модель управления изобретательской деятельностью направлена в основном на патентно-информационное сопровождение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. В организациях отсутствовали структуры, занимающиеся коммерциализацией результатов интеллектуальной деятельности, решением конфликтов в сфере экономических интересов.

Подсистема управления интеллектуальной собственностью, как любая другая составляющая управления предприятием, должна быть органично вписана в общую концепцию управления, принимая во внимание уже устоявшуюся организационную структуру. Система управления кадрами на предприятии должна включать элементы управления интеллектуальной деятельностью персонала и правами на ее результаты, что объясняется тем, что отношения между фирмой и разработчиками изобретений выходят за границы патентного или авторского права. Учитывая тот факт, что интеллектуальная деятельность требует затрат, необходимо ее внедрение в общую систему инновационных стратегий развития предприятия и финансовую политику.

Отдельное положение в эффективном управлении результатами интеллектуальной деятельности и на этапе разработок, и на этапе оценки коммерческого потенциала занимают подразделения маркетинга. Также необходимыми составляющими системы управления можно назвать отделы, ответственные за инновационное развитие, а также структуры, занимающиеся постоянным мониторингом чистоты создаваемой продукции. Особая роль в управлении уделяется локальной нормативной базе, которая должна быть сформирована на основе выбранных предприятием основ корпоративной идеологии, целей, принципов, приоритетов и стратегий.

Таким образом, систему управления можно представить в виде совокупности элементов, которые находятся в тесных связях друг с другом и образуют целостность. Принято выделять пять основных системных принципов:

1. структурность (поведение системы определяется не только поведением ее составляющих, но и свойствами ее структуры);
2. целостность (подразумевается невозможность объединения свойств составных элементов системы со свойствами системы в целом, свойства каждой составляющей определяются его функциями и местом внутри единого);
3. иерархичность (каждый составной элемент системы может рассматриваться как отдельная система, которая, в свою очередь, может относиться к еще более широкомасштабной системе);
4. наличие тесной взаимосвязи между внешней средой и системой (каждая система формируется в определенной среде, в процессе чего наделяется определенными свойствами, при этом являясь одним из связующих компонентов);
5. многовариантность описания (для более полного изучения системы возникает необходимость создания разнообразных моделей, анализирующих определенный подход к данной системе).

Понятие управления интеллектуальной собственностью можно представить как совокупность мероприятий, применяемых к определенному объекту в соответствии с принципами, которые позволяли бы наиболее эффективно использовать результаты интеллектуальной деятельности с правовой, экономической и социальной точки зрения.

Объектом управления в данном случае являются взаимоотношения, возникающие в связи с созданием и разработкой, применением и коммерциализацией интеллектуальной собственности. Субъектом управления может стать как управляющая группа, так и конкретное уполномоченное на это лицо. Если управление осуществляется официально, то встает вопрос о юридическом оформлении должности или целой совокупности должностей управляющих, чтобы субъект управления принимал решения, координирующие функционирование объекта управления.

В настоящее время в международной практике на рынке наукоемкой продукции все большее распространение приобретает использование конкурентных преимуществ, которые получают предприятия от использования и владения интеллектуальной собственностью. Благодаря правильному применению данных превосходств, лидирующие позиции на мировом рынке занимают такие страны, как США (общая доля около 40 %), Япония (доля около 30 %), Германия (доля около 16 %). Незначительная доля рынка принадлежит России, что объясняется недостаточно эффективным использованием конкурентных преимуществ, на незначительном уровне находятся экономические выгоды от продажи отечественных лицензий и патентов.

К основным вариантам хозяйственного использования интеллектуальной собственности является капитализация и коммерциализация.

Экономическая выгода, получаемая предприятием в результате интеллектуальной деятельности путем коммерциализации объектов интеллектуальной собственности, выражаящейся приростом внеоборотных активов и пассивов, называется капитализацией бизнес-процессов. Расчет капитализации компании производится доходным, затратным и сравнительным подходами.

Под коммерциализацией подразумевается процедура привлечения результатов интеллектуальной деятельности в экономический оборот или применение в хозяйственной деятельности.

На сегодняшний день особую роль играет именно процесс рыночной реализации интеллектуальной собственности, что оказывает влияние на становление, формирование и развитие рынка, и в качестве результата, получение экономических выгод предприятиями, взаимодействующими на данном рынке.

Интеллектуальной собственностью, как объектом собственности, можно владеть, пользоваться, распоряжаться, а также использовать в уставном капитале, они могут быть переданы на правах собственности, оперативного управления или хозяйственного ведения. В случае передачи объектов в уставной капитал, владельцы получают множество преимуществ, таких как: появляется возможность принимать участие в качестве учредителей при организации дочерних и самостоятельных фирм без вывода денежных средств; замена интеллектуальной собственности реальными денежными средствами путем снижения налогооблагаемой базы при начислении амортизации на интеллектуальную собственность в уставном капитале; возможность получения банковского кредита и инвестиций под залог интеллектуальной собственности и др.

Еще одним вариантом использования интеллектуальной собственности является их передача на правах лизинга. Обычно в лизинг передается высокотехнологическое оборудование, техника, приборы, выполненные как изобретения и защищенные патентами.

Объекты также могут быть переданы на условиях франчайзинга, когда по договору франшизы правообладатель передает пользователю все права на интеллектуальную собственность на льготной основе вместе с обязательством непрерывной помощи в сфере рыночных отношений взамен на возможность контролировать деятельность и получать постоянные выплаты.

Следующим видом передачи прав на интеллектуальную собственность является лицензионный договор, согласно которому лицензиар (обладатель исключительных прав) выступает в роли продавца, а лицензиат предполагает покупку разрешения на использование прав лицензиара. В зависимости от объема передаваемых прав, величины и периодичности получения денежных отчислений существует открытая, исключительная и неисключительная лицензии.

В результате продажи объекта интеллектуальной собственности правообладатель передает полный комплекс имущественных прав юридическому или физическому лицу, получает единовременную денежную сумму, отказываясь при этом от получения какой-либо прибыли в будущем.

Выбор вида коммерциализации интеллектуальной собственности должен определяться по результатам маркетинговых исследований, на основе которых можно сформировать ожидаемый уровень дохода от использования объектов. Однако, как показывает практика, добиться наибольшей экономической эффективности позволяет использование объектов интеллектуальной собственности в собственных нуждах для производства конкурентоспособных товаров и услуг, модернизации производства и реализации на внутреннем и мировом рынке.

На рис. 2 приведены основные преимущества развития систем управления интеллектуальной собственностью на предприятии, наглядно демонстрирующие значение эффективного использования нематериальных активов фирмы.

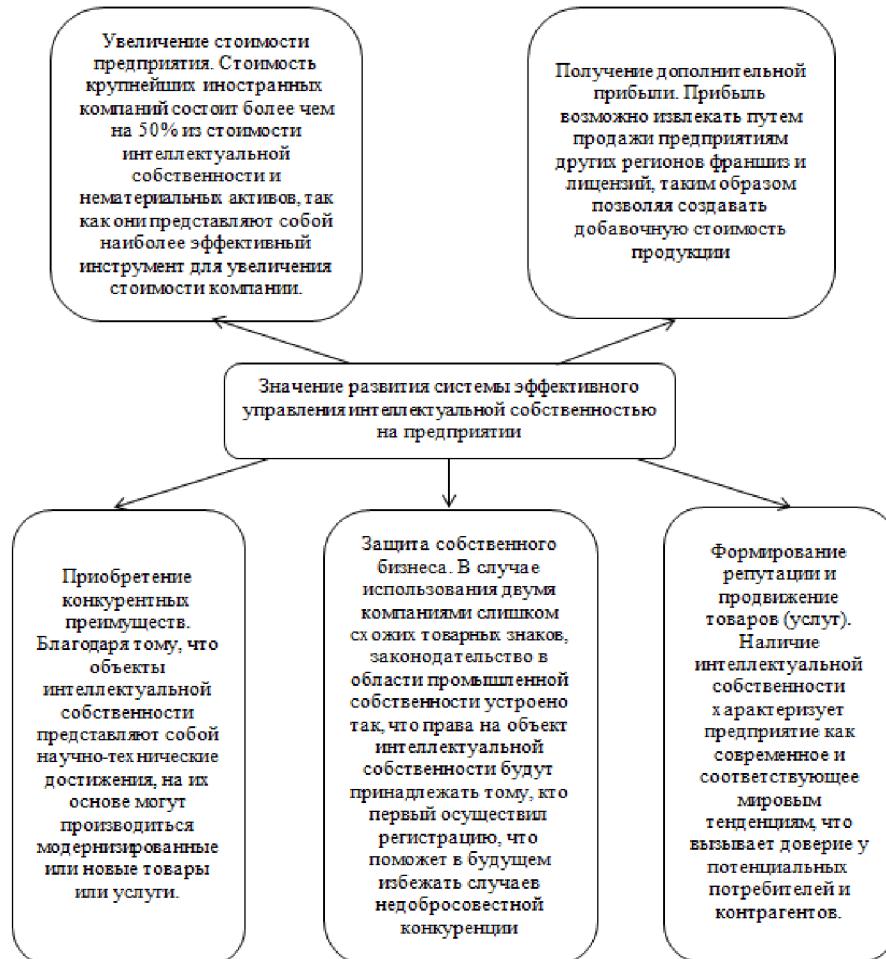


Рис. 2. Значение развития системы эффективного управления интеллектуальной собственностью на предприятии

Под эффективным управлением интеллектуальной собственностью понимается обеспечение необходимого баланса между затратами на создание, охрану и защиту, а также внедрение результатов интеллектуальной деятельности с целью получения выгод от ее применения. Таким образом, каждому конкретному предприятию необходима разработка индивидуальной стратегии управления, которая учитывала бы все особенности компании, позволяла обеспечить необходимый уровень защиты исключительных прав на результаты интеллектуальной собственности с минимальным количеством затрат и открывала перспективы развития с целью получения максимальных выгод.

Интеллектуальная собственность является очень эффективным инструментом, который позволяет развивать потенциал предприятия с интеллектуальной точки зрения, реализовывать инновационную стратегию и повышать конкурентоспособность. Поэтому не стоит ограничивать цели управления результатами интеллектуальной деятельности на повышении числа заявок на изобретения и получении запланированного количества прибыли от их применения на предприятии.

Список библиографических ссылок

1. Методики и технологии управления нематериальными активами // URL: http://www.e-c-m.ru/magazine/67/eau_67_99.htm (дата обращения 25.01.2014).
2. О некоторых показателях рынка ИС в России // URL: <http://patentural.ru/zhurnal/16/> (дата обращения 25.01.2014).

3. Сиразетдинов Р.М. Необходимость формирования инновационной стратегии развития экономики // Креативная экономика, 2010, № 10. – С. 45-48.
4. Сиразетдинов Р.М., Белай О.С. Венчурное финансирование инновационных проектов // Известия КГАСУ, 2013, № 4 (26). – С. 309-315.
5. Загидуллина Г.М., Клещева О.А. Развитие инновационной инфраструктуры инвестиционно-строительного комплекса // Известия КГАСУ, 2011, № 2 (16). – С. 41-56.

Sirazetdinov R.M. – doctor of economical sciences, associate professor

E-mail: rustem.m.s_1999@mail.ru

Belaj O.S. – post-graduate student, assistant

E-mail: belaj.olga@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Managing intellectual component of innovative projects

Resume

To build innovative economy requires the creation of the necessary conditions for the formation of high-tech industry, which will be the base of intellectual property. At present, enterprises are increasingly focused on the acquisition and use of intangible assets. Implementation of innovative projects based on effective management of the results of intellectual activity and requires no special training necessary personnel: managers with expertise in financial and management innovation, tax law, accounting, valuation activities and other related fields.

Notion of an effective intellectual property management involves ensuring an appropriate balance between the costs of creation, preservation and protection, as well as the implementation of the results of intellectual activity to obtain benefits from its use. Each enterprise is required to develop an individual management strategy that takes into account all the features of the company, provide the proper level of protection of exclusive rights to intellectual property with a minimum of cost and opened the prospects of development in order to maximize benefits.

Currently in the international practice in the market of high technology products becomes increasingly common use of competitive advantages, which are obtained from the use of the enterprise and the ownership of intellectual property.

Keywords: intellectual property, innovative projects, management strategies, investment, management results of intellectual activity.

Reference list

1. Methodology and technology management of intangible assets // URL: http://www.e-c-m.ru/magazine/67/eau_67_99.htm (reference date 25.01.2014).
2. Some market indicators IP in Russia // URL: <http://patentural.ru/zhurnal/16/> (reference date 25.01.2014).
3. Sirazetdinov R.M. The need for the formation of an innovative economic development strategy // Creative Economy, 2010, № 10. – P. 45-48.
4. Sirazetdinov R.M., Belaj O.S. Venture financing of innovative projects // News of the KSUAE, 2013, № 4 (26). – P. 309-315.
5. Zagidullina G.M., Kleshcheva O.A. The development of innovation infrastructure investment and construction of the complex // News of the KSUAE, 2011, № 2 (16). – P. 41-56.

УДК 336.717

Хабибуллина Л.В. – аспирант

E-mail: lara_hab@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

**Перспективы развития концессионного механизма
на основе государственно-частного партнерства
в сфере региональных коммунальных услуг (на примере Республики Татарстан)**

Аннотация

В настоящее время в экономике Республики Татарстан происходят процессы структурных изменений, развития и создания новых хозяйствующих субъектов. Этот процесс обусловлен тенденциями к улучшению, модернизации и реконструкции инженерной инфраструктуры. В настоящее время собственники объектов коммунальной инфраструктуры, которыми зачастую выступают органы местного самоуправления, получая плату за пользование объектами, не всегда направляют ее на обновление основных фондов. Таким образом, все более значимую роль будут играть структуры, функционирующие на основе государственно-частного партнерства, создающие институциональный и организационный альянс государственной власти и частного бизнеса с целью реализации общественно значимых проектов в коммунальной сфере услуг.

Статья направлена на изучение возможных перспектив функционирования и развития в Республике Татарстан одного из наиболее эффективных механизмов государственно-частного партнерства – концессионного соглашения, а также оценку влияния применения концессионных соглашений на тарифное регулирование коммунальных услуг.

Ключевые слова: государственно-частное партнерство, концессионное соглашение, тарифное регулирование, коммунальные услуги.

Проблема модернизации коммунальной инфраструктуры в настоящее время стоит крайне остро как на региональном уровне, так и перед органами местного самоуправления, которые несут ответственность за обеспечение населения качественными коммунальными ресурсами. Проблемы, накопившиеся в коммунальном хозяйстве, требуют неотложных решений.

В настоящее время износ коммунальной инфраструктуры Республики Татарстан перешел рубеж за 50 %, около четверти основных фондов полностью отслужили свой срок. За 10 лет количество аварий выросло примерно в 3 раза и составляет от 70-100 аварий на 100 км сетей водоснабжения и теплоснабжения.

Высокая степень износа основных фондов по основному производственному оборудованию, низкий уровень эксплуатации, неэффективная работа организаций коммунального комплекса вызывают разбалансированность отрасли.

Модернизация объектов коммунальной инфраструктуры связана с реконструкцией существующих основных производственных объектов и строительством новых, более усовершенствованных объектов, направленных на их замену.

Основными задачами модернизации являются:

- улучшение функционирования коммунальной инфраструктуры;
- привлечение средств внебюджетных источников для финансирования проектов модернизации объектов коммунальной инфраструктуры;
- обновление основных производственных фондов инженерной инфраструктуры;
- снижение потерь коммунальных ресурсов и, соответственно, оптимизация затрат организаций.

Модернизация коммунальной инфраструктуры должна основываться на следующих базовых принципах:

- участие в финансировании проектов модернизации объектов коммунальной инфраструктуры органов исполнительной власти и органов местного самоуправления;

- развитие различных форм государственно-частного партнерства с целью привлечения инвестиционных средств для финансирования проектов модернизации.

Развитие государственного частного партнерства – это одно из приоритетных направлений, которое может положительно повлиять на модернизацию коммунальной инфраструктуры.

Из существующих в Республике Татарстан механизмов государственно-частного партнерства целесообразно выделить наиболее распространённые:

1. Арендная модель в формате договоров аренды или лизинга. Особенность арендных отношений между органами местного самоуправления и юридическими лицами заключается в том, что на определенных договором условиях происходит передача частному партнеру государственного или муниципального имущества во временное пользование и за определенную плату. При этом договора аренды заключаются в большинстве случаев на краткосрочный период. Кроме того, зачастую полученные средства от арендных платежей органами местного самоуправления не направляются на обновление коммунальной инфраструктуры.

2. Концессия (концессионное соглашение) – специфическая форма отношений между государством и частным партнером, получающая все большее распространение в последние годы в рамках введения параметров долгосрочного регулирования тарифов на коммунальные услуги. Главной особенностью концессионного соглашения является то, что к собственнику (муниципальному образованию) по истечении срока действия соглашения имущество возвращается, при этом объекты, которые были построены за период действия соглашения, переходят в собственность частного инвестора. За пользование государственной или муниципальной собственностью концессионер может вносить плату или нет на условиях, прописанных в концессионном соглашении. Право же собственности на выработанную по концессии продукцию передается концессионеру.

Таблица
Отличия договора аренды от концессионного соглашения

| Параметры | Договор аренды | Концессионное соглашение |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Период | от месяца и более | от 3 лет и более |
| Привлечение инвестиций | отсутствует | обязательно условие при заключении концессионного соглашения |
| Оценка тарифных последствий | не отслеживается | фиксируются в соглашении |
| Модернизация и реконструкция инженерной инфраструктуры | частично, если параметры прописаны в договоре | обязательно условие при заключении концессионного соглашения |
| Ответственность за коммунальную инфраструктуру | отсутствует | в течение длительного времени (гарантийный срок) |
| Плата за пользование имуществом | фиксированная величина может изменяться, если произведена переоценка основных средств | может отсутствовать при выполнении определенных условий |
| Учет имущества | арендатор на балансовых счетах | концессионер на отдельном балансе |
| Тарифная политика | Невозможность договорного регулирования | возможно определить в концессионном соглашении |

Для Республики Татарстан и в целом для Российской Федерации концессии – это качественно новый подход к развитию коммунального хозяйства, который в дальнейшем влечет за собой решение широкого спектра финансовых и технических задач. Повышение эффективности коммунальной деятельности достигается за счет внедрения нового типа

экономических отношений в отрасли. Естественно, что все это встречает колossalное сопротивление со стороны тех, кто привык к практически бесконтрольному и неэффективному «освоению» бюджетных средств. Концессия – это вызов, необходимость непрерывно осваивать современные технологии управления, создавать серьезные финансовые подразделения, а главное – обязанность концессионера нести финансовую ответственность за конечный результат не только по окончании модернизации и реконструкции, но и через 10, 20, 30 лет.

До 2013 года в коммунальном комплексе были более распространены договоры аренды, чем концессионные соглашения. Причиной этого являлось отсутствие возможности передавать в концессию сложные имущественные комплексы, а заключение соглашений на отдельные объекты нецелесообразно, так как это приводит к нарушению целостности системы коммунальной инфраструктуры, усложняет регулирование тарифов. Однако в 2013-2014 гг. федеральным законодательством указанный аспект отрегулирован.

Концессионный механизм – сложный многофакторный инструмент, направленный на решение как текущих проблем, связанных с приведением до нормативного уровня имеющихся объектов коммунальной инфраструктуры, так и перспективных задач, направленных на улучшение экологического состояния, внедрение более усовершенствованных технологий и, как следствие, снижение стоимости строительства и эксплуатации за счет применения инновационных технологий.

Развитие концессионного рынка предлагает институциональную реформу существующей модели экономических отношений и является важной составной частью программы по модернизации экономики Республики Татарстан.

Также роль реализации модели концессионного соглашения в коммунальной сфере значительно повышает инвестиционную привлекательность отрасли в связи с возможностью отсутствия концессионной платы в двух случаях:

1. если концессионер оказывает услуги по регулируемым тарифам;
2. если условиями концессионного соглашения предусмотрено принятие концедентом на себя части расходов на создание и (или) реконструкцию, использование (эксплуатацию) объекта концессионного соглашения.

Применение концессионных соглашений напрямую влияет на регуляторику тарифообразования коммунальных услуг, а особенно в рамках внедрения долгосрочного тарифного регулирования в коммунальной сфере (метод долгосрочного инвестированного капитала).

Отметим, какие плюсы ожидают потенциальных инвесторов при применении концессионных соглашений:

- в соглашении жестко закреплены параметры тарифного регулирования на весь срок реализации документа, что позволит потенциальным инвесторам рассчитать возможные риски от определенных тарифных планов, а также выбрать механизмы для оптимизации неподконтрольных расходов организаций;
- полученную в рамках проведенных мероприятий по реконструкции и модернизации основных производственных фондов коммунального хозяйства экономию законодательство можно оставить в распоряжении организации;
- отсутствуют дополнительные расходы в виде арендных платежей за пользование государственным и (или) муниципальным имуществом.

В настоящее время Федеральными законами от 27.07.2010 № 190-ФЗ «О теплоснабжении» и от 07.12.2011 № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении» уже определен конечный срок перехода на долгосрочное регулирование – это 1 января 2016 года, что является соответствующим рычагом для начала применения концессионных соглашений в коммунальных услугах.

Проведем детальный анализ влияния тех или иных форм государственно-частного партнерства на формирование тарифов в сферах теплоснабжения и водоснабжения.

