СОДЕРЖАНИЕ

ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ	
Ахтямова Р.Х., Ахтямов И.И. Методика исследования общественных пространств центра города в учебном процессе	9
Балабанова Ю.П. Лядской сад (Сад Лецкого) – объект культурного наследия в г. Казань	15
Валеева-Сулейманова Г.Ф., Харченко Н.Н. Новые объекты в архитектурно-исторической среде бывшей Госпитальной слободы г. Казани (ныне ул. Муштари, ул. Щапова, ул. Волкова, ул. Бутлерова)	25
Денисенко Е.В. Аналогии природных систем, природные и архитектурно-строительные принципы в отечественных и зарубежных исследованиях	33
Михайлов С.М., Хафизов Р.Р. Гендерная культура в архитектурной суперграфике	41
Пастух О.А. Проектные концепции и реалии развития исторической территории Тулы	47
Сабирова Э.И., Денисенко Е.В. Аспекты формирования города будущего XXI века	56
Садриева А.Р., Ахтямова Р.Х. Проявление идентичности в современной архитектуре Китая	65
Степанчук А.В. Сохранение, развитие и демонстрация ремесел, как части нематериального культурного наследия в объектах культурного туризма	72
Степанчук А.В., Агишева С.Т. План управления объектом культурного наследия «Городской парк Черное озеро» (г. Казань, Россия) на основе сохранения и преемственного развития материального и нематериального культурного наследия объекта и окружающих его территорий	81
Фазлеев М.Ш. Подходы в сохранении архитектурно-ландшафтного наследия острова-града Свияжск	91
АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
Авксентьева Т.В., Волосатова С.А. Роль воды в городском пространстве	97
Желнакова Л.В., Родионовская И.С. Эко-доминантная составляющая проектирования дошкольных учреждений инклюзивной направленности в условиях урбосреды	105
Короткова С.Г. Эргономический подход в архитектурном проектировании	113
ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ	
Гафурова С.В. Социальные, экономические и политические предпосылки развития жилой среды в российских городах, и формирование новых типов городского жилья с середины XIX века по 1917 год	120
Исмагилова С.Х., Залетова Е.А. Вопросы структурно-планировочных преобразований районов массовой жилой застройки	129
Латыпова М.С. Стандарты проектирования частных общественных пространств (на примере Нью-Йорка)	135
Матвеева А.А. Проблемы формирования сети школьных образовательных учреждений и их территорий в структуре города Казани	143
СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ	
Антаков А.Б., Антаков И.А. Совершенствование методики расчета нормальных сечений изгибаемых элементов с полимеркомпозитной арматурой	153
Замалиев Ф.С., Биккинин Э.Г. Основные факторы, влияющие на начальное напряженно-деформированное состояние сталежелезобетонных конструкций	161
Кузнецов И.Л., Крайнов И.В., Гимранов Л.Р. Усиление клеефанерных двутавровых балок	166
Соколов Б.С., Абдрахимова Н.С. Оценка сдвиговой податливости штепсельных стыков первого типа, замоноличенных полимеррастворов с применением энергетического метода	171
Хайруллин Л.Р. Исследование несущей способности стен деревянного дома, выполненного по технологии «Двойной брус»	178
ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ	
Мирсаяпов И.Т., Нуриева Д.М. Численные исследования осадок оснований глубоких фундаментов высотных зданий	183
Мирсаяпов И.Т., Хасанов Р.Р., Сафин Д.Р. Исследование ограждающей конструкции котлована подземного пристроя при реконструкции Шамовской больницы г. Казани	191
Шакиров И.Ф., Гарифуллин Д.Р. Исследование несущей способности и деформаций песчаных грунтов, укрепленных напорной цементацией	200
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ	
Мустакимова С.А., Золотоносов Я.Д. Компьютерное моделирование гидродинамики и теплообмена в пружинно-витых каналах	206
Посохин В.Н., Сафиуллин Р.Г., Гибадуллин А.А. Экспериментальное исследование характеристик центробежного эжекционного воздухораспределителя	212
Таймаров М.А., Садыков Р.А., Лавирко Ю.В. Зависимость КПД и тепловых потоков в топках от направления крутки воздуха в горелках	217

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ	
Андреева С.А., Хузиахметова К.Р. Комплексный подход к очистке высококонцентрированных сточных вод	223
Володин Ю.Г., Марфина О.П. О границах применения математической модели нестационарного течения несжимаемого газа в осесимметричных каналах	230
Володин Ю.Г., Марфина О.П., Цветкович М.С. Газодинамические характеристики отводящих стволов дымовых труб	236
Мизгирев Д.С., Курников А.С., Катраева И.В. Использование гидродинамических кавитаторов для обеззараживания воды	243
Урмитова Н.С., Абитов Р.Н., Хисамеева Л.Р., Низамова А.Х. Математическое моделирование процессов коалесценции капель нефти в коалесцирующих насадках с крупнозернистой загрузкой	248
СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ	
Аюпов Д.А., Мурафа А.В., Потапова Л.И., Ягунд Э.М., Макаров Д.Б., Казакулов Р.И., Хакимуллин Ю.Н. Эпоксидированный силан как сшивающий агент между битумом и полимерным модификатором	253
Ермилова Е.Ю., Камалова З.А., Рахимов Р.З. Глина Кощаковского месторождения РТ как компонент гибридной добавки в композиционный портландцемент	259
Каюмов Р.А., Страхов Д.Е., Шакирзянов Ф.Р. Определение сдвиговых характеристик армированных пластиков	266
Кузнецова Л.М., Потапова Л.И., Ягунд Э.М., Яхин Р.Г. Изучение влияния углеродных нанотрубок на конверсию эпоксидных групп в эпоксиаминных композициях	273
Макаров Д.Б., Ягунд Э.М., Аюпов Д.А., Мурафа А.В., Фасхутдинов К.А., Хозин В.Г., Яхин Р.Г. Изучение битумно-полимерных вяжущих, модифицированных смесевыми термоэластопластами, методом ИК-спектроскопии	280
Смирнов Д.С. Разработка методики оценки свойств и долговечности водонабухающей резины	287
Строганов В.Ф., Амельченко М.О. Влияние термической активации каолина на защитные свойства водно-дисперсионных стирол-акриловых покрытий	293
Строганов В.Ф., **Амельченко М.О.**, **Сундуков В.И.**, **Сундукова Е.Н.** Исследование стирол-акриловой полимерной матрицы для лакокрасочных материалов	299
Халиуллин М.И., Рахимов Р.З., Гайфуллин А.Р. Влияние добавки извести на физико-механические свойства композиционных гипсоизвестковопуццолановых вяжущих	304
Хафизов Э.Р., Фомин А.Ю. Применение полимерасфальтобетонных покрытий на автомобильных дорогах Республики Татарстан	312
Хузин А.Ф., Ибрагимов Р.А. Физико-механические свойства высокопрочного бетона, модифицированного комплексной добавкой	317
ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА	
Земдиханов М.М. Обоснование формы колена трубопровода для транспортирования сыпучих материалов	322
Коклюгин А.В. Проблемы реализации строительных технологий использования отходов при разборке зданий в республике Татарстан	329
Мухаметшина Р.М. Водородное изнашивание деталей дорожно-строительных машин	334
Хузиахметов Р.А., Шарапова Н.Б. Информационный анализ нормативных требований безопасности и натурное исследование состояния сетей электроснабжения и системы заземления жилого здания после реконструкции	339
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ, МЕТРОПОЛИТЕНОВ, АЭРОДРОМОВ, МОСТОВ И ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ	
Буланов П.Е., Мавлиев Л.Ф., Вдовин Е.А., Асадуллина А.Р., Гараева Ж.Б., Максимов В.Г. Опытно-промышленное внедрение щебеночно-песчаной смеси, обработанной портландцементом в комплексе с пластифицирующей и гидрофобизирующей добавкой при строительстве автомобильной дороги	346
Логинова О.А., Николаева Р.В. Озеленение трамвайных путей	352
Николаева Р.В., Логинова О.А. Оптимизация дорожной обстановки при проектировании автомобильных дорог с учетом психофизиологии водителя	357
СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА	
Фардиев Р.Ф., Ашрапов А.Х. Применение теории составных стержней к определению характера распределения напряжений в поперечном сечении усиленного внецентренно сжатого элемента	363
ЭКОЛОГИЯ (в строительстве)	
Манохин М.В., Манохин В.Я., Сазонова С.А., Головина Е.И. Геоэкологические факторы и нормы накопления твердых бытовых отходов	370
ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ (в строительстве)	
Бахарева О.В. Инвестиции в региональный строительный комплекс с привлечением капитала рынка пенсионных услуг	377

Биктемирова Э.И., Иванова Р.М., Гатауллин И.И. Человеческий капитал как фактор внедрения инноваций	384
Иванова Р.М. Совершенствование системы взаимоотношений участников инвестиционного процесса	391
Кудрявцева С.С., Шинкевич А.И., Гарипова Г.Р. К вопросу об оценке национальных инновационных систем	397
Хабибулина А.Г., Файзуллин А.А. Генезис развития социально-ориентированной жилищной системы в Европейских странах	406
Халиуллина Р.Ф. Определение эффективности инвестиционного проекта в строительстве (согласно техническому заданию Заказчика на проектирование линейного объекта)	412
Ханифов Ф.М., Орлов В.Я., Камалиева Д.А. Внедрение новой экономической модели организации инвестиционно-строительного процесса в Республике Татарстан	419
Яруллина Л.Р., Сучкова Т.В. Проблемы управления персоналом в организациях строительной индустрии	427
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ (в строительстве)	
Гумеров А.В. Расчет движения вихревой нити вокруг кругового цилиндра методом дискретных вихрей	433
Сазонова С.А., Манохин В.Я., Манохин М.В., Николенко С.Д. Математическое моделирование резервирования систем теплоснабжения в аварийных ситуациях	440
Сафиуллин Р.К., Зайнашева Г.Н. Расчеты энергетического распределения и средней энергии свободных электронов в плазме тлеющего разряда	449
Сахапов Р.Л., Махмутов М.М. Влияние исследуемых факторов на производительность снегоуборочной машины	455
Хамитов Т.К. Оценка динамической нагрузки на покрытие от падения снега при экспертизе зданий с перепадом высоты	461
ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭСТЕТИКА И ДИЗАЙН	
Белов М.И., Михайлова А.С. Когнитивный подход в истории дизайна	466
Правила представления материалов для публикации в научном журнале «Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета»	473

CONTENTS

ARCHITECTURE THEORY AND HISTORY, HISTORICAL AND ARCHITECTURAL HERITAGE RESTORATION AND RECONSTRUCTION	
Akhtiamova Kh.A., Akhtiamov I.I. The investigation of urban public spaces methods in the educational process	9
Balabanova Y.P. Lyadskoy Garden (Letsky's Garden) – an object of cultural heritage of Kazan	15
Valeeva-Suleymanova G.F., Kharchenko N.N. New objects in historic architectural environment of previous Gospitalnya Sloboda in Kazan city (now Mushtary, Tschapova, Volkova, Butlerova streets)	25
Denisenko E.V. Analogies of nature systems, nature and architecture construction principles in native and foreign research	33
Mikhailov S.M., Khafizov R.R. Gender culture in architectural supergraphics	41
Pastukh O.A. Design concept and realities of development of the historic site of Tula	47
Sabirova E.I., Denisenko E.V. The formation aspects of the future city of the XXI century	56
Sadrieva A.R., Akhtiamova R.H. Manifestations of identity in modern Chinese architecture	65
Stepanchuk A.V. Preservation, development and demonstration of crafts as a part of the intangible cultural heritage in cultural tourism objects	72
Stepanchuk A.V., Agisheva S.T. Management Plan for cultural heritage site «Black Lake City Park» (Kazan, Russia) on the basis of preservation and continuity in development of the property's tangible and intangible cultural heritage and its surrounding areas	81
Fazleev M.Sh. Approaches to the preservation of the architectural and landscape heritage of the island-town of Sviyazhsk	91
HOUSES ARCHITECTURE. THE CREATIVE CONCEPT OF ARCHITECTURAL ACTIVITIES	
Avksenteva T.V., Volosatova S.A. The role of water in the urban space	97
Zhelnakova L.V., Rodionovskaya I.S. An ecological factor of designing the inclusive preschool institutions in the urban environment	105
Korotkova S.G. Ergonomic approach in architectural design	113
URBAN DEVELOPMENT, RURAL SETTLEMENTS PLANNING	
Gafurova S.V. Social, economic and political prerequisites for the development of the living environment in the Russian cities, and the formation of new types of urban housing from the middle of the XIX century by the year 1930	120
Ismagilova S.H., Zalyotova E.A. Questions of restructuring of large scale housing estates	129
Latypova M.S. Design standards of private public spaces (The example of the New York City)	135
Matveeva A.A. Problems of formation of the network of school education institutions and their territories in the structure of the city of Kazan	143
BUILDING STRUCTURES, HOUSES	
Antakov A.B., Antakov I.A. Improving the method for calculating the normal sections of bent elements with polymer composite reinforcement	153
Zamaliev F.S., Bikkinin E.G. The main factors influencing the initial stress-strain state of steel-concrete composite structures	161
Kuznetsov I.L., Kraynov I.V., Gimranov L.R. Reinforcement of a glue-laminated plywood I-joist	166
Sokolov B.S., Abdrakhimova N.S. The energy method of estimating the shear compliance of plug-joints of reinforced concrete columns	171
Khairullin L.R. Investigation of bearing capacity of the walls of wooden houses, made by «Double log» technology	178
FOUNDATIONS, UNDERGROUND STRUCTURES	
Mirsayapov I.T., Nurieva D.M. Numerical investigations of sediment high-rise building	183
Mirsayapov I.T., Khasanov R.R., Safin D.R. Research of foundation pit enclosing structure of subterranean additional building during reconstruction of the Shamovskiy Hospital in Kazan	191
Shakirov I.F., Garifullin D.R. The research of bearing capacity and deformation of sandy ground, reinforced by pressure cementation	200
HEATING, VENTILATION, AIR CONDITIONING, GAS SUPPLY AND LIGHTING	
Mustakimova S.A., Zolotonosov Ya.D. Computer modeling of hydrodynamics and heat transfer in spring-twisted channels	206
Posohin V.N., Safiullin R.G., Gibadullin A.A. Experimental investigation of the characteristics of a centrifugal ejection air distributor	212
Taymarov M.A., Sadykov R.A., Lavirko Yu.V. Dependence of efficiency and thermal streams in fire chambers from the direction of a twist of air in torches	217
WATER SUPPLY, SEWERAGE, WATER CONSERVATION CONSTRUCTION	
Andreeva S.A., Khuziakhmetova K.R. An integrated approach to the purification of highly concentrated wastewater	223
Volodin Yu.G., Marfina O.P. On the limits of the application of a mathematical model of unsteady compressible gas flow in axisymmetric channels	230

Volodin Yu.G., Marfina O.P., Tsvetkovich M.S. The gas dynamic characteristics for the deferent trunks at the smoke pipes	236
Mizgiryov D.S., Kurnikov A.S., Katraeva I.V. The use of hydrodynamic cavitators for water disinfection	243
Urmitova N.S., Abitov R.N., Khisameeva L.R., Nizamova A.Kh. Mathematical modeling of coalescence of oil drops coalescing into a nozzle with a coarse-grained load	248
BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS	
Ayupov D.A., Murafa A.V., Potapova L.I., Yagund E.M., Makarov D.B., Kazakulov R.I., Khakimullin Y.N. Epoxidized silane as a crosslinking agent between bitumen and polymer modifier	253
Ermilova E.U., Kamalova Z.A., Rakhimov R.Z. The clay of Koschakovsky field of Tatarstan Republic as a component of hybrid additive to blended portland cement	259
Kayumov R.A., Strahov D.E., Shakirzyanov F.R. Determination of shear performance of reinforced plastics	266
Kuznetsova L.M., Potapova L.I., Yagund E.M., Yakhin R.G. Research of the influence of carbon nanotubes on the conversion of epoxy groups in epoxy-aminogen compositions	273
Makarov D.B., Yagund E.M., Ayupov D.A., Murafa A.V., Faskhutdinov K.A., Khozin V.G., Yakhin R.G. Study of bitumen-polymer binders, modified by mixed thermoplastic elastomer by the method of IR-spectroscopy	280
Smirnov D.S. Development of methods for the assessment of properties and durability of water-swellable rubber	287
Stroganov V.F., Amelchenko M.O. Effect of kaolin thermal activation on the protective properties of styrene-acrylic water-borne coatings	293
Stroganov V.F., Amelchenko M.O., Sundukov V.I., Sundukova E.N. Research of styrene-acrylic binder for paints and lacquer materials	299
Khaliullin M.I., Rakhimov R.Z., Gaifullin A.R. The effect of lime additive on the physico-mechanical properties of the composite gypsum-lime-pozzolanic binders	304
Khafizov E.R., Fomin A.Y. Application of polymer asphaltic concrete coatings on the highways of the Republic of Tatarstan	312
Khuzin A.F., Ibragimov R.A. Physico-mechanical properties of high strength concrete modified by complex additive	317
CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND ORGANIZATION	
Zemdikhanov M.M. Justification of form of pipeline elbow for transportation the loose materials	322
Kokliugin A.V. The problems of realization of construction technologies of the waste use when dismantling buildings in the Republic of Tatarstan	329
Mukhametshina R.M. Breakdowns of road-building machines as a result of corrosion	334
Khuziakhmetov R.A., Sharapova N.B. Informational analysis of normative safety requirements and natural research of a condition of networks of power supply and system of grounding residential building after reconstruction	339
ROADS, SUBWAYS, AIRPORTS, BRIDGES AND TUNNELS DESIGN AND CONSTRUCTION	
Bulanov P.E., Mavliev L.F., Vdovin E.A., Asadullina A.R., Garaeva J.B., Maksimov V.G. The experimental-industrial introduction of stone-sand mixture treated by portland cement in combination with plasticizer and water-repellent additive for the road construction	346
Loginova O.A., Nikolaeva R.V. Gardening of tram ways	352
Nikolaeva R.V., Loginova O.A. Optimization of traffic conditions in the design of roads, taking into account the driver's psychophysiology	357
CONSTRUCTION MECHANICS	
Fardiev R.F., Ashrapov A.H. Application of the theory of compound bars for the assessment of stress pattern in the cross section of a strengthened beam column	363
ECOLOGY (in building)	
Manokhin M.V., Manokhin V.Ya., Sazonova S.A., Golovina E.I. Geo-environmental factors and norms of accumulation of municipal solid waste	370
ECONOMY MANAGEMENT AND ECONOMICS (in building)	
Bakhareva O.V. Investments in the regional building complex, involving capital of pension services market	377
Biktemirova E.I., Ivanova R.M., Gataullin I.I. Human capital as a factor of innovation	384
Ivanova R.M. Improving the system of relations the participants of the investment process	391
Kudryavtseva S.S., Shinkevich A.I., Garipova G.R. The question for assessing of national innovation systems	397
Khabibulina A.G., Fajzullin A.A. The Genesis of the introduction of the social housing system in European countries	406
Khaliullina R.F. Determination of the effectiveness of investment projects in building (according to the customer's specifications for the design of linear object)	412
Khanifov F.M., Orlov V.Ia., Kamalieva D.A. The introduction of the new economic model of the organization of investment and construction process in the Republic of Tatarstan	419