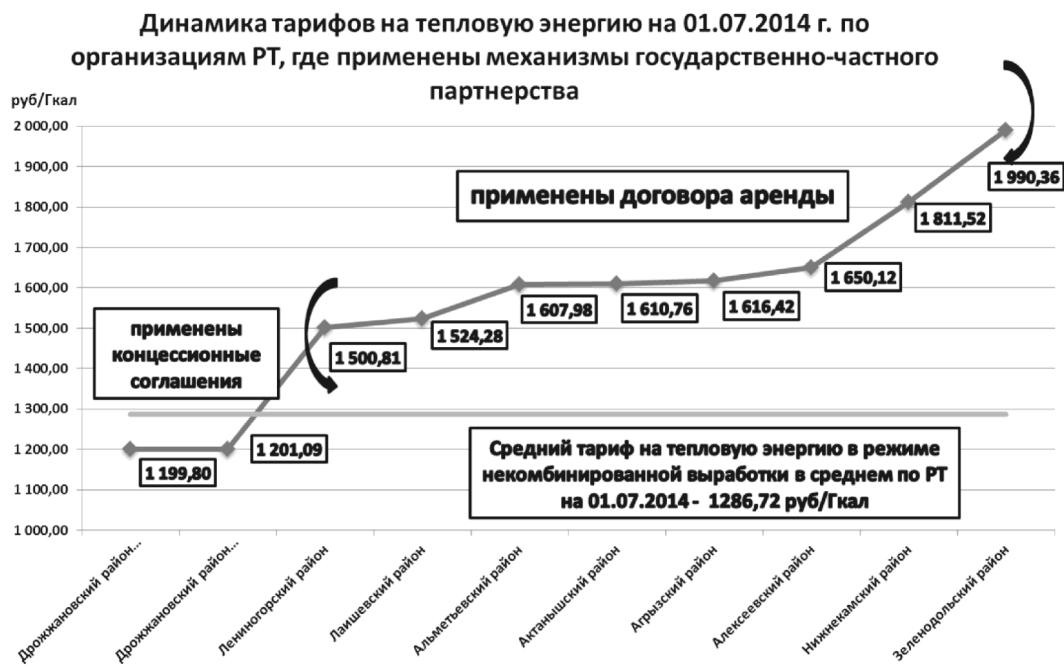


Рис. 1. Динамика тарифов на тепловую энергию на 01.07.2014 г.
по организациям Республики Татарстан,
где применены механизмы государственно-частного партнерства

Анализируя динамику тарифов на тепловую энергию, представленную на рис. 1, целесообразно отметить, что применение концессионных соглашений положительно влияет на себестоимость конечного ресурса.

Организации в Дрожжановском муниципальном районе Республики Татарстан применяют концессионные соглашения с 2009 года, организации в остальных муниципальных районах Республики Татарстан работают на основании краткосрочных договоров аренды, заключаемых, как правило, на 11 месяцев.

Как видно из проведенного анализа стоимость единицы тепловой энергии значительно ниже в организациях, которые заключили концессионные соглашения с органами местного самоуправления. Так, тариф на тепловую энергию в Дрожжановском муниципальном районе Республики Татарстан, установленный Государственным комитетом Республики Татарстан по тарифам, на 1 июля 2014 года, ниже среднереспубликанского значения на 6,7 %. Отклонение от максимальной величины тарифа на тепловую энергию, применяемого в Зеленодольском муниципальном районе, составляет 39,7 %.

При этом необходимо отметить, что финансовый результат данных организаций по итогам 2012 года составил 1,8 млн. руб., а за 9 месяцев 2013 года составил около 1,1 млн. руб. Таким образом, можно сделать вывод о том, что применение концессионного соглашения позволяет организациям стабилизировать финансово-экономический результат своей деятельности.

Также учитывая, что концессионное соглашение, как правило, заключается на долгосрочный период, дальнейший рост тарифов будет происходить только за счет повышения цен на энергоресурсы и доведения заработной платы до уровня отраслевого соглашения и индексацией в условиях Прогноза социально-экономического развития Российской Федерации на очередной календарный год.

Попробуем аналогично оценить себестоимость услуги водоснабжения, для анализа выбраны организации Республики Татарстан, использующие технологию подземного водозабора (добыча воды с использованием артезианских скважин), а также с механизмами государственно-частного партнерства.

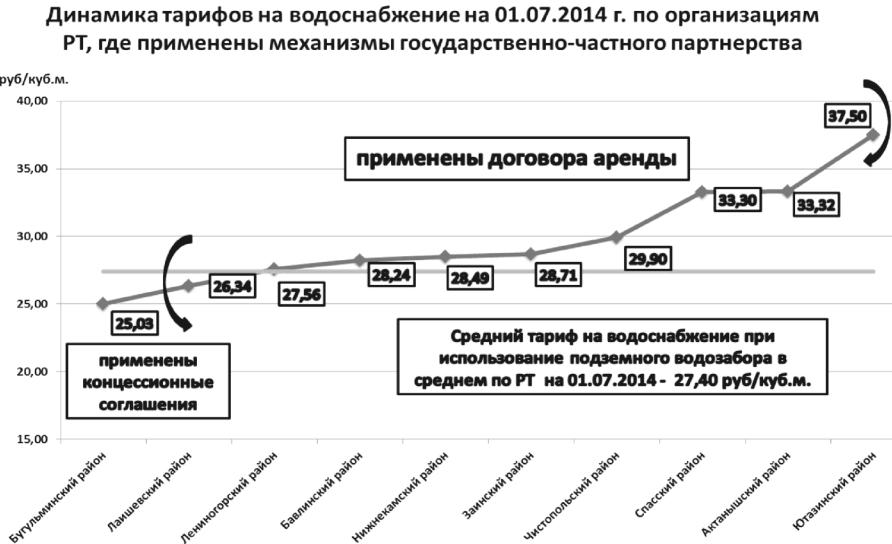


Рис. 2. Динамика тарифов на водоснабжение на 01.07.2014 г.
по организациям Республики Татарстан,
где применены механизмы государственно-частного партнерства

Анализируя показатели, представленные на рис. 2, можно сказать, что они подтверждают ранее сделанные выводы о целесообразности применения концессионных соглашений в отношении тарифов на тепловую энергию.

В организации Бугульминского муниципального района концессионное соглашение реализуется с 2009 года сроком на 5 лет. Концессионным соглашением четко определены сроки реализации, которые не подлежат изменению, а также закреплены обязанности и полномочия как концедента, так и концессионера.

Тариф на водоснабжение для Бугульминского муниципального района, установленный Государственным комитетом Республики Татарстан по тарифам, на 1 июля 2014 года, ниже среднереспубликанского значения на 8,6 %.

Стимулировать применение концессионных соглашений необходимо за счет следующих мер:

- упрощения процесса инвентаризации и регистрации имущества;
- установления в соглашении параметров тарифного регулирования;
- усиления защиты кредиторов, финансирующих строительство и реконструкцию объектов концессионных соглашений;
- трансформации договоров аренды в концессионные соглашения.

По итогам проведенного анализа можно сделать следующие выводы о том, что концессионные соглашения являются одним из наиболее эффективных механизмов государственно-частного партнерства с точки зрения привлечения частных инвестиций в инфраструктурные проекты государства.

Список библиографических ссылок

1. Сиваев С., Шакиров Т. Государственно-частное партнерство в коммунальном секторе. Фонд «Институт экономики города», 2013. – 16 с.
2. Частно-государственное партнерство при реализации стратегических планов: практика и рекомендации. – СПб.: Международный центр социально-экономических исследований «Леонтьевский центр», 2005. – 188 с.
3. Варнавский В.Г. Государственно-частное партнерство: некоторые вопросы теории и практики. // Мировая экономика и международные экономические отношения, 2011, № 9. – 50 с.
4. Апарина Н., Курбатов М. Взаимодействие региональной администрации и бизнеса в процессе использования ресурсов региона. // Вопросы экономики, 2003, № 11. – С. 110-119.

Khabibullina L.V. – post-graduate student

E-mail: lara_hab@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Prospects for the development of the concession of public-private partnerships in the public sector of the Republic of Tatarstan

Resume

The problem of modernization of municipal infrastructure currently is very acute, both at regional level and the local government bodies that are responsible for providing the population with quality municipal resources. Accumulated problems in the utilities sector, require urgent solutions.

Under these circumstances, the economy increasingly important role will be played by the structure, functioning on the basis of public-private partnerships that create institutional and organizational alliance state government and private, for the purpose of realization of socially significant projects in the public sector services.

Actuality Article no doubt as mechanisms for leases offer no guarantee for the modernization and reconstruction of physical infrastructure, it is not permissible within the existing municipal system wear nowadays.

Article examines the possible prospects of functioning and development in the Republic of Tatarstan, one of the most effective mechanisms for public-private partnership – the concession agreement.

The authors of a major operation to assess the impact of the application of concession agreements on tariff regulation in the utilities sector.

Keywords: public-private partnership, the concession agreement, tariff regulation, utilities.

Reference list

1. Sivaev S., Shakirov T. Public-private partnerships in the utilities sector. Institute for Urban Economics, 2013. – 16 p.
2. Public-private partnership in the implementation of strategic plans: the practice and recommendations. – SPb.: International Centre for Social and Economic Research «Leontief Centre», 2005. – 188 p.
3. Varnavskiy V.G. Public-private partnerships: some issues of theory and practice. // World Economy and International Economic Relations, 2011, № 9. – 50 p.
4. Aparin N., Kurbatov M. Interaction of regional administration and business in the use of resources in the region. // Economic Issues, 2003, № 11. – P. 110-119.



Карабашева Э.Н. – аспирант

E-mail: enkarabasheva@bk.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

**О разрешимости однородной задачи Гильберта
со счетным множеством точек разрыва коэффициентов
и двусторонним разного порядка завихрением на бесконечности**

Аннотация

В верхней полуплоскости рассматривается однородная задача Гильберта со счетным множеством точек разрыва первого рода коэффициентов краевого условия и двусторонним разного порядка завихрением на бесконечности. В процессе работы проведено полное исследование картины разрешимости задачи. Основными результатами, которые были получены в процессе работы, являются: формула общего решения при данной постановке, формулировка и обоснование теорем, описывающих картину разрешимости поставленной задачи.

Ключевые слова: завихрение на бесконечности, целая функция, краевая задача Гильберта, бесконечный индекс.

Введение

В краевой задаче Гильберта [2], [1] требуется определить аналитическую в верхней полуплоскости D функцию $F(z)$ по краевому условию:

$$a(t)\Re F(t) - b(t)\Im F(t) = c(t), \quad (1)$$

где $a(t)$, $b(t)$, $c(t)$ – заданные вещественноненулевые функции переменной точки t вещественной оси L , $a^2(t) + b^2(t) \neq 0$. Нас будет интересовать случай, когда односторонние пределы функции $\nu(t) = \arg[a(t) - ib(t)]$ на бесконечности не существуют как некоторая положительная степень $|t|^\rho$. Следуя Н.В. Говорову ([3], с. 114), такую задачу Гильберта будем называть задачей с двусторонним завихрением на бесконечности порядка ρ .

И.Е. Сандрыгайло [4] сформулировал задачу с непрерывными всюду на вещественной оси кроме бесконечно удаленной точки, коэффициентами и двусторонним завихрением на бесконечности степенного порядка меньше 1, получил формулу общего решения и предварительные результаты о разрешимости в классе ограниченных функций экспоненциального порядка убывания на бесконечности и в классе ограниченных функций. Завершенную картину разрешимости этой задачи получили Р.Б. Салимов и П.Л. Шабалин в [5, 6, 7].

В работах [8] и [9] впервые были получены формулы общего решения задачи Гильберта для полуплоскости со счетным множеством точек разрыва коэффициентов и двусторонним завихрением на бесконечности степенного порядка. Завершенная картина разрешимости этой задачи получена в работах [7] для порядка завихрения $\rho < 1/2$, для $1/2 \leq \rho < 1$.

В данной статье получена формула общего решения, проведено полное описание картины разрешимости задачи Гильберта со счетным множеством точек разрыва коэффициентов и двусторонним разного порядка $\left(\nu(t) = O(|t|^{\rho_-}), t \rightarrow -\infty\right)$, и $\left(\nu(t) = O(t^{\rho_+}), t \rightarrow +\infty\right)$ завихрением на бесконечности.

Постановка и решение задачи

Пусть L – вещественная ось в плоскости комплексного переменного $z = x + iy$, D – полуплоскость $\Im z > 0$, t – точка линии L . Требуется найти функцию $F(z)$, аналитическую в области D по краевому условию (1), где $a(t)$, $b(t)$, $c(t)$ – заданные на L действительные функции точки t контура L , непрерывные всюду, кроме точек разрыва

первого рода t_j , $j = \pm 1, \pm 2, \dots$, причем $a^2(t) + b^2(t) \neq 0$ во всех точках непрерывности коэффициентов, $0 < t_1 < \dots < t_k < t_{k+1} < \dots$, $\lim_{k \rightarrow \infty} t_k = \infty$, $0 > t_{-1} > \dots > t_{-k} > t_{-k-1} > \dots$,

$\lim_{k \rightarrow \infty} t_{-k} = -\infty$. Считаем, что краевое условие выполняется на границе L , исключая точки t_k , t_{-k} , где $k = \overline{1, \infty}$. Уточним постановку задачи ниже.

Если $c(t) \equiv 0$, то задача называется однородной, если $c(t) \not\equiv 0$ – неоднородной. В этой работе рассмотрим однородную задачу Гильберта.

Краевое условие (1) с $c(t) \equiv 0$, перепишем в виде:

$$\Re[e^{-iv(t)} F(t)] = 0, \quad (2)$$

где $v(t) = \arg[a(t) - ib(t)]$ – ветвь, выбранная на каждом из интервалов непрерывности коэффициентов так, чтобы число $\delta_j = v(t_j + 0) - v(t_j - 0)$ удовлетворяло условию $0 \leq \delta_j < 2\pi$, $j = \pm 1, \pm 2, \dots$.

Введем функцию $\phi(t) = v(t) - \beta(t)$, где $\beta(t)$ – целочисленная функция, принимающая значения β_k , β_{-k} в интервалах (t_k, t_{k+1}) и (t_{-k}, t_{-k-1}) , $k = \overline{1, \infty}$, соответственно, и значение $\beta_0 = 0$ в интервале (t_{-1}, t_1) . Число β_k выберем так, чтобы $0 \leq \phi(t_k + 0) - \phi(t_k - 0) < \pi$, а значение β_{-k} выберем так, чтобы $0 \leq \phi(t_{-k} + 0) - \phi(t_{-k} - 0) < \pi$. Обозначим $\kappa_j = \frac{\phi(t_j + 0) - \phi(t_j - 0)}{\pi}$, $j = \pm 1, \pm 2, \dots$, тогда имеем $0 \leq \kappa_k < 1$, $0 \leq \kappa_{-k} < 1$, $k = \overline{1, \infty}$.

Будем считать, что точки разрыва удовлетворяют условиям $\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{t_k} < \infty$, $\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{-t_{-k}} < \infty$.

Тогда для функций:

$$P_+(z) = \prod_{k=1}^{\infty} \left(1 - \frac{z}{t_k}\right)^{\kappa_k}, \quad P_-(z) = \prod_{k=1}^{\infty} \left(1 - \frac{z}{t_{-k}}\right)^{\kappa_{-k}}, \quad (3)$$

где под $\arg(1 - z/t_j)$ имеем в виду однозначную ветвь, которая обращается в нуль при $z = 0$ и непрерывную в плоскости z , разрезанной по части вещественной оси, соединяющей точки $t = t_j$, $t = +\infty$ при $j > 0$ и соединяющей точки $t = -\infty$, $t = t_j$ при $j < 0$, справедливы (см. [8], С.110) формулы:

$$\begin{aligned} \arg P_+(t) &= -\sum_{j=1}^k \kappa_j \pi, \quad t_k < t < t_{k+1}, \\ \arg P_-(t) &= \sum_{j=1}^k \kappa_{-j} \pi, \quad t_{-k-1} < t < t_{-k}, \end{aligned} \quad (4)$$

где $k = \overline{1, \infty}$:

$$\arg P_+(t) = 0, \quad t < t_1, \quad \arg P_-(t) = 0, \quad t > t_{-1}. \quad (5)$$

Краевое условие (2) запишем так:

$$\Re[e^{-i\varphi_1(t)} F(t) P_+(t) P_-(t)] = 0, \quad (6)$$

где

$$\varphi_1(t) = \phi(t) + \arg P_+(t) + \arg P_-(t), \quad (7)$$

функции $\arg P_+(t)$, $\arg P_-(t)$ определяются формулами (4), (5).

Вводим новую искомую функцию $F_1(z) = F(z) P_+(z) P_-(z)$, условие (6) запишем в виде $\Re[e^{-i\varphi_1(t)} F_1(t)] = 0$, причем, как видно из формул (4), (7), функция $\varphi_1(t)$ непрерывна во всех конечных точках L . Так мы пришли к краевой задаче Гильберта с непрерывными

коэффициентами для функции $F_1(z)$. При этом будем считать, что функция $\varphi_1(t)$ удовлетворяет условиям:

$$\varphi_1(t) = \begin{cases} v^- t^{\rho^-} + \tilde{v}(t), & t < 0, \\ v^+ |t|^{\rho^+} + \tilde{v}(t), & t > 0, \end{cases} \quad (8)$$

где ρ^-, ρ^+ – заданные числа, подчиненные ограничениям $0 < \rho^- < 1$, $0 < \rho^+ < 1$, $\rho^- \neq \rho^+$, (случай $\rho^- = \rho^+$ подробно разобран в работе [7]), $v^- \neq 0$, $v^+ \neq 0$, функция $\tilde{v}(t)$ удовлетворяет условию Гельдера на вещественной оси, причем на бесконечности это условие имеет вид неравенства:

$$|\tilde{v}(t_1) - \tilde{v}(t_2)| \leq K \left| \frac{1}{t_1} - \frac{1}{t_2} \right|^\alpha, \quad (9)$$

с $K > 0$, некоторым α , $0 < \alpha < 1$.

Решение $F(z)$ однородной задачи будем искать в классе функций, для которых $F(z)P_+(z)P_-(z) = F_1(z)$ является ограниченной в D функцией. Таким образом, задача сводится к уже рассмотренной в [6]. После того, как функция $F_1(z)$ будет найдена, можно будет определить решение однородной краевой задачи (2), по формуле $F(z) = F_1(z) / P_+(z)P_-(z)$.

В точке t_j решение задачи обращается в бесконечность порядка κ_j .

Рассмотрим поведение решения задачи на луче $z = re^{i\theta}$, $r > 0$, $\theta = \text{const}$, $0 < \theta < \pi$, $r \rightarrow \infty$. Так же, как в [9], введем функции:

$$n_-^*(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x < -t_{-1}, \\ \sum_{j=1}^{k-1} \kappa_{-j}, & -t_{-k+1} \leq x < -t_{-k}, \end{cases} \quad n_+^*(x) = \begin{cases} 0, & 0 < x < t_1, \\ \sum_{j=1}^{k-1} \kappa_j, & t_{k-1} \leq x < t_k. \end{cases}$$

Пусть будут выполнены условия:

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{n_+^*(x)}{x^{\kappa_+}} = \Delta_+, \quad \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{n_-^*(x)}{x^{\kappa_-}} = \Delta_-, \quad (10)$$

с положительными постоянными Δ_+ , Δ_- и $0 < \kappa_- < 1$, $0 < \kappa_+ < 1$. В [9], ([8], с. 112) получены структурные формулы:

$$\ln P_+(z) = \frac{\pi \Delta_+ e^{-ik_+ \pi}}{\sin(\pi \kappa_+)} z^{\kappa_+} + I_+(z), \quad I_+(z) = -z \int_0^{+\infty} \frac{n_+^*(\tau) - \Delta_+ \tau^{\kappa_+}}{\tau(\tau - z)} d\tau, \quad (11)$$

для $0 < \arg z < 2\pi$ и

$$\ln P_-(z) = \frac{\pi \Delta_-}{\sin \pi \kappa_-} z^{\kappa_-} + I_-(z), \quad I_-(z) = z \int_0^{+\infty} \frac{n_-^*(\tau) - \Delta_- \tau^{\kappa_-}}{\tau(\tau + z)} d\tau, \quad (12)$$

если $-\pi < \arg z < \pi$. Предельные значения интегралов типа Коши выражаем по формулам Сохозского, далее, выделяя вещественные части из (11), (12), получим равенства:

$$\begin{aligned} \ln |P_+(t)| &= \frac{\pi \Delta_+ \cos(\kappa_+ \pi)}{\sin(\kappa_+ \pi)} t^{\kappa_+} + I_+(t), \quad t > 0, \\ I_+(t) &= - \int_0^{+\infty} \frac{n_+^*(\tau) - \Delta_+ \tau^{\kappa_+}}{\tau(\tau - t)} d\tau, \quad t > 0, \quad t \neq t_k, \quad k = \overline{1, \infty}, \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \ln |P_-(-t)| &= \frac{\pi \Delta_- \cos(\kappa_- \pi)}{\sin(\kappa_- \pi)} t^{\kappa_-} + I_-(t), \\ I_-(t) &= - \int_0^{+\infty} \frac{n_-^*(\tau) - \Delta_- \tau^{\kappa_-}}{\tau(\tau - t)} d\tau, \quad t < 0, \quad t \neq -t_{-k}, \quad k = \overline{1, \infty}. \end{aligned} \quad (14)$$

Из формул (3), (11), (12) следует, что функция $|\exp\{I_+(z)\}|$ ($|\exp\{I_-(z)\}|\$) обращается в нуль порядка κ_k (порядка κ_{-k}) в точке t_k (t_{-k}), $k = \overline{1, \infty}$. Справедлива лемма из [12].

Лемма 1. Пусть выполнены условия (10), δ – заданное малое положительное число, $z = re^{i\theta}$, тогда справедливы следующие асимптотические оценки:

$$I_+(re^{i\theta}) = o(r^{\kappa_+}), \quad r \rightarrow +\infty, \quad \delta < \theta < 2\pi - \delta,$$

$$I_-(re^{i\theta}) = o(r^{\kappa_-}), \quad r \rightarrow +\infty, \quad -\pi + \delta < \theta < \pi + \delta.$$

Для аналитического выделения особенностей краевого условия на бесконечности, введем функцию: $P_1(z) + iQ_1(z) = I_1 e^{i\alpha_1} z^{\rho^-}$, которую при $z = re^{i\theta}$ представим в виде:

$$P_1(z) + iQ_1(z) = I_1 r^{\rho^-} (\cos(\alpha_1 + \rho^- \theta) + i \sin(\alpha_1 + \rho^- \theta)).$$

Если взять $I_1 = -\frac{\nu^-}{\sin \pi \rho^-}$, $\alpha_1 = \frac{\pi}{2}$, то при $z = t$, $t > 0$, $\theta = 0$, и $t < 0$, $\theta = \pi$,

получим:

$$P_1(t) = \begin{cases} \nu^- |t|^{\rho^-}, & t < 0, \\ 0, & t > 0. \end{cases} \quad Q_1(t) = \begin{cases} -\frac{\nu^- |t|^{\rho^-} \cos \pi \rho^-}{\sin \pi \rho^-}, & t < 0, \\ -\frac{\nu^- t^{\rho^-}}{\sin \pi \rho^-}, & t > 0, \end{cases} \quad (15)$$

и

$$Q_1(re^{i\theta}) = -\frac{r^{\rho^-} \nu^- \cos(\theta \rho^-)}{\sin(\pi \rho^-)}. \quad (16)$$

Также введем функцию $P_2(z) + iQ_2(z) = I_2 e^{i\alpha_2} z^{\rho^+}$, для которой при $I_2 = \nu^+ / \sin \pi \rho^+$, $\alpha_2 = \pi / 2 - \pi \rho^+$ справедливы формулы:

$$P_2(t) = \begin{cases} 0, & t < 0, \\ \nu^+ t^{\rho^+}, & t > 0, \end{cases} \quad Q_2(t) = \begin{cases} \frac{\nu^+ |t|^{\rho^+}}{\sin(\pi \rho^+)}, & t < 0, \\ \frac{\nu^+ t^{\rho^+} \cos(\pi \rho^+)}{\sin(\pi \rho^+)}, & t > 0, \end{cases} \quad (17)$$

и

$$Q_2(re^{i\theta}) = \frac{r^{\rho^+} \nu^+ \cos(\pi \rho^+ - \theta \rho^+)}{\sin(\pi \rho^+)}. \quad (18)$$

Определим ограниченную в области D , аналитическую функцию с граничными значениями мнимой части: $\varphi_1(t) - P_1(t) - P_2(t) = \tilde{\nu}(t)$, по формуле:

$$\Gamma(z) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \tilde{\nu}(t) \frac{dt}{t - z}.$$

На контуре L эта функция принимает значения $\Gamma^+(t) = \Gamma(t) + i\tilde{\nu}(t)$, где:

$$\Gamma(t) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \tilde{\nu}(t_1) \frac{dt_1}{t_1 - t}.$$

Краевое условие (6) запишем так:

$$\Im \left\{ ie^{-\Gamma^+(t)} e^{-iP_1(t)+Q_1(t)} e^{-iP_2(t)+Q_2(t)} F(t) P_+(t) P_-(t) \right\} = 0, \quad (19)$$

преобразовав при дополнительных ограничениях (8), (11), (12) краевые условия однородной задачи к виду задачи (19).

В фигурных скобках формулы (19) граничное значение функции:

$$\Phi(z) = ie^{-\Gamma^+(z)} e^{-iP_1(z)+Q_1(z)} e^{-iP_2(z)+Q_2(z)} F(z) P_+(z) P_-(z), \quad (20)$$

аналитической в области D , которую с учетом (13), (14) можно записать так:

$$\Phi(z) = ie^{-\Gamma^+(z)} \exp\{-iP_1(t) + Q_1(t)\} \exp\{-iP_2(t) + Q_2(t)\} F(z) \times \\ \times e^{I_+(z)} e^{+I_-(z)} \exp\left\{\frac{\pi\Delta_+ e^{-i\kappa_+}\pi}{\sin \pi\kappa_+} z^{\kappa_+}\right\} \exp\left\{\frac{\pi\Delta_- e^{-i\kappa_-}\pi}{\sin \pi\kappa_-} z^{\kappa_-}\right\}. \quad (21)$$

Согласно (19) для граничного значения функции $\Phi(z)$ всюду на L имеем:

$$\Im\Phi_+(t) = 0 \quad (22)$$

Так как функция $\Phi(z)$ симметричная и аналитическая в верхней полуплоскости и $\Im\Phi_+(t) = 0$, ее можно продолжить на нижнюю полуплоскость $\Im z < 0$ по принципу симметрии Римана-Шварца формулой:

$$\Phi(z) = \overline{\Phi(\bar{z})}, \quad (23)$$

Решение $F(z)$ однородной задачи (19), ищем в классе функций \tilde{B} , для которых произведение $|F(z)| |z - t_j|^{\kappa_j}$ ограничено вблизи точки t_j для всех $j = \pm 1, \pm 2, \dots$.

Для таких решений условие $\Im\Phi_+(t) = 0$ считаем выполненным и в точках t_k, t_{-k} , $k = \overline{1, +\infty}$. Так как, продолжая функцию $\Phi(z)$ на полуплоскость $\Im z < 0$ через участки $t_{k-1}t_k$ и $t_k t_{k+1}$, мы получаем одну и ту же функцию в силу (24). Величина $|\Phi(z)|$ является ограниченной вблизи t_k в классе \tilde{B} , поэтому точка t_k является устранимой особой точкой функции $\Phi(z)$, полученной при аналитическом продолжении, значит, можно принять $\Im\Phi^+(t_k) = 0$. Таким образом, мы строим целую функцию $\Phi(z)$.

Далее справедлива теорема 1.

Теорема 1. Для того, чтобы однородная краевая задача (20) имела решение $F(z)$ в классе \tilde{B} , необходимо и достаточно, чтобы для этого решения была справедлива формула (20), где $\Phi(z)$ – произвольная целая функция, которая принимает действительные значения на границе L .

Теперь решение однородной задачи (19) станем искать в классе B_* функций $F(z)$, для которых произведение $|F(z)| e^{\Re I_+(z)} e^{\Re I_-(z)}$ – функция аналитическая и ограниченная в области D . Класс решений $B_* \subset \tilde{B}$. Вычислим порядок функции $\Phi(z)$ по формуле $\rho_\Phi := \lim_{r \rightarrow \infty} [\ln \ln M(r) / \ln r]$. В силу симметрии для целой функции $\Phi(z)$ формулы (20), когда имеют место (22), (23):

$$M(r) := \max_{0 \leq \theta \leq 2\pi} |\Phi(re^{i\theta})| = \max_{0 \leq \theta \leq \pi} |\Phi(re^{i\theta})|.$$

Согласно (21):

$$|\Phi(re^{i\theta})| = \exp\{Q_1(re^{i\theta}) + Q_2(re^{i\theta}) + \Re(I_+(re^{i\theta}) + I_-(re^{i\theta}) - \Gamma(re^{i\theta}))\} \\ \times |F(re^{i\theta})| \exp\left\{\frac{\pi\Delta_+ r^{\kappa_+}}{\sin(\pi\kappa_+)} \cos(\kappa_+(\theta - \pi)) + \frac{\pi\Delta_- r^{\kappa_-}}{\sin(\pi\kappa_-)} \cos(\kappa_-\theta)\right\}. \quad (24)$$

Так как $\Re\Gamma(z)$, $|F(z)| e^{\Re(I_+(z)) + I_-(z)}$ – функции ограниченные в D , то:

$$\max_{0 \leq \theta \leq \pi} \{\exp\{-\Re\Gamma(re^{i\theta})\} |F(re^{i\theta})| \exp\{\Re(I_+(re^{i\theta}) + I_-(re^{i\theta}))\}\} \leq C, \quad (25)$$

$C = \text{const} > 0$, кроме того, согласно (17) $Q_1(re^{i\theta}) \leq l_1 r^{\rho^-}$, $Q_2(re^{i\theta}) \leq l_2 r^{\rho^+}$.

Поэтому в силу (24), (25) имеем:

$$M(r) \leq C \exp\left\{l_1 r^{\rho^-} + l_2 r^{\rho^+} + \frac{\pi\Delta_+}{\sin(\pi\kappa_+)} r^{\kappa_+} + \frac{\pi\Delta_-}{\sin(\pi\kappa_-)} r^{\kappa_-}\right\},$$

$$\ln M(r) \leq \ln C + l_1 r^{\rho^-} + l_2 r^{\rho^+} + \frac{\pi \Delta_+}{\sin(\pi \kappa_+)} r^{\kappa_+} + \frac{\pi \Delta_-}{\sin(\pi \kappa_-)} r^{\kappa_-}.$$

Будем различать случаи $\rho_\Phi > \max\{\kappa_+, \kappa_-\}$, $\rho_\Phi = \max\{\kappa_+, \kappa_-\}$ и $\rho_\Phi < \max\{\kappa_+, \kappa_-\}$.

Пусть $\rho_\Phi \geq \max\{\kappa_+, \kappa_-\}$. Здесь по формуле (25) имеем:

$$\rho_\Phi = \lim_{r \rightarrow \infty} \frac{\overline{\ln \ln M(r)}}{\ln r} \leq \begin{cases} \rho^+, \rho^+ > \rho^-, \\ \rho^-, \rho^- > \rho^+. \end{cases}$$

То есть, порядок $\rho_\Phi = \overline{\lim}_{r \rightarrow \infty} [\ln \ln M(r) / \ln r]$ целой функции $\Phi(z)$, определяемой формулами (20), (22), (23), не превосходит $\max\{\rho^+, \rho^-\}$.

Теорема 2. Для того, чтобы краевая задача (19) имела решение $F(z)$ класса B_* при $\max\{\rho^+, \rho^-\} \geq \max\{\kappa_+, \kappa_-\}$, необходимо и достаточно, чтобы для функции $F(z)$ была справедлива формула (20), где $\Phi(z)$ – целая произвольная функция порядка $\rho_\Phi \leq \max\{\rho^+, \rho^-\}$, удовлетворяющая условию (22) и на контуре L для всех достаточно больших t неравенствам:

$$|\Phi(t)| \leq C \exp \left\{ -\frac{\nu^- t^{\rho^-}}{\sin(\pi \rho^-)} + \frac{\nu^+ t^{\rho^+} \cos(\pi \rho^+)}{\sin(\pi \rho^+)} + \frac{\pi \Delta_+ \cos(\kappa_+ \pi) t^{\kappa_+}}{\sin(\pi \kappa_+)} + \frac{\pi \Delta_- t^{\kappa_-}}{\sin(\pi \kappa_-)} \right\}, \quad (26)$$

если $t > 0$, и

$$|\Phi(t)| \leq C \exp \left\{ -\frac{\nu^- |t|^{\rho^-} \cos(\pi \rho^-)}{\sin(\pi \rho^-)} + \frac{\nu^+ |t|^{\rho^+}}{\sin(\pi \rho^+)} + \frac{\pi \Delta_+ |t|^{\kappa_+}}{\sin(\pi \kappa_+)} + \frac{\pi \Delta_- \cos(\kappa_- \pi) |t|^{\kappa_-}}{\sin(\pi \kappa_-)} \right\}, \quad (27)$$

если $t < 0$. Здесь $C = \text{const} > 0$.

Доказательство. Необходимость. Пусть $F(z)$ – решение краевой задачи (18) в классе B_* . Тогда выполняются соотношения (20), (22), где $\Phi(z)$ с условием (23) является целой функцией порядка $\rho_\Phi \leq \max\{\rho^+, \rho^-\}$. Полагая в формуле (24) $\theta = 0$ и $\theta = \pi$, с учетом (25) получаем неравенства (26), (27), соответственно.

Достаточность. Пусть для функции $F(z)$ справедливо (20), причем $\Phi(z)$ целая функция порядка $\rho_\Phi \leq \max\{\rho^+, \rho^-\}$, удовлетворяющая условию (22) и неравенствам (26), (27) (тогда функция $F(z)$, определяемая по формуле (20), является решением задачи (19)). В силу указанных неравенств и формул (24), (15), (17), учитывая ограниченность функции $|\Re \Gamma(re^{i\theta})| \leq q$, $q = \text{const}$, $r \geq 0$, $0 \leq \theta \leq \pi$, для аналитической в области D функции $F(z)e^{I_+(z)+I_-(z)}$ имеем $|F(t)e^{I_+(t)+I_-(t)}| \leq Ce^q$ при $t > 0$ и $t < 0$. Так, всюду на L выполняется неравенство $|F(t)e^{I_+(t)+I_-(t)}| \leq \tilde{C}$, $\tilde{C} = \text{const} > 0$.

На основании (24) с учетом (16), (18) имеем:

$$\begin{aligned} |F(re^{i\theta}) \exp\{I_+(re^{i\theta}) + I_-(re^{i\theta})\}| &= |\Phi(re^{i\theta})| \times \\ &\times \exp \left\{ -l_1 r^{\rho^-} \sin(\alpha + \rho^- \theta) - l_2 r^{\rho^+} \sin(\alpha + \rho^+ \theta) + \Re \Gamma(re^{i\theta}) \right\} \times \\ &\times \exp \left\{ -\frac{\pi \Delta_+ r^{\kappa_+}}{\sin(\pi \kappa_+)} \cos(\kappa_+ (\theta - \pi)) - \frac{\pi \Delta_- r^{\kappa_-}}{\sin(\pi \kappa_-)} \cos(\kappa_- \theta) \right\}, \quad 0 \leq \theta \leq \pi. \end{aligned}$$

Отсюда получим:

$$\max_{0 \leq \theta \leq \pi} |F(re^{i\theta}) \exp\{I_+(re^{i\theta}) + I_-(re^{i\theta})\}| \leq M(r) e^{l_1 r^{\rho^-} + l_2 r^{\rho^+} + q} \exp \left\{ \frac{\pi \Delta_+ r^{\kappa_+}}{\sin(\pi \kappa_+)} + \frac{\pi \Delta_- r^{\kappa_-}}{\sin(\pi \kappa_-)} \right\}.$$

Поскольку для любого числа $\varepsilon > 0$ справедливо неравенство $M(r) < \exp\{r^{\rho_\Phi + \varepsilon}\}$ при всех $r > r_\varepsilon$, то выбрав числа ε , ρ^* так, чтобы $\max\{\rho^+, \rho^-\} < \rho^* < 1$, $\rho_\Phi + \varepsilon < \rho^*$, из предыдущего соотношения получим:

$$\max_{0 \leq \theta \leq \pi} |F(re^{i\theta}) \exp\{I_+(re^{i\theta}) + I_-(re^{i\theta})\}| < \exp\{r^{\rho^*}\},$$

для всех достаточно больших r , для которых:

$$r > r_\varepsilon, \quad \frac{r^{\rho_\Phi + \varepsilon}}{r^{\rho^*}} + \frac{l_1 r^{\rho^-}}{r^{\rho^*}} + \frac{l_2 r^{\rho^+}}{r^{\rho^*}} + \frac{q}{r^{\rho^*}} + \frac{\pi \Delta_+ r^{\kappa_+}}{r^{\rho^*} \sin(\pi \kappa_+)} + \frac{\pi \Delta_- r^{\kappa_-}}{r^{\rho^*} \sin(\pi \kappa_-)} < 1.$$

Таким образом, порядок функции $F(z)e^{I_+(z)+I_-(z)}$ внутри угла $0 \leq \theta \leq \pi$ не превышает ρ^* [11], С. 69. По принципу Фрагмена-Линделяфа будем иметь $|F(z)e^{I_+(z)+I_-(z)}| < \tilde{C}$ всюду в D , т.е. $F(z)$ лежит в классе B_* .

Теорема 3. При $\max\{\rho^+, \rho^-\} \geq \max\{\kappa_+, \kappa_-\}$ общее решение краевой задачи (19) в классе функций B_* определяется формулой:

$$F(z) = -ie^{\Gamma(z)} e^{i[P_1(z)+iQ_1(z)]} e^{i[P_2(z)+iQ_2(z)]} \Phi(z) [P_+(z) P_-(z)]^{-1}, \quad (28)$$

или

$$F(z) = -ie^{I_+(z)-I_-(z)} e^{\Gamma(z)} e^{i[P_1(z)+iQ_1(z)]} e^{i[P_2(z)+iQ_2(z)]} \Phi(z) \exp \left\{ -\frac{\pi \Delta_+ e^{-i\pi \kappa_+} z^{\kappa_+}}{\sin(\pi \kappa_+)} + \frac{\pi \Delta_- z^{\kappa_-}}{\sin(\pi \kappa_-)} \right\},$$

где $\Phi(z)$ – произвольная целая функция порядка $\rho_\Phi \leq \max\{\rho^+, \rho^-\}$, удовлетворяющая условию (22) и неравенствам (26), (27) для достаточно больших $|t|$.

Действительно, для функции $F(z)$, определяемой формулой (28), выполняется соотношение (20) и утверждение теоремы следует из предыдущего доказательства.

Разрешимость однородной задачи Гильберта

Проведем описание картины разрешимости однородной задачи Гильберта в классе функций B_* .

Теорема 4. Пусть $\max\{\kappa_+, \kappa_-\} < \max\{\rho^+, \rho^-\} < 1$. Тогда, если выполняется:

a) $\rho^- > \rho^+$ и $v^- > 0$, либо $\rho^+ > \rho^-$ и $v^+ < 0$,

однородная краевая задача (19) не имеет нетривиальных решений в классе B_* :

b) $\rho^- > \rho^+$ и $v^- < 0$, либо $\rho^+ > \rho^-$ и $v^+ > 0$,

однородная краевая задача (19) имеет в классе B_* решения, которые определяются формулой (28), где $\Phi(z)$ – целая функция порядка ρ_Φ , $\rho_\Phi \leq \max\{\rho^+, \rho^-\}$, удовлетворяющая условию (22) и неравенствам:

$$|\Phi(t)| \leq C \exp \left\{ -\frac{v^- t^{\rho^-}}{\sin(\pi \rho^-)} + \frac{v^+ t^{\rho^+} \cos(\pi \rho^+)}{\sin(\pi \rho^+)} \right\}, \text{ при } t > 0, \quad (29)$$

$$|\Phi(t)| \leq C \exp \left\{ -\frac{v^- |t|^{\rho^-} \cos(\pi \rho^-)}{\sin(\pi \rho^-)} + \frac{v^+ |t|^{\rho^+}}{\sin(\pi \rho^+)} \right\}, \quad C = \text{const}, \quad C > 0 \text{ при } t < 0. \quad (30)$$

Доказательство. а) Пусть $\rho_+ < \rho_- < 1$ и $v^- > 0$, тогда если $0 < \rho_- < 1/2$, в силу неравенства (26) получаем $\lim_{t \rightarrow +\infty} |\Phi(t)| = 0$, по принципу Фрагмена-Линделяфа для разрезанной по положительной вещественной полуоси плоскости получаем: $\Phi(z) \equiv 0$.

Если же $1/2 \leq \rho_- < 1$, то используем неравенства (26), (30) и принцип Фрагмена-Линделёфа для верхней полуплоскости. Ясно, что то же получим и в случае, когда $\rho_- < \rho_+ < 1$ и $\nu^+ < 0$.

Пусть выполнено условие б). По теореме 3 целая функция $\Phi(z)$, которая входит в формулу общего решения (28), должна иметь порядок $\rho_\Phi \leq \max\{\rho^+, \rho^-\}$, удовлетворять неравенствам (26), (27), которые в силу условия $\max\{\rho^+, \rho^-\} > \max\{\kappa_+, \kappa_-\}$ примут вид неравенства (29), (27) и в силу (22) принимать на вещественной оси вещественные значения. Такие целые функции существуют, это следует из построений, проведенных в работах [6, 8]. Возьмем целую функцию:

$$\Phi_0(z) = \prod_{k=1}^{\infty} \left(1 - \frac{z}{r_k e^{i\theta_0}}\right) \left(1 - \frac{z}{r_k e^{-i\theta_0}}\right), \quad r_k = \left(\frac{2k-1}{2\Delta_0}\right)^{1/\kappa_0}, \quad 0 \leq \theta_0 \leq \pi. \quad (31)$$

Формулой $\arg(1 - z/r_k e^{i\theta_0})$ означаем ветвь, однозначную и непрерывную в плоскости, разрезанной по лучу $z = re^{i\theta_0}$, $r > r_k$, принимающую нулевое значение при $z = 0$, а формулой $\arg(1 - z/r_k e^{-i\theta_0})$ означаем ветвь, однозначную и непрерывную в плоскости, разрезанной по лучу $z = re^{-i\theta_0}$, $r > r_k$, принимающую нулевое значение при $z = 0$, κ_0 – число из интервала $(0, 1)$. В [6], см. также ([8], с. 102) доказана асимптотическая формула:

$$\ln \Phi_0(t) = o(|t|^{\kappa_0}) + \begin{cases} \frac{\Delta_0 \pi 2 \cos((\theta_0 - \pi)\kappa_0)}{\sin(\pi\kappa_0)} t^{\kappa_0}, & t > 0, \\ \frac{\Delta_0 \pi 2 \cos(\theta_0 \kappa_0)}{\sin(\pi\kappa_0)} |t|^{\kappa_0}, & t < 0. \end{cases}$$

Ясно, что порядок функции $\Phi_0(z)$ равен κ_0 (т.е. показатель сходимости последовательности её нулей равен κ_0 ([12], с. 278)). Таким образом, условия (26), (27) для целой функции $\Phi_0(z)$ будут выполняться для любых Δ_0 , θ_0 , если взять $\kappa_0 < \max\{\rho^+, \rho^-\}$, а в случае $\kappa_0 = \max\{\rho^+, \rho^-\}$, числа $\Delta_0 > 0$, $\theta_0 \in (0, \pi)$ следует выбрать так, чтобы при $\rho^- > \rho^+$ выполнялась система неравенств:

$$\begin{cases} \Delta_0 2\pi \cos((\theta_0 - \pi)\rho^-) \leq -\nu^-, \\ \Delta_0 2\pi \cos(\theta_0 \rho^-) \leq -\nu^- \cos(\pi\rho^-). \end{cases}$$

Равенство в этой системе выполняется при $\theta_0 = \pi$, $\Delta_0 = -\nu^- / 2\pi$. Аналогично разбирается случай $\rho^+ > \rho^-$.