Jarullina L.R., Suchkova T.V. Problems of personnel management in organizations of construction industry	427
MATHEMATICAL MODELLING, NUMERICAL METHODS AND COMPLEXES OF PROGRAMS (in building)	
Gumerov A.V. Calculation of the movement of vortex filament around the circular cylinder using the method of discrete vortices	433
Sazonova S.A., Manokhin V.Ya., Manokhin M.V., Nikolenko S.D. Mathematical modeling of backup heating systems in emergency situations	440
Safiullin R.K., Zainasheva G.N. Calculations of energy distribution and mean energy of free electrons in glow discharge plasma	449
Sakhapov R.L., Makhmutov M.M. The influence of the studied factors on the capacity of milling	455
Khamitov T.K. Evaluation of dynamic loads on the coating from snow falling in the appraisal of buildings with height difference	461
TECHNICAL AESTHETICS AND DESIGN	
Belov M.I., Mikhaylova A.S. Cognitive approach in the history of design	466
Rules of representation of materials for the publication in scientific journal «Kazan State University of Architecture and Engineering news»	473

УДК 72.01
Ахтямова Р.Х. – ассистент
E-mail: rezeda.akhtiamova@gmail.com
Ахтямов И.И. – старший преподаватель
E-mail: e.achti@gmail.com
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Методика исследования общественных пространств центра города в учебном процессе

Аннотация

В статье представлена методика исследования общественного пространства улицы в историческом центре города, на примере города Казани. Методика Яна Гейла адаптирована для учебного процесса студента-архитектора. По мнению авторов, опыт подобных исследований важен на стадии высшего профессионального образования архитектора, так как воспитывает понимание ответственности за принимаемые архитектурные решения, которые формируют общественное пространство города, улицу. Обозначены особенности такого городского общественного пространства, как улица, приведены выводы четырех самостоятельных блоков комплексного исследования.

Ключевые слова: методика исследования, исследование городского пространства, качество городской среды, общественное пространство, общественное пространство улица.

Человек воспринимает город в первую очередь через его общественные пространства, общественные пространства города являются его лицом, определяют его образ как для местного жителя так и для человека, оказавшегося в нем на время. Внимание к общественным пространствам в современной урбанистике России особенно в последние годы является максимальным, однако в Европе и США этот процесс начался в 60-70-ые годы благодаря таким личностям как Джейн Джекобс и Ян Гейл.

Несмотря на то, что вопросы организации общественного пространства города, могут показаться на первый взгляд касаемыми исключительно урбанистов, они также важны для архитекторов. Архитектура не просто заполняет пространство, а создает его [1]. Она формирует общественное пространство города, определяет его характер. Функциональное и пространственное решение архитектурных объектов в городе, в особенности на уровне первого этажа, где здание встречается с городом, то, что Ян Гейл называет «границей» [2], способно значительно повлиять на формирование или отсутствие активной общественной жизни этих пространств. В связи с этими аспектами, архитектор на стадии своего профессионального образования должен осознавать и понимать как проектируемые им архитектурные объекты способны повлиять на жизнь в городе и на его общественные пространства. Об этом рассуждали на Конференции, посвященной памяти философа Жана Бодрийяра, в музее на набережной Бранли в Париже. Философы и архитекторы, в частности Жан Нувель, говорил о том, что «архитектор проектирует пустоту, в которой общество могло бы себя осознанно конституировать» с чем также был согласен Поль Вирильо [3].

Исследования общественных пространств стали не редким явлением в России и заметно активизировались в последние годы. Интересно, что они производятся во многом активными группами населения и представителями разных профессий, совместно организовывающими сообщества на данную тему. К примеру, проект «SAGA о городе» и «ПроГорода» в Санкт-Петербурге и других городах. По заказу Института Генплана Москвы компания Gehl Architects проводили исследование общественных пространств столицы. В 2013 году Ян Гейл представил итоги исследования и рекомендации для повышения качества городской среды Москвы [4]. Интересным также является опыт Парижа, во французской столице существует компания APUR (Atelier Parisien d’Urbanisme), проводящая подробные исследования и, в последствии, разрабатывающая рекомендации по благоустройству улиц. Их методика выстроена следующим образом, исследование делиться на три этапа, сбор данных, обобщение собранных данных, анализ

данных [5]. Это традиционный подход, однако отличие их методики в том, что они исследуют не весь город, а несколько наиболее типичных кварталов, по которым можно выстроить общее состояние общественных пространств города. Ключевой позицией в работе компаний Gehl Architects и APUR является «ориентация на человека», подразумевая пешехода. Все исследования проводятся для того, чтобы понять насколько хорошо человеку в городских открытых пространствах и что можно сделать для улучшения условий пребывания людей в общественных пространствах города.

Основываясь на методике исследования, разработанной Яном Гейлом, выдающимся экспертом оценки качества городской среды, проводятся исследования общественных пространств для крупных конкурсов, примером может служить, недавно завершившийся конкурс на развитие набережных систем озер Кабан в Казани, где каждая из проектных групп-консорциумов независимо проводила исследование состояния общественных пространств набережных, составляла портрет их «потребителя». Используются эмпирические исследования и методы картографирования Яна Гейла и в учебном процессе, к примеру, в Иркутске [6], аспирантами в Екатеринбурге, Вологде, Самаре и т.д.

Наиболее показательным фрагментом городского общественного пространства является улица. Улица – это эпицентр городской жизни и городской культуры [7]. В случае рассмотрения исторического города, такого как Казань, это улица исторического центра города. Она имеет наибольшую плотность застройки, хорошую «посещаемость» людьми, обладает наибольшей насыщенностью разнообразных функций, имеет наслоение культурных слоев и богатую историю. По этим причинам в рамках учебного процесса для апробации выбирается улица исторического центра города Казани.

В данной статье описан опыт исследования улиц в историческом центре города Казани, выполненный студентами архитектурного факультета в осеннем семестре 2014-2015 учебного года. Так как комплексное исследование общественного пространства (улицы) это объемная и многозадачная работа, было принято решение сформировать группы из четырех человек. Для каждой группы определена отдельная улица или фрагмент улицы, в зависимости от протяженности и насыщенности улицы. С целью сформировать более комплексную картину был определен фрагмент исторического центра города, в пределах которого рассматривались улицы. Границы этого фрагмента следующие: по направлению Север-Юг от Набережной Левого берега реки Казанки до Площади им. Г. Тукая, по направлению Восток-Запад от Казанского Кремля до Храма Св. Варвары. Наиболее протяженные улицы разделяются на два участка, к примеру, насыщенная и активная улица Карла Маркса разделена на две части до Площади Свободы и после Площади Свободы. Наиболее насыщенные туристические пешеходные улицы намерено не были включены в рассматриваемый фрагмент города, так как несут несколько искаженную информацию или будут чрезмерно сложны для исследования в рамках учебного процесса.

Для работы над таким общественным пространствам города как улица, необходимо обозначить, что подразумевается под этим понятием. Понятие «улица» является широким и охватывает не только совокупность проезжей части и тротуаров, в нем также активно участвует, к примеру, уровень и объекты первого этажа застройки. Таким образом, для исследования следует рассматривать все открытое пространство между застройкой левой и правой сторон улицы, открытые городские пространства, выходящие на рассматриваемую улицу, к примеру, площадь, сквер, а также пространства между зданий первой линии застройки (такие пустыри могут образоваться в результате сноса исторических объектов, такие пространства могут быть как внутри квартала так и на пересечении двух улиц).

Задание было сформулировано следующим образом: провести исследование общественного пространства улицы исторического центра города, обработать полученные данные, проанализировать их и сделать выводы о качестве городской среды. Необходимо сделать оговорку, что проводимые исследования не являются полными в силу ряда объективным обстоятельств. Исследования следует проводить два раза в год в летний и зимний период, что сложно сделать в рамках учебного плана дисциплины в один семестр. Однако они также могут продемонстрировать проблемные области данной темы, а главное, продемонстрировать студентам принцип и логику подобных исследований.

Первым этапом исследования является историческая справка. На этом этапе необходимо ознакомиться с историей данной улицы, ее историческое название (многие

улицы исторического центра Казани были переименованы в советский период), выявить исключительные объекты и памятники архитектуры, располагающиеся на улице и/или располагавшиеся на данной территории, выявить исключительные события и моменты, возможно мероприятия, которые выделяют эту улицу среди всех других и способные стать основой для идеи преобразования улицы в современный период.

Вторым этапом является натурное исследование. Натурное исследование проводится непосредственно на территории, определенной заданием. Согласно методики Яна Гейла исследование проводится в течение дня, цифровые показатели фиксируются каждый час, подсчеты проводятся в течение пяти-десяти минут каждый час, в период с 9 часов утра до 8 часов вечера. Исследование проводится как в будний день так и в выходной, в летний и зимний период [8]. Исследование, проведенное согласно данной схемы, позволяет сделать наиболее точные выводы и выявить наиболее проблемные моменты общественного городского пространства.

В рамках раздела «натурное исследование» каждый участник группы исследует одну из четырех тем, выбор которых производится по желанию внутри группы.

Первый блок: «Анализ социальной активности и поведения людей в общественном пространстве». Целью данного раздела исследования является определить участников и потребителей общественного пространства, составить социальный портрет, определить гендерный и социальный состав. Задачи данного блока: зафиксировать кто находится на улице и чем он занимается. Важно отметить, какие социальные группы преобладают, студенты, дети с родителями, пожилые люди и т.д. В данном блоке необходимо пронаблюдать и зафиксировать (в виде фотографий, цифровых данных с комментариями) наиболее активные зоны, места скопления людей, выявить причины их скопления (остановка общественного транспорта, учебное заведение, кафе и т.д.). По результатам исследования предоставляется отчет в виде графической схемы с выделенными зонами активности и с сопроводительным текстом. Одной из главных целей работы в первом блоке, посвященном людям, является выявление имеющего разнообразия видов деятельности в общественном пространстве, есть ли оно. Разнообразие и общедоступность одни из ключевых критериев общественного городского пространства [9, 10]. Город, в котором человек использует его главное пространство – улицу исключительно как коммуникацию, не является городом в полном смысле. В связи с этим следует также проанализировать предлагаемые городом возможности для различных видов деятельности.

В оценке социальных групп, присутствующих на улице, следует обратить внимание на следующие категории: молодые родители с колясками с детьми, пожилые люди и люди маломобильной группы населения. Именно они являются индикаторами качественного общественного пространства, т.к. для детей необходимо спокойное и безопасное место, для пожилых людей и людей с ограниченными физическими возможностями необходима беспрепятственная комфортная среда.

Основной вывод, сформулированный на основе проведенных исследований: городские общественные пространства используются в подавляющем большинстве случаев для транзитного перемещения, отсутствует разнообразие возможностей использования улицы. Этому пассивному времяпрепровождению содействует бедное благоустройство общественных пространств. Социальные группы, являющиеся «индикаторами» качества городской среды практически отсутствуют, появляются на улицах, которые соприкасаются с парками, скверами и садами.

Второй блок: «Анализ доступности общественного пространства для человека».

Другими словами, данный блок посвящен исследованию препятствий на пути пешехода, т.к. пешеход в городе является приоритетной категорией. Здесь необходимо исследовать все возможные преграды и препятствия на пути пешехода – представителя любой социальной группы населения. Подобными препятствиями могут быть автомобили, припаркованные в неположенном месте и препятствующие движению пешехода и полностью блокирующих тротуар и т.д. Также препятствиями могут быть и статичные элементы, к примеру, рекламные щиты, мачты освещения, дорожные знаки и прочее. В центре Казани, встречаются участки улиц, где по причинам неграмотного или несанкционированного проектирования, зону тротуара преобразуют в стоянку для автомобилей, в результате, пешеход вынужденно двигается по парковке или проезжей

части, что является не безопасным и не доступно для некоторых групп населения. Также следует проанализировать и само покрытие тротуаров, насколько оно доступно для маломобильных групп населения и для проезда колясок с детьми, наличие съездов с тротуара и зоны формирования луж, как водных преград. Поверхность покрытия тротуаров особенно важна в темное время суток (в особенности учитывая, что в зимнее время года темнеет рано), в связи с этим, следует оценить качество уличного освещения. Также препятствием в центральной части города Казани в последние годы стали крылечки общественных заведений, расположенных на первом этаже зданий. Эта проблема возникла из-за того, что проезжая часть на центральных улицах была расширена для большей пропускной способности автотранспорта, в связи с чем сократилась ширина тротуара. В рамках данного раздела необходимо замерить, с помощью специальных компьютерных программ, расстояния между пешеходными переходами. В последние годы, градостроительная политика города Казани была ориентирована на разграничение пространства для пешеходов и автомобилей, соорудив границу в виде железных заборов и сократив количество пешеходных переходов. В результате, автомобили стали развивать большую скорость в центре города, т.к. не предполагают опасности неожиданно появившегося пешехода. Пешеходу в свою очередь приходиться переходить дорогу в неположенном месте, т.к. в некоторых случаях расстояния между пешеходными переходами составляет более 400 метров. Ограничение скорости движениями автомобиля посредством смены поверхности дорожного покрытия у пешеходных переходов способны сделать перемещение по улице более безопасным как для пешеходов так и для автомобилистов и велосипедистов. В качестве отчета о проделанной работе необходимо представить фотографии проблемных зон, перечислить и описать их, сопроводив фотографиями и текстом.

Обобщающим выводом данного раздела стало то, что при организации городского пространства (улицы), его главный участник, человек-пешеход, был забыт, отсутствует связность территорий, нет беспрерывной беспрепятственной пешеходной связи, в то время когда весь мир ориентируется именно на пешехода и человеческий масштаб, особенно в пределах исторического центра города. Отвечая на данную проблему, характерную для большинства городов России, в Москве были успешно реализованы и реализуются проекты благоустройства улиц. В этих проектах сокращается проезжая часть, организуются велодорожки, места платной парковки, смена покрытий как проезжей части так и тротуаров, формируется неагрессивная, но жесткая граница между проезжей частью и тротуаром. Так же существует проблема регламента организации и благоустройства тротуаров, что касается покрытия, расстановки элементов благоустройства, элементов дорожной инфраструктуры, организации входов в первые этажи общественного назначения.

Третий блок: «Анализ активности первого этажа застройки улицы в ее общественной жизни».

Данный блок посвящен исследованию объектов, учреждений, расположенных на уровне улицы в первой линии застройки, фактически, это исследование первого этажа зданий по красной линии исследуемого участка улицы. Уровень первого этажа является очень важным в жизни улицы, в общественной жизни города. Согласно исследованиям компании Яна Гейла для того, чтобы обеспечить комфортное и интересное, насыщенное общественное пространство для человека, необходимо опираться на базовые физические потребности и характеристики человека. Для того, чтобы человеку было интересно идти по улице его глаз требует смены «картинки» перед глазами каждые 4-5 секунд, если перевести это в метры, это означает что необходимо иметь от 15 до 20 магазинов на каждые 100 метров [2]. А именно, каждые 7 метров человек должен увидеть что-то новое для его глаза, что может его заинтересовать. Это может быть витрина магазина, богатый рельеф фасада, открытое кафе, откуда доносятся голоса людей, все это насыщает жизнь улицы и делает ее разнообразной и интересной. В мировой практике принято классифицировать «соучастность» первого уровня зданий в жизни улицы по четырем группам, от благоприятного до пассивного [2]. Активность жизни на нижних уровнях зданий и наличие на тротуарах более ли менее постоянно использующих его людей, обеспечивает улицу «глазами», устремленными на улицу, что делает ее безопаснее, а следовательно более доступной для незащищенных групп населения [11]. Отчет по данному блоку исследования

состоит из схемы функционального анализа первой линии застройки и схемы благоприятных и пассивных участков улицы. Культура организации первых этажей зданий в России была значительно утрачена после Революции, однако условия рыночной экономики вновь привело к необходимости организовывать общественную функцию коммерческого характера на первых уровнях в особенности в центре города. Итоги исследования по данному разделу констатируют значительные «провалы» в улицах, но также есть интересные фрагменты, которые имеют свои уникальные преимущества.

Четвертый блок: «Анализ визуальной и шумовой экологии улицы».