Теорема 5. Пусть $\rho^+ < \kappa_+ = \kappa_- = \rho^- < 1/2$. Тогда однородная краевая задача (19)

a) не имеет нетривиальных решений в классе B_* , если $\pi\Delta_+ \cos(\pi\rho^-) + \pi\Delta_- - \nu^- < 0$ либо $\pi\Delta_+ + (\pi\Delta_- - \nu^-) \cos(\pi\rho^-) < 0$;

b) имеет единственное с точностью до постоянного вещественного сомножителя A решение вида $F(z) = -ie^{\Gamma(z)} e^{i[P_1(z)+iQ_1(z)]} e^{i[P_2(z)+iQ_2(z)]} A[P_+(z)P_-(z)]^{-1}$, если $\nu^+ < 0$ и

$$\begin{cases} \pi\Delta_+ \cos(\pi\rho^-) + \pi\Delta_- - \nu^- = 0, \\ \pi\Delta_+ + (\pi\Delta_- - \nu^-) \cos(\pi\rho^-) > 0. \end{cases}$$

c) имеет решения класса B_* , определенные формулой (28), где $\Phi(z)$ – произвольная целая функция порядка $\rho_\Phi \leq \rho^-$, удовлетворяющая условию (23) и неравенствам:

$$|\Phi(t)| \leq C \exp \left\{ \frac{\nu^+ \cos(\pi\rho^+)}{\sin(\pi\rho^+)} t^{\rho^+} \right\}, \quad t > 0, \quad (32)$$

$$|\Phi(t)| \leq C \exp \left\{ \frac{\pi\Delta_+ + (\pi\Delta_- - \nu^-) \cos \pi\rho^-}{\sin(\pi\rho^-)} |t|^{\rho^-} + \frac{\nu^+ |t|^{\rho^+}}{\sin(\pi\rho^+)} \right\}, \quad t < 0, \quad (33)$$

если $\nu^+ > 0$ и:

$$\begin{cases} \pi\Delta_+ \cos(\pi\rho^-) + \pi\Delta_- - \nu^- = 0, \\ \pi\Delta_+ + (\pi\Delta_- - \nu^-) \cos(\pi\rho^-) > 0. \end{cases}$$

d) имеет решения класса B_* , определенные формулой (28), где $\Phi(z)$ – произвольная целая функция порядка $\rho_\Phi \leq \rho^+$, удовлетворяющая условию (22) и при $\rho_\Phi = \rho^-$ еще и неравенствам:

$$|\Phi(t)| \leq C \exp \left\{ \frac{\pi\Delta_+ \cos(\pi\rho^-) + \pi\Delta_- - \nu^-}{\sin(\pi\rho^-)} |t|^{\rho^-} + \frac{\nu^+ \cos(\pi\rho^+)}{\sin(\pi\rho^+)} t^{\rho^+} \right\}, \quad t > 0,$$

$$|\Phi(t)| \leq C \exp \left\{ \frac{\pi\Delta_+ + (\pi\Delta_- - \nu^-) \cos(\pi\rho^-)}{\sin(\pi\rho^-)} |t|^{\rho^-} + \frac{\nu^+ |t|^{\rho^+}}{\sin(\pi\rho^+)} \right\}, \quad t < 0,$$

если:

$$\begin{cases} \pi\Delta_+ \cos(\pi\rho^-) + \pi\Delta_- - \nu^- > 0, \\ \pi\Delta_+ + (\pi\Delta_- - \nu^-) \cos(\pi\rho^-) > 0. \end{cases} \quad (34)$$

Доказательство. Случай б) теоремы 5. Примем выполненные условия (34). По теореме 3 общее решение задачи (19) определяется формулой (32), которая содержит произвольную целую функцию $\Phi(z)$ порядка $\rho_\Phi \leq \rho$, удовлетворяющую условию (22) и неравенствам (26), (27), которые в условиях пункта б) теоремы 5 примут вид неравенств (32), (33). В силу условия $\nu^+ < 0$ из неравенства (32) получим $|\Phi(t)| \leq C, t > 0$. Из-за симметрии $\Phi(z)$ ограничена по модулю на обеих берегах разреза, проведенного по положительной вещественной полуоси, так как $\rho_\Phi < 1/2$, то по теореме Фрагмена-Линделефа функция $\Phi(z)$ ограничена во всей плоскости, значит является постоянной.

Пусть выполнены условия пункта с). Согласно теореме 3 целая функция $\Phi(z)$ должна удовлетворять условию симметрии и неравенствам (26), (27), которые примут вид (32), (33) и иметь порядок $\rho_\Phi \leq \rho$. В качестве примера можно взять функцию (31), если положить $\theta_0 = \pi$, Δ_0 – любое положительное число при $\kappa_0 < \rho^+$, и в случае $\kappa_0 = \rho^+$ взять $\Delta_0 < \nu^+ \cos(\pi\rho^+) / 2\pi\rho^+$.

Обоснование случая д) проводится построением примера на базе целой функции (31).

Теорема 6. Пусть $\rho^+ < \kappa_+ = \kappa_- = \rho^-$, $1/2 \leq \rho^- < 1$. Тогда однородная краевая задача (19):

a) не имеет нетривиальных решений в классе B_* , если:

$$\begin{cases} \pi\Delta_+ \cos(\pi\rho^-) + \pi\Delta_- - \nu^- < 0, \\ \pi\Delta_+ + (\pi\Delta_- - \nu^-) \cos(\pi\rho^-) < 0; \end{cases}$$

b) имеет решения класса B_* , определенные формулой (28), в которой $\Phi(z)$ – произвольная целая функция порядка $\rho_\Phi \leq \rho^-$, удовлетворяющая условию (22) и неравенствам:

$$\begin{aligned} |\Phi(t)| &\leq C \exp \left\{ \frac{\pi \Delta_+ \cos(\pi \rho^-) + \pi \Delta_- - \nu^-}{\sin(\pi \rho^-)} t^{\rho^-} + \frac{\nu^+ \cos(\pi \rho^+)}{\sin(\pi \rho^+)} t^{\rho^+} \right\}, \quad t > 0, \\ |\Phi(t)| &\leq C \exp \left\{ \frac{\pi \Delta_+ + (\pi \Delta_- - \nu^-) \cos \pi \rho^-}{\sin \pi \rho^-} |t|^{\rho^-} + \frac{\nu^+ |t|^{\rho^+}}{\sin \pi \rho^+} \right\}, \quad t < 0, \end{aligned} \quad (34)$$

если:

$$\begin{cases} \pi \Delta_+ \cos(\pi \rho^-) + \pi \Delta_- - \nu^- = 0, \\ \pi \Delta_+ + (\pi \Delta_- - \nu^-) \cos(\pi \rho^-) > 0, \end{cases} \quad \text{или} \quad \begin{cases} \pi \Delta_+ \cos(\pi \rho^-) + \pi \Delta_- - \nu^- > 0, \\ \pi \Delta_+ + (\pi \Delta_- - \nu^-) \cos(\pi \rho^-) = 0. \end{cases}$$

c) имеет решения класса B_* , определенные формулой (28), в которой $\Phi(z)$ – произвольная целая функция порядка $\rho_\Phi \leq \rho^-$, удовлетворяющая условию (22) и при $\rho_\Phi = \rho^-$ еще и неравенствам (34) если:

$$\begin{cases} \pi \Delta_+ \cos(\pi \rho^-) + \pi \Delta_- - \nu^- > 0, \\ \pi \Delta_+ + (\pi \Delta_- - \nu^-) \cos(\pi \rho^-) > 0. \end{cases}$$

Список библиографических ссылок

1. Мухелишвили Н.И. Сингулярные интегральные уравнения. – М.: Наука, 1968. – 511 с.
2. Гахов Ф.Д. Краевые задачи. – М.: Наука, 1977. – 640 с.
3. Говоров Н.В. Краевая задача Римана с бесконечным индексом. – М.: Наука, 1986. – 239 с.
4. Сандрыгайло И.Е. О краевой задаче Гильберта с бесконечным индексом для полуплоскости // Изв. АН БССР. Сер. физ.-мат. н., № 6, 1974. – С. 16-23.
5. Салимов Р.Б., Шабалин П.Л. Метод регуляризующего множителя для решения однородной задачи Гильберта с бесконечным индексом // Изв. вузов. Математика, 2001, № 4. – С. 76-79.
6. Салимов Р.Б., Шабалин П.Л. К решению задачи Гильберта с бесконечным индексом // Матем. заметки, 2003, Т. 73, Вып. 5. – С. 724-734.
7. Салимов Р.Б., Шабалин П.Л. Однородная задача Гильберта с разрывными коэффициентами и двусторонним завихрением на бесконечности порядка // Известия вузов, Математика, 2012, № 11. – С. 67-71.
8. Салимов Р.Б., Шабалин П.Л. Краевая задача Гильберта теории аналитических функций и ее приложения. – Казань: Изд-во Казанск. мат. о-ва, 2005. – 297 с.
9. Салимов Р.Б., Шабалин П.Л. Задача Гильберта. Случай бесконечного множества точек разрыва коэффициентов // Сиб. матем. журн., 2008, Т. 49, № 4. – С. 898-915.
10. Хейман У. Мероморфные функции. – М.: Мир, 1966. – 287 с.
11. Левин Б.Я. Распределение корней целых функций. – М.: Гостехиздат, 1956. – 632 с.
12. Маркушевич А.И. Теория аналитических функций, Т. 2. – М.: Наука, 1968. – 624 с.

Karabasheva E.N. – post-graduate student

E-mail: enkarabasheva@bk.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

On solvability of homogeneous Hilbert problem with countable set of points discontinuities and of a different order two-side curling at infinity

Resume

In this article we consider the Hilbert boundary value problem with countable set of points of discontinuity of the first kind with a different order two-Side curling at infinity of edge conditions. The problem considered at the upper half-plane. The problem is in definition of the function analytical in special class of functions on the given boundary condition. This view of Hilbert boundary value problem it was not considered yet. Similar problem has been studied in Sandrygailo I., Salimov R. and Shabalin P. papers.

In this article we received formulas for general solutions, found the conditions for the existence and for the uniqueness of the problem, described the set of solutions in the case when solution is not unique, complete investigation of the solvability of problem with conditions, that described in the article.

Keywords: the Hilbert boundary value problem, curling at infinity, infinite index, entire functions.

Reference list

1. Muskhelishvili N.I. Singular integral equations. – M.: Nauka, 1968. – 511 p.
2. Gakhov F.D. Boundary value problems. – M.: Nauka, 1977. – 640 p.
3. Gonorov N.V. Riemann's boundary problem with infinite index. – M.: Nauka, 1986. – 239 p.
4. Sandrygailo I.E. On Hilbert boundary value problem for half-plane with infinite index // Izv. AN BSSR. Ser. fiz.-mat. n., № 6, 1974. – P. 16-23.
5. Salimov R.B., Shabalin P.L. The regularizing factor method for solving a homogeneous Hilbert problem with an infinite index // Izv. vuzov. Matem., 2001, № 4. – P. 76-79.
6. Salimov R.B., Shabalin P.L. Solution of the Hilbert Problem with infinite index. Mathem. Zametki, 2003, V. 73, № 5. – P. 724-734.
7. Salimov R.B., Shabalin P.L. A homogeneous Hilbert problem with discontinuous coefficients and two-side curling at infinity of order less S // Yfimski mathematical zhurnal, V. 5, № 2, 2013. – P. 82-93.
8. Salimov R.B., Shabalin P.L. Hilbert boundary value problem in the theory of analytic functions and its applications. – Kazan: Izd-vo Kazansk. mat. o-vo, 2005. – 297 p.
9. Salimov R.B., Shabalin P.L. The Hilbert problem: the case of infinitely many discontinuity points of coefficients // Sib. matem. Zhur, 2008, V. 49, № 4. – P. 898-915.
10. Hayman Y. Meromorphic functions. – M.: Mir, 1966. – 287 p.
11. Levin B.Ya. Distribution of zeros of entire functions. – M.: Gostechizdat, 1956. – 632 p.
12. Markushevich A.I. The teory of analitic functions, V. 2. – M.: Nauka, 1968. – 624 p.

УДК 521.181.8

Сафиуллин Р.К. – доктор физико-математических наук, профессор
E-mail: rksaf@mail.ru

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

Движение и силы в неинерциальных системах отсчета. Влияние силы Кориолиса на климат Земли

Аннотация

Физики предпочтдают иметь дело с инерциальными системами отсчета (СО), в которых строго выполняются законы механики Ньютона. Однако в реальной жизни часто приходится пользоваться неинерциальными СО. Например, система отсчета, связанная с Землей, не является строго инерциальной. Отличие ее от инерциальной СО связано, в основном, с вращением Земли вокруг своей оси и с ее орбитальным движением вокруг Солнца. Отклонения от инерциальности относительно невелики, но проявляются в целом ряде явлений, таких как больший размыв (большая крутизна) правых берегов рек в Северном полушарии и левых берегов рек в Южном полушарии; боковые отклонения летящих снарядов, поворот плоскости качания маятников относительно окружающих тел в течение суток, отклонения от вертикали падающих тел и т.д.

В работе произведены оценки инерционных сил при различных скоростях движущихся тел, при возможных природных катализмах. Сделаны оценки для бокового смещения снарядов и ракет, для пассатов – ветров, дующих в юго-западном и северо-западном направлениях в области тропиков, и других явлений.

Ключевые слова: инерциальные, неинерциальные системы отсчета (СО), центробежная сила, сила Кориолиса.

Общий вид уравнений движения в неинерциальных системах отсчета

Полный вывод уравнения движения тела (частицы) массы m в неинерциальной СО дан, например, в фундаментальном труде [1]. Он получен там из принципа наименьшего действия. Более доступный вывод приведен в известном курсе общей физики [2]. Уравнение имеет вид:

$$m \frac{d\vec{v}}{dt} = -\frac{\partial U}{\partial \vec{r}} - m\vec{a} + m[\vec{r}\dot{\omega}] + 2m[\vec{v}\vec{\omega}] + m[\vec{\omega}[\vec{r}\vec{\omega}]]. \quad (1)$$

В правой части уравнения (1) представлены: «обычная сила», выраженная в виде градиента потенциальной энергии частицы, и четыре инерционные силы, которые не встречаются в инерциальных СО. Первая из них, $\vec{F}_1 = -m\vec{a}$, возникает благодаря ускорению \vec{a} поступательного движения рассматриваемой системы отсчета относительно инерциальных СО. Вторая инерционная сила, $\vec{F}_2 = m[\vec{r}\dot{\omega}]$, обусловлена непостоянством во времени угловой скорости вращения $\vec{\omega}$. Третья инерционная сила, $\vec{F}_3 = 2m[\vec{v}\vec{\omega}]$, называется силой Кориолиса – в честь французского ученого, открывшего ее в 1835 году. Ее отличием от других инерционных сил является зависимость от скорости частицы. Четвертая сила, $\vec{F}_4 = m[\vec{\omega}[\vec{r}\vec{\omega}]]$, называется центробежной. Она лежит в плоскости, проходящей через радиус-вектор частицы \vec{r} и вектор угловой скорости $\vec{\omega}$, и направлена перпендикулярно к оси вращения (т.е. к направлению $\vec{\omega}$) в сторону от оси. По величине центробежная сила равна $m\rho\omega^2$, где ρ – расстояние частицы от оси вращения.

Произведем оценку этих сил для вращающейся системы отсчета, например, для системы отсчета, связанной с Землей, и посмотрим, насколько существенны эти силы в конкретных случаях.

Сила инерции $\vec{F}_1 = -m\vec{a}$

Рассмотрим тележку с укрепленным на ней кронштейном, к которому подвешен на нити шарик (рис. 1). Пока тележка поконится или движется без ускорения, нить

расположена вертикально и сила тяжести \bar{P} уравновешивается реакцией нити \bar{F}_r . Теперь приведем тележку в поступательное движение с ускорением \bar{a} . Нить отклонится от вертикали на такой угол, чтобы результирующая сила \bar{P} и \bar{F}_r сообщала шарику ускорение, равное \bar{a} . Относительно системы отсчета, связанной с тележкой, шарик поконится, несмотря на то, что результирующая сила \bar{P} и \bar{F}_r отлична от нуля. Отсутствие ускорения шарика по отношению к этой системе отсчета можно формально объяснить тем, что, кроме сил \bar{P} и \bar{F}_r , равных в сумме $m\bar{a}$, на шарик действует еще сила инерции $\bar{F}_{in} = -m\bar{a}$, которую мы раньше обозначали как \bar{F}_1 .

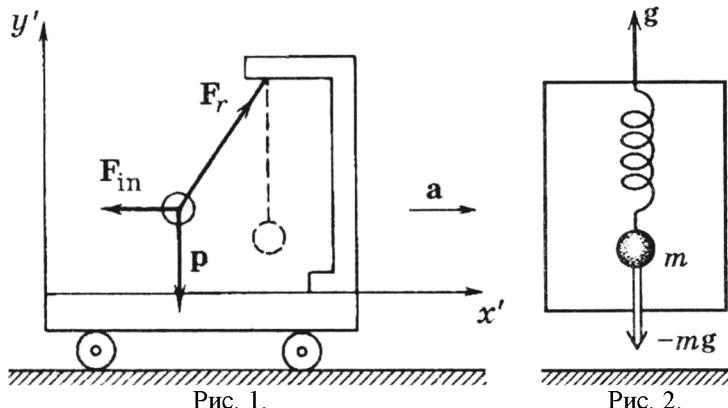


Рис. 1.

Рис. 2.

Характерным свойством сил инерции является их пропорциональность массе. Благодаря этому свойству силы инерции оказываются в известной степени аналогичными силам тяготения. Представим себе, что мы находимся в удаленной от всех внешних тел закрытой кабине, которая движется с ускорением \bar{g} в указанном на рис. 2 направлении. Тогда все тела, находящиеся внутри кабины, будут вести себя так, как если бы на них действовала сила инерции $\bar{F}_1 = -m\bar{g}$. Однако, такие же явления наблюдались бы и в том случае, если бы кабина была неподвижной и находилась вблизи поверхности Земли. Не имея возможности выглянуть за пределы кабины, никакими опытами, проводимыми внутри кабины, мы не смогли бы установить, чем обусловлена сила $-m\bar{g}$: ускоренным движением кабины или действием гравитационного поля Земли. На этом основании говорят об эквивалентности сил инерции и тяготения (в однородном гравитационном поле). Эта эквивалентность лежит в основе ОТО – общей теории относительности Эйнштейна [2].

Центростремительная сила инерции $\bar{F}_4 = m[\vec{\omega}[\vec{r}\vec{\omega}]]$

Чтобы получить наглядное представление об этой силе, которую обычно обозначают как $\bar{F}_{цб}$, рассмотрим диск, вращающийся вокруг перпендикулярной к нему вертикальной оси z с угловой скоростью $\vec{\omega}$ (рис. 3) [2].

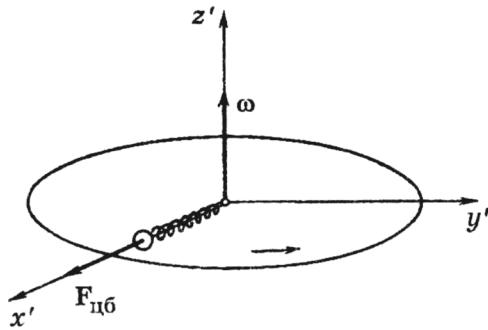


Рис. 3.

Вместе с диском вращается надетый на спицу шарик, соединенный с центром диска пружиной. Шарик занимает на спице такое положение, при котором сила натяжения пружины \vec{F}_{np} оказывается равной произведению массы шарика на его ускорение $\vec{a}_n = -\omega^2 \vec{R}$ (здесь \vec{R} – радиус-вектор, проведенный к шарику из центра диска, R – расстояние шарика от центра диска):

$$\vec{F}_{np} = -m\omega^2 \vec{R}. \quad (2)$$

Относительно системы отсчета, связанной с диском, шарик покоится. Это можно формально объяснить тем, что, кроме силы (2), на шарик действует центробежная сила инерции:

$$\vec{F}_{ub} = m\omega^2 \vec{R}, \quad (3)$$

направленная вдоль радиуса от центра диска. Эта сила действует на тело во вращающейся СО независимо от того, покоится тело в этой системе или движется относительно нее.

При точном решении задач о движении тел относительно земной поверхности нужно учитывать центробежную силу инерции (рис. 4, 5). В случаях, когда высота тела над поверхностью Земли относительно невелика, можно положить $R = R_3 \cos \varphi$ (R_3 – радиус Земли, φ – широта местности). Тогда выражение для центробежной силы инерции примет вид:

$$F_{ub} = m\omega^2 R_3 \cos \varphi. \quad (4)$$

Наблюдаемое относительно Земли ускорение свободного падения \vec{g} обусловлено действием силы \vec{F}_g , с которой тело притягивается к Земле, и силы \vec{F}_{ub} . Результирующая этих сил $\vec{P} = \vec{F}_g + \vec{F}_{ub}$ есть сила тяжести, равная $m\vec{g}$.

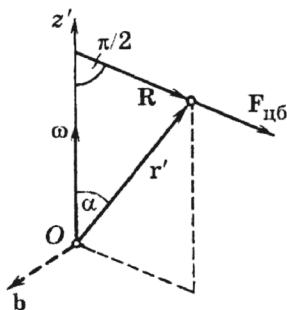


Рис. 4.

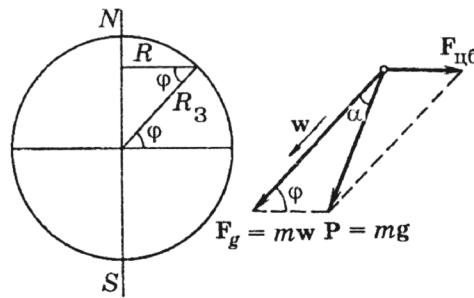


Рис. 5.

Отличие силы тяжести \vec{P} от силы притяжения к Земле \vec{F}_g невелико. Например, для тела массой 1 кг наибольшее значение силы \vec{F}_{ub} , наблюдаемое на экваторе, равно

$$m\omega^2 R_3 = 1 \cdot (2\pi / 86400)^2 \cdot 6,38 \cdot 10^6 = 0,035 \text{ Н},$$

т.е. в 280 раз меньше, чем $F_g = 9,8 \text{ Н}$.

Угол α между направлениями \vec{F}_g и \vec{P} (рис. 5) можно определить, используя теорему синусов:

$$\begin{aligned} \frac{\sin \alpha}{\sin \varphi} &= \frac{F_{ub}}{P} = \frac{m\omega^2 R_3 \cos \varphi}{mg} \approx \frac{0,035}{9,8} \cos \varphi \approx 0,0035 \cos \varphi, \\ \sin \alpha &\approx 0,0035 \sin \varphi \cos \varphi \approx 0,0018 \sin 2\varphi, \end{aligned}$$

$$\alpha \approx 0,0018 \sin 2\varphi. \quad (5)$$

Отсюда видно, что угол α изменяется в пределах от нуля (на экваторе и на полюсах) до $0,0018$ рад = $6'$ (на широте 45°).

Направление силы тяжести P совпадает с направлением нити, натянутой грузом, которое называется направлением отвеса или вертикальным направлением. Сила F_g направлена к центру Земли. Таким образом, вертикаль направлена к центру Земли только на полюсах и на экваторе, отклоняясь на промежуточных широтах на угол, определяемый выражением (5).

Разность $F_g - P$ равна нулю на полюсах и достигает максимума, равного $0,3\%$ от силы F_g , на экваторе. Из-за сплюснутости Земли у полюсов сила F_g также слегка меняется с широтой, будучи на экваторе примерно на $0,2\%$ меньше, чем у полюсов. В результате ускорение свободного падения изменяется с широтой в пределах от $9,780$ на экваторе до $9,832 \text{ м/с}^2$ на полюсах. В качестве нормального (стандартного) принято значение $g = 9,80665 \text{ м/с}^2$.

Сила Кориолиса $\vec{F}_3 = 2m[\vec{v}\bar{\omega}]$

Проявление силы Кориолиса можно обнаружить на следующем примере [2]. Возьмем горизонтально расположенный диск, который может вращаться вокруг вертикальной оси. Прочертим на диске радиальную прямую ОА (рис. 6). Запустим в направлении от центра диска О к А шарик со скоростью \vec{v} . Если диск не вращается, то шарик будет скатываться вдоль прочерченной прямой. Если же диск привести во вращение в направлении, указанном стрелкой, то шарик будет катиться по штриховой линии ОВ, причем его скорость \vec{v} относительно диска будет изменять свое направление. Следовательно, по отношению к вращающейся системе отсчета шарик ведет себя так, как если бы на него действовала сила \vec{F}_K (\vec{F}_3 – согласно нашим обозначениям), перпендикулярная к скорости \vec{v} . Сила \vec{F}_K и есть кориолисова сила инерции.