В данном блоке исследуется визуальная и шумовая экология улицы. А именно, проводится оценка качества визуальных эстетических характеристик архитектуры улицы, в том числе высотных, и элементов благоустройства. К шумовым характеристикам относятся различные звуки улицы, в особенности шум автомобилей, который мешает эмоционально и физически, т.к. не позволяет вести беседу на улице. Так же к звукам на улице относится реклама через громкоговоритель и т.д. Следует оценить качество благоустройства улицы, отметить наличие деревьев, клумб, зеленых зон, качество уличной мебели и прочее. Отчетным материалом данного блока является фотофиксация территории: ортогональная развертка обеих сторон улицы с пояснениями и выявлением эстетических характеристик архитектуры.

Здесь основной вывод в том, что развитие и ориентация на автотранспорт мешает находиться на улице, по вопросам безопасности и чрезмерного шума. Относительно архитектурного облика города, центр отличается концентрацией памятников архитектуры, богатых по своей пластике и оформлению фасадов, что формирует положительный фон. Однако благоустройство улиц недостаточно развито и качественно.

Выводы по разделу «Натурное исследование». По итогам проделанного исследования каждая группа выступает публично и докладывает свой отчет в виде графического ряда и устного сопроводительного доклада. Основным результатом является обозначение основных проблем улицы и выявление потенциала территории, что будет являться базой для дальнейшей проектной работы.

Список библиографических ссылок

1. Бодрийяр Ж. Архитектура: правда или реальность? / пер. с нем. А. Воробьева, М. Вильковский // Социологические исследования, 2011, № 5. – С. 114-122.
2. Гейл Я. Города для людей / пер. с англ. А. Токтонов. – М.: Крост, 2012. – 276 с.
3. Гройс Б. Публичное пространство – от пустоты к парадоксу. URL: http://strelka.com/ru/press/books/publichnoe-prostranstvo (дата обращения: 20.10.2015).
4. Исследование Яна Гейла: 14 фактов о пешеходной Москве // The Village. URL: http://www.the-village.ru/village/city/public-space/128815-geyl (дата обращения: 21.10.2015).
5. L’espace public parisien: nouvelles pratiques, nouveaux usages. APUR. URL: http://www.apur.org/sites/default/files/documents/espace_public_pratiques_usages.pdf (дата обращения: 22.10.2015).
6. Козлова Л.В. Методика исследования общественных пространств центра города как основа их совершенствования // Вестник ИрГТУ, 2015, № 6 (101). – С. 82-87.
7. Нилина Н. Главная сцена – улица. URL: https://www.youtube.com/watch?v= HyVRyv BuGrE (дата обращения: 23.10.2015).
8. Чубукова М. Исследование пространств Gehl Architects в Москве: опыт участия // Интернет-журнал Urbanurban. URL: http://urbanurban.ru/blog/experience/224/Issledovanie-prostranstv-Gehl-Architects-v-Moskve-Opyt-uchastiya (дата обращения: 23.10.2015).
9. Лагодина Е.В. Настоящее и будущее российских общественных пространств // Российский психологический журнал, 2013, том 10, № 4. – С. 62-69.
10. Козлова Л.В. Возрождение общественных пространств как приоритетная стратегия европейских городов // Проект Байкал, № 35. – С. 66-73.
11. Джекобс Дж. Смерть и жизнь больших американских городов / пер. с англ. Л. Мотылев. – М.: Новое издательство, 2011. – 460 с.

Akhtiamova Kh.A. – assistant
E-mail: rezeda.akhtiamova@gmail.com
Akhtiamov I.I. – senior lecturer
E-mail: e.achti@gmail.com
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The investigation of urban public spaces methods in the educational process

Resume

The city's environment and its public spaces quality issues came to the fore in the sphere of architecture in Russia. The major competitions are being hosted, the activists' communities are being formed, the investigations are being conducted, master's programs are being created. Public space is an essential element of the city, this seemingly «emptiness» contains the «life» of the city. And the task of the architect is to «design the emptiness in which society could deliberately constitute themselves» (Jean Nouvel). The authors propose a method of downtown public spaces studying, such urban public space as the street is considered on the example of the streets of the historical center of Kazan city. The methodology of the study is based on the developments of Gehl Architects company, but adapted to the educational process of architect students' higher education.

The first stage of the study is to collect information about the street, its history, important events associated with it. The second stage is field investigation. It is carried out in groups of four, objectives of the study, respectively, are divided into four semantic units. The first unit is an analysis of the social activity and peoples' behavior in the public space; the second unit is an analysis of the availability of a public space for a person; the third unit is the analysis of the activity of the street's buildings' ground floors in its public life; the fourth unit is the analysis of visual and noise ecology of the street. The third stage is an analysis of the collected data. For each stage of the research general conclusions are conducted, problematic and positive aspects of the street are identified, the potential of its development and improvement is evaluated.

Keywords: methodology of the study, method of urban public spaces studying, public quality issue, public space, public space the street.

Reference list

1. Bodrijjar Zh. Architecture: truth or reality? / per. s nem. A. Vorob'eva, M. Vil'kovskij // Sociologicheskie issledovanija, 2011, № 5. – P. 114-122.
2. Gehl J. Cities for people / transl. from engl. A. Toktonov. – M.: Krost, 2012. – 276 p.
3. Grojs B. Public space – from emptiness to the paradox. URL: http://strelka.com/ru/press/books/publichnoe-prostranstvo (reference date: 20.10.2015).
4. Research Ian Gale: 14 facts about pedestrian Moscow // The Village. URL: http://www.the-village.ru/village/city/public-space/128815-geyl (reference date: 21.10.2015).
5. L'espace public parisien: nouvelles pratiques, nouveaux usages. APUR. URL: http://www.apur.org/sites/default/files/documents/espace_public_pratiques_usages.pdf (reference date: 22.10.2015).
6. Kozlova L.V. Methods of study of public spaces downtown as a basis for their improvement // Vestnik IrGTU, 2015, № 6 (101). – P. 82-87.
7. Nilina N. The main scene – street. URL: https://www.youtube.com/watch?v=HyVRyvBuGrE (reference date: 23.10.2015).
8. Chubukova M. Study spaces Gehl Architects in Moscow: the experience // Internet-zhurnal Urbanurban. URL: http://urbanurban.ru/blog/experience/224/Issledovanie-prostranstv-Gehl-Architects-v-Moskve-Opyt-uchastiya (reference date: 23.10.2015).
9. Lagodina E.V. Present and future of Russian public spaces // Rossijskij psihologicheskij zhurnal, 2013, tom 10, № 4. – P. 62-69.
10. Kozlova L.V. Revival of public spaces as a priority strategy for European cities // Proekt Bajkal, № 35. – P. 66-73.
11. Jakobs J. The death and life of great american cities / per. s angl. L. Motylev. – M.: Novoe izdatel'stvo, 2011. – 460 p.

УДК 712.253.03
Балабанова Ю.П. – кандидат архитектуры, старший преподаватель
E-mail: julbalabanova@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Лядской сад (Сад Лецкого) – объект культурного наследия в г. Казань

Аннотация
В статье отражены комплексные научные исследования о возникновении и развитии исторического общественного городского Лецкого сада. Комплексные научные исследования послужили основой в практической деятельности – проектного предложения и реализации реконструкции исторического общественного сада в условиях исторического центра города Казани. В том числе как результат теоретических исследований рассмотрен практический итог – воссоздание исторического фонтана.
Ключевые слова: г. Казань, история, городской сад, планировочная структура, архитектурно-планировочная организация, фонтан.

Общественные городские сады Казани берут свое начало с момента утверждения первого регулярного плана города (1768 г.), т.е. история возникновения открытых озелененных общественных пространств в г. Казань на данный момент насчитывает около 240 лет. Но на данный временной период исторические городские общественные сады Казани слабо оценены – их важность с точки зрения истории, культуры, градостроительства и архитектуры. Это подтверждается тем, что из небольшого количества сохранившихся исторических городских садов Казани на 2015 г. (общее количество 6 единиц) всего два имеют статут Объекта Культурного Наследия с категорией охраны – регионального (республиканского) значения. Актуальность данной статьи заключается в том, что объекты культурного наследия не имеют полноценного и всестороннего исследования.

В 2015 году в Республике Татарстан, в том числе и в г. Казань, была объявлена программа «Год парков и скверов», данная программа включает в себя ремонт, реконструкцию существующих озелененных пространств, а так же создание новых. Под эту программу попал и один из исторических общественных садов Казани – объект культурного наследия (памятник истории и культуры) народов Российской Федерации «Бывший Лядской сад (Сад Лецкого), первая половина XIX – начало XX вв.» расположенный в историческом центре г. Казань РТ в квадрате, образованном пересечением улиц Горького, Гоголя, Щапова и Муштари. Сад Лецкого общей площадью (на 2015 г.) 2,33 га (23263,3 м^2), находится юго-восточнее Казанского Кремля на удалении в 1600 м. На данный момент история Лецкого сада насчитывает 146 лет.

Поскольку данный общественный городской сад является объектом культурного наследия, пред разработкой проекта реконструкции проведены комплексные научные исследования, которые включают в себя – историко-архивные, картографические, иконографические, библиографические, натурные и ландшафтные исследования рассматриваемой территории. Комплексные научные исследования позволили выявить хронологические периоды и общие характеристики сада Лецкого с момента возникновения по сегодняшний день:

Хронологические периоды (этапы) формирования и развития территории городского сада Лецкого.

I период XVIII в. – 1869 г. Изначально загородная территория, неровная, с остатками реликтового соснового бора. С момента утверждения регулярного плана г. Казань (1768 г.) – городской квартал под застройку (рис. 1).

- нач. XVIII в. – на загородной территории располагались остатки реликтового соснового бора, позже пустырь.

- кон. XVIII в. – на территории жилого квартала располагался одноэтажный жилой дом генерал-майора Алексея Петровича Лецкого (г.ж. 1725-1800 гг.).

- 1789 г. – во время своего визита в г. Казань в доме генерал-майора А.П. Лецкого останавливался император Павел I. По тропинкам предстоящего общественного сада гулял император Павел I, а так же будущие императоры Александр и Николай [5, 24].

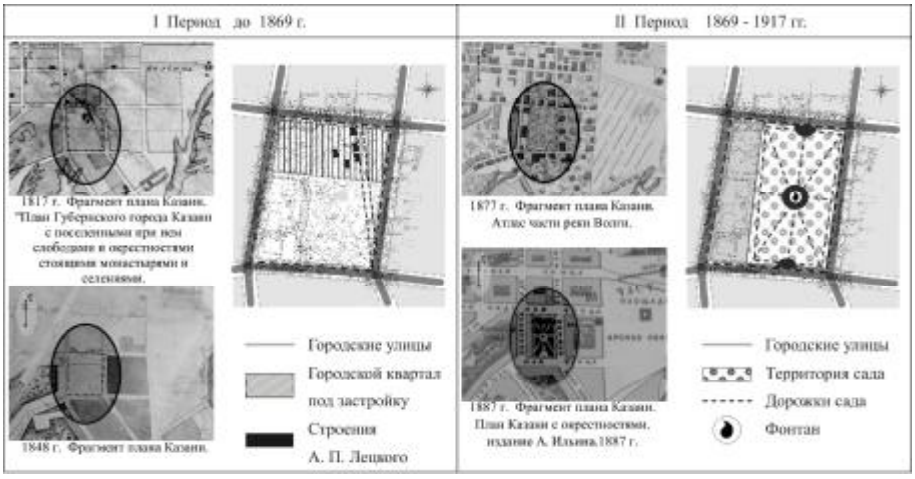


Рис. 1. Схемы эволюционного развития территории сада Лецкого I и II периодов

II период 1869-1917 гг. Спустя 69 лет после смерти генерал-майора А.П. Лецкого на освободившейся городской территории разбивается общественный сад. Планировочная структура сада – регулярная. Помимо древесных насаждений высаженными в своем частном саду самим генерал-майором А. П. Лецким, на территории общественного сада высаживаются новые деревья. Сад насыщается малыми архитектурными формами (рис. 1).

- 1869-1870 гг. – открытие Лецкого сада [4, 5, 24].

- 1880-1895 гг. – установлен фонтан, состоящий из чаши в виде четырёхлистника, вписанного в круг, из архитектурного бетона и с крашенными цинковыми скульптурами девушки с четырьмя детьми.

- 1886 г. – исправляли решетку – ремонтировали деревянную ограду вокруг сада. Устройство отхожего места [14].

- 1887 г. – весной в саду поставлены цинковые фигуры – скульптуры фонтана. Осенью 1886 г. были подготовлены 1 большая и 3 малые цинковые фигуры [14].

- 1895 г., июль – городской сад имел замкнутую ограду, но не запирался на ночь, вследствие чего на территории сада собирались женщины легкого поведения. В Городскую Управу было подано прошение закрывать сад с часа ночи [8].

- 1895 г. – площадь сада составляет 1 десят. 1983 $с^2$ (19952 $м^2$) [4].

- 1908 г. – площадь сада составляет 1 д. 2078,88 $с^2$ (20392 $м^2$) [10].

- 1909 г. – освещается дуговыми фонарями, но недостаточно (всего 3 шт.).

- 1909 г. июнь-1910 г. – Лецкой садик днем служит местом для гуляния, подвижных игр и гимнастических упражнений детей. Игры бесплатные, организованы совместно с обществом борьбы с детской смертностью и семейно-педагогическим кружком [9, 15].

- 1910 г., янв. – живая изгородь из акации заменена посадкой боярышника [9].

- 1910 г. 15 апр. – отчет Садовой Комиссии о состоянии Лецкого сада:

1) Сад огорожен деревянной решеткой, которая окрашена. Решетка еще довольно крепкая и признается комиссией в удовлетворительном состоянии.

2) Садовые дорожки плохо устроены: не все имеют сток для воды, особенно это относится к главной дорожке, ведущей по диагонали от ул. Комиссариатской к Лядской, от чего публика была вынуждена в дождливое время ходить по сторонам этой дорожки, затаптывая газон.

3) О бывшей ранее в Лядском саду прекрасной живой изгороди осталось одно воспоминание: насаженный вместо вырубленной акации – боярышник, погиб и только местами торчат его низкорослые прутья.

4) Газон в очень плохом состоянии: на исправление неровностей придется сделать значительные затраты. В той части сада, против которой находятся дома Иванова и

Киселева газон настолько волнистый, что имеет вид старого заброшенного кладбища, в виду чего Комиссия выражает мнение, что было бы целесообразным получить для исправления газонов и дорожек во всех садах от г. Квасникова обратно залог, выданный ему Городской Управой до настоящего обзора садов.

5) Фонтан имеет несколько трещин, но сохранился лучше других фонтанов. Деревянная обкладка у колодца для водомера сгнила.

6) Садовые скамейки крепкие.

7) Что касается древесных насаждений в Лядском саду, то комиссия определила их состояние следующим образом: высокорастущие деревья, принадлежащие к давним посадкам имеют хороший вид, не исключая и хвойных пород; кустарники имеют удовлетворительный вид, а мелкие деревья позднейшей посадки на половину состоят из брака, другая же их часть признается хорошей.

8) Домик для садового сторожа найден в удовлетворительном состоянии, хотя внутри требует мелкого ремонта, а снаружи обшивки стен.

9) Клозет, на подобие того, который в Интендантском саду Комиссия признала не удовлетворяющим требованиям и подлежащим перестройке.

10) В саду имеются два деревянных павильона для продажи фруктовых вод. Один против въезда в сад с Лядской улицы полуразрушенный и заколоченный досками, а второй возле калитки, ближе к сторожке и месту Матюниной, так же ветхий и не красивый. Ввиду этого Комиссия постановила: оставить пока оба павильона до осени сего года в прежнем виде, а осенью имеет особое суждение о постройке в Лядском саду на счет года до одного изящного павильона взамен двух существующих для продажи в нем кофе, чаю, мороженного, вод и т.п. [9, 15].

- 1910 г., 10 июля – окрашены палисадник, клозет, резервуар фонтана масленой краской. Окрашены скамейки зеленой масленой краской. Окрашен фонтан тёмно-зелёной масленой краской. В клозет вставлены стекла [15].

- 1911-1912 гг. – в Лядской сад поставлены «разные летники» в количестве 1710 ед. [13].

- 1912 г. – сад Лецкой в документах значится как Скобелевский [13].

- 1914 г. – Ветхий павильон так и не убран. Ввиду того, что павильон уже сдан в аренду на 1914 г., решено заменить павильон в 1915 г. Заменены водопроводные трубы – трубы от фонтана в Николаевском саду перенесены в Лядской сад. В Лядском саду было два сторожа, сторожка с печью [11].

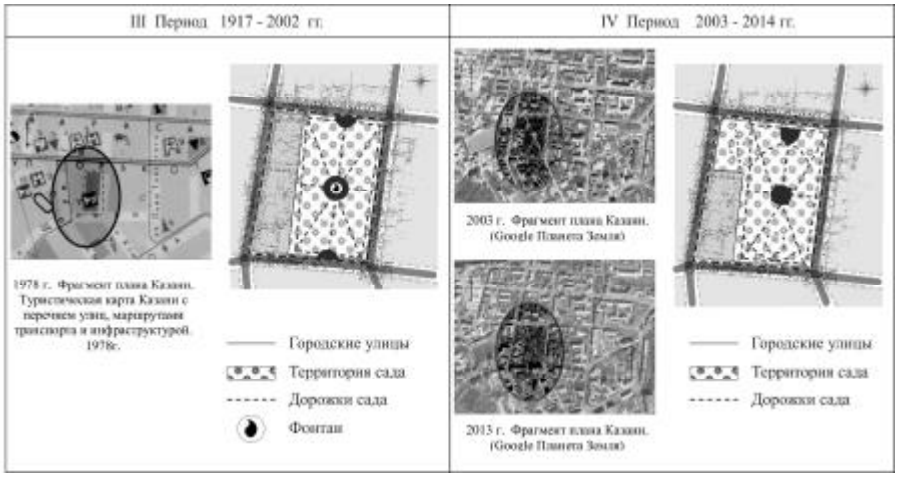


Рис. 2. Схемы эволюционного развития территории сада Лецкого III и IV периодов

III период – 1917-2002 гг. Советский период. В планировочной структуре сада не значительные изменения, относительно II периода. Здания и сооружения предыдущего периода утрачены (рис. 2).