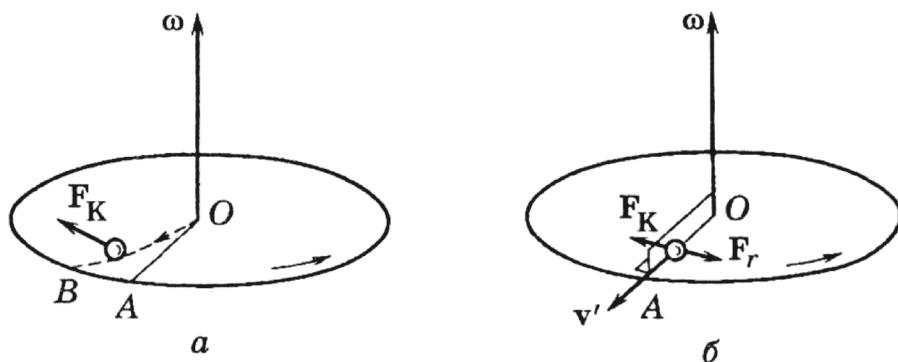


Рис. 6.

Чтобы заставить шарик катиться по вращающемуся диску вдоль радиальной прямой, можно сделать направляющую, например, вдоль ребра ОА (рис. 6б). При качении шарика направляющее ребро действует на него с некоторой силой F_r . Относительно вращающейся системы (диска) шарик движется с постоянной по направлению скоростью. Это можно формально объяснить тем, что сила F_r уравновешивается приложенной к шарику кориолисовой силой инерции F_k , перпендикулярной к скорости шарика в системе диска.

Рассмотрим частный случай, когда частица массы m движется относительно вращающейся системы отсчета равномерно по окружности, лежащей в плоскости, перпендикулярной к оси вращения, с центром, находящимся на этой оси (рис. 7). Направления сил Кориолиса видны из представленных рисунков.

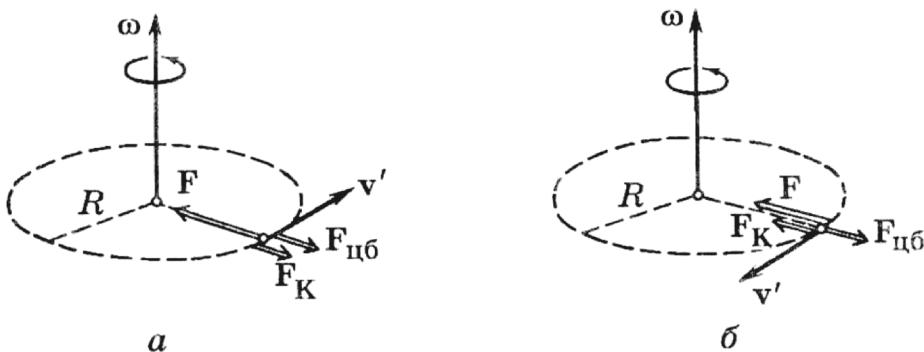


Рис. 7.

Сила, обусловленная изменением частоты вращения неинерциальной системы отсчета $\vec{F}_2 = m[\vec{r} \dot{\vec{\omega}}]$

Для Земли эта сила очень незначительна, поскольку частота вращения Земли почти не меняется. Произведем оценку для случая гипотетического катаклизма, когда, например, в течение суток тает значительная часть льдов Арктики и Антарктики, что приводит к повышению уровня мирового Океана, скажем, на 50 м. Вследствие увеличения момента инерции Земного шара и в силу закона сохранения момента импульса Земли как планеты, это привело бы к увеличению земных суток примерно на 1 с. В этом случае расчеты показывают, что тело массы $m = 1$ кг будет испытывать дополнительную силу инерции, равную по величине 5 мН. Если же подобное таяние льдов произойдет за год, то сила будет в 365 раз меньше, т.е. ничтожно мала.

Анализ явлений, обусловленных силой Кориолиса. Влияние силы Кориолиса на климат Земли

Рассмотрим примеры движений, в которых проявляется кориолисова сила инерции. Например, при свободном падении тел на них действует кориолисова сила, обуславливающая отклонение к востоку от линии отвеса (рис. 8). Эта сила максимальна на экваторе и обращается в нуль на полюсах.

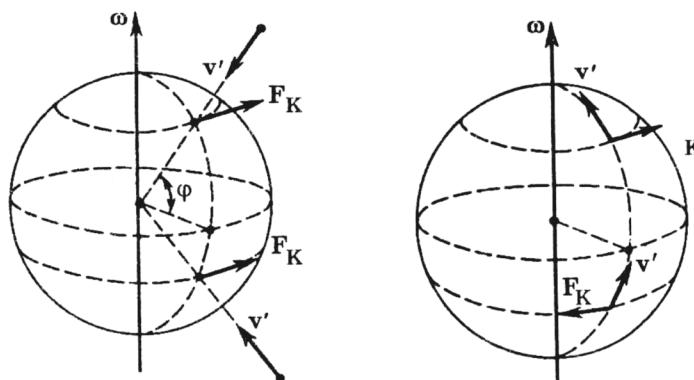


Рис. 8.

Рис. 9.

Летящий снаряд также испытывает отклонения, обусловленные кориолисовой силой инерции (рис. 9). При выстреле из орудия, направленного на север, снаряд будет отклоняться к востоку в северном полушарии и к западу – в южном. При стрельбе вдоль меридиана на юг направления отклонения будут противоположными. При стрельбе вдоль экватора силы Кориолиса будут прижимать снаряд к Земле, если выстрел произведен в направлении на Запад, и поднимать его кверху, если выстрел произведен в восточном направлении. Легко убедиться, что сила Кориолиса, действующая на тело, движущееся

вдоль меридиана в любом направлении (на север или на юг), направлена по отношению к направлению движения вправо в северном полушарии и влево в южном полушарии. Это приводит к тому, что у рек больше подмывается правый берег в северном полушарии и левый берег в южном полушарии. Эти же причины объясняют неодинаковый износ рельсов при двухколейном движении.

Силы Кориолиса проявляются и при движениях маятника. На северном полюсе сила Кориолиса все время будет направлена вправо по ходу маятника, на южном полюсе – влево. В итоге траектория груза маятника имеет вид розетки.

Плоскость колебаний маятника поворачивается относительно Земли в направлении часовой стрелки, причем за сутки она совершает один оборот. Относительно гелиоцентрической СО (которая очень близка к инерциальной) дело обстоит так, что плоскость колебаний остается неизменной, а Земля поворачивается относительно нее, делая за сутки один оборот. Можно показать, что на широте φ плоскость колебаний маятника за сутки поворачивается на угол $2\pi \sin \varphi$ [2].

Таким образом, наблюдения за вращением плоскости колебаний маятника Фуко дают непосредственное доказательство вращения Земли вокруг своей оси.

Произведем оценку силы Кориолиса для снаряда, движущегося вдоль параллели. Пусть масса снаряда равна 1 кг, а скорость его равна 1 км/с. Тогда снаряд будет испытывать силу $F_K = 2 \cdot 1 \cdot 1000 \cdot (2\pi / 86400) \approx 0,15H$. Пусть время полета снаряда составляет 30 с. Тогда приращение импульса снаряда в боковом направлении составит $\Delta p_y = F_K \cdot \Delta t = 0,15 \cdot 30 = 4,5H \cdot c$ или приращение скорости в боковом направлении $\Delta v_y \approx 4,5 \text{ м/с}$; боковое отклонение снаряда составит около 65 м. При стрельбе вдоль меридиана получим оценку $\Delta v_y = 4,5 \cdot \sin \varphi$ (м/с); максимальное боковое отклонение снаряда составит $y = 65 \cdot \sin \varphi$ (м). Если же ракета летит со скоростью 500 м/с в течение 3 минут, то ее боковое отклонение, обусловленное силой Кориолиса, может достичь 1 км. При учете силы сопротивления воздуха боковое отклонение может существенно уменьшиться, но все равно будет порядка сотен метров. Ясно поэтому, что без совершенных современных средств наведения ракет высокую точность в стрельбе из-за эффекта Кориолиса получить невозможно.

Другие интересные примеры, касающиеся движения тел в неинерциальных СО, приведены в книгах [3-5]. Разберем особенности движения пассатов – ветров, дующих в тропиках в юго-западном (в Северном полушарии) и северо-западном (в Южном полушарии) направлениях.

Атмосфера Земли находится в состоянии постоянной циркуляции [5]. Глобальная циркуляция атмосферы необходима для жизни, она более равномерно распределяет солнечное тепло, перенося жару из тропиков, которые принимают на себя большую часть солнечной энергии, к полюсам. Если бы этого не было, то, по имеющимся оценкам, на экваторе было бы на 14 градусов жарче, а на полюсах – на 20 градусов холоднее [5]. Это сделало бы невозможным существование сложных форм жизни на большей части поверхности Земли.

Постоянное движение атмосферы (ветер) в значительной степени обеспечивается разницей между температурами на экваторе и на полюсах. Но ветер дует не по прямой линии от экватора к полюсу. Рассмотрим, что происходит в Северном полушарии.

На экваторе воздух, нагретый Солнцем, поднимается вверх, охлаждаясь по мере подъема, пока не достигнет границы стратосферы. Он не может подняться еще выше, так как упирается в «область инверсии» – область, где температура воздуха перестает снижаться и начинает повышаться. Таким образом, массы восходящего вверх воздуха начинают двигаться горизонтально, уходя на север. Треть своего пути они движутся к полюсу, но затем снова опускаются вниз, сжимаясь в результате «сужения» земного шара и становясь таким образом плотнее и тяжелее. Затем они идут вдоль поверхности Земли, причем часть этих масс направляется на юг к экватору, замыкая «ячейку», а оставшаяся часть идет на север. Эта циркулирующая система состоит из ячеек конвекции, и существует

три уровня таких ячеек на пути к полюсу. Чтобы добраться от экватора к полюсу, перемещающийся воздух должен обойти их все, попеременно поднимаясь и опускаясь.

Нижняя часть ячеек, расположенная там, где ветер дует вдоль поверхности, образует пассаты и весты – западные ветры. Если бы Земля не вращалась, то ветры дули бы на север и на юг. Теперь понятно, что западное направление пассатов обусловлено силой Кориолиса. В Южном полушарии картина аналогична, ветер также будет направлен к западу.

Таким образом, экватор Земли расположен между двумя глобальными конвекционными ячейками, через которые циркулирует атмосфера Земли. Сильные ветры, протекающие через нижние части этих двух ячеек, сходятся посередине, создавая область слабого ветра («экваториальная штилевая полоса»), или, иначе говоря, «внутривропическую зону конвергенции» [5]. Остается сильная западная составляющая ветра.

Произведем численную оценку воздействия силы Кориолиса на пассаты. Рассмотрим участок нижней ячейки длиной $L = 1000$ км, воздух в Северном полушарии вдоль нижней ячейки движется к экватору. Пусть средняя скорость ветра $v = 10$ м/с. Тогда за время движения на этом участке $t = L/v$ ветер приобретает западную составляющую порядка $v_k = a_k t = 2v\omega \sin \varphi \cdot L/v = 2\omega L \sin \varphi \sim 10$ м/с, что является разумной оценкой.

Сила Кориолиса оказывает влияние также на океанические течения, например, на Гольфстрим [5]. Чтобы оценить количественно это влияние, нужно знать поле скоростей воды в этих течениях.

Много информации о воздушных потоках, бурях и ураганах получено в последние два десятилетия с помощью искусственных спутников Земли. Во всех этих явлениях в той или иной степени проявляется сила Кориолиса.

В технике сила Кориолиса учитывается в теории гироскопов, турбин и многих других вращающихся систем.

Заключение

В работе рассмотрено уравнение движения тел в неинерциальных СО. Анализируются четыре вида инерционных сил, которые обусловлены ускоренным поступательным движением неинерциальной СО, а также ее вращательным движением.

Введение сил инерции дает возможность описывать движение тел в любых (как инерциальных, так и неинерциальных) СО с помощью уравнений Ньютона.

Следует иметь в виду, что силы инерции нельзя ставить в один ряд с фундаментальными силами (гравитационными, электромагнитными, ядерными), т.е. с силами, обусловленными воздействием на тело со стороны других тел. Силы инерции обусловлены свойствами той системы отсчета, в которой рассматриваются механические явления. В этом смысле их можно считать фиктивными силами.

Введение в рассмотрение сил инерции не является принципиально необходимым. В принципе любое движение можно рассматривать по отношению к инерциальной системе отсчета и никаких инерционных сил в этом случае не возникнет. Однако часто представляет интерес как раз движение тел по отношению к неинерциальным системам отсчета, например, по отношению к земной поверхности. Использование сил инерции дает возможность решить соответствующую задачу непосредственно по отношению к такой системе отсчета, что часто оказывается значительно проще, чем рассмотрение движения в инерциальной системе.

В работе произведена оценка различных инерционных сил для ряда случаев. Показано, что кориолисовы силы инерции необходимо учитывать особенно при движении тел с большими скоростями (самолетов, снарядов, ракет, космических аппаратов). Даже при движении с малыми скоростями, но в течение больших промежутков времени кориолисовы силы способны вызывать значительные эффекты (например, движение пассатов, вестов, подмыв берегов рек и т.д.) [3, 4]. Оценка инерционного члена, связанного с достаточно быстрым таянием льдов Арктики и Антарктики вследствие возможного природного катаклизма, показывает, что замедление вращения Земли при этом окажется небольшим и само по себе практически не отразится

на поведении тел, находящихся на Земле. Конечно же, последствия такого катализма для жизни людей и животных из-за потопов были бы катастрофическими.

Следует иметь в виду, что инерционные силы могут оказаться весьма значительными и на других планетах и звездах, частота вращения которых вокруг своей оси достаточно велика.

Список библиографических ссылок

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Механика. Т. 1.– М.: Наука, 1988. – 216 с.
2. Савельев И.В. Курс общей физики. Кн. 1. Механика. – М.: Астрель, 2002. – 336 с.
3. Аганов А.В., Сафиуллин Р.К., Скворцов А.И., Таюрский Д.А. Физика вокруг нас. Качественные задачи по физике. – М.: Дом педагогики, 1998. – 336 с.
4. Уокер Дж. Физический фейерверк. – М.: Мир, 1989. – 304 с.
5. Стюарт И., Линч Дж. Земля: Настоящая жизнь планеты. – М.: Эксмо, 2010. – 240 с.

Safiullin R.K. – doctor of physical-mathematical sciences, professor

E-mail: rksaf@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Movements and forces in non-inertial frames of reference. The influence of Koriolis inertial force on the climate of the Earth

Resume

Physicists prefer to deal with the inertial frames of reference (FR). However often it is more convenient to deal with the non-inertial FR. For example, the FR connected with the Earth is not strictly inertial one. That is caused mainly by the rotation of the Earth and its movement around the Sun. The deviations from strict inertiality appear in a number of phenomena such as larger steepness of the river's right-hand banks on the North hemisphere and larger steepness of the river's left hand-side banks – on the Southern hemisphere. Also deviations of falling masses from the vertical, origin of tropic winds as well as side deviations of rockets should be mentioned.

Movement of masses in non-inertial FR may be described such as in inertial FR provided that so called «inertial forces» are introduced. These are: centrifugal and Koriolis ones and the forces caused by irregular rotation and translational acceleration of non-inertial FR.

In the paper various phenomena associated with inertial forces are considered. Estimations for side deviations of rockets, for tropic winds as well as for other phenomena are made. The influence of Koriolis effect on the climate of the Earth is also discussed.

Keywords: inertial, non-inertial frame of reference (FR), centrifugal force, Koriolis effect.

Reference list

1. Landau L.D., Lifshits E.M. Theoretical Physics. V.1. Mechanics. – M.: Publishers Nauka, 1988. – 216 p.
2. Savel'ev I.V. The Course of General Physics. V.1. Mechanics. – M.: Publishers Astrel, 2002. – 336 p.
3. Aganov A.V., Safiullin R.K., Skvortsov A.I., Tayurskii D.A. Physics Here, There and Everywhere. – M.: Publishers Dom Pedagogiki, 1998. – 336 p.
4. Jearl Walker. The Flying Circus of Physics. – M.: Publishers Mir, 1989. – 298 p.
5. Iain Stewart, John Lynch. Earth. The Power of the Planet. – M.: Publishers Eksmo, 2010. – 240 p.



УДК 378.2, 378.147

Адельшин А.Б. – доктор технических наук, профессор

Хисамеева Л.Р. – доцент

E-mail: Khisameeva_Liliya@mail.ru

Бусарев А.В. – кандидат технических наук, доцент

Шешегова И.Г. – доцент

E-mail: ig-7@mail.ru

Хамидуллина А.А. – старший преподаватель

E-mail: alsu-13@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

К вопросу применения инновационных технологий при подготовке специалистов высшей строительной школы

Аннотация

В статье приведены разработки кафедры «Водоснабжение и водоотведение» (ВиВ) Казанского государственного архитектурно-строительного университета (КГАСУ) по внедрению в процесс подготовки специалистов строительных специальностей инновационных технологий. Это введение в действие кабинета активного обучения; создание отраслевого информационного центра коллективного пользования «Системы водоснабжения и водоотведения, инженерная экология и нанотехнология в процессах подготовки природных и сточных вод»; создание новых учебно-исследовательских лабораторий «Инновационные технологии. Оборудования систем водоснабжения и водоотведения» и «Отведение и очистка поверхностных стоков»; использование мультимедийных технологий при проведении теоретических и практических занятий. Все эти инновационные разработки создают предпосылки для организации на базе кафедры ВиВ КГАСУ инновационной площадки.

Ключевые слова: инновация, интеграция, кабинет активного обучения, учебно-исследовательская лаборатория, отраслевой центр, игровое проектирование, мультимедийные технологии, инновационные средства обучения.

Реформирование высшего образования, а также постоянный рост информационных потоков при неизменных сроках обучения поставили перед системой профессиональной подготовки специалистов высшей строительной школы проблему повышения интенсификации образовательного процесса. Такая интенсификация может быть достигнута путем использования инновационных образовательных технологий при подготовке в вузах специалистов строительных специальностей.

На кафедре «Водоснабжение и водоотведение» (ВиВ) Казанского государственного архитектурно-строительного университета (КГАСУ) ведется большая работа по внедрению в процесс обучения инновационных технологий. Так, в 2010 году в реестр университета был введен кабинет активного обучения (КАО), состоящий из нескольких взаимосвязанных функциональных зон.

КАО предназначен для организации системного подхода к углубленному изучению профилирующих инженерно-технических дисциплин для направления 270800.62 «Строительство» профиль «Водоснабжение и водоотведение», интенсификации учебного процесса, а также для формирования и развития профессиональной компетентности у студентов и аспирантов кафедры ВиВ.

Работа КАО определяется Положением об учебной и научной деятельности КГАСУ.

Задачами КАО являются [1]:

- учебно-методическое и информационное обеспечение образовательного процесса;
- создание условий для проведения деловых игр, игровых и практических занятий, семинаров, презентаций, олимпиад, курсового и дипломного проектирования, консультаций, самостоятельной работы студентов, для получения второго высшего образования, для организации послевузовского образования аспирантов и курсов повышения квалификации;

- создание условий для проведения защиты дипломных проектов и работ студентов направления 270800.62 «Строительство» профиль «Водоснабжение и водоотведение» с использованием технических средств обучения и информационных технологий;
- совершенствование процесса выполнения курсовых и дипломных проектов с применением информационного фонда и учебно-методической литературы на бумажных и электронных носителях;
- организация доступа к информационным ресурсам внутривузовской компьютерной сети и глобальной сети Internet;
- организация постоянного пополнения, сбора, систематизации и хранения информационного фонда и учебно-методической литературы;
- создание условий для проведения активных методов обучения с использованием специальных стендов;
- повышение общей и профессиональной культуры и активности студентов;
- формирование у студентов навыков самостоятельной работы с использованием информационного фонда, научно-технических и учебно-методических материалов на бумажных и электронных носителях.

Кафедрой ВиВ КГАСУ разработаны и реализованы методики проведения занятий в КАО по учебным дисциплинам по направлению 270800.62 «Строительство», которые включены в семестровые учебные планы подготовки студентов [2].

КАО позволяет реализовать интеграционный процесс обучения и подготовить высококвалифицированных, компетентных, конкурентоспособных специалистов строительных специальностей.

Одним из основных компонентов КАО является комплементарный модуль для проведения игровых занятий, который включает стенд по моделированию рельефа местности и малоэтажной застройки для проектирования систем ВиВ. Данный стенд позволяет изменять по вертикали рельеф местности, создавая множество ситуационных планов. Он разработан на кафедре ВиВ КГАСУ и не имеет аналогов в строительных вузах Российской Федерации (РФ), что подтверждено патентом [3, 4].

Вариантность игрового проектирования обеспечивается не только за счет изменения рельефа местности, но и также с помощью задания различных ее масштабов, генпланов застройки населенных мест и промышленных предприятий, использования нескольких источников водоснабжения, имеющих различные показатели качества природной воды.

Существует методика проведения занятий с использованием стенда, представленного в методических указаниях [5].

Для организации игровых занятий разработаны комплектующие средства обучения на стенде:

- а) макеты домов различной этажности, зданий различного назначения, сооружений систем ВиВ;
- б) варианты съемных поверхностей земли, где показаны благоустройство жилой застройки, дороги, зеленые насаждения и т.д.;
- в) съемные поверхностные источники водоснабжения;
- г) различные варианты малоэтажной застройки, выполненные на планшетах.

Игровые занятия с использованием стендов по моделированию рельефа местности проходят в КАО в часы практических занятий. Их основная задача – организация усвоения учебного материала с помощью технических средств обучения (стенда), формирующая у студентов умения практически использовать полученные знания и умения.

При проведении игровых занятий на стенде по моделированию рельефа местности применяются информационные средства обучения, являющиеся дополнительными носителями информации предметного содержания. В процессе проведения игровых занятий каждый студент должен иметь возможность для самореализации и саморазвития. Занятия организованы таким образом, чтобы все без исключения студенты были заняты решением поставленных задач.