- 1949-1950 гг. – установлен бронзовый бюст А.М. Горького, выполненный по проекту архитектора А.А. Любимова, скульптором М.К. Аникушиным [23, 24].

- нач. 1950-х гг. (ориентировочно) ввиду утраты прежних скульптур фонтана поставлена новая скульптура в виде девушки, которая из кувшина моет ребенка. Чаша фонтана осталась прежней.

- 1961-1962 гг. – установлена будка ГРП (газораспределительный пункт).

- 1962 г. – была еще сохранена чаша фонтана, но уже без скульптуры.

- 1970 г. – в ходе капитальных работ в саду на месте прежнего фонтана установлен новый фонтан со скульптурой в виде шара-яблока, заменена чаша фонтана. Прежняя бронзовая скульптура в виде девушки, которая и кувшина моет ребенка, перенесена в сквер по ул. Клары Цеткин.

- 1999 г. – бронзовый бюст А.М. Горького перенесен из сада к обочине ул. Горького.

IV период – 2003-2014 гг. Современное состояние. Планировочная структура – регулярно-пейзажная. Глобальная реконструкция сада, характеризуется значительными изменениями (рис. 2).

- 2003 г. – глобальная реконструкция Лецкого сада – размечены новые дорожки и клумбы, появились деревянные фигурки персонажей сказки «Белоснежка и семь гномов», расположенные при входе в садик со стороны улицы Щапова [23].

- 2004 г. – установлен памятник Г.Р. Державину, скульптор М.М. Гасимов, архитектурный проект – Р.М. Нургалеева [23].

Характеристики сада Лецкого:

I период. XVIII в. – 1869 г. Место расположения квартала в городе – ул. Лядская/ ул. Комиссариатская/ул. Старо-Горшечная/ул. Поперечно-Лядская. Общая площадь квартала – 29812,3 м^2. Характер рельефа территории – квартал изначально расположен за городом, далее на верхней террасе города, в 3-й части. Рельеф не ровный, частично нивелированный. Наличие естественных природных факторов территории – до расширения границ города – реликтовый сосновый бор, позже пустырь. Общая структура – квартал имеет прямоугольную форму, подчиняясь общей регулярной квартальной разбивке города, с четырех сторон ограничен городскими дорогами. Планировочная структура квартала – не установлена. Функции квартала – жилая. Перечень зданий и сооружений, находящихся на территории – жилой дом, службы, усадебный сад.

II период. 1869-1917 гг. Разбивка сада, дата открытия – 1869-1870 гг. Причина открытия – спустя 69 лет после смерти генерал-майора А.П. Лецкого, имевшего одноэтажный дом на территории этого квартала, на освободившейся городской территории разбивается общественный сад. Сад получил свое название в честь ранее проживавшего на этой территории генерал-майора А.П. Лецкого по аналогии с ограничивающим его улицам (ул. Большая Лядская и ул. Поперечно-Лядская). Месторасположения в городе – ул. Большая Лядская/ул. Комиссариатская/ул. Старо-Горшечная/ул. Поперечно-Лядская. Общая площадь сада на 1908 г. = 20392 м^2. Характер рельефа территории – сад расположен на верхней террасе города, в 3-й части. Рельеф ровный, нивелированный. Наличие естественных природных факторов территории сада – на период разбивки утрачены. Общая структура – сад имеет прямоугольную форму, подчиняясь общей регулярной квартальной разбивке города, с трех сторон ограничен городскими дорогами, с четвертой стороны граничит с квартальной застройкой. Планировочная структура сада – регулярная. Функции сада – прогулочная, культурно-просветительная, развлекательно-увеселительная, торговая. Перечень зданий и сооружений, находящихся на территории сада – фонтан, украшенный фигурами девушки с четырьмя детьми, клозет, сторожка, два павильона для продажи прохладительных напитков. Доступность посещение сада – посещение бесплатное. Социальный уровень посетителей – все слои населения [4, 5, 24].

III период. 1917-2002 гг. Место расположения в городе – ул. М. Горького/ ул. Комиссариатская/ул. Щапова/ул. Гоголя. Общая площадь сада = 20392 м^2. Характер рельефа территории – сад расположен в центре города. Рельеф ровный, нивелированный. Общая структура – сад имеет прямоугольную форму, подчиняясь общей регулярной квартальной разбивке города, с трех сторон ограничен городскими дорогами, с четвертой стороны граничит с земельными участками со строениями жилого и общественно-делового значения. Планировочная структура сада – регулярная. Функции сада –

прогулочная, культурно-просветительная, развлекательно-увеселительная. Перечень зданий и сооружений, находящихся на территории сада – фонтан с скульптурой в виде девушки, которая из кувшина моет ребенка, а позже в виде шара-яблока, бюст Максима Горького, будка ГРП. Доступность посещение сада – посещение бесплатное. Социальный уровень посетителей – все слои населения.

IV период. 2003-2014 гг. Место расположения в городе – ул. М. Горького/ ул. Муштари/ул. Щапова/ул. Гоголя. Общая площадь сада: 2,33 га (23263,3 м^2). Характер рельефа территории – сад расположен на верхней террасе города, в исторической части, Вахитовский район. Рельеф ровный, нивелированный. Общая структура – сад имеет прямоугольную форму, подчиняясь общей регулярной квартальной разбивке города, с трех сторон ограничен городскими дорогами, с четвертой стороны граничит с земельными участками со строениями общественно-делового значения. Планировочная структура сада – регулярно-пейзажная. Функции сада – прогулочная. Перечень зданий и сооружений, находящихся на территории сада – памятник Г.Р. Державину, будка ГРП, общественный биотуалет. Доступность посещение сада – посещение бесплатное. Социальный уровень посетителей – все слои населения.

В результате комплексного исследования определена наибольшая сохранность сада Лецкого на период кон. XIX-нач. XX вв.: 1) Сад Лецкого с момента первоначальной разбивки имел регулярный характер, «звездчатую» планировочную структуру с явно выраженным центром композиции – фонтаном со скульптурой и цветником. Данные характеристики сада были не измены вплоть до 2003 года, но и после реконструкции сохранены – площадь территории сада и основная функция, в значительной степени сохранена планировочная структура, а также на территории присутствуют старовозрастные деревья, формирующие аллеи. 2) Сад Лецкого расположен в историческом центре г. Казань. В ближайшем окружении сада сохранилось значительное количество застройки II пол. XIX-I пол. XX вв., некогда формировавших среду города. На данный момент сохранившиеся здания имеют статус объекта культурного наследия.

По результатам исследования ландшафтной композиции установлено, что изначальная планировочная структура Лецкого сада к I пол. 2015 г. претерпела трансформацию: частично утрачена главная аллея – композиционная ось сада; утрачен центр композиции сада – фонтан со скульптурой; утрачена поясная дорожка по периметру; утрачен один из главных входов в сад, расположенный по центру, со стороны современной ул. Щапова. В ходе реконструкция сада в 2003 г.: появились 4 новых входа в сад, что сделало его транзитом между кварталами города; общая регулярная планировочная структура сада I и II периодов была изменена не значительно – частично утрачены исторические направления, добавлены новые дорожки; присоединена новая территория с западной стороны и решена в пейзажном стиле; значительно изменен дендрологический состав, нарушены аллейные и периметральные кустарниковые посадки. Во все выявленные периоды сада, характер рельефа территории неизменен – рельеф ровный, нивелированный. Установленные бассейны видимости, остались неизменны во все установленные периоды. Лецкой сад обозреваем с четырех перекрестков примыкающих улиц. Видовые точки Лецкого сада претерпели изменения. Связано это с ландшафтно-планировочными изменениями в 2003 г. В первую очередь утратой главной аллеи и композиционного центра сада – фонтана, а во вторую возникновением нового акцента сада – памятник Г.Р. Державину. Остальные видовые точки, расположенные с улиц, окружающих сад, остались неизменны. Диссонирующих объектов на территории Лецкого сада не выявлено, за исключением общественного туалета, который возможно завуалировать и перенести.

По результатам исследования функционального зонирования территории Лецкого сада установлено, что во все периоды своего существования функции сада были: прогулочная, культурно-просветительная, развлекательно-увеселительная, торговая. В том числе с западной стороны сада, расположенные в границах одного квартала, строения жилой и административной функций. На период I пол. 2015 г. функция сада осталась прежней, а с западной стороны сада, строения, расположенные в границах одного квартала, сохранили административную функцию, но утратили жилую и приобрели – общественную, культурно-просветительную и питания. На период I пол.

2015 г. прогулочные маршруты по территории сада ограничены ввиду плохого состояния покрытия дорожной сети, а так же прогулочные маршруты не связаны с существующими функциональными зонами.

По результатам исследования планировочной структуры и дорожной сети Лецкого сада на апрель 2015 год выявлено: 1) Планировочная структура: Сохранены исторические границы сада, общая планировочная структура нарушена не значительно. Частично сохранены исторические направления пешеходных дорожек – центральная аллея, ведущая от ул. Горького к центру сада, центральная площадка вокруг бывшего фонтана, две диагональные аллеи, идущие от современной ул. Горького к центру сада. Утрачены – центральная аллея, идущая от ул. Щапова к центру сада, нарушено направление двух диагональных аллей, исходящих от современной ул. Щапова к центру сада. 2) Дорожная сеть: Вокруг Лецкого сада (между проезжей частью городских улиц) покрытие пешеходных дорожек – асфальт. Частично со стороны ул. Гоголя – грунтовая дорожка. Пешеходные дорожки внутри Лецкого сада – покрытие брусчатка серая, разнородная. В основном брусчатка вида «змейка», с докомпановками вида «кирпичик». Состояние внутреннего дорожного покрытия Лецкого сада неудовлетворительное. Верхнее покрытие дорожек находится на одном уровне с грунтом, вследствие чего на дорожках собирается вода и грунт, тем самым загрязняя дорожки. К тому же имеются провалы, которые являются местом скопления воды и грунта во время дождей и в период таянья снега. Отсутствует система водоотведения.

По результатам обследования зданий, сооружений, малых форм и монумента на территории объекта культурного наследия Сад Лецкого выявлено, что на I пол. 2015 г. утрачены: все дореволюционные строения и их фундаменты – сторожка, клозет, два павильона для продажи прохладительных напитков; все малые формы: фонтан (чаша, скульптура); садовая мебель – скамьи, фонари; деревянное ограждение; перенесен в конец ул. Горького на пересечении с ул. Курашева бронзовый бюст А.М. Горького.

По результатам исследования дендрологического состава на I пол. 2015 г. установлено, что он значительно изменен, нарушены аллейные и периметральные кустарниковые посадки. На период I пол. 2015 г. на территории сада произрастают более 22 видов деревьев. Доминируют береза, сосна обыкновенная, липа мелколистная, дуб черешчатый. Встречаются деревья – лиственница сибирская, туя западная, черемуха Маака, ель колючая. Кустарниковая растительность представлена видами барбариса обыкновенного, акации желтой, можжевельника казацкого, пузыреплодника калинолистного, сирени обыкновенной и сирени венгерской и др. Цветники представлены каждый год разными летниками. Согласно архивным, библиографическим данным древесно-кустарниковый состав был следующим: березы, липы, сосны, акация, боярышник. Цветники в следующем составе: петуньи, гвоздика маргарита, свекла, кукуруза, лобелии синие, вербена, флоксы [23].

Ввиду выше изложенного определены следующие выводы. Исследуемый объект культурного наследия «Бывший Лядской сад (Сад Лецкого), первая половина XIX-начало XX вв.» был разбит в 1869-1870 гг. Сад имеет прямоугольную форму, подчиняясь общей регулярной квартальной разбивке города, с трех сторон ограничен городскими дорогами, с четвертой стороны граничит с частными землевладениями. Планировочная структура сада: первоначально – регулярная, позже регулярно-пейзажная. Выявлены характеристики и 4 хронологических периода сада Лецкого. В целом объект культурного наследия представляет собой типичный пример общественного городского сада периода кон. XIX – нач. XX вв. с характерной планировочной структурой распространенной по России. В 2015 году ввиду реализации программы «Года парков и скверов» в г. Казань начался V период (этап) жизни в истории объекта культурного наследия. Где на основе комплексных научных исследований разработан и реализован проект по реконструкции исторического общественного городского сада.

Стоит осветить одну из частей проекта реконструкции сада, в которую вошло воссоздание исторического фонтана, как доминанты и центра композиции сада. В процессе комплексного научно исследования, к сожалению не обнаружено чертежей и подробного описания фонтана на территории Лецкого сада. Поэтому анализ габаритов и формы исторической чаши фонтана выполнялись по иконографическому материалу

методом фотограмметрии (рис. 3). За основу общих габаритов чаши фонтана была взята сохранившаяся чаша фонтана в Ленинском саду, возведенная в тот же период имеющая архивные чертежи и схожую форму, что и чаша в Лецком саду.

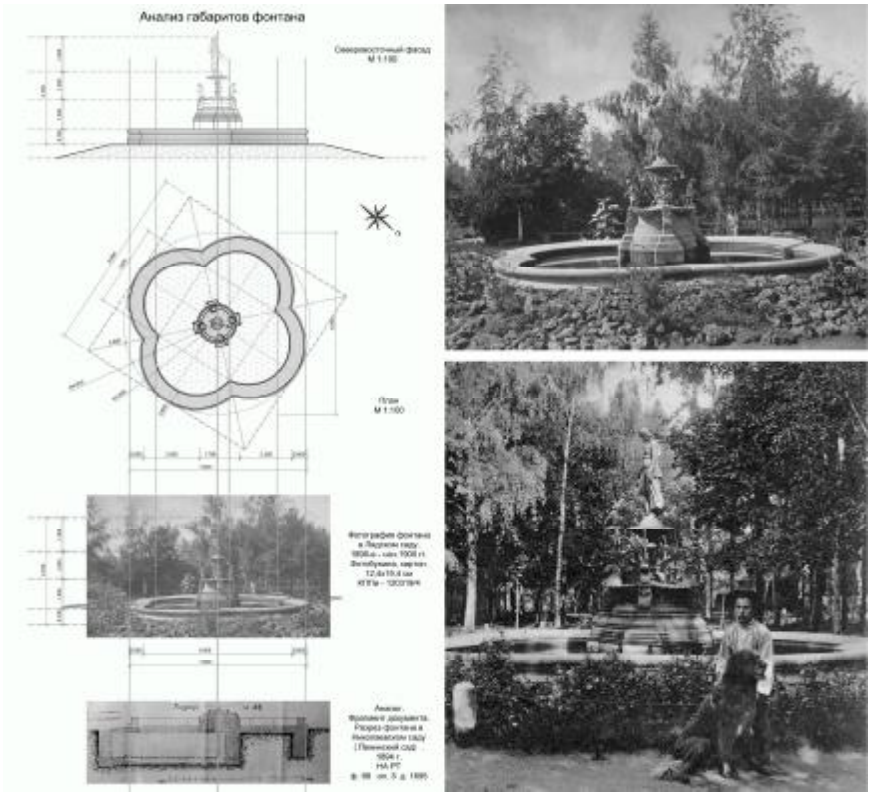


Рис. 3. Анализ габаритов и формы исторической чаши фонтана

Анализ габаритов и формы исторической чаши фонтана позволили выполнить первую очередь воссоздания фонтана в Лецком саду – проектное предложение с последующей реализацией в августе 2015 г. Воссоздаваемый фонтан располагается на первоначальном, историческом месте, в центре сада на пересечении перпендикулярных и диагональных аллей, окружен цветником. Чаша фонтана имеет форму четырёхлистника и вписана в окружность диаметром 8 метров. Высота чаши 70 сантиметров со сложным профилем. По центру фонтана располагается тумба-постамент высотой 110 сантиметров со сложным профилем. Материал чаши фонтана и тумбы-постамента выбран – искусственный мрамор (рис. 4).

Проектное предложение 1-ой очереди воссоздания исторического фонтана. Реализация 1-ой очереди воссоздания исторического фонтана, август 2015 г.

Рис. 4. Проектное предложение и реализация воссоздания исторической чаши фонтана в Лецком саду, 2015 г.

Комплексные научные исследования, являются актуальным в теоретической и практической деятельности. В практической деятельности данные исследования послужили основой проекта реконструкции исторического общественного сада – Сад Лецкого, в условиях исторического центра города Казани. В том числе как результат теоретических исследований рассмотрен практический результат – воссоздание исторического фонтана. А так же в теоретической деятельности данные исследования представляют интерес для краеведов, историков, архитекторов как в области теории и истории г. Казани, так и на уровне Российского регионального опыта в области паркостроения и садоустройства.

На основе исследования истории, этапов формирования одного из городских садов Казани можно констатировать, что городские сады, как объекты рекреационных озелененных пространств являются ценным историко-культурным и архитектурно-градостроительным наследием, представляющим культурное достояние Республики Татарстан и России в целом. В том числе вышеизложенный материал позволят усовершенствовать подход к реконструкции сохранившихся городских садов Казани и является базой для практической деятельности – реконструкции и новых объектов озеленения в условиях исторического центра города.

Список библиографических ссылок

1. Васильев П.П. Календарь – указатель г. Казани на 1882 г. Издание Назарьева В.А. – Казань: Тип. Губернского правления, 1881. – 164 с.
2. Дубин А.И. Казань историческая: Альбом. – Казань: Тат. кн. изд-во, 2004. – 172 с.
3. Дубровина А.С. Указатель города Казани и достопримечательностей. – Казань: Тип. Имп. Казн. Ун-та, 1890. – 65 с.
4. Загоскин Н.П. Спутник по Казани. Иллюстрированный указатель достопримечательностей и справочная книжка города / Переиздание, 1895. – Казань: Изд.: ООО «DOMO «Глобус», 2005. – 848 с.
5. Идрисова Р.Р. По старым улицам Казанским. Казань в фотографиях XIX-нач. XX в. / Путеводитель – фотоальбом. – Казань: ЗАО «Новое издание», 2005. – 208 с.
6. Лаптев М. Материалы для географии и статистики России. Казанская губерния. – СПб., 1861. – 632 с.
7. Национальный архив Республики Татарстан (НА РТ). Ф. 98. Оп. 3. Д. 1346. Об отдаче в аренду содержания городских садов с 1 янв. 1894 – 1 янв. 1898 гг., 1893-1898. – Фотокоп.
8. НА РТ. Ф. 98. Оп. 3. Д. 1895. Об избрании попечителей городских садов, 1895-1905. Фотокоп.
9. НА РТ. Ф. 98. Оп. 4. Д. 2887. Книга журнальных постановлений исполнительной думской комиссии заведующей городскими садами и бульварами г. Казани с 1909 г., 1909-1913. Фотокоп.
10. НА РТ. Ф. 98. Оп. 5. Д. 96. О хозяйственном содержании городских садов с 1 янв. 1910 г., 1908-1910. Фотокоп.
11. НА РТ. Ф. 98. Оп. 5. Д. 3526. Собрание бумаг, касающихся городской садовой комиссии, 1914. Фотокоп.
12. НА РТ. Ф. 98. Оп. 5. Д. 6340. Общая переписка садовой комиссии, 1916. Фотокоп.
13. НА РТ. Ф. 98. Оп. 5. Д. 6754. О хозяйственном содержании городских садов в 1912 г., 1912-1913. Фотокоп.
14. НА РТ. Ф. 98. Оп. 6. Д. 311. По содержанию городских общественных садов, 1885. Фотокоп.
15. НА РТ. Ф. 98. Оп. 7. Д. 599. О содержании городских садов, 1910-1911. Фотокоп.
16. НА РТ. Ф. 98. Оп. 8. Д. 237. План города Казани по кварталам. Фотокоп.
17. НА РТ. Ф. 324. Оп. 739. Д. 4. План губернского г. Казани, 1842. Фотокоп.
18. НА РТ. Ф. 324. Оп. 739. Д. 5. План части г. Казани, 1848. Фотокоп.
19. НА РТ. Ф. 324. Оп. 739. Д. 6. План существующего расположения губернского г. Казани с показанием предполагаемого урегулирования и распространения 1875 г., 1875. Фотокоп.

20. НА РТ. Ф. 324. Оп. 739. Д. 10. План г. Казани в 1910-1911 гг., 1910-1911. Фотокоп.
21. НА РТ. Ф. 408. Оп. 4. Д. 195. Нормальный чертеж для постройки деревянных на каменном фундаменте полицейских будок в городах, 1848. Фотокоп.
22. Пинегин М.Н. Казань в ее прошлом и настоящем. Очерки по истории, достопримечательностям и современному положению города, с приложением кратких адресных сведений / Переиздание С.-Петербург, 1879. – Казань: Изд: «DOMO «Глобус», 2005. – 784 с.
23. Сады и парки Казани. Коллекция фотографий и открытых писем с видами садово-парковых комплексов Казани конца XIX-середины XX века Национального музея Республики Татарстан. – Казань: Фолиант, 2012. – 128 с.
24. Турнерелли Э.П. Казань и её жители. Казань – древняя столица ханов. Виды Казани, рисованные с натуры (Перевод с франц., С.-Петербург, 1841; с англ., Лондон, 1854). Приложение. Вишленкова Е., Малышева С., Сальникова А., Казанское житье (XIX-XX века). – Казань: Изд: «DOMO «Глобус», 2005. – 1184 с.

Balabanova Y.P. – candidate of architecture, senior lecturer
E-mail: julbalabanova@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Lyadskoy Garden (Letsky's Garden) – an object of cultural heritage of Kazan

Resume

The object of the cultural heritage «Former Lyadsky Garden (Letskoy Garden), the first half of the XIX-early XX centuries» was founded in 1869-1870's. Letskoy Garden's history is about 146 years by 2015. This article describes integrated research on the origin and development of historic urban public Letskoy Garden. Field studies were made. Complex researches are presented in a brief historical reference form. The historical reference reflects the history of formation and development of the Letskoy Garden. Four chronological periods (stages) of Letskoy Garden's territory's formation and development were identified. Object's characteristics were structured by overall structure, functional purpose, the nature of the relief planning structure of the garden, access to visits, a list of buildings and structures was compiled. In general, this object of cultural heritage is a typical example of the city's public gardens of the late XIX-early XX centuries, with a typical planning structure, prevalent in Russia. Historical information became the basis in practice – for project proposal and implementation of the reconstruction of the historic public garden in a historic center of Kazan. The theoretical conclusions turned into practical results – re-creation of the historic fountain. Theoretical studies are object of interest to ethnographers, historians, architects, both in theory and history of the city of Kazan, and at the level of the Russian regional experience in park and urban gardens construction.

Keywords: city of Kazan, history, urban garden, planning structure, architecture and planning organization, fountain.

Reference list

1. Vasilyev P.P. Calendar – the index of Kazan for 1882 / Nazaryev V.A. edition. – Kazan: Type. Provincial board, 1881. – 164 p.
2. Dubin A.I. Kazan historical: Album. – Kazan. Tat. book publishing house, 2004. – 172 p.
3. Dubrovina A.S. Index of the city of Kazan and sights/Ampere-second. Dubrovina. – Kazan: Type. Imp. Kazn. Un-ta, 1890. – 65 p.
4. Zagoskin N.P. Sputnik across Kazan. The illustrated index of sights and the help book of the city. Reprinting, 1895. – Kazan: Prod.: JSC DOMO Globus, 2005. – 848 p.
5. Idrisova R.R. On old streets of Kazan. Kazan in photos of the XIX-the head of the XX century / Guide – a photo album. – Kazan: JSC Novoye izdaniye, 2005. – 208 p.

6. Laptev M. Materials for geography and statistics of Russia. Kazan province. – SPb., 1861. – 632 p.
7. National archive of the Republic of Tatarstan (NA). Fund. 98. Inventory. 3. Business. 1346. – About return in rent of the maintenance of the gardens since 1 January, 1894, 1 January, 1898, 1893-1898. Photocopying.
8. National archive of the Republic of Tatarstan (NA). Fund. 98. In. 3. B. 1895. About election of trustees of the gardens, 1895-1905. Photocopying.
9. National archive of the Republic of Tatarstan (NA). Fund. 98. In. 4. B. 2887. The book of journal resolutions of the executive Duma commission of the manager of the gardens and boulevards of Kazan since 1909, 1909-1913. Photocopying.
10. National archive of the Republic of Tatarstan (NA). Fund. 98. In. 5. B. 96. About the economic maintenance of the gardens since 1 January, 1910, 1908-1910. Photocopying.
11. National archive of the Republic of Tatarstan (NA). Fund. 98. In. 5. B. 3526. Meeting of the papers concerning the city garden commission, 1914. Photocopying.
12. National archive of the Republic of Tatarstan (NA). Fund. 98. In. 5. B. 6340. General correspondence of the garden commission, 1916. Photocopying.
13. National archive of the Republic of Tatarstan (NA). Fund. 98. In. 5. B. 6754. About the economic maintenance of the gardens in 1912, 1912-1913. Photocopying.
14. National archive of the Republic of Tatarstan (NA). Fund. 98. In. 6. B. 311. According to the maintenance of city public gardens, 1885. Photocopying.
15. National archive of the Republic of Tatarstan (NA). Fund. 98. In. 7. B. 599. About the maintenance of the gardens, 1910-1911. Photocopying.
16. National archive of the Republic of Tatarstan (NA). Fund. 98. In. 8. B. 237. City map of Kazan on quarters. Photocopying.
17. National archive of the Republic of Tatarstan (NA). Fund. 324. In. 739. B. 4. Plan provincial Kazan, 1842. Photocopying.
18. National archive of the Republic of Tatarstan (NA). Fund. 324. In. 739. B. 5. Plan of part of Kazan, 1848. Photocopying.
19. National archive of the Republic of Tatarstan (NA). Fund. 324. In. 739. B. 6. The plan of the existing arrangement provincial Kazan with the indication of alleged settlement and distribution of 1875, 1875. Photocopying.
20. National archive of the Republic of Tatarstan (NA). Fund. 324. In. 739. B. 10. The plan of Kazan in 1910-1911, 1910-1911. Photocopying.
21. National archive of the Republic of Tatarstan (NA). Fund. 408. In. 4. B. 195. The normal drawing for construction of police boxes, wooden on the stone base, in the cities, 1848. Photocopying.
22. Pinegin M.N. Kazan in her past and the present. Sketches on history, sights and modern position of the city, with the appendix of short address data. Reprinting. – SPb., 1879. – Kazan: Izd.: «DOMO «Globus», 2005. – 784 p.
23. Gardens and parks of Kazan. A collection of photos and open letters with types of landscape gardening complexes of Kazan of the end of XIX-the middle of the XX century of National Museum of the Republic of Tatarstan. – Kazan: Volume, 2012. – 128 p.
24. Turnerelli E.P. Kazan and her inhabitants. Kazan – the ancient capital of khans. Vida Kazani, drawn from nature (The translation with fr., St. Petersburg, 1841; with English, London, 1854). Appendix. Vishlenkova E., Malyshev S., Salnikov A., Kazan life (XIX-XX century). – Kazan: Prod.: «DOMO «Globus», 2005. – 1184 p.

УДК 72.01
Валеева-Сулейманова Г.Ф. – доктор искусствоведения, профессор
E-mail: valeeva_art@mail.ru
Харченко Н.Н. – студент
E-mail: nicholas.kharchenko@gmail.com
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Новые объекты в архитектурно-исторической среде бывшей Госпитальной слободы г. Казани (ныне ул. Муштари, ул. Щапова, ул. Волкова, ул. Бутлерова)

Аннотация
Статья посвящена проблеме проектирования новых объектов в архитектурно-исторической среде одного из центральных районов Казани. Сквозь призму современных архитектурных теорий раскрываются их соответствие исторически сложившейся градостроительной ситуации и уникальности «духа места», связь с традиционными архитектурно-декоративными приемами, выявляется общая архитектурно-стилевая тенденция, связанная с путями развития национально-региональной архитектуры.
Ключевые слова: архитектурно-историческая среда, национально-региональная архитектура, градостроительная ситуация, «дух места», постмодернизм, средовой подход.

Признание архитектурно-исторической среды в качестве комплексного памятника человеческой цивилизации, культуры и архитектурно-художественного творчества в период после Второй мировой войны стало причиной появления новых направлений в теории и практике архитектурной реконструкции и реставрации. Деятельность в сфере проектирования объектов в исторически сложившихся параметрах архитектурно-исторической среды и рефлексия на них, как со стороны экспертной, так и общественной критики, стали причиной появления новых концепций, прикладных моделей и международных Хартий (Венецианская, Пекинская и др.). В их задачи входили выявление и корректировка недостатков, новые парадигмы в постановке теоретических проблем и выработка новых направлений. Одной из главных идей во всех этих документах стало положение о контексте места («духе места»), вызванное необходимостью гармоничного включения новых объектов в существующую архитектурно-пространственную среду. Сегодня новые объекты в архитектурно-исторической среде городов подвергаются рефлексии и критике, обусловленных новыми идейными позициями. Эти цели преследуются и авторами данной статьи.

Актуальность работы обусловлена осмыслением современных теоретических подходов применительно к существующей архитектурной практике в г. Казани.

Цель: выявить регионально-национальный аспект проблемы проектирования новых объектов в архитектурно-исторической среде города.

Задачи:

- осуществить комплексный анализ объектов, спроектированных для конкретной архитектурно-исторической среды;
- раскрыть направления и тенденции в практике проектирования новых объектов в исторической среде Казани.

В соответствии с поставленной проблемой были выбраны новые объекты в архитектурном пространстве казанских улиц: Муштари, Щапова, Бутлерова, Волкова. Ранее районы, образованные улицами Щапова и Муштари, назывались Старо-Горшечной и Ново-Комиссариатской слободами. Последняя была окраиной Госпитальной слободы, территория которой была освоена уже в XVII в. В ней находились военные медицинские учреждения и, в дальнейшим, эта часть города развивалась в таком же функциональном направлении, с которым и было связано название слободы. Рассматриваемая нами территория примыкала также к границам Красной слободы – самой престижной части города, которая начала застраиваться после покорения города Казани и включения ее в состав Российской империи. Надо отметить, что ранее на этом месте была территория

Арского поля, которая во времена Казанского ханства начиналось сразу же после посадской стены, и это место считалось самым благоприятным.

В письменных источниках и по данным исторической картографии Казани улица Старо-Горшечная существует уже с XVII в. Здесь жили горшечники, отчего и пошло название улицы. Она соединяла Арское поле и Рыбную площадь. Эта часть города была известна и как «латинский квартал», поскольку тут проживала студенческая молодежь и преподаватели медицинских учебных заведений [1].

Историческое развитие привлекаемой к анализу части города отразилось как в архитектурных, так и градостроительных особенностях. В целом, специфику этой территории с точки зрения ее пространственно-функциональных параметров можно определить, как достаточно уединенную и камерную. Отличительной чертой пространства Госпитальной слободы является феномен «растворения» ее архитектурно-исторической среды в ландшафте. Он проявляется в следующем: несомкнутая фронтальная застройка улиц; здания расположены на разном расстоянии от красной линии; большое количество зелени, много огражденных палисадников. Таким образом, данное место отличается разнообразием визуальных образов и многообразием восприятия средовых пространств и объектов. В целом, здесь сформировалась комфортная для проживания среда.

Переходя к описанию внешнего вида зданий, расположенных на данной улице, можно выделить архитектурный облик группы медицинских заведений. Часть из них построена из красного кирпича в конце XIX в. Экстерьеры этих зданий исполнены в стиле эклектики и модерна [2]. Ряд архитектурных зданий построены в 1930-1950-е гг. в стиле «сталинского» классицизма». Так же есть современные постройки 2000-х годов, среди которых мы привлекаем к анализу жилищный комплекс «Вишневый Сад» (рис. 1).

Данный объект расположен на пересечении улиц Ульянова-Ленина и Муштари, но его архитектурный объем более значим для пространства последней улицы, поскольку она сохранилась в более целостном и естественном с точки зрения архитектурно-исторической среды виде. Следует отметить, что архитектура зданий, расположенных в пространстве данной улицы, разновременная и представляет различные стили, такие, как эклектика, классицизм, «сталинский ампир» и др. Во внешнем оформлении зданий преобладают кирпично-красные и светлые белые тона. Недаром некоторые из местных краеведов называют улицу «музеем под открытым небом».

Рис. 1. ЖК «Вишневый Сад». Авторы проекта: архитекторы Токарева Г.Ш., Токарев В.С. Заказчик: ЗАО «АС-КОМ». Год сдачи: 2009

Возвращаясь к объекту анализа, в первую очередь, следует рассмотреть уместность его объемно-планировочного решения в рамках обозначенной среды. Комплекс «Вишневый Сад» состоит из двух жилищных зданий. Первый объект примыкает к окружающим его улицам, представляя собой прямоугольный в плане объем, пятиэтажное здание с внутренним двором. Второй – шестиэтажное прямоугольное здание, выходящее двумя сторонами к параллельным улицам и одной стороной примыкающее к первому зданию. Таким образом, образуется, своего рода, переулок между двумя постройками, хотя в пространстве улицы Муштари подобных переулков не встречается. На наш взгляд, уместнее было бы использовать принцип адаптации, расположенных сбоку от рассматриваемого объекта

построек, в такого же типа градостроительную ситуацию. Имеется в виду здание школы, возведенной в конце XIX в., и, расположенной рядом с ней, постройки, образующих внутренний двор. Они удачно вписались в заданную пространственную среду за счет удачно найденных планировочных решений и композиционных связей. Проблема нового объекта в исторической среде, по-видимому, связана с иным пониманием проектной ситуации, на которое повлияли советский опыт с его издержками типового проектирования и характерное для текущего времени модернистское мышление [3]. Влияние последнего на проектные решения современных архитекторов убедительно описывает и подтверждает на примерах известный западный архитектор и теоретик Ч. Дженкс [4].

Переходя к описанию внешнего вида комплекса, следует отметить, что экстерьеры выполнены в характерной постмодернисткой стилистике, оформлены с использованием охристо-серой цветовой гаммы облицовки в сочетании со светло-серыми металлическими деталями, обогащающими пластику фасадов. Следует отметить идею использования деревянных прямоугольных колонн по периметру фасада углового здания, имитирующих стволы деревьев, как бы произрастающих от первых до последних этажей. Данный мотив отражен в названии объекта – «Вишневый сад» и ассоциируется с реальным вишневым садом, произраставшим в данном уголке улицы. Колонны, выполненные из дерева, соотносятся с материалом фасадов соседних деревянных двухэтажных домов, относящихся к концу XIX в.

Данное проектное решение укладывается в рамки такого направления постмодернизма, как контекстуализм (по Ч. Дженксу). Его основной характеристикой является связь с «духом места» – выражение в объекте не только архитектурных параметров, но и истории локального места [4]. Все вышеуказанное, вкупе с горизонтальным членением фасадов на три части, и использованием круглых, орнаментированных под рисунок стволов, деревянных колонн, расположенных по углам здания, способствует гармоничному и более мягкому вписыванию внешних параметров объекта в сложившуюся архитектурно-историческую среду.