На базе КАО Казанским государственным архитектурно-строительным университетом совместно с Татарстанским центром научно-технической информации

(ТатЦНТИ) в 2010 году создан отраслевой информационный центр коллективного пользования (ОИЦКП) «Системы водоснабжения и водоотведения, инженерная экология и нанотехнология в процессах подготовки природных и сточных вод» [1].

Аппаратной основой ОИЦКП является компьютерный кластер, доступ к которому пользователи осуществляют через Internet. Структура ОИЦКП реализована на базе корпоративной компьютерной сети КГАСУ, связанной с сервером баз данных. ОИЦКП позволяет реально осуществлять интеграцию образования, науки, производства. Деятельность этого центра направлена на формирование информационной инфраструктуры образовательной и научно-технической деятельности в области подготовки природных и сточных вод, на обеспечение распространения научных исследований и разработок в данной области, на продвижение результатов научно-исследовательских разработок в реальный сектор экономики РТ и РФ в целом, на повышение качества высшего образования при подготовке студентов по направлению 270800.62 «Строительство» профиль «Водоснабжение и водоотведение».

ОИЦКП обеспечивает доступ к базе нормативно-технической, информационно-справочной и патентной информации фонда информационных ресурсов научно-технического развития РТ. Этот фонд размещен в Центральной научно-технической библиотеке ТатЦНТИ. Он содержит более 4 млн. документов в электронном виде и на бумажных носителях, в том числе отраслевые документы РФ (технические регламенты, ГОСТы, ТУ, ОСТы, СНиПы, руководящие документы и т.п.), международные стандарты (ISO, MEK, DIM, BS, AFNOR и др.), патенты РФ и зарубежных стран, периодические издания, методические и справочные материалы, более 100 тематических сборников документов, базы промышленных каталогов, адресные базы и т.п. [1].

Доступ к подобным информационным материалам позволяет использовать их студентам специальности «Водоснабжение и водоотведение» в ходе курсового и дипломного проектирования, а аспирантам и сотрудникам кафедры ВиВ – в ходе научно-исследовательской и изобретательской деятельности.

Использование ОИЦКП в ходе подготовки специалистов высшей строительной школы позволяет значительно улучшить качество их обучения.

Еще одной областью деятельности кафедры ВиВ по внедрению в процесс подготовки студентов инновационных технологий и оборудования является работа по созданию новых учебно-исследовательских лабораторий. Так, в 2011 году совместно с австрийской компанией E.Hawle Armaturenwerke GmbH была создана и введена в реестр КГАСУ учебно-исследовательская лаборатория «Инновационные технологии. Оборудования систем водоснабжения и водоотведения» (УИЛ ИТОСВВ) [6]. Компания Hawle занимается производством и бесколодезной установкой трубопроводной арматуры. Основные производственные мощности этой фирмы находятся в Австрии. Продукция фирмы Hawle поставляется в 60 стран мира. В 2005 г. компания E. Hawle Armaturenwerke GmbH открыла дочернюю фирму в г. Москве – ООО «Хавле» [6].

УИЛ ИТОСВВ представляет собой комплекс инновационных средств, технологий, оборудования, технических и учебно-методических средств обучения для подготовки специалистов в области водоснабжения и водоотведения. Она состоит из нескольких зон, взаимосвязанных между собой. Демонстрационная зона преподавателя включает стол, на котором установлен персональный компьютер. Зона рабочих мест студентов включает аудиторные столы, установленные с учетом обзора и доступа всех средств обучения. Зона лабораторного оборудования включает в себя демонстрационный стенд с образцами арматуры в монтажном положении и обучающую магнитную доску с комплектом магнитных карточек с изображением трубопроводов, арматуры и образцов оборудования, а также видами их соединений. Демонстрационный стенд предназначен для изучения современного водопроводного оборудования и арматуры. Все элементы этого стенда произведены на европейских предприятиях фирмы Hawle. Работа на данном стенде позволяет моделировать реальную производственную деятельность специалистов высшей строительной школы.

Магнитная доска предназначена для выполнения заданий по конструированию систем ВиВ. Занятия с использованием магнитной доски позволяют студентам получать знания с помощью активных методов обучения в форме деловых игр [6].

Демонстрационная зона технических средств обучения включает персональный компьютер, сканер, телевизор, DVD-плеер, набор учебных видеофильмов. Эта зона предназначена для просмотра учебных фильмов, проведения занятий с использованием мультимедийных технологий, организации доступа к информационным ресурсам глобальной компьютерной сети Internet и к внутривузовской локальной компьютерной сети.

Зона учебно-информационных средств обучения включает в себя информационные учебно-методические стенды, являющиеся дополнительным материалом к проводимым занятиям.

Зона хранения средств обучения включает в себя учебную, справочную и нормативную литературу, скомпонованную по тематике занятий и уложенную в книжные шкафы в определенной последовательности [6].

Во время проведения занятий широко используются технические каталоги, руководства по эксплуатации, рекламные буклеты фирмы Hawle.

Разработана методика проведения занятий в УИЛ ИТОСВВ [7].

Руководит работой УИЛ ИТОСВВ научный руководитель (заведующий кафедрой ВиВ). Непосредственно организует работу этой лаборатории ее заведующий (ведущий методист).

Совместно с Австрийской компанией E. Hawle Armaturenwerke GmbH на базе КГАСУ проведена Международная научно-практическая конференция «Инновационные, ресурсосберегающие технологии, оборудования систем водоснабжения и водоотведения». На конференции рассмотрены вопросы взаимодействия производства, бизнеса и образования, концепции создания программ комплексного развития коммунальной инфраструктуры городов, инновационных технологий в коммунальных системах, современных решений в технологической части проектов сооружений водопровода и канализации города, проектирования городских систем водоснабжения. В работе конференции принимали участие научно-образовательные учреждения, проектные и строительные организации, производители строительной продукции и др., в том числе компании из: Австрии, Германии, Дании [8].

В настоящее время на кафедре ВиВ КГАСУ совместно с международной компанией Standart-park активно ведутся работы по созданию лаборатории «Отведение и очистка поверхностных стоков». Разработана проектно-сметная документация этой лаборатории, фирмой Standart-park начаты поставки необходимого оборудования, производятся работы по переоборудованию соответствующего помещения. В процессе работы по созданию лаборатории «Отведение и очистка поверхностных стоков» активно участвуют сотрудники кафедры ВиВ и студенты-старшекурсники.

Важным элементом инновационных технологий, применяемых на кафедре ВиВ для подготовки специалистов высшей строительной школы, является использование мультимедийных технологий при проведении теоретических и практических занятий. В 2009-2011 гг. для подготовки студентов специальности «Водоснабжение и водоотведение» были разработаны следующие мультимедийные презентации [9]: «История и перспективы развития водоснабжения г. Казани», «История и перспективы развития водоотведения г. Казани», «Системы противопожарного водоснабжения», «Современные средства измерения расходов воды, применяемые в системах внутреннего водоснабжения», «Нанотехнологии в области водоснабжения и водоотведения», «Современные материалы для трубопроводов внутреннего водопровода», «Современные материалы для трубопроводов внутренней канализации». Данные мультимедийные презентации используются при изучении таких дисциплин, как «Водоснабжение», «Водоотведение и очистка сточных вод», «Санитарно-техническое оборудование зданий».

Все инновационные разработки кафедры ВиВ КГАСУ создают предпосылки для организации на ее базе инновационной площадки.

Список библиографических ссылок

1. Хисамеева Л.Р., Адельшин А.Б. Информационно-предметная среда как фактор повышения качества образования студентов технического вуза // Приволжский научный журнал. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2011. – С. 173-177.
2. Методические указания к практическим занятиям в кабинете активного обучения для преподавателей и студентов специальности 290800 «Водоснабжение и водоотведение» / Сост.: А.Б. Адельшин [и др]. – Казань: КГАСА, 2001. – 13 с.
3. Патент РФ № 2163397. Учебное пособие по моделированию рельефа местности / Адельшин А.Б., Нуруллин Ж.С., Захарова Н.Г., Хисамеева Л.Р., Сафин Р.С. опубл. 20.02.2001 г., бюл. № 4.
4. Патент РФ № 2204171. Учебное пособие по моделированию рельефа местности. Адельшин А.Б., Захарова Н.Г., Хисамеева Л.Р. опубл. 10.05.2003 г., бюл. № 13.
5. Организация учебных занятий с использованием стенда по моделированию рельефа местности и малоэтажной застройки: методические указания для преподавателей и студентов специальности 270112 «Водоснабжение и водоотведение» / Сост.: Л.Р. Хисамеева, А.Б. Адельшин. – Казань: КГАСУ, 2009. – 31 с.
6. Адельшин А.Б., Урмитова Н.С., Хисамеева Л.Р. Учебно-исследовательская лаборатория «Иновационные технологии, оборудования систем водоснабжения и водоотведения» // Известия КГАСУ, 2011, № 4 (18). – С. 349-354.
7. Методические указания для проведения лабораторных занятий в лаборатории «Иновационные технологии, оборудования систем водоснабжения и водоотведения» по специальности 270112 «Водоснабжение и водоотведение» / Хисамеева Л.Р., Адельшин А.Б., Урмитова Н.С., Ежова К.А. – Казань: КГАСУ, 2011. – 44 с.
8. Адельшин А.Б., Хисамеева Л.Р., Низамова А.Х. Иновационные технологии обучения в системе инженерного образования // Сборник: Материалы международной научно-практической конференции «Иновационные, ресурсосберегающие технологии, оборудование систем водоснабжения и водоотведения». – Казань: КГАСУ, 2011. – С. 35-38.
9. Хамидуллина А.А., Шешегова И.Г. Опыт разработки и реализации мультимедийных технологий при подготовке специалистов в области водоснабжения и водоотведения // Сб. научных трудов по материалам VII международной научно-практической конференции «Современные вопросы науки – XXI век». – Тамбов: Изд-во Тамбовского областного института повышения квалификации работников образования, 2011, Вып. 7, Ч. 3. – С. 144-145.

Adelshin A.B. – doctor of technical sciences, professor

Khisameeva L.R. – associate professor

E-mail: Khisameeva_Liliya@mail.ru

Busarev A.V. – candidate of technical sciences, associate professor

Sheshegova I.G. – associate professor

E-mail: ig-7@mail.ru

Khamidoullina A.A. – senior lecturer

E-mail: alsu-13@list.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

On the application of innovative technologies for the specialists training in higher construction school

Resume

Great work for implication of innovative technologies in educational process is being conducted in the Department of Water Supply and Water Drainage of the Kazan State University of Architecture and Engineering.

In 2010 active learning room was put in operation. One of its main components is a training game module that includes land relief and low-rise buildings modelling stand for the designing of the water supply and water drainage systems. Game training technique using the stand and a training package were designed. «Water supply and water drainage systems, environmental engineering, and nanotechnology in natural and waste water preparation processes» industry information center for collective use was created on the base of the active learning room.

In 2011 «Innovative technologies for the water supply and water drainage systems' equipment» teaching and research laboratory was created. The laboratory is a complex of innovative resources, technologies, equipment, technical and pedagogical training tools for the training of specialists in the field of the water supply and water drainage. «Drainage and purification of the surface runoff» laboratory is currently under development.

One of the important elements of the innovative technologies is the use of multimedia technologies in theoretical and practical classes. Multimedia presentations used for special courses were designed for the students training in the «Water supply and water drainage» specialty.

All the Department's innovative designs create preconditions for the creation of an innovation platform on its base.

Keywords: innovation, integration, active learning room, teaching and research laboratory, industry information center, training game, multimedia technologies, innovative training tools.

Reference list

1. Khisameeva L.R., Adelshin A.B. Information-subject environment as a factor of improving the quality of education of technical college students. // Volga scientific journal. – N. Novgorod: NSUAE, 2011. – P. 173-177.
2. Methodological instructions for practical sessions in study of active learning for readers and students of the speciality 290800 «Water supply and water drainage» / Adelshin A.B., Zakharova N.G., Khisameeva L.R., Adelshin A.A. – Kazan: KSABA, 2001. – 13 p.
3. Patent RF № 2163397. Tutorial on modeling of terrain. Adelshin A.B., Zakharova N.G., Nurullin J.S., Safin R.S., Khisameeva L.R. publ. 20.02.2001, Bul № 5.
4. Patent RF № 2204171. Tutorial on modeling of terrain. Adelshin A.B., Zakharova N.G., Khisameeva L.R. – publ. 10.05.2003, Bul. № 13.
5. Organization of training classes using the land relief and low-rise buildings modelling stand: guidelines for the teachers and students in the 270112 «Water supply and water drainage specialty» / L.R. Khisameeva, A.B. Adelshin. – Kazan: KSUAE, 2009. – 31 p.
6. Adelshin A.B., Urmitova N.S., Khisameeva L.R. Educational research laboratory «Innovative technologies and equipment of water supply and water drainage systems» // News of KSUAE, 2011, № 4 (18). – P. 173-177.
7. Guidelines for laboratory studies in the laboratory «Innovate technologies, systems equipment of water supply and water drainage» of the specialty 270112 «Water supply and water drainage» / Khisameeva L.R., Adelshin A.B., Urmitova N.S., Ezhova K.A. – Kazan: KSUAE, 2011. – 44 p.
8. Adelshin A.B., Khisameeva L.R., Nizamova A.K, Innovative learning technologies in engineering education system // Proceedings of International scientific-practical conference «Innovative, resource-saving technologies, equipment of Water supply and water drainage systems». – Kazan: KSUAE, 2011. – P. 35-38.
9. Khamidullina A.A., Sheshegova I.G. An experience in development and realization of the multimedia technologies for the specialists training in the field of water supply and water drainage // VII International «Modern science problems – XXI century» scientific and practical conference proceedings. – Tambov: Tambov regional institute of teacher training publishing office, 2011, Iss. 7, Part 3. – P.144-145.

УДК 378.01(075.8)

Комлева Н.Н. – кандидат химических наук, доцент

E-mail: kireeva.natalya39@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Возможности деловой игры при изучении аналитической химии

Аннотация

Представлена классификация активных методов обучения. Подробно рассмотрен такой метод, как деловая игра. В основу ее положен методический принцип – моделирование работы группы химиков-аналитиков в производственных условиях. В процессе игры реализуются методологические принципы: единства теории и практики, анализа и синтеза, влияние коллектива на работу участников игры на разных уровнях взаимодействия. Автор сделал вывод о том, что внедрение деловых игр способствует подготовке организаторов аналитической службы на предприятии, воспитанию у будущего выпускника-эколога строительного вуза творческого мышления, самостоятельности, потребности к самообразованию.

Ключевые слова: активные методы обучения, деловая игра, методологические принципы, творческое мышление, самостоятельность, потребность к самообразованию.

Цели и задачи совершенствования профессиональной подготовки кадров вызывают необходимость разработки и применения инновационных образовательных технологий. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования (ФГОС) предполагают, в частности, увеличение объема и роли самостоятельной работы студентов, широкое применение активных методов обучения (АМО), обширный спектр оценочных средств [1].

Современные АМО – это методы, направленные на активизацию мышления обучающихся. Они характеризуются высокой степенью интерактивности, мотивации и эмоционального восприятия учебного процесса и позволяют:

- развивать и активизировать познавательную и творческую деятельность обучаемых;
- повышать результативность учебного процесса;
- формировать и оценивать профессиональные компетенции, особенно в части организации и выполнения коллективной работы [2].

Активные методы обучения – это методы, характеризующиеся высокой степенью включенности обучающихся в учебный процесс, активизирующие их познавательную и творческую деятельность при решении поставленных задач [3, 4].

Отличительными особенностями АМО являются:

- целенаправленная активизация мышления, приводящая к тому, что обучаемый вынужден быть активным независимо от его желания;
- самостоятельная творческая выработка решений, повышенная степень мотивации и эмоциональности обучаемых;
- интерактивный характер, т.е. постоянное взаимодействие субъектов учебной деятельности (обучаемых и преподавателей) посредством прямых и обратных связей, свободный обмен мнениями о путях разрешения каких-либо проблем [5].

С учетом отечественного и зарубежного опыта, практики проведения активных методов обучения, а также появления новых направлений их использования авторами [6, 7] предлагается классификация АМО, согласно которой все они разделяются на:

- имитационные, где предусматривается использование таких форм проведения занятий, в которых учебно-познавательная деятельность построена на имитации профессиональной деятельности;
- неимитационные – это способы активизации познавательной деятельности на лекциях.

Отличительной чертой занятий, проводимых с использованием имитационных АМО, является наличие модели изучаемого процесса (имитация индивидуальной или коллективной профессиональной деятельности).

К имитационным игровым занятиям относятся: деловая игра, разыгрывание ролей, игровое проектирование, игровые занятия на машинных моделях [8].

Деловая игра – это имитационное моделирование процессов управления социально-экономическими системами и профессиональной деятельностью людей в условных ситуациях с целью изучения и решения возникших проблем.

Основная цель проведения деловых игр – дать практику принятия решений в условиях, приближенных к реальным [9].

Аналитическая химия относится к тем дисциплинам, которые вызывают у студентов-экологов некоторые трудности при изучении. И именно использование активных методов обучения на занятиях для преодоления барьера «непонимания» является одним из вариантов решения этой проблемы.

Одним из таких методов, отличным от обычной формы проведения занятий, является деловая игра. В основу ее положен методический принцип – моделирование работы группы химиков-аналитиков в производственных условиях. Проходит она в виде соревнования групп и отдельных участников. Для последующего обсуждения игры и оценки работы студентов используется запись на видео.

Приведу пример такой игры по теме «Идентификация неизвестного вещества». Во время проведения реализуются методологические принципы: единство теории и практики, анализа и синтеза, влияние коллектива на работу участников игры на разных уровнях взаимодействия.

В качестве объекта игры выбран отдел охраны окружающей среды научно-исследовательского института, где анализ неизвестного вещества является важнейшей аналитической задачей. В игре использовались реальные производственные данные: взятие, хранение и подготовка пробы к анализу, проведение анализа во времени.

Игра заключается в организации, разработке плана и осуществлении теоретических и экспериментальных исследований состава неизвестного вещества. В ней участвовали 17 студентов II курса под руководством преподавателя. Группу разделили на две подгруппы. Обе подгруппы параллельно, независимо друг от друга, решали аналитическую задачу. Это стимулировало участников игры и повышало их теоретическую активность. В каждой группе выполнялись роли заведующего отделом, руководителей групп химических, физико-химических, физических методов анализа, младших научных сотрудников.

Руководитель отдела назначает руководителей групп, контролирует их деятельность, формулирует общие принципы исследования состава вещества, проводит рабочие совещания и является ответственным за правильность результатов исследования неизвестного вещества. Руководитель группы составляет план исследования, осуществляет научные и методические консультации младших научных сотрудников, обеспечивает выдачу результатов анализа в заданный срок. Младший научный сотрудник осуществляет теоретические и отдельные экспериментальные исследования, своевременное выполнение порученных ему работ, проверяет работу лаборантов, производит съемку спектров и хроматограмм различными методами, их расшифровку, расчеты состояния веществ в растворе, исследует вещество под микроскопом, измеряет pH растворов.

Сценарий игры составлен с учетом записи на видео, чтобы в качестве примера использовать его при подготовке деловых игр с другими студентами и на другую тематику.

Сначала студенты изучают методику проведения игры, методы конкретных ситуаций, необходимую информационную и справочную литературу, разыгрывают роли. Деловую игру проводят преподаватели, имеющие опыт анализа подобных объектов.

Игра строится по следующему плану. Отделу охраны окружающей среды поручено провести идентификацию неизвестного вещества, обнаруженному в почве, в возможно короткий срок и с наименьшими затратами доказать правильность полученных результатов. Работа выполняется во времени, так как неизвестное вещество может оказаться токсичным и нанести ущерб окружающей среде.

На первом этапе проводилось рабочее совещание у заведующего отделом, где в присутствии заказчика обсуждались постановка и решение аналитической задачи. Заведующий отделом поручает руководителю группы химических методов анализа обеспечить правильный отбор, доставку, хранение и подготовку пробы для анализа, обсуждает с ним также организационные вопросы доставки пробы. При этом подчеркивается, что в пробе могут быть легколетучие вещества, состав которых изменяется во времени. В игре обязательно должен принимать участие инженер по технике безопасности. Он организует и контролирует на всех участках работу с токсичными веществами, электроприборами ит.д.

В соответствии с заданием в группах обсуждаются вопросы выбора методов анализа и направление исследований с учетом правильности, предела обнаружения, избирательности, скорости определения, информационности, техники безопасности и других факторов. После этого руководители групп предлагают методы исследования, обсуждают различные варианты и принимают коллективное решение.

На втором этапе проводятся экспериментальные исследования. Для идентификации неизвестного вещества в почве применяли методы ИК-спектроскопии, эмиссионного спектрального анализа, атомной абсорбции, газовой хроматографии, химического анализа. Студенты проводили расшифровку ИК-спектров, хроматограмм, обзорных спектров и другие виды работ. После первых экспериментальных работ были учтены данные всех методов и сделан теоретический анализ и синтез полученных результатов. Это позволило скорректировать дальнейший ход анализа. Возникла необходимость выделения веществ в чистом виде и проведения элементного анализа.

Младший научный сотрудник докладывает о результатах своей работы и сдает отчет руководителю группы в виде таблиц, рисунков и графиков. Руководитель обсуждает их с группой, принимает решение и докладывает заведующему отделом, который, в свою очередь, представляет результаты исследований в комиссию по охране природы.

На заключительном этапе проведен анализ всей игры. При обсуждении студенты выясняют причины возможных ошибок анализа и разрабатывают способы их устранения. Преподаватель оценивает работу каждой группы и отдельных студентов по пятибалльной системе. При этом учитываются количество правильных ответов, оптимальное решение вопроса, время, обоснование принципа, метода и другие факторы.

Анализ опыта проведения таких игр позволяет сделать следующие выводы:

1. Поиск оптимального варианта комплекса современных методов анализа способствует повышению качества практической подготовки инженеров-экологов. Участники игры решают производственные вопросы анализа объектов, вырабатывают при этом комплексный план и творческий подход к решению аналитических задач.

2. Соревнование способствует активизации познавательной и аналитико-синтетической деятельности.

3. Проведение игры с применением технических средств сокращает время изучения материала. При этом сочетаются организационный, познавательный и эмоциональный аспекты.

4. Моделирование процесса поиска оптимальных условий разделения веществ при анализе объекта предполагает применение метода математического планирования эксперимента с применением компьютерных программ.

5. В разработке сценариев игры целесообразно участие студентов, выполняющих курсовые и дипломные работы по данной тематике.

6. Роли руководителей успешно выполняют наиболее подготовленные студенты. Особое внимание уделяется передаче студентам во время игры опыта преподавателей в области внедрения результатов НИР в производство.