В другом участке пространства улицы Муштари, находящемся на пересечении с улицей Щапова, можно видеть иной метод включения нового объекта в архитектурно-историческую среду (рис. 2). Прежде всего, следует отметить отличительные пространственные черты данного участка улицы Муштари, а также раскрыть основные архитектурно-исторические параметры улицы Щапова. Надо заметить, что находящийся напротив анализируемого нами объекта, представляющего собой угловое здание на пересечении улиц Шапова и Муштари, так называемый Лядской сад входил в территорию упомянутого выше Арского поля. Улица Муштари (бывшая Комлева) расположена на границе бывшей Красной слободы, которая начала осваиваться после взятия Казани Иваном Грозным в 1552 г. Слово «красный», в русском языке означало красивую престижную часть города. Здесь были дома и постройки состоятельных и привилегированных горожан, государственных служащих. Первыми здесь поселились крупные помещики. По историческим сведениям, застройка осуществлялась усадьбами городского типа, поучившими распространение в XVIII в. [1].

Рис. 2. ЖК на ул. Муштари. Генпроектировщик: ООО «Проектная мастерская «Велп». Заказчик: ООО «Управляющая компания «ЭнергоИнвестКапитал». Год сдачи: 2012

Следует отметить, что рассматриваемый нами фрагмент улицы застраивался по плану архитектора В.И. Кафтырева, который был позднее скорректирован архитектором Ф.И. Петонди. Надо добавить, что план В.И. Кафтырева был утвержден на совете в Санкт-Петербурге без каких-либо поправок [1]. Этот факт свидетельствует о глубоко продуманном архитектурно-градостроительном замысле пространства улицы. Что касается улицы Щапова, то основными объектами ее исторической застройки являются одно- и двухэтажные дома из красного кирпича и белого камня.

Рассматриваемый участок улицы Муштари отличается, относящимися к исторической застройке, одно и двухэтажными каменными зданиями. Фасады этих зданий оштукатурены, преимущественно, в светлые тона и декорированы лепными узорными деталями. Их внешний облик дополняется разными видами ограждений – ажурными металлическими и глухими деревянными заборами. Следует отметить, что здания на обеих улицах были воздвигнуты на определенном расстоянии друг от друга, расположены в относительно свободном пространстве. Необходимо учитывать данную специфику застройки при анализе включенности проектного решения нового объекта в архитектурно-историческую среду.

Прежде всего, следует обозначить расположение нового объекта, состоящего из комплекса двух жилых зданий, в выделенном фрагменте улицы Муштари. Угловой объем здания имеет большую высоту и акцентирует пересечение улиц Муштари и Щапова. Его основной, длинный по протяженности фасад, выходит на улицу Муштари. Вследствие этого здания комплекса находятся в двух разных градостроительных ситуациях. Подобная, часто встречающаяся, градостроительная ситуация была проанализирована теоретиком архитектуры А.С. Щенковым в изданной совместно с А.Ю. Беккер книге «Современная городская среда и архитектурное наследие». Наш объект находится на двух улицах и их пересечении. В труде А. Щенкова данная ситуация обозначена, как «улица и пересечение улиц – перекресток» [4]. Вследствие этого, включенность в среду следует рассматривать, исходя из параметров каждой улицы, и сделать вывод, отвечающий условиям каждой из них.

Степень включенности в среду следует рассматривать, исходя из параметров каждой улицы, и сделать вывод, отвечающий условиям каждой из них.

Переходя к рассмотрению архитектуры жилого здания, следует раскрыть специфику его объемно-пространственной композиции и стилистику фасада. Оно возведено из крупных стеклянных и керамогранитных блоков с сугубо технократическими формами и абстрактного характера геометрическими узорами, контрастными цветовыми сочетаниями в декоре. Данное решение, отражающее иной, по сравнению с первым примером, принцип включенности в существующую среду, можно соотнести с предложенным теоретиком Ранинским Ю.В. так называемым третьим направлением. Оно связано с архитектурной реконструкцией городских районов с утраченной исторической средой и касается объектов в своей архитектуре сохраняющих объемные членения и контурные линии исторической среды, но решенных в подчеркнуто современных формах [6]. В подтверждении правомочности в данной архитектурно-исторической среде рассматриваемого нами объекта, как протяженного комплекса зданий, можно привести следующий аргумент Ранинского: «*Это тоже дань традиции – историческая среда отдаленных эпох XIX-XVIII веков тоже состояла из единообразных звеньев, порожденных идентичностью материалов, близким уровнем материального достатка владельцев, пониманием необходимости художественной общности форм подобной застройки*» [6, С. 61-62].

Однако анализируемый нами объект не вполне соответствует вышеупомянутому третьему направлению принципа включенности в историческую среду, поскольку одним из основных его требований является сохранение объемных членений архитектурной среды, чего не наблюдается в объемно-пространственном решении комплекса ни по горизонтали, ни по вертикали. За свой довлеющий масштаб и высоту, оно не случайно в народе получило название «китайской стены». Кроме того, фасад здания дробится выступающими и нависающими над тротуаром объемами, что не встречается в архитектурных объемах зданий, находящихся на данной улице.

Таким образом, появилась новая, диссонирующая со сложившейся архитектурной средой образность. Данную проблему можно усмотреть в несоблюдении пропорций и масштабов объекта и существующих зданий. Проблема соблюдения пропорций между членениями объема и размерами окружающих новый объект зданий достаточно широко обсуждаемая и анализируемая. Например, в труде теоретика архитектуры А.А. Зайцева

«Контекстуализм, как стилистическое течение в архитектуре конца XX-начала XXI вв.» она рассматривается как один из приемов средовой адаптации нового объекта к архитектурно-исторической среде [7].

Говоря об экстерьере зданий нового объекта на пересечении улиц Муштари и Щапова надо отметить, что фасады обоих объемов акцентируют на себе внимание авангардной модернистской пластикой. Крупные, выступающие и заглубленные плоскости фасадов, прямоугольные формы, чередующихся по высоте здания, контрастная динамика всей композиции фасадов свидетельствуют о том, что внешний облик здания самоценен и независим от «духа места», он противоречит масштабным закономерностям и гармоничным пропорциям, присущим историческим зданиям, их декоративному убранству. Выступающие фасадные плоскости нового объекта облицованы многоцветными керамогранитными плитками с яркими контрастными сочетаниями, диссонирующими с рядом стоящими старинными зданиями. Фактически в архитектурно-исторической среде появилась дисгармония, нарушающая ее гармоничное пространство. По-видимому, авторы проекта хотели связать выбранную цветовую палитру фасадов (коричневые, желтые, красные и зеленые тона) с природной окраской деревьев, находящегося поблизости Лядского сада и этой ассоциативной имитацией пытались привнести в облик зданий радостное эмоциональное настроение.

Относительно планировочного решения объекта следует отметить, что комплекс состоит из двух объемов, между которыми (с улицы Муштари) есть проход во двор к ранее построенным объектам. Этот фрагмент комплекса в общем решении застройки улицы является позитивным примером проектного решения. Данный прием адаптации в среде можно было бы использовать при проектировании предыдущего объекта. Следует отметить позитивный момент в решении углового объема, выходящего на перекресток. Ярусно поднимающиеся, друг над другом этажи, центральный из которых достигает высоты в восемь этажей, образуют доминантный в пространстве улицы объем. Такое проектное решение вполне уместно в данной градостроительной ситуации и положительно сказывается на пространственной ориентации в границах квартала. В данном случае сохраняется, выделенный А.А. Зайцевым, ансамблевый принцип преемственности – способ взаимосвязи нового объекта с исторической средой в целом, или между отдельными зданиями в составе разновременного ансамбля. Этот, используемый в новейшей архитектуре, принцип соответствует приемам средовой адаптации, выработанным в значимых исторических архитектурных ансамблях [7].

Таким образом, можно сделать общий вывод о том, что данный новый объект не имеет привязки к «месту», его можно использовать в любой безотносительной, с точки зрения сложившегося пространства, среде. По приемам средовой адаптации и проектным решениям данный объект близок к принципам московской школы «средового подхода» 1990-2000-х гг., описанным А.Ю. Броновицкой. Он имел место в практике проектирования, в силу не разработанности модели «средового подхода» и возможности обходить регламенты проектирования новых объектов в архитектурно-исторической среде [8].

Рис. 3. ЖК «Курашова». Авторы проекта: Григорьев О.Д., Насыров Р.С.
Заказчик: ОАО «СПЕЦКАУЧУКРЕМСТРОЙ». Год сдачи: 2012

Обратимся к еще одному примеру размещения нового объекта в архитектурно-исторической среде центра Казани – многоквартирному дому на перекрестке улиц Волкова, Бутлерова и Курашова (рис. 3). В этом объекте совмещаются градостроительный и формообразующий аспекты поставленной нами проблемы. Следует отметить важную, отличительную черту окружающей территории – это свободное размещение зданий в обозначенном городском пространстве.

Анализ объемно-композиционного решения данного объекта следует осуществлять с учетом двух точек обозрения: 1) фронтальной, когда она рассматривается в композиции с фронтальной застройкой улицы в ситуации перекрестка; 2) угловой, при которой объект воспринимается в композиции с рядом расположенными зданиями в глубине участка. Стоит отдельно отметить, что данный комплекс дворовым фасадом открывается к скверу, который выходит на улицу Волкова. При фронтальном обозрении объект предстает в виде здания башенного типа, при угловом обозрении – в виде углового объема. При пристальном рассмотрении, с последней точки, обнаруживается нарушение расположения объекта в существующей архитектурной среде, поскольку в ней объемы исторических зданий закрыты фасадом, выходящим на фронтальную застройку улиц. Данное несоответствие можно было исправить ленточным остеклением по вертикали на всю высоту постройки, в месте смыкания двух объемов, что визуально разделило бы две части объекта.

При его восприятии с первой точки обозрения можно выделить как положительный, так и негативный моменты. Первый заключается в том, что объем постройки, включенной в перекресток, за счет своей высоты становится локальной доминантой. Это положительный момент включения в среду, который был описан выше. Негативный момент заключается в ориентации объема нового объекта относительно улицы или перекрестка, что связано с расположением исторических зданий. В данной ситуации, на наш взгляд, уместнее было бы включить объем сооружения во фронтальную застройку улицы использованием более сложной формы ступенчатого фасада. Это позволило бы более органично отразить специфику сложившейся архитектурно-исторической среды. Тем не менее, данный объект является удачным примером размещения многоквартирного дома в архитектурно-исторической среде города, поскольку он является значимым акцентом в перспективе трех улиц, а также примером правильного решения объемно-пространственной композиции, вследствие чего он гармонично вписывается в среду и в соотношение высот находящихся рядом зданий.

Главным и положительным аспектом архитектуры данного объекта стал его объем, включенный во фронтальную застройку улицы. Ведущим мотивом оформления фасада являются стрельчатые арки, являющиеся элементом, выделенного историком архитектуры С.С. Айдаровым, так называемого третьего – центрально-восточного компонента в архитектурно-историческом наследии Татарстана [9]. Арки оформляют фасады по всей высоте здания, которое завершается куполом в виде открытой конструкции. Ленточное остекление фасада, включенного во фронтальную застройку улицы, придает ему легкость, которая усиливается светлым тоном цветового решения экстерьера, смягчающего крупные масштабы комплекса.

Данный объект, использующий мотивы национальной татарской архитектуры в решении пластики фасадов, следует отнести к научно разработанному в теории постмодернизма Ч. Дженксом [4] направлению «воспроизведения местных особенностей». Следует отметить и то, что за выразительной пластикой фасада скрывается обычный девятиэтажный дом. Поэтому данный объект можно отнести к архитектурным примерам, спроектированным в рамках «средового подхода» и относящимся к явлениям архитектуры постмодернизма.

В заключение, необходимо отметить, что большое число новых объектов, появившихся в архитектурно-исторической среде Казани, в целом удовлетворяют ее характеристикам. Кроме того, просматривается позитивная динамика по связям архитектуры зданий с семантическим содержанием того или иного места и города в целом. Несмотря на общую положительную оценку, все же, следует отметить влияние индустриального мышления, как в архитектурной практике проектирования, так и в используемых материалах для отделки фасадов.

В объемно-пространственном решении рассмотренных нами новых объектов, за исключением последнего из них, принципы формообразования, характерные для традиций национально-региональной архитектуры не выявляются. Это в целом снижает параметры своеобразия архитектурно-исторической среды города, имеющей как культурный, так и туристический потенциал. Следовательно, необходимы теоретические и практические разработки по развитию национальных традиций в архитектуре новых объектов.

Список библиографических ссылок

1. Бикбулатов Р., Мустафин Р. Казань и ее слободы. – Казань: «Заман», 2001. – 208 с.
2. Айдарова Г.Н., Морфологический анализ городских пространств старой Казани и вопросы проектирования в исторически сложившейся среде // Методоческие указания к самостоятельной работе по курсовому и дипломному проектированию для студентов IV и V курсов специальности 2901. – Казань: 1988. – 28 с.
3. Раппапорт А.Г. Ситуация в мировой архитектуре XX1 века. Часть 10. URL: http:// papardes.blogspot.ru/2011/08/blog-post_7607.html. (дата обращения: 27.09.2014).
4. Дженкс Ч. Язык архитектуры постмодернизма. – М.: «Стройиздат», 1985. – 136 с.
5. Беккер А.Ю., Щенков А.С. Современная городская среда и архитектурное наследие: Эстетический аспект // ЦНИИТИА. – М.: «Стройиздат», 1986. – 204 с.
6. Раппапорт А.Г. Городская среда и драматургия архитектурной композиции // Проблемы архитектурной композиции. – М.: ЦНИИТИА, 1972.
7. Зайцев А.А. Контекстуализм, как стилистическое течение в архитектуре конца XX-начала XXI вв.: Автореф. дис. … канд. арх.: 05.23.20. – Н. Новгород: НГАСУ, 2013. – 25 с.
8. Броновицкая А.Ю. Благие намерения: история средового подхода // Проект Россия, 2007, № 43.
9. Айдаров С.С. Архитектурный регионализм национальной республики Татарстан: раскрытие истоков и концепция современного отражения // Региональные и национальные аспекты в архитектуре: наследие и перспективы. – Казань: АН РТ, 2003. – С. 17-37.

Valeeva-Suleymanova G.F. – doctor of arts, professor
E-mail: valeeva_art@mail.ru
Kharchenko N.N. – student
E-mail: nicholas.kharchenko@gmail.com
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

New objects in historic architectural environment of previous Gospitalnya Sloboda in Kazan city (now Mushtary, Tschapova, Volkova, Butlerova streets)

Resume

Article is dedicated to the problem of new objects planning in the historic architectural environment of one of the central districts in Kazan. The accordance to historically existing town-planning situation and to unique «spirit of place» is exposed in the light of modern architectural theories. The general stylistic tendency, linked to the development of national-regional architecture is revealed. The activity on the field of objects designing in the historically laid together situation of architectural environment and the reflection on it both on the part of expert, so public criticism, caused the emergence of new concepts, applied models and International Charter (Venice, Beijing, etc.). The goals that are pursued by the authors are to show and analyze the objects in the situation of historical environment due to the new ideological positions and to identify successful and unsuccessful practice. One of the aims is to reveal directions and trends in the new facilities of objects designing, according to the situation of one of the central historical parts of Kazan, so called Gospitalnya sloboda. Article brought tree examples of the recently designed objects, each of which discloses specific aspects of the inclusion in the historical

environment. Despite overall positive assessment, it should be noted the impact of industrial thinking, both in architectural design practice as well as in the materials, used for the facades. The authors revealed the problem of architectural forms organization principles, according to the traditions of national-regional architecture, which reduces the originality and peculiarity of architectural view of the city with its cultural and touristic potential.

Keywords: historic architectural environment, national-regional architecture, town-planning situation, «spirit of place», theory of postmodernism, environmental approach.

Reference list

1. Bikbulatov R., Mustafin R., Kazan and its suburbs. – Kazan: «Zaman», 2001. – 208 p.
2. Aydarova G.N. Morphological analysis of civil spaces of old Kazan and construction issues in historically-developed environment // Methodical instructions for self-guided work on course and graduation designing for 4-5 year students of the speciality 2901. – Kazan, 1988. – 28 p.
3. Rappaport A.G. Situation in the world architecture of the 21st century. Chapter 10, 2014. URL: http://papardes.blogspot.ru/2011/08/blog-post_7607.html. (reference date: 27.09.2014).
4. Jenks C., Language of postmodern architecture. – M.: «Stroyizdat», 1985. – 136 p.
5. Bekker A.Y., Shenkov A.S. Modern city environment and architectural heritage: Asthetic // Central Science and Research Institute of architectural theory and city-planning. – M.: «Stroyizdat», 1986. – 204 p.
6. Rappaport A.G. Urban Environment and dramaturgy of architectural composition // Problems of architectural composition. – M.: Central Science and Research Institute of architectural theory and city-planning, 1972.
7. Zaycev A.A. Contextualism as a stylistic stream in the architecture of the end of the 20th – beginning of the 21st century: Thesis Work: 05.23.20. – Nizhniy Novgorod: NNSUAC. 2013. – 25 p.
8. Ronovitskaya A.Y. Benevolent intentions: history of environmental approach // Project Russia, 2007, № 43.
9. Aydarov S.S. Architectural Regionalism of the national Republic of Tatarstan: revelation of origins and concept of reflection // Regional and national aspects of the architecture: heritage and perspectives. – Kazan: Tatarstan Academy of Sciences, 2003. – P. 17-37.