7. Для большей эффективности игры во время прохождения производственной практики необходимо обращать внимание студентов на соответствующие производственные ситуации: например, в воздухе заводского цеха увеличилась концентрация регламентируемого вещества, обнаруженная работником центральной заводской лаборатории. Сотрудники цеховой лаборатории доказывают, что концентрация этого вещества ниже предельно допустимой.

8. Проведение деловых игр способствует подготовке организаторов аналитической службы на предприятии, воспитанию у будущего выпускника творческого мышления, самостоятельности, потребности к самообразованию.

В настоящее время проблема повышения качества отечественного образования вызывает необходимость совершенствования образовательных технологий.

Новые потребности в высокопрофессиональных специалистах невозможно удовлетворить без существенной перестройки системы профессиональной подготовки кадров. В связи с этим необходимость внедрения в учебный процесс современных технологий обучения, развивающих творческие способности обучаемых и повышающих их заинтересованность в усвоении материала, не вызывает сомнения [10, 11].

Как показывает практика, применение активных методов обучения позволяет не только повысить уровень профессиональной подготовки обучаемых, но и сделать этот процесс более интересным и продуктивным.

Список библиографических ссылок

1. Габруевич С.А., Зорин Г.А. От деловой игры – к профессиональному творчеству. Учебно-метод. пособие. – М.: Университетское образование, 2005. – 125 с.
2. Смолкин А.М. Методы активного обучения. Науч.-метод. пособие. – М.: Высшая школа, 2004. – 176 с.
3. Байденко В.И. Концепции в профессиональном образовании. // Высшее образование в России, 2004, № 11. – С. 124-129.
4. Климов Е.А. Психология профессионального самоопределения. – Ростов-на-Дону: Феникс, 1996. – 512 с.
5. Зимняя И.А. Компетентностный подход в образовании (методологический аспект) // Проблемы качества образования: Материалы XIV Всероссийского совещания. Кн. 2. – М., 2004. – 120 с.
6. Бельчиков Я.М., Бирштейн М.М. Деловые игры. – Рига: Аботс, 1989. – 215 с.
7. Лившиц А.Л., Порховник Ю.М., Гидрович С.Р. Методические указания по классификации методов активного обучения. – Л.: ЛИЭИ, 1986. – 150 с.
8. Платов В.Я. Деловые игры: разработка, организация и проведение. – М.: Профиздат, 1991. – 520 с.
9. Щедровицкий П.Г., Попов С.В. Игровое движение и организационно-деятельностные игры // Вопросы методологии, 1994, № 1. – 54 с.
10. Хуторской А.В. Современная дидактика. – М.: Высш. шк., 2007. – 305 с.
11. Гильманшина С.И. Формирование профессионального мышления будущих учителей на основе компетентностного подхода. Диссертация на соискание ученой степени доктора педагогических наук / Институт педагогики и психологии профессионального образования Российской академии образования. – Казань, 2008. – 238 с.

Komleva N.N. – candidate of chemical sciences

E-mail: kireeva.natalya39@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Opportunities of business games in learning analytical chemistry

Resume

Economic, social and cultural transformations in society set new tasks of training bachelors for teachers of the higher school. Introduction of methods of active training, development and application of other innovative educational technologies can promote to decide them. Article is devoted to one of active methods of training – business game. The basis of it is the methodical principle – work modeling of the chemists group – analysts under production conditions. The plan of business game when studying the subject «Analysis of Unknown Substance » is offered. Game

consists of the organization, development of the plan and implementation of theoretical and pilot studies of unknown substance. Under the leadership of the teacher group divided into two subgroups. Both subgroups, independently from each other, solved an analytical problem. In each group roles of the head of department, heads of groups of chemical, physical and chemical, physical methods of the analysis, junior researchers were carried out. At the first stage of the game students discuss the questions of elections of methods of the analysis. At the second stage pilot researches are conducted. At the final stage the analysis of all game is carried out. The teacher estimates work of each group and certain students. It is noted that during carrying out game the methodological principles are realized: unities of the theory and practice, the analysis and synthesis, influence of collective on work of participants of game at different levels of interaction. Carrying out business games promotes training of organizers of analytical service at the enterprise, to education at future graduate ecologist of construction higher education institution of creative thinking, independence, requirement to self-education.

Keywords: active methods of training, business game, the methodological principles, creative thinking, independence, requirement to self-education.

Reference list

1. Gabrusevich S.A., Zorin G.A. From the business game to professional creativity. Teaching method. Allowance. – M.: University education, 2005. – 125 p.
2. Smolkin A.M. Active learning. Scientific-method. Allowance. – M.: Higher School, 2004. – 176 p.
3. Baydenko V.I. Concepts in vocational education. // Higher education in Russia, 2004, № 11. – P. 124-129.
4. Klimov E.A. Psychology professional self. – Rostov-on-Don. Phoenix, 1996. – 512 p.
5. Zimnya I.A. Competence Approach in Education (methodological aspect) // Problems of quality education: Proceedings of the XIV All-Russian meeting. Kn. 2. – M., 2004. – 120 p.
6. Belchikov J.M., Birshtein M.M. Business games. – Riga: Avots, 1989. – 215 p.
7. Livshits A.L., Porhovnik Y.M., Gidrovich S.R. Methodological guidelines for classification of active learning. – L.: LEEI, 1986. – 150 p.
8. Platov V.Y. Business games: development, organization and carrying out: Textbook. – M.: Profizdat, 1991. – 520 p.
9. Shchedrovitsky P.G., Popov S.V. Game movement and organization. Action games // Questions of methodology, 1994, № 1-2. – 54 p.
10. Hutorskoy A.V. Modern didactics. – M.: Higher. wk., 2007. – 305 p.
11. Gilmanshina S.I. Formation of professional thinking of future teachers on the basis of approach from the point of competence view. The thesis on a competition of a scientific degree of the doctor pedagogical sciences/ Institute of pedagogic and psychology of professional education of the Russian Academy of Education. – Kazan, 2008. – 238 p.

УДК 377

Сафин Р.С. – доктор педагогических наук, профессор

E-mail: safin@kgasu.ru

Корчагин Е.А. – доктор педагогических наук, профессор

E-mail: ramzia@kgasu.ru

Сучков В.Н. – кандидат технических наук, профессор

E-mail: suchkov@kgasu.ru

Собровин А.С. – студент

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Модель и методика проведения экскурсии студентов на строительный объект

Аннотация

Цель статьи – раскрыть сущность экскурсии как инновационной формы обучения студентов. Определены общие признаки экскурсий, приведена их классификация, выделены основные этапы экскурсии, выявлены требования к преподавателю-экскурсоводу. Экскурсия рассматривается с позиций дидактического процесса применительно к посещению строительного объекта. Раскрывается методика урока-экскурсии на строительный объект. Разработана модель организации экскурсии студентов. Приведены экспериментальные данные проведения урока-экскурсии на строительный объект.

Ключевые слова: экскурсия, строительный объект, этапы, преподаватель, студенты, форма, урок, методика.

Переход на новые федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (ФГОС ВО), основанные на компетентностном подходе, сокращение сроков обучения требуют применения инновационных форм обучения.

Инновационные формы обучения могут быть представлены следующими типами нетрадиционных занятий:

- учебное занятие в форме игры и соревнования (деловые, ролевые игры, КВН, викторина, дуэль, турнир, конкурс, эстафета и др.);
- занятие-исследование, занятие-интервью;
- занятия с нетрадиционной формой изучения материала (занятие откровения, урок мудрости и т.п.);
- занятия, носящие характер публичных форм общения (дискуссия, телепередача, диалог, пресс-конференция и др.);
- занятие, имитирующее деятельность учреждений (редакционный совет, суд, ученый совет);
- занятие-экскурсия, позволяет непосредственно познакомиться с изучаемыми объектами [1, с. 52].

Несомненно, урок-экскурсия относится к инновационным формам обучения. Для разработки такого урока в строительном вузе необходимо представить экскурсию как педагогический процесс.

Любая экскурсия характеризуется *общими признаками*:

- временем проведения (от одного академического часа – 45 минут до трех часов);
- наличием экскурсантов (в составе группы или индивидуальных);
- наличием специалиста-экскурсовода, проводящего экскурсию;
- возможностью зрительного наглядного восприятия экспонатов;
- наличием заранее составленного маршрута передвижения экскурсантов;
- целенаправленностью тематики экскурсии;
- активностью экскурсантов в процессах наблюдения, изучения, исследования экспонатов.

Поскольку экскурсий проводится много, их классифицируют по различным основаниям: 1) по содержанию; 2) по составу и количеству экскурсантов; 3) по месту

проведения; 4) по способу передвижения; 5) по продолжительности; 6) по форме проведения [2, с. 62].

Например, *по содержанию* экскурсии делятся на обзорные (многоплановые) и тематические (одноплановые).

Среди различных видов экскурсий по значимости для профессионального образования особое место занимают производственные экскурсии. В содержательном плане они относятся к тематическим экскурсиям. В соответствии с методическими рекомендациями, содержащимися в работе [3], их можно подразделить на подгруппы:

- производственно-исторические, позволяющие изучить историю развития конкретного производства в России, регионе, городе;
- производственно-экономические. Они посвящены знакомству с биржевой деятельностью, рынком недвижимости и т.д.;
- производственно-технические. В ходе таких экскурсий рассматриваются проблемы инновационного развития техники и технологий определенной отрасли производства;
- профессионально-ориентированные, проводятся для учащихся общеобразовательных школ и профессиональных образовательных учреждений.

К производственным экскурсиям относятся экскурсии на строительные объекты. Цели таких экскурсий – исследование современной архитектуры города, знакомство с новыми техникой и технологиями различных видов строительных работ, изучение новых строительных конструкций и материалов в промышленном и гражданском строительстве, осмотр комфортных условий жизнедеятельности человека, формирование у школьников представления о возведении строительного объекта.

В соответствии с названными целями формируются следующие экскурсионные группы:

- 1) студенты строительных вузов, техникумов, колледжей и лицеев;
- 2) учащиеся общеобразовательных школ;
- 3) граждане, планирующие строить свой дом или проведение ремонта;
- 4) риэлторы и покупатели жилых и производственных помещений.

С позиций нашей статьи нас интересует первая экскурсионная группа.

Экскурсия на строительный объект является для студентов частью процесса образования. Её основными функциями являются функции обучения, развития и воспитания.

При организации экскурсий на строительные объекты необходимо учесть специфические особенности этой отрасли.

К ним относят [4, с. 27-32]:

- неподвижность и территориальная закрепленность строительных объектов (строящихся и возводимых зданий и сооружений) и подвижность орудий и средств производства (работающего персонала, строительной техники и др.). Это приводит к автономии руководителей подразделений, к усложнению обмена информацией, к ограничению возможности оперативного взаимодействия и управления;
- зависимость от природных и климатических воздействий окружающей среды.

Сезонные условия труда оказывают влияние на методы строительства.

Многочисленные, зачастую недостаточно прогнозируемые природно-климатические внешние факторы активно воздействуют на процесс строительства и тем самым усложняют управление им. Появляется множество решений по месту и времени производства работ и бывает трудно найти наиболее оптимальное из них.

- большая материалоемкость строительных работ;
- тенденция переноса производственных процессов со строительной площадки в условия стационарного заводского производства;
- длительность производственного цикла и высокая стоимость строительной продукции;
- бригадные формы организации труда;
- специфическая форма специализации с отчуждением основных орудий труда от исполнителей. Например, основная строительная техника (машины, краны и др.) находится в ведении одной организации (обычно – управления механизации), а рабочие-строители, работа которых полностью зависит от этой техники, числятся в другой организации;
- специфические формы кооперации.

Кроме того, сложные технологические взаимосвязи между основным создателем строительной продукции – генподрядчиком – и многочисленными соисполнителями – субподрядными организациями – часто придают вероятностный характер процессу управления строительным производством.

Субподрядчики выполняют свою часть работ по сооружению объекта на той же территории, что и генподрядчик, одновременно с ним, часто теми же средствами механизации, используя его основные фонды (временные здания, сооружения), вклинившись в его технологию и организацию работ. При этом субподрядные организации, имея свои собственные показатели, не всегда совпадающие с показателями генподрядчика, недостаточно заинтересованы в конечной цели производства – вводе объектов в эксплуатацию.

Процесс обучения осуществляется при ознакомлении со строительными материалами, конструкциями, их свойствами. В ходе экскурсии демонстрируется работа строительной техники, знакомство с технологиями различных общестроительных и отделочных работ. Экскурсанты изучают приемы выполнения отдельных операций и т.д.

В ходе экскурсии на строительные объекты студенты осмысливают услышанную и увиденную информацию. В их сознании происходят мыслительные операции. Они сравнивают увиденное и услышанное на изучаемом объекте с ранее полученными знаниями. Сопоставляют изучаемую строительную площадку с идеальной площадкой, приведенной в учебниках или на лекциях. Делают обобщения и выводы.

Общение со специалистами, рабочими на строительном объекте оказывает воспитательное воздействие на студентов. Качественное выполнение работ на объекте тоже имеет воспитательный эффект, эстетически влияя на сознание экскурсантов.

Организацию экскурсии осуществляют преподаватель и представитель строительного объекта. В качестве последнего могут выступать мастер, прораб, начальник участка, инженер по технике безопасности строительной организации. Организаторы должны владеть конструктивными, организаторскими, коммуникативными, познавательными умениями [3, 5].

Группа конструктивных умений включает умения преподавателя отобрать объект, содержание экскурсии; умения отобрать и правильно оформить экскурсионный материал, составить план проведения экскурсии, применять методические приемы.

Организаторские умения – это умения руководить группой экскурсантов, организовать передачу информации, обратить внимание экскурсантов на изучаемые объекты, обеспечить выполнение программы экскурсии, организовать работу мастера или прораба в роли экскурсовода, подготовить совместно с ними содержание информации о ходе экскурсии.

Коммуникативные умения – умения наладить деловые отношения с группой экскурсантов, со строительными рабочими и специалистами.

Познавательные умения – это умения по совершенствованию содержания, методики проведения экскурсии; умения анализировать эффективность экскурсии; умения техники проведения экскурсии на различных объектах.

Экскурсии школьников на строительный объект проводят педагоги школы совместно с преподавателями вуза, техникума, лицея. В проведении таких экскурсий могут участвовать студенты старших курсов строительного вуза.

В деятельности преподавателя по организации экскурсии выделяют три этапа: подготовительный этап, этап проведения экскурсии и этап послеэкскурсионной работы.

В свою очередь, этапы подготовки и проведения экскурсии на строительный объект включают в себя:

1. Постановку целей и задач, выбор темы и отбор содержания экскурсии (руководитель экскурсии от образовательного учреждения и экскурсовод от строительного объекта).

2. Выбор строительного объекта для проведения экскурсии (организатор от строительного объекта, экскурсовод от строительного объекта).

3. Предварительное знакомство преподавателя с объектом, мастером или прорабом объекта.

4. Выбор видов работ, мастера (строительного рабочего) для показа методов, инструментов, материалов строительного процесса.

5. Определение формы и времени проведения экскурсии, длительности экскурсии, разработка экскурсионного маршрута.

6. Подбор контингента обучающихся на экскурсию, комплектация группы, составление списка экскурсантов, оформление необходимой документации на экскурсионную группу.

7. Проведение инструктажа по технике безопасности.

8. Подготовку и выдачу индивидуальных заданий для самостоятельной проработки.

9. Разработку методики проведения экскурсии.

Этап послеэкскурсионной работы включает:

– составление отчета об экскурсии студентами;

– анкетный опрос студентов и обработка его результатов;

– семинар по итогам экскурсии.

Экскурсия – это многоаспектное событие и в практической деятельности может выступать [3]:

– как самостоятельная форма воспитания и обучения, или в составе других форм обучения и воспитания;

– как одна из ступеней познания, или как форма распространения научных знаний;

– как форма культмассовой работы, как форма организации, а также как часть процесса формирования тех или иных качеств личности;

– как отдельное (разовое) мероприятие, или как часть тематического цикла мероприятий;

– как мероприятие по одному из направлений воспитания – патриотического, трудового, эстетического;

– как форма межличностного общения экскурсовода с экскурсантами, экскурсантов друг с другом, а в нашем случае – как форма общения экскурсантов со строительными рабочими и специалистами.

После экскурсии студенты составляют отчет, отвечают на вопросы анкеты об эффективности экскурсии. Для составления отчета студент пользуется своими записями, сделанными в ходе экскурсии.

Отчет включает описание строительного объекта (строительная площадка, процесс строительства многоэтажного или малоэтажного здания, общественного здания и т.д.), архитектурно-конструктивных решений возводимых объектов, применяемых строительных материалов, механизмов, инструментов и приспособлений, методов выполнения и правил производства строительных работ, ответы на вопросы, подлежащие самостоятельной проработке по заданию преподавателя. Представленные материалы иллюстрируются эскизами, чертежами конструктивных элементов и фотосъемками.

Отчет содержит мнение студента о практике, а также рекомендации по улучшению содержания экскурсии.

В основе экскурсии как педагогического процесса лежат дидактические принципы, определяющие содержание, организацию и методику обучения экскурсантов. Это принципы научности, связи теории с практикой, наглядности, доступности, системности, доходчивости и убедительности. В экскурсионном педагогическом процессе принимают участие две стороны: обучающий экскурсовод и обучающиеся экскурсанты. Экскурсовод передает информацию по определенной теме, экскурсанты эту информацию воспринимают, осмысливают, запоминают. Взаимодействие обучающего и обучающихся вокруг тематического содержания обучения является основой педагогического процесса. Экскурсовод во взаимоотношениях с экскурсантами применяет методические приемы непосредственного или опосредованного педагогического воздействия.

Эффективность экскурсионного педагогического процесса определяется степенями активности во взаимодействии экскурсовода и экскурсантов. Одна из задач экскурсионного педагогического процесса предусматривает достижение плодотворной активности и самодеятельности экскурсантов, с целью побуждения их к самостоятельной работе. От экскурсовода требуется так «подать» изучаемые объекты, чтобы экскурсанты, в процессе

их изучения, анализировали свои впечатления и обсуждали их друг с другом. Одним из элементов экскурсионного педагогического процесса является осмысление информации, полученной в ходе экскурсии. При таком осмыслении в сознании экскурсантов протекают различные мыслительные операции: сравнение с ранее увиденным и услышанным, сопоставление данного объекта с другими, выделение главного и второстепенного в полученной информации, обобщение информации, выводы [6, с. 50].

Педагогические принципы, лежащие в основе экскурсий, компоненты экскурсионного педагогического процесса, педагогическое мастерство экскурсовода – все это реализуется в методике проведения экскурсий.

Экскурсионная методика включает комплекс требований и правил, предъявляемых к экскурсии, а также совокупность методических приемов подготовки и проведения экскурсий разных видов, на различные темы и для различных контингентов экскурсантов [6, с. 129].

Экскурсионная методика – это, во-первых, механизм, посредством которого совершенствуется «подача» информационного материала; во-вторых, процесс упорядочения деятельности экскурсовода. Экскурсионная методика играет роль рычага, посредством которого экскурсовод за короткое время помещает в сознание экскурсантов большой объем информации. Методика позволяет экскурсантам увидеть, запомнить и понять значительно больший объем информации, чем на лекции, посвященной той же теме. Это объясняется тем, что экскурсионная методика в значительной степени основана на восприятии разного рода сообщений, описаний, относящихся к непосредственно наблюдаемому объекту, а лекционный рассказ ведется в отрыве от объектов описания и практически нейтрализует участие в восприятии информационного материала таких органов чувств, как зрение, обоняние, осязание. Это обстоятельство обедняет восприятие лекционного материала, делает его «однобоким» [6, с. 134].

В отличие от лекции, методика проведения экскурсии построена на непосредственном общении экскурсантов с изучаемыми объектами, на различных видах анализа, на зрительных сравнениях, на использовании всех органов чувств экскурсантов.

Методика экскурсионной работы включает такие компоненты, как:

1. Постановку цели и задач подготовки и проведения экскурсии.
2. Отбор и структурирование содержания информационного материала экскурсии.
3. Методические приемы подготовки и проведения экскурсии.
4. Мотивация, направленная на пробуждение и поддержание внимание и интереса экскурсантов [7, с. 62].

Экскурсионная методика состоит из нескольких самостоятельных, связанных друг с другом разделов:

- из методики разработки новой для фирмы, предприятия или организации темы экскурсии;
- из методики разработки экскурсоводом новой для него темы, но уже разработанной в данной фирме, на предприятии или организации;
- из методики подготовки экскурсовода к проведению очередной экскурсии;
- из методики проведения экскурсии;
- из методики послеэкскурсионной работы [7, с. 66].

Успешность проведения экскурсии напрямую зависит от примененных в ходе её методических приемов показа и рассказа. Выбор того или иного методического приема, в свою очередь, зависит от задач, стоящих перед экскурсоводом, от содержания информационного материала, от конкретного объекта экскурсии.

Основными приемами, используемыми при проведении урока-экскурсии, являются приемы показа и приемы рассказа. Группа приемов показа, в свою очередь, включает в себя:

- приемы организации наблюдения (изучения, исследования) объектов;
- приемы визуализации воображения экскурсантов, позволяющие сделать зримыми изменения во внешнем облике объекта;
- приемы выполнения отдельных операций в строительном процессе.

Группа приемов рассказа состоит из:

- приемов, вызывающих у экскурсантов зрительные ассоциации и построенных на пояснении объекта, описании его внутреннего вида после завершения строительства;

– приемов репортажа, позволяющих понять изменения, происходящие в наблюдалом объекте, и т.д. [7, с. 69].

Подготовка новой экскурсии проходит *три основных этапа*:

На первом этапе, *предварительном*, подбирается информационный материал для будущей экскурсии, изучается (т.е. накапливается информация по данной теме, определяются цели и задачи экскурсии). Одновременно с этим отбираются объекты, на которые будет экскурсия.

На втором этапе, *основном*, ведется непосредственная разработка самой экскурсии: определяются объект экскурсии, его местоположение; определяются пути подхода или подъезда к экскурсионному объекту; обрабатывается фактический материал; определяются роли педагога и инженера строительной организации; ведется работа над методикой проведения экскурсии; выбираются наиболее эффективные методические приемы показа и рассказа во время проведения экскурсии; разрабатываются задания на послезаводскую работу.

Заключительный этап – согласование времени экскурсии, количества экскурсантов; определение места встречи и пути на объект.

В обобщенном виде структуру любой экскурсии, вне зависимости от темы, вида и формы проведения, схематично можно представить состоящей из трех компонентов: вступление, основная часть, заключение [6, с. 138].