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

Аналогии природных систем, природные и архитектурно-строительные принципы в отечественных и зарубежных исследованиях

Аннотация
В истории архитектуры заимствование принципов природы в архитектуре имело различные подходы: конструктивный, функционально-пространственный и декоративный. Развитие естественных и технических наук, революция в применении строительных материалов способствует расширению и систематизации подходов к организации пространства через «обращение» к живой природе.
Ключевые слова: аналогии природных систем, бионика, биомиметика, принципы взаимодействия архитектуры и природы, природные и архитектурно-строительные принципы.

В истории архитектурного проектирования существует множество примеров аналогий живых организмов в архитектурных сооружениях. Архитекторы вдохновляются биологией и стремятся не только подражать формам растений и животных, но и найти методы для проектирования аналогичных процессов роста и эволюции в природе [1].

Научно-технические открытия в области биологии, физики, химии, механики, строительных материалов и конструкций и желание организации эстетического и оптимального архитектурного пространства для жизнедеятельности человека «подготовили» развитие бионики, как прикладной наука о применении в технических устройствах и системах принципов организации, свойств, функций и структур живой природы, то есть формы живого в природе и их промышленные аналоги [2].

Архитектура представляет собой неотъемлемую часть природы и подражает ей во многих отношениях, т.к. архитектура и есть явление жизни. В своей архитектурно-строительной деятельности человек осознанно или интуитивно обращается за помощью к живой природе. Бионика внедряла в архитектуру конструктивные аналоги, закономерности формообразования, структурная организация, принципы работы и законы развития живых структур [3].

Интеграция биологических характеристик жизни, природных структур и процессов в архитектурное проектирование посредством изучения пересекающихся областей биологии (живой природы) и архитектуры способствует обеспечению инновационного потенциала для архитектурных решений. Архитекторы XX века «переводили» специфический феномен природы в архитектурное проектирование. Природный мир демонстрирует сложную слаженную систему, которая предстает источником и прообразом для архитектурных, технических и научных новшеств. Опыт флоры и фауны позволяет перенять ценность природного мира для архитектурного проектирования, формообразования, функционирования и жизненного цикла (жизнедеятельности).

Немецкий термин «бионика» комбинируется из двух слагаемых: биологии – науки о жизни и технологии – конструктивном создании продуктов, устройств и процессов с использованием материалов и сил природы, с учетом ее законов. Термин «биомиметика» (ввел О. Шмидт) появился как эквивалент «бионики» [4].

Группа Ф. Отто использовала экспериментальный подход, направленный на понимание природных структур и процессов, использовании физических законов для создания новых структур (мембранные конструкции). Интерпретация Ф. Отто выражения «природное строительство» подразумевает любой объект из бесконечного разнообразия, который способен показать «с особенной ясностью физические, биологические и технические процессы, порождающие этот объект... Даже если технология является инструментом человека природного объекта ... мы интерпретируем это как произведение человека и, следовательно, тем не менее, как часть природы» [4, с. 54].

Все примеры бионики могут быть поделены на три основных области, которые в соответствии с исследованиями В. Нахтигаля (борник «Бионика. Принципы и примеры для инженеров и ученых») дифференцированы на подобласти [4, с. 54]. В качестве основных областей, которые описывают тенденцию аналогий природы в архитектуре, рассмотрены:

1. **Структурная бионика** - природные конструкции, структуры и материалы [4, с. 16], имеющие в своей структуре фрактальную основу. Живой организм образован органами, состоящими из тканей, сформированными клетками. Каждая из подсистем представляет собой систему в меньшем масштабе, но не меньшей значимости. В живой природе постоянство форм и структур биологических систем поддерживается за счет их непрерывного восстановления, поскольку они являются структурами, которые непрерывно разрушаются и восстанавливаются. Динамическое равновесие позволяет приспосабливать и перестраивать конструкции в соответствии с изменяющимися условиями. Живая форма испытывается на прочность, устойчивость и жесткость, приспосабливается к любым условиям, постоянно внося в себя коррективы и совершенствуясь в конструктивном отношении [2].

2. **Процессуальная бионика** – природные процессы [4, с. 16]. Основополагающим принципом (условием) существования биологических систем является их непрерывное функционирование [2]. Все природные процессы, происходящие в экосистеме можно поделить на несколько типов: процессы, происходящие в живом организме; процессы, заключающиеся во взаимодействии видов и их расположении в экосистеме; процессы обмена и взаимодействия, проходящие между живым организмом (или целым видом) и окружающей средой. Функционирование живых систем сводится к нескольким основным природным критериям живого организма: метаболизм, репродукция, наследственность, мимикрия, дискретность, изменчивость, рост и развитие, раздражимость, авторегуляция, ритмичность, самовосстановление (резистентность), пластический и энергетический обмены [5, 6, 7, 8].

3. **Информационная бионика** – принципы развития и эволюции [9, с. 16]. Сложной природной системе характерно динамичное равновесие и устойчивое развитие (переход системы под воздействием внешних изменений от одного состояния устойчивого равновесия к другому [10]), с «сохранением стабильного состояния и некоторых параметров неизменными, несмотря на воздействие» [10]. Колебания или изменения системы, возникающие под воздействием внешних факторов или внутренних сил, формируют новую стабильно динамичную систему. В природном мире функциональное предназначение живых организмов взаимосвязано воедино, что свидетельствует о единстве системы на глобальном уровне. Так же как и сам живой организм в своей организации представляет собой сложную слаженную систему на локальном уровне. Об этом свидетельствует дискретность: отдельный организм (биологическая система, вид и др.) состоит из отдельных, но тесно связанных и взаимодействующих между собой частей, образующих структурно-функциональное единство [8]. Живая система состоит из взаимодействующих элементов, которые образуют целостность [9].

Подробные подобласти бионики согласно делению В. Нахтигаля включают в себя: *структуру/материал бионики* – биологические структурные элементы, материалы и поверхности; *механизмы бионики* – развитие практичных общих конструкций; *строительную бионику* – биологические конструкции, тесно связанные с выше указанными структурой и механизмами бионики; *антропологическую бионику* – взаимодействие человека/машины, эргономика, бионическая робототехника, бионическое протезирование; *конструирование бионики* – легкие конструкции, встречающиеся в природе, тросовые конструкции, мембраны и оболочки, трансформируемые конструкции, покрытия листа, использование поверхностей и т.д.; *климатическую (энергетическую) бионику* – пассивные концепции вентиляции, охлаждения и отопления; *сенсорную бионику* – обнаружение и переработка физической и химической стимуляции, расположение и ориентация в окружающей среде; *бионические кинематика и динамика* – совокупность согласованных движений в бионике, ходьба, плавание и полет в качестве первичных форм движения, взаимодействие с окружающей обстановкой; *нейробионику* – анализ данных и обработки информации; *эволюционную бионику* – эволюция техники и эволюция стратегий, создание полезного для техники; *бионическую обработку* –

фотосинтез, водородные технологии, утилизация; *организационную бионику* – комплексные взаимоотношения биологических систем [4].

Вернер Нахтигаль определил десять принципов проектирования природы, которые действуют для разработки природных конструкций в соответствии с их оптимизацией использования организмами в их среде источников энергии, материалов, сотрудничества и т.д: интеграция вместо добавления конструкций; оптимизация целого вместо максимизации отдельных элементов; многофункциональность вместо монофункциональность; точная настройка в отношении с окружающей средой; прямое или косвенное использование солнечной энергии; временный предельный срок вместо бесполезной долговечности; полная утилизация вместо накопления отходов; компоновка вместо линейности, развитие методом проб и ошибок [4, с. 97].

Ю. Лебедев выявил собрание природных конструкций, систем, процессов и материалов, способных к реализации в архитектуре: «принцип интеграции функция + форма + структура» [4]. Характеристика архитектурной бионики в исследовании Ю.С. Лебедева заключается:

1. **Аналоги и единство форм.** В мире нет барьеров между живой и неживой природой, законы, объединяют мир в единое целое, порождают объективную возможность использования в искусственно создаваемых системах закономерностей и принципов построения живой природы и ее форм. Основой этому служит *биологическое родство человека и живой природы*.

2. **Материал живой природы.** В живой природе между ее материалом, в котором природа выступает в осязаемой форме, и ее конструкциями нет границы. *Весь материал природы конструктивен и представляет собой бесконечно дифференцирующуюся конструкцию с заранее заданными свойствами, т. е. запрограммированную.*

3. **Основные принципы формообразования опорных систем живого мира.** Особенность механической работы животного заключается в том, что «очаг» действующих сил лежит в нем самом; отсюда его большая *независимость от внешних условий.*

4. **Климат, архитектура и архитектурная бионика.** Архитектура – это искусственная среда, которая направлена на создание благоприятной метеорологической и биологической среды для человека, т. е. соответствующего искусственного микроклимата. Организмы в процессе своего существования выдерживают комплекс одновременно действующих, противоположных метеорологических и климатических факторов. Средства установления связи с климатом у живых организмов действуют слаженно и чутко реагируют на все изменения. Этому служит форма организма, фактура покровных тканей, саморегулирующиеся, автоматические приспособления.

5. **Форма живых организмов, климат и архитектура.** *Средство поддержания постоянства внутренней среды живого мира – изменение формы организма в целом, ее элементов и структуры в соответствии с изменениями условий существования.* В живой природе совершаются процессы упрощения элементарных форм и усложнения систем (сложный организм состоит из относительно простейших клеток, тканей и т. д.). Черты сходства архитектуры и живой природы: в живой природе – приспособляемость – способность изменяться, в архитектуре – соответствие изменяющимся условиям природной среды и общественной жизни; наследственность –способность передать потомству свои изменения, традиции; репродуцирование (размножение), повторяемость типов зданий и сооружений и т.д.

6. **Взаимодействие функции и формы.** Форма организма определяется внешней средой и внутренне ему присущими, унаследованными и относительно независимыми от среды функциями. *Форма живого организма является следствием действия внешних и внутренних сил.* В природе наблюдаются постоянные нарушения и восстановления единства, являющиеся движущей силой ее развития и обусловленные динамикой внешних воздействий и внутренних изменений.

7. **Законы компенсации и корреляции в природе.** Компенсация – закон сохранения энергии в живом мире. Закон корреляции означает зависимость развития одних органов и элементов организма от других. Компенсация и корреляция – основные факторы, регулирующие равновесие и гармонию природных форм. *Сходство природы и архитектуры увеличивается – конвергентность живой природы и архитектуры.* Закон

конвергенции в природе – развитие в одной среде сходных признаков у организмов, имеющих различное происхождение. Законом конвергенции обусловлены функциональные аналоги между архитектурой и живым миром.

8. **Взаимосвязь конструкций и архитектурной формы.** Воплощение характерных черт определенного вида живого организма (биоструктуры) в архитектуре происходит, когда форма отвечает требованиям, предъявляемым архитектурой. *Принцип бионики: природная форма в архитектуре всегда должна видоизменяться.*

9. **Красота конструкций в природе и архитектуре.** В живой природе целесообразность формы. Живая природа «сама» гармонизирует себя. В процессе роста, с переменой условий существования происходят постоянные изменения соотношения масс живых организмов, изменяются их положение в пространстве, соразмерность. *Живой организм непрерывно ищет соответствие внешних и внутренних физиологических и физико-механических сил в структуре материала, форме.*

10. **Гармония** – признак красоты живой структуры. Законы гармонии природы в архитектуре – закономерности построения формы (система пространственной организации, пропорции, ритм, равновесие) [3].

А.Н. Тетиор сформулировал аналогии природных и строительно-экологических принципов, классифицировав их по показателям: место расселения, взаимоотношение с ландшафтом, информационные системы, энергия, развитие, разложение, материалы, потребление ресурсов, конструкции, наружное покрытие [11].

Таблица 1

Природные и строительно-экологические принципы (А.Н. Тетиор) [11]

Показатель Принципы		
	в природе	в строительстве
Место расселения	• Параметры популяции определяются экологическими факторами	• Достижение экологического равновесия
	• Взаимосвязь всех элементов ландшафта	• Взаимосвязь сооружений и элементов ландшафтов
	• Выбор места обитания с учетом особенностей ландшафта	• Учет особенностей ландшафта при градостроительстве
Взаимоотношения с ландшафтом	• Гомеостаз (подвижно-стабильное равновесие системы)	• Стремление к достижению равновесия технологическими средствами
	• Вертикальное расслоение на ярусы	• Пока не используется
	• Метаболизм	• Создание метаболического дома
	• Биотические факторы (взаимовлияние живых организмов)	• Пока не используется (нужна разработка основ и строительство биотического места расселения)
	• Масштабность (соответствие размеров) ландшафту	• Стремление к тому, чтобы все здания и сооружения были масштабны ландшафту
	• Отсутствие воздействия на рельеф, ландшафт	• Невмешательство в рельеф, незагрязнение ландшафта
	• Естественный кругооборот веществ	• Невмешательство в естественный кругооборот веществ
Информационные системы	• Информационно-измерительные системы (датчики, анализаторы)	• Использование информационно-измерительных систем в зданиях и сооружениях
	• Обратная связь	• Использование принципов обратной связи
	• Реакция на времена года, опасность и др.	• Создание здания с автоматической реакцией на времена года, опасность
	• Биологический мониторинг	• Использование мониторинга
Энергия	• Природные возобновляемые источники энергии (солнце, ветер и др.)	• Создание зданий с нетрадиционными источниками энергии
	• Экономия энергии	• Создание энергоэкономичных зданий
	• Естественный свет, люминесценция	• Создание зданий с новыми биологическими источниками света
	• Живые аккумуляторы	• Использование новых экологически чистых биоаккумуляторов для зданий

Продолжение таблицы 1

Развитие, разложение	• Саморазвитие по программе	• Создание саморастущих сооружений
	• Ремонт и изменения при эксплуатации по программе	• Самозалечивание и нужные изменения по программе
	• Разложение после завершения срока жизни с возвратом в естественный кругооборот	• Саморазрушение с возвратом составляющих в процесс производства материалов
Материалы	• Саморазлагающиеся материалы, не загрязняющие природную среду	• Использование саморазрушающихся материалов, вторичное использование
	• Композиты	• Применение композитов
	• Сочетание пассивных и активных материалов	• Создание активных материалов
Потребление ресурсов	• Постоянная очистка воздуха и воды	• Использование системы очистки воздуха и воды в городах, зданиях
	• Благоприятный звуковой (шумовой) фон	• Создание благоприятного звукового фона в городах
	• Благоприятный волновой фон (смена скорости ветра)	• Обеспечение отсутствия волнового загрязнения, изменений направления ветра, влажности и др.
	• Отсутствие неперерабатываемых загрязнителей (абсорбция)	• Утилизация отходов, безотходные технологии
Конструкции	• Пространственные конструкции, разветвление	• Использование пространственных конструкции, разветвления
	• Гексагональность	• Использование принципа гексагональности при изготовлении материалов и конструкций
	• Тургор (внутреннее давление в клетках тканей), напряженные конструкции	• Использование принципа тургора
	• Торможение трещин	• Использование принципа торможения трещин
	• Полифункциональность	• Применение принципа полифункциональности
	• Природные материалы	• Биоархитектура (использование природных материалов)
Наружное покрытие	• Связь наружного покрытия с климатом, географическим размещением	• Использование разнообразных ограждающих конструкций с учетом климатических условий
	• Многообразие типов покрытий (волосы, перья, чешуя, кожа, иглы, броня и др.)	• Создание новых типов биопокрытий
	• Датчики в покрытии (рецепторы и др.)	• Расположение датчиков в стенах, кровле зданий
	• Обмен веществ, дыхание, теплообмен через кожу	• Обеспечение обмена веществ через внешнее покрытие зданий, теплорегуляции
	• Связь цвета покрытия с ландшафтом, географическим размещением	• Выбор цвета здания в зависимости от ландшафта
	• Наличие защитных функций	• Создание внешнего покрытия зданий с защитными функциями (против микробов и др.)
	• Многослойное строение с различными функциями слоев	• Создание многослойного ограждающего покрытия с различными функциями слоев

К. Даниелс разработал принципы и меры экологического планирования, классифицировав меры по типу применения «здания», «открытые пространства», «снабжение и управление». Принципы для всех типов применения мер заключены в адаптации к природным и социальным характерным размещениям, энергосбережение, защита ресурсов и материалов, создание высокого качества внутренней и внешней среды для человека [4, с. 83]

Таблица 2

Принципы и меры экологического планирования (К. Даниелс) [4, с. 83]

Принципы	Меры		
	Здания	Открытые пространства	Снабжения и управление
Адаптация к природным и социальным характерным размещениям	• Интеграция в экосистеме в зависимости от солнца и ветра; • Зонирование плана первого этажа; • Минимальная область потребления	• Минимальное уплотнение; • Несколько топографических изменений; • Поддержание существующей растительности; • Компактность здания	• Близость к дому, услуги и культура; • Сокращение личного транспорта; • Связь с общественным транспортом; • Связь с низким уровнем выбросов энергоносителей
Энергосбережение	• Пассивное использование солнечной энергии; • Сохранение тепла; • Рекуперация тепла; • Зимние сады + использование солнечной энергии	• Использование климаторегулирующих эффектов растительной и водной поверхностей	• Создание замкнутых циклов когда это возможно; • Отходы сырья; • Дождевая вода; • Старение и охлаждение воды; • Отходы тепловой энергии
Защита ресурсов и материалов	•Использование экологически чистых материалов; •Предотвращать токсичность; • Низко-энергетические производство и обработка	• Создание зеленого пояса; • Интеграция парковки в зеленые зоны	• Замена питьевой воды; •Предотвращение отходов; • Связь тепловой мощности; • Минимизация выбросов
Создание высокого качества внутренней и внешней среды человека	• Влияние микроклимат с поверхностями здания; • Озеленение фасадов и крыш; • Защита от солнца; •Эргономичный дизайн пространства	• Расширение зеленой зоны растениями и деревьями, совместимыми с их дислокацией; • Создание «рекреационных» пространств; • Стимулирование окружающей среды	• Использование поверхностных вод (дождевых); • Компост органических отходов для улучшения почвы

На основе аналогий природных и архитектурно-строительных принципов о потреблении ресурсов и энергии, применении материалов и конструкций, рекомендациях взаимодействия с природной средой, выявленных Ю.С. Лебедевым, В. Нахтигалем, А.Н. Тетиором и К. Дэниелсом, можно выделить следующие природно-архитектурные аспекты:

1. Организация автономной живой растущей и развивающейся архитектуры, имеющей качества и характеристики живого организма (рост, развитие, функционирование и утилизация);

2. Взаимосвязь и взаимозависимость архитектурной формы с ландшафтом и местными природными условиями;

3. Обратная связь и реакция на внешние изменения: смену погодных условий, времени суток и т.п.;

4. Экологически чистое потребление возобновляемой природной энергии;

5. Природная качественная организация конструкций, материалов и структур архитектурного объекта.