Вступление, в свою очередь, включает:

- организационный элемент: знакомство с экскурсантами, проведение инструктажа экскурсантов по правилам безопасного поведения на объекте;
- информационный элемент: краткое сообщение о содержании темы экскурсии, о продолжительности экскурсии.

Структура основной компоненты определяется строением конкретных экскурсионных объектов, сочетанием методических приемов показа, демонстрации строительных работ и рассказа. Ее содержание состоит из содержаний подтем, каждая из которых посвящена раскрытию отдельного объекта и объединенных общей темой экскурсии. Количество подтем экскурсии обычно колеблется от 5 до 12. При этом существенно подобрать объекты таким образом, чтобы были только те из них, которые помогали бы раскрыть содержание темы экскурсии, причем в определенной дозировке по времени и в зависимости от значимости той или иной подтемы в данной экскурсии.

Заключение, как и вступление, не связано с экскурсионными объектами. Оно должно занимать по времени 5-7 минут и состоять из трех частей. В первой частидается резюме основного содержания экскурсии, делаются выводы по теме, реализующей цель экскурсии. Во второй части приводится информация о других экскурсиях, позволяющих расширить и углубить данную тему. В третьей части приводятся результаты анализа анкетирования экскурсантов об экскурсии [6, с. 141].

Желательно, чтобы экскурсия была достаточно интересной для экскурсантов. Не менее существенно, чтобы она не была перегружена потоком ненужной информации, чтобы способ подачи информационного материала не был утомительным, а способствовал бы наилучшему восприятию его экскурсантами.

Обобщая вышерассмотренные аспекты экскурсии и учитывая имеющиеся публикации, можно представить модель организации экскурсии, структура которой состоит из целевого, организационного, процессуального и результативного компонентов (рис. 1).

Цель экскурсии определяется профессиональной строительной дисциплиной, изучаемой темой и т.д.

Организационный компонент состоит в определении задач, вида, объекта, экскурсионной группы и экскурсовода.

Процессуальный компонент включает виды деятельности экскурсовода и экскурсантов в процессе экскурсии.

Результативный компонент определяет новые знания, компетенции, формируемые в ходе экскурсий на строительные объекты.

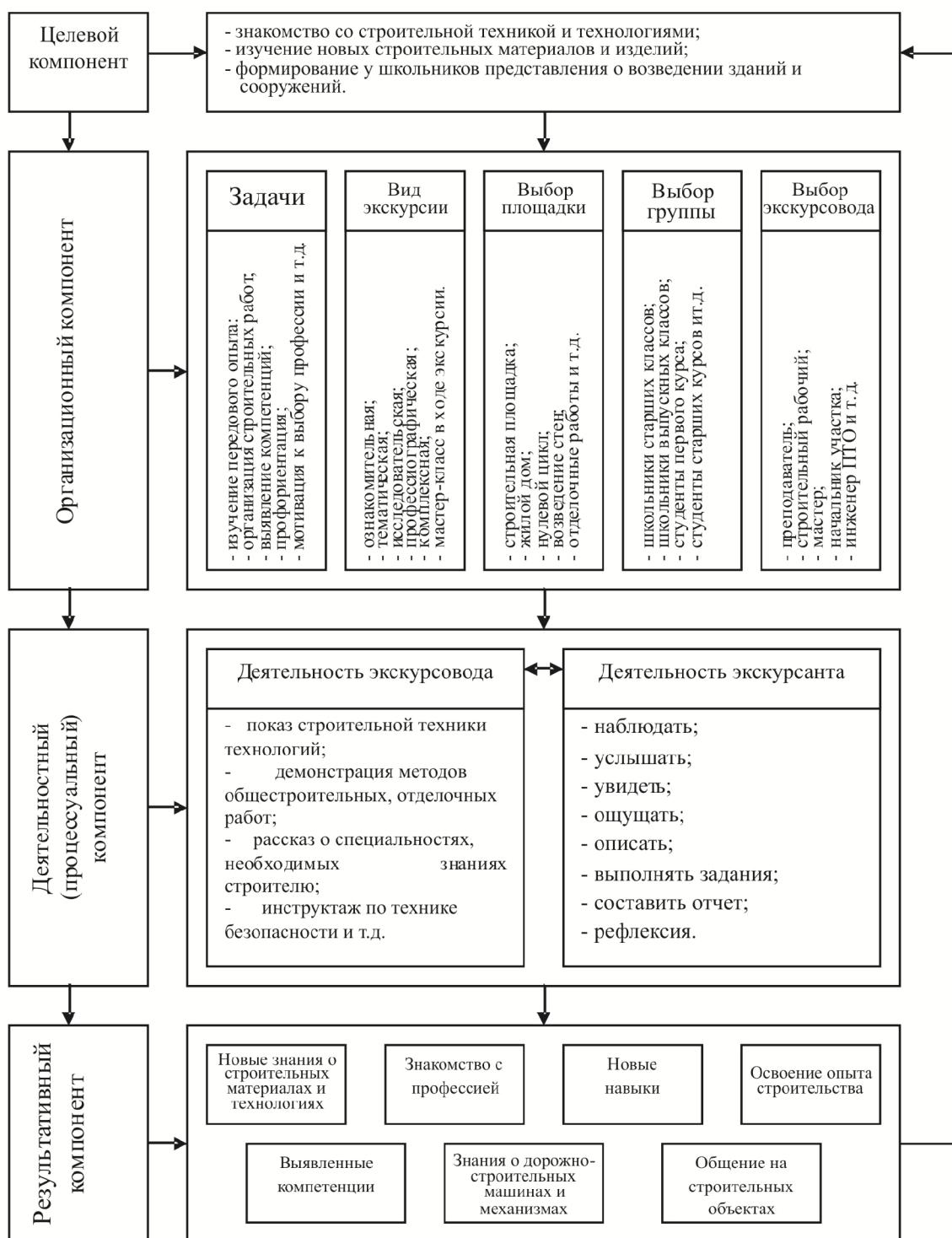


Рис. 1. Модель организации экскурсии на строительный объект

В качестве эксперимента нами разрабатывались и проводились уроки экскурсии на строительные объекты, с учетом методики профессионального обучения и принципов разработки урока-экскурсии и проведения экскурсий. В общем, подготовка к ним осуществлялась в следующем порядке:

- определение темы экскурсии;
- подготовка опорного плана конспекта для урока экскурсии;

- разработка задания на послеэкскурсионную работу;
- согласование времени и даты экскурсии;
- сообщение о времени и месте проведения экскурсии, а также о месте встречи;
- знакомство с прорабом;
- распределение ролей между прорабом и экскурсоводом;
- подготовка анкет для опроса экскурсантов.

Темы экскурсии выбирались с учетом показа этапов возведения здания, начиная от организации строительной площадки и заканчивая отделочными работами.

Выбор объекта производился с тем учетом, чтобы до него было легко добраться студентам. Желательно, чтобы объект был в центре города, неподалеку от учебного заведения.

Во всех случаях ведущая роль отдавалась прорабу данного строительного участка, так как он в большей степени знает этот объект. Роль же преподавателя ограничивалась небольшими дополнениями к рассказу прораба.

Время проведения экскурсий выбиралось удобное для студентов. Экскурсии проводились после занятий, и соответственно студентам нужно было время для того, чтобы успеть пообедать и добраться до места встречи. Место встречи выбиралось недалеко от объекта, и такое, чтобы все студенты знали его. Время встречи со студентами назначалось за 10 минут до начала экскурсии. Делалось это для того, чтобы дождаться опаздывающих студентов, сообщить им тему и цели экскурсии, проинструктировать их по технике безопасности.

Подготовка опорного плана конспекта к уроку экскурсии заключалась в подборе теоретического материала по теме экскурсии, определении целей занятий, средств и методов.

Методы, применяемые на экскурсиях – это показ и рассказ, причем показ преобладает над рассказом. В начале каждой экскурсии рассказ предшествовал показу, для того что бы у студентов сложилось представление о том, что они увидят. В дальнейшем по ходу экскурсии рассказ сопровождал и дополнял показ. Средства – это сам объект и те материалы или же виды работ, осуществляемых на нем, что непосредственно относятся к теме экскурсии.

Разработка заданий на послеэкскурсионную работу представляла собой разработку анкет с вопросами о проведенной экскурсии, о том, что понравилось студентам, что они из нее усвоили, чего, на их взгляд, не хватало.

Проведение экскурсии осуществлялось в следующем порядке:

- встреча со студентами. Она происходила в заранее обговоренном месте, за 10 минут до начала экскурсии, для того чтобы все успели подойти, а также прослушать краткую информацию о предстоящей экскурсии и правилах безопасного поведения на строительном объекте;

- встреча с прорабом данного строительного объекта. Прораб представляется, называет организацию, которая осуществляет строительные работы, знакомится со студентами, их специальностью;

- вводное слово прораба. Прораб рассказывает о том, что за объект строится, как его строят. Также он проводит инструктаж по технике безопасности. Инструктаж состоял в следующем:

- сначала студентам был задан вопрос о том, знают ли они какие-нибудь правила безопасности на строительной площадке. Услышав несколько ответов об общих правилах, что работать нужно в каске и не стоять под стрелой крана, был проведен небольшой инструктаж о правилах нахождения людей на объекте и их действиях по соблюдению правил безопасности;

- во время экскурсии студенты должны передвигаться одной группой, запрещается отделяться от группы; проходить студенты должны только там, где их проводит прораб данного объекта; запрещается подходить к краю здания; запрещается близко подходить к рабочим, занимающимся монтажом конструкций; запрещается подходить к работающим

машинам и механизмам без разрешения прораба и без его сопровождения. На данном этапе рассказ преобладает над показом;

– проводится показ строительного объекта. Происходит раскрытие темы экскурсии, показ преобладает над рассказом, рассказ лишь сопровождает или дополняет показ. Весь процесс ведет прораб данного строительного объекта, экскурсовод лишь дополняет его, с учетом специфики специальности студентов, а также с учетом целей и задач занятия.

Студенты на этой экскурсии ознакомились с организацией строительной площадки. Этап организации стройплощадки предопределяет успех строительства в целом. В этот момент закладываются необходимые условия для организации эффективной работы строителей, бережного расходования материалов и работы строительной техники.

В начале исследования нами была сформулирована гипотеза, по которой эффективность усвоения знаний учащихся повышается при использовании занятий-экскурсий на строительные объекты. Для ее экспериментальной проверки мы разработали анкеты. Выборка исследования – 18 человек, обучающихся по направлению «Теплогазоснабжение и вентиляция».

База исследования – ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет».

Экспериментальное исследование в соответствии с его задачами было организовано в два этапа.

На первом этапе были проведены уроки экскурсии по выбранным темам.

На втором этапе проводилась контрольная проверка знаний, после проведения уроков-экскурсий на строительные объекты, что позволило определить остаточные знания после этих занятий. Также на этом этапе проводилось анкетирование для получения данных об отношении студентов к таким видам уроков и для анализа их пожеланий и замечаний.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, о том, что урок-экскурсия на строительный объект является достаточно эффективным методом обучения.

Далее мы обработали результаты анкетирования для выяснения отношения студентов к таким занятиям.

Из полученных результатов следует:

– на вопрос: «Что позволяет экскурсия?» ответы распределились так (рис. 2):

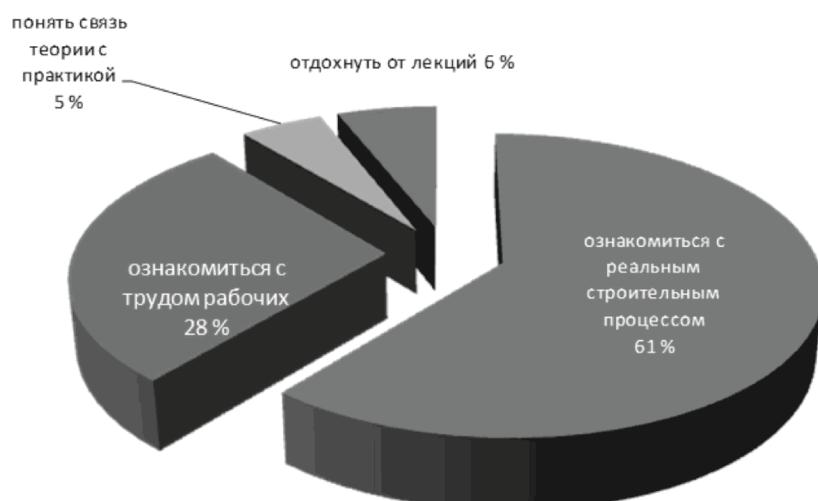


Рис. 2. Ответы на вопрос о результатах экскурсии

- на вопрос: «Эффективность экскурсии повысилась бы, если?» студенты ответили следующим образом (рис. 3):

Эффективность экскурсий повысилась бы если она была бы:

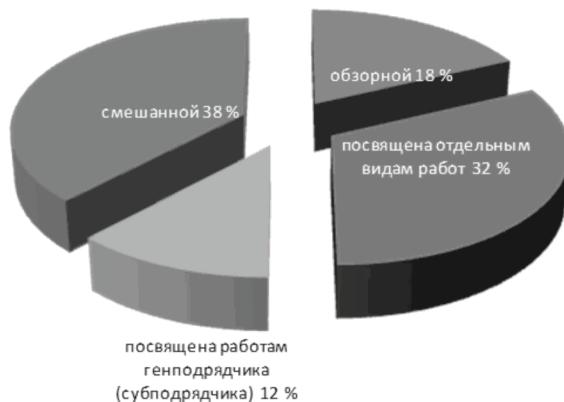


Рис. 3. Ответы на вопрос о содержании экскурсии

- на вопрос: «Какая форма экскурсии более эффективна?» ответы распределились следующим образом (рис. 4):

Наиболее эффективная форма экскурсии

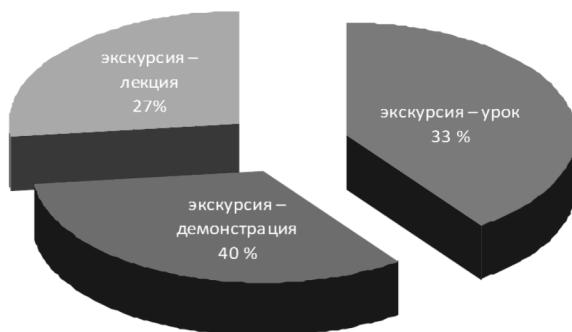


Рис. 4. Ответы на вопрос о наиболее эффективной форме экскурсии

- на вопрос о составе группы экскурсантов ответы распределились таким образом (рис. 5):

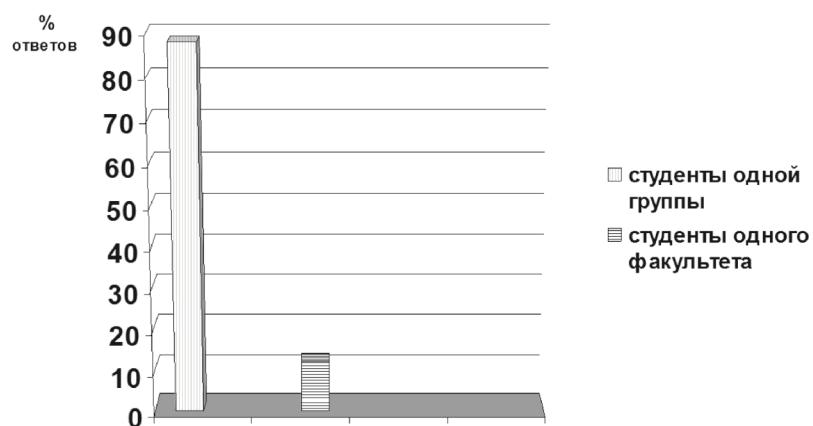


Рис. 5. Ответы на вопрос о составе экскурсионной группы

- на вопрос: «Кто должен проводить экскурсию?» ответы распределились так (рис. 6):

Кто должен проводить экскурсию?



Рис. 6. Ответы на вопрос: «Кто должен проводить экскурсию?»

- На вопрос о продолжительности экскурсии студенты дали единогласный ответ: не более часа.

- На вопрос: «Нужно ли давать информацию перед экскурсией?» мнения разделились таким образом (рис. 7):



Рис. 7. Ответы на вопрос об информации перед экскурсией.

- На вопрос, «Какие недостатки были у экскурсий?» студенты ответили следующим образом (рис. 8):

Какие недостатки были у экскурсий?

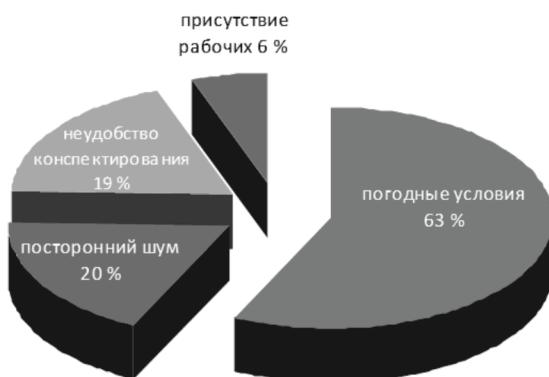


Рис. 8. Ответы на вопрос о недостатках экскурсии

- На вопрос: «Какими навыками и знаниями должен обладать экскурсовод?» студенты ответили так (рис. 9):



Рис. 9. Ответы на вопрос: «Какими навыками должен обладать экскурсовод?»

После окончания экскурсии студенты также оценивали обустройство строительной площадки в соответствии с разработанной анкетой.

Проведенный анализ результатов подтвердил эффективность занятий-экскурсий на строительные объекты. Студенты предлагают расширить перечень тем, рассматриваемых на экскурсиях. Кроме того, они предлагают организовать экскурсии и во время производственных практик. Это весьма актуально, т.к. по ФГОС ВО продолжительность практик сокращена в два раза.

В современных рыночных условиях и при внедрении в образование новых стандартов необходимо подготавливать способного, а главное – компетентного выпускника. И чем раньше студент познакомится с предстоящей сферой деятельности, тем лучше он сможет в ней разобраться ещё во время учебы. Тем самым, уроки-экскурсии как инновационная форма обучения имеют очень большое значение. Такие уроки необходимы в современном образовании. Они повышают интерес студентов, что сказывается на их уровне усвоения ими материала, также повышается активность студентов во время занятий. Они видят связь теоретического материала с его реальным применением в жизни и профессиональной практике. К тому же сами студенты заинтересованы в таких занятиях. Для них это что-то новое, интересное, захватывающее. Экскурсии вносят разнообразие в учебную деятельность. Студентам нравятся такие занятия. Но помимо студентов и учебных заведений в инновационных формах обучения должны быть заинтересованы и будущие работодатели. Для них это хороший шанс познакомить будущих выпускников со своим производством, прорекламировать свою фирму. Работодатели в соответствии с новыми образовательными стандартами также определяют тип будущего выпускника. И чтобы он соответствовал их ожиданиям, необходимо, устраивать уроки-экскурсии на строительные объекты в рамках учебной программы.

Список библиографических ссылок

1. Мухина С.А., Соловьева А.А. Нетрадиционные педагогические технологии в обучении. – Ростов-н/Д.: Феникс, 2004. – 379 с.
2. Добрина Н.А. Экскурсоведение. – М.: Флинта: НОУ ВПО «МПСИ», 2012. –285 с.
3. Методические рекомендации по организации экскурсий. URL: <http://www.nmc-renda.org/index.php/technoobr/123-2010-12-07> (дата обращения: 17.06.2013).
4. Дикман Л.Г. Организация строительного производства. Учебник для строительных вузов. – М.: Издательство АСВ, 2012. – 588 с.
5. Экскурсия как педагогический процесс. URL: <http://www.personalquide.ru/tales/19> (дата обращения 19.06.2013).

6. Емельянов Б.В. Экскурсоведение. – М.: Советский спорт, 2007. – 213 с.
7. Лисицина Т.Б. Экскурсия – педагогический процесс. URL: <http://www.moluch.ru/archive/41/4978/> (дата обращения: 17.06.2013).

Safin R.S. – doctor of pedagogical sciences, professor

E-mail: safin@kgasu.ru

Korchagin E.A. – doctor of pedagogical sciences, professor

E-mail: ramzia@kgasu.ru

Suchkov V.N. – candidate of technical sciences, professor

E-mail: suchkov@kgasu.ru

Sobrovin A.S. – student

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Model and method of holding an excursion to building site

Resume

The essence of cultivation student's professional and personal potential in the course of training in higher education institution is revealed in this article. The general features of an excursion are showed its classification is given. Excursions to building sites are considered as internship ones. The aims of these excursions are defined. According to these aims excursion groups are formed. Excursion to building sites is treated as important part of professional education. The main functions of the excursion are: training function, educational function. Organizing these kinds of excursions specific features of building industry should be taken into account. Foreman, civil and sanitary engineer may be a guide during the excursion. The skills which guide should possess are underlined. Such skills as: organizing, sociability, cognition are revealed as important ones.

Nine stages of the excursion are marked out. The requirements to excursion-guide are defined. The stage after the excursion (e.g. making report, performing questionnaire survey, holding the concluding conference based on the results of the excursion) marked as an important one.

Components and sections of excursion-holding methods are showed. The Structure of model of the excursion, including aim, organization, and process of holding components, is presented. The effectiveness of the excursion held by this method is proved by experimental data. The order of performing the excursion is described. The excursions were organized in two stages. The processed data confirmed increase in interest in relevant subject studied at university along with more activity of students during the classes. Employers had an opportunity to make student acquainted with production process, to advertise future workplace.

Keywords: unconventional pedagogical technologies of training, excursion science, methodic recommendation to hold an excursion, the organization of civil engineering production, civil engineering universities textbook, excursion science, excursion as a training process.

Reference list

1. Muhina S.A. Solov'eva A.A. Nontraditional educational technology in teaching. – Rostov-n/D.: Feniks, 2004. – 379 p.
2. Dobrina N.A. Excursion science. – M.: Flinta: NOU VPO «MPSI», 2012. – 285 p.
3. Guidelines for the organization of excursions. URL: <http://www.nmc-penza.org/index.php/technoobr/123-2010-12-07> (reference date: 17.06.2013).
4. Dikman L.G. Organization of construction industry. Textbook for building high schools – M.: Izdatel'stvo ASV, 2012. – 588 p.
5. Excursion as a pedagogical process. URL: <http://www.personalquide.ru/tales/19/> (reference date: 19.06.2013).
6. Emel'janov B.V. Excursion science. – M.: Sovetskij sport, 2007. – 213 p.
7. Liscina T.B. Excursion – pedagogical process. URL: <http://www.moluch.ru/archive/41/4978/> (reference date: 17.06.2013).