Применение в строительстве принципов природных структур, конструкций и материалов, процессов, принципов развития и эволюции, таких как органичная и целесообразная форма, устойчивая структура, конструктивная жесткость и природная гибкость, самовосстановление, гомеостаз, метаболизм, обратная связь и реакция на изменение внешних воздействий, саморазвитие и разложение после завершения срока

жизни, позволит создать живую саморастущую и функционирующую архитектуру, с запрограммированным кодом зарождения, развития и утилизации.

Список библиографических ссылок

1. Steadman P. The Evolution of Designs. Biological analogy in architecture and the applied arts. A revised edition. - Routledge. Taylor & Francis Group, 2008. – 302 p.
2. Бион – ячейка жизни. История бионики. URL: http://bio-nica.narod.ru/ (дата обращения: 15.09.2015).
3. Лебедев Ю.С. Архитектура и бионика. – М., 1971. – 119 с.
4. Gruber Petra. Biomimetics in architecture. - Architecture of life and buildings, 2011. – 275 p.
5. Биологический словарь. URL: http://sbio.info/plug.php?e=bioslovar (дата обращения: 15.09.2015).
6. Признаки и свойства организмов (критерии жизни). URL: http://home-edu.ru/user/f/00000911/citologia/zanitie-1/zanitie-1-2.htm (дата обращения: 15.09.2015).
7. Словарь Реймерса. URL: http://rejmers.ru/ (дата обращения: 15.09.2015).
8. Штепа В. ГЛОКАЛИЗАЦИЯ. Глава из RUTOПИИ. URL: http://kitezh.onego.ru/topia/gloc.html (дата обращения: 15.09.2015).
9. Митникова Л.В. Философские проблемы биологии клетки (гносеологический аспект). – Л.: Наука, 1980. – 136 с.
10. Горелов А.А. Экология. – М.: Академия, 2007. – 400 с.
11. Тетиор А.Н. Городская экология. – М.: Академия, 2007. – 336 с.

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

Analogies of nature systems, nature and architecture construction principles in native and foreign research

Resume

The development of bionics «prepare» scientific and technological discoveries in the field of biology, physics, chemistry, mechanics, building materials and structures, the organization of aesthetic desire and optimal architectural space for human life.

Architecture is an integral part of nature and a phenomenon of life and imitates nature in many ways. In his architectural and construction activity man constantly, consciously or intuitively, appealed to nature for help.

In the history of architecture the adoption of nature principles in architecture had different structural, functional, spatial and decorative approaches. The development of natural and engineering sciences, the revolution in the using of building materials contributes to the expansion and systematization of approaches to the organization of space through the «conversion» of nature. Foreign and native researchers converted the nature basis to form the architectural object, capable of operating and interacting with nature, like a living organism.

Keywords: analogies of nature systems, bionics, biomimetics, principles of interaction between architecture and nature, natural and architectural and construction principles.

Reference list

1. Steadman P. The Evolution of Designs. Biological analogy in architecture and the applied arts. A revised edition. - Routledge. Taylor & Francis Group, 2008. – 302 p.
2. Bion – cell life. History bionics. URL: http://bio-nica.narod.ru/ (reference data: 15.09.2015).
3. Lebedev Yu. S. Architecture and bionics. – M., 1971. – 119 p.
4. Gruber Petra. Biomimetics in architecture. - Architecture of life and buildings, 2011. – 275 p.
5. Biological Dictionary. URL: http://sbio.info/plug.php?e=bioslovar (reference data: 15.09.2015).
6. The features and properties of organisms (life criteria). URL: http://home-edu.ru/user/f/00000911/citologia/zanitie-1/zanitie-1-2.htm (reference data: 15.09.2015).
7. Dictionary Reimers. URL: http://rejmers.ru/ (reference data: 15.09.2015).
8. Shtepa V. Glocalization. Head of RUTOPII. URL: http://kitezh.onego.ru/topia/gloc.htm (reference data: 15.09.2015).
9. Mitnikova L.V. Philosophical problems of cell biology (epistemological dimension). – L.: Science, 1980. – 136 p.
10. Gorelov A.A. Ecology. – M.: Academy, 2007. – 400 p.
11. Tetior A.N. Urban ecology. – M.: Academy, 2007. – 336 p.

УДК: 74.01/.09, 72.01, 304.9
Михайлов С.М. − доктор искусствоведения, профессор
E-mail: souzd@mail.ru
Хафизов Р.Р. − аспирант
E-mail: r_af@bk.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Гендерная культура в архитектурной суперграфике

Аннотация

В статье рассматриваются особенности проявления гендерной культуры в архитектурной суперграфике. Будучи актуальным социальным явлением суперграфика часто имеет «гендерное содержание», привнося в своих сюжетах в городскую среду образы «маскулинного» и «феминного», раскрывая в них духовный, социальный и философский смысл. Рассматривается роль гендерного фактора и степень его проявления в образно-семантическом содержании в различных суперграфических композициях в дизайне города.

Ключевые слова: гендер, гендерная культура, суперграфика, суперграфические композиции, дизайн города.

Понятия «гендер» и «гендерная культура»

В конце XX века в научный оборот было введено новое понятие «гендер» (англ. gender, от лат. genus «род») − «социальный пол», определяющий поведение человека в обществе, ассоциирующееся с маскулинностью и феминностью. В широком понимании «гендер (социальный пол) не обязательно совпадает с биологическим полом индивида, с его (её) полом воспитания или с его (её) паспортным полом» [1]. Термин «гендер» принято использовать для выявления социально определяемой роли и сферы деятельности мужчин и женщин, зависящих не от биологических половых различий, а от социальной организации общества. Так в феминистской трактовке гендера И.Н. Тарковской под этим понятием подразумевается не сама личность и её качество, а результат, причина и средство оправдания разделения в обществе [2].

Гендерная культура − это система действующих в данном обществе взглядов, установок, принципов, стереотипов поведения и т.д., формирующих социокультурные аспекты пола (гендерные роли, гендерные отношения, гендерные стереотипы, семейно-брачные установки и т.д.) [3]. По мнению философа-культуролога Н.И. Андреевой сущность гендерной культуры заключается в «гармонизации действующих в обществе установок, формирующих социокультурные аспекты пола (гендерные роли, отношения, стереотипы)» [4]. Культуролог А.Е. Чучин-Русов подчеркивает, что под понятием «гендерный» необходимо рассматривать не опыт пола (sex), но опыт рода (gender), соотнесенный с культурно-психологическими характеристиками, зачастую совпадающими с их культурногенетической интерпретацией [5].

Проявление гендерной культуры в дизайне города

Гендерная культура проявляет себя и в дизайне города, и, в частности, в архитектурной суперграфике, на уровне ее знакового и образного языка. Суперграфика в городе − это явление социокультурного порядка, сочетающее в себе функциональную и эстетическую необходимость и может «транслировать» в своих сюжетах образы «мужественности» и «женственности», приобретая, тем самым, определенное «гендерное содержание», привнося в суперграфические композиции, размещенные в городской среде, духовный, социальный и философский смысл. Изучение этого явления безусловно представляет определенный как научный, так и практический интерес. Выявление роли гендерного фактора в художественном замысле, степени его влияния на тематику графического произведения, а также исследование форм проявления гендерного содержания в этих художественных произведениях может в значительной степени обогатить арсенал проектно-художественных средств архитектора и дизайнера городской среды.

Следует отметить, что на создание архитектурной суперграфики гендерного содержания оказывает влияние целый ряд факторов, и в первую очередь, личность самого художника, его установки и способность критического и творческого осмысления гендерной ситуации.

В процессе исследования нами было выделено несколько типов архитектурной суперграфики с различным гендерным содержанием.

Жанровая архитектурная суперграфика с выраженной гендерной направленностью

Жанровая архитектурная суперграфика гендерного содержания имеет реалистичный характер изображения персонажей. В сюжетах такой суперграфики присутствуют легко узнаваемые образы представителей женского или мужского пола. Художник здесь сохраняет традиционную трактовку гендерных ролей, контактируя через свои «картины» и вступая в своеобразный диалог с потребителем. Жанровая архитектурная суперграфика с выраженной гендерной направленностью носит адресный характер с ориентацией на определенную половую принадлежность.

Ярким примером жанровой архитектурной суперграфики с гендерной направленностью могут служить работы одной из самых известных представителей «женского граффити» Мисс Ван (Miss Van) из французского города Тулузы. Ее девушек с черными тернистыми глазами и подчеркнутыми формами, вызывающими у каждого самые разные эмоции, узнают все. Мисс Ван называет своих персонажей пупсиками. «Les poupees de MISS VAN» − это что-то среднее между реальностью и фантазией, это ее детище, часть ее самой. А поскольку она − девушка, то и ее персонажи тоже девушки, куколки −не всегда сексуальные, иногда меланхоличные, грустные или экспрессивные. Как утверждает сама Мисс Ванн, она старалась передать различные чувства и никогда не отдавала предпочтения сексуальному типажу [6] (рис. 1).

Рис. 1. Жанровая архитектурная суперграфика в городе
с ярко выраженной гендерной направленностью: мускулинной (МТО − Ренн, Франция), феминной (Мисс Ван − Нью-Йорк, США)

Ассоциативная архитектурная суперграфика с определенными гендерными установками

Ассоциативная архитектурная суперграфика с гендерным содержанием представляет собой абстрагированные от реальности цвето-графические композиции, либо реалистичные виды, в которых отсутствуют мужские и женские фигуры, но при восприятии этих картин у зрителя возникают ассоциации гендерной направленности. Так рациональные, конкретные и утилитарные, статичные, строго симметричные, графически очерченные формы, мы относим к «мужским». В то время как живописно размытые формы, иррациональные и мистические, асимметричные и динамичные, подчеркнуто изящные, пластичные с элементами декора, напротив, ассоциируются с «женским». Создание художником ассоциативных суперграфических композиций в городской среде зачастую велось с учетом определенных гендерных установок в расчете на определенный пол.

Примером ассоциативной архитектурной суперграфики могут служить работы художников-граффитистов, выполненные в подчеркнуто грубой, брутальной манере (рис. 2). В 1970-е в Америке на общественном транспорте, вагонах поездов, заборах, в уличных переходах и подземках получает распространение граффити − вызывающе грубая,

массивная, порой воинствующая абстрагированная графика, в основе которой лежали цвето-графические шрифтовые композиции − «теги» (символичные обозначения псевдонимов художников) [7]. Граффити стала своего рода социально-политической формой, наполненной определённым гендерным содержанием, ассоциирующимся с мужественным началом. Здесь можно выделить американских художников-граффитистов Фернандо Карло (известный как «Cope2») [8] и Ричарда Мирандо (известный как Seen UA). Теги первого выполнялись в стиле Бабл (Bubble, «пузырь»). Буквы в них округлялись, становились массивными, «дутыми», готовые вот-вот разорваться или лопнуть под натиском «содержимого». Особенностью Seen UA, одного из самых известных граффити художников в мире [9], является яркость и динамичная насыщенность композиций цветом, простота и геометричность форм, подчеркнутая трехмерность изображения букв [10].

Рис. 2 Ассоциативная связь тематики архитектурной суперграфики с определенными гендерными установками

Теги граффити, сочетающие в себе четкие геометрические и брутальные формы, ассоциируются с мужской гендерной направленностью (СИН − Нью-Йорк, США). Субкультура хиппи и художественно-стилевое течение «сила цветов» с ярким многоцветием, различными психоделическими узорами вызывают ассоциации женственности (Микроавтобус хиппи – Нью-Йорк, США)

Стрит-арт в городской среде, созданный по принципу взаимоотношения маскулинного и феминного

В начале 2000 гг. в практике дизайна города, появилась особая форма суперграфики − «вязанный граффити» или yarnbombing («взрыв пряжи») − уличное искусство чем-то похожее на граффити, только вместо краски и мела здесь пользуются спицами и нитками. Набирающий популярность по всему свету yarnbombing представляет собой «обвязывание» цветной яркой пряжей городских объектов − столбов, поручней, труб, телефонных будок и даже городского транспорта. Художники-вязальщики делают жизнь окружающих людей чуть-чуть теплее и веселее. Здесь можно проследить также гендерный аспект, связанный с тем что объекты, на которые художники одевают свои вязанные «костюмы» меняют свою гендерную установку. Маскулинность в объектах оборудования городской среды становятся более женственной (рис. 3).

Рис. 3. Стрит-арт. В основе сюжета здесь лежит принцип взаимодействия маскулинного и феминного. Преобразование холодных машинных форм посредством yarnbombing (Магда Сайег − Мехико, Мексика). Война и мир, мужественное и женственное, как единое позитивное целое (Лудо − Париж, Франция)

Родоначальница yarnbombing американка Магда Сайег (Magda Sayeg) считает, что yarnbombing, во-первых, помогает женщинам сохранить традиционное искусство вязания, а, во-вторых, является ярким «женским» ответом «мужскому граффити стилю» [11]. Она была удивлена, когда увидела, сколько интереса и радости вызывал у людей обвязанный ею в 2003 году яркими нитками вход в свой магазинчик, расположенный в сером и неприглядном районе Остина (штат Техас). Магда продолжила вязать яркие чехлы для сумрачных урбанистических декораций, организовав клуб для вязальщиц под названием «Knitta Please». Запущенная ею эпидемия уличного вязания распространяется до сих пор почти по всем странам Европы и многим городам США и пополняя мир уличного искусства целыми компаниями бесстрашных и неутомимых уличных вязальщиц, в том числе и мужчин. Поэтому стоит говорить о такой суперграфике в городской среде как о своеобразном средстве слияния полов, точнее − их не разделения. Возникает новый культурный идеал − воссоединение обоих онтологических принципов: маскулинного и феминного, а также новая социальная норма − равноправие женщин и мужчин в обществе [12].

Суперграфика в городской среде как средство «разрушения» гендерных стереотипов (маскулинного и феминного)

В конце XX века в условиях философии постмодернизма начинает происходить размывание традиционных рамок маскулинного и феминного, стирание противоречий между ними, изменение классических представлений о социокультурной и духовной сущности этих категорий. Происходит сближение полюсов: «мужские» образы смягчаются, а «женские» приобретают уверенные, жесткие, не характерные для них черты.

В качестве примера можно привести появившиеся в последнее время в городской среде суперграфические работы, выполненные в технике динамического 3D-видеомэппинга, с постоянной сменой зрительных картин, в том числе и различной гендерной направленности. В результате чего отнести объект с постоянно меняющейся внешней цветографической формой к определенному гендерному типу не представляется возможным. Наверное, отчасти, можно считать, что тем самым был брошен своего рода вызов гендерному содержанию художественной формы произведения, отражающий происходящие перемены в современном постиндустриальном обществе.

Рис. 4. Покадровая смена сюжета и тематики на смысловом и образном уровне на фасадах оперного театра в Сиднее (Австралия), многократная зрительная трансформация его формы во времени с помощью современных технологий 3D-видеомэппинга разрушают традиционные гендерные стереотипы (маскулинного и феминного)

Список библиографических ссылок

1. Гендер. Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Гендер (дата обращения: 25.10.2015).
2. Тартаковская И.Н. Гендерная социология. − М.: Центр социологического образования, Институт социологии РАН, Нац. Фонд Подготовки Кадров, 2005. − С. 34-54.
3. Алексей Хорошев. Высший разум. URL: https://otvet.mail.ru/question/70646725 (дата обращения: 25.10.2015).

4. Андреева Н.И. Формирование гендерной культуры в современном обществе: филос.-культ, анализ: автореферат дисс. на соиск. доктора филос. наук. − М., 2006.
5. Ортега − и − Гассет Х. Из произведения «Человек и люди» Рассуждения о счастливой и достойной жизни / сост. И.Л. Зеленкова. Мн.: Харвест, 1999. − С. 359-366.
6. Женское граффити. Les poupees de MISS VAN. URL: http://www.workground.net/miss-van.html (дата обращения: 25.10.2015).
7. Граффити Википедия. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Граффити (дата обращения: 25.10.2015).
8. Легенды граффити (part 3). URL: http://pikabu.ru/story/legendyi_graffiti_part_3_1133502 (дата обращения: 25.10.2015).
9. Легенды граффити (part 2). URL: http://pikabu.ru/story/legendyi_graffiti_part_2_1131933 (дата обращения: 25.10.2015).
10. Seen graffiti artist. URL: http://puregraffiti.com/art/2009/10/seen-graffiti-artist/ (дата обращения: 25.10.2015).
11. Взрывная пряжа Магды Сайег. URL: http://www.1000ideas.ru/article/kreativ/tvorchestvo / vzryvnaya-pryazha-magdy-sayeg/ (дата обращения: 25.10.2015).
12. Kulturologia. Разрушая гендерные стереотипы. Вязание крючком от Натана Винсента. URL: http://www.kulturologia.ru/blogs/140710/12761/ (дата обращения: 25.10.2015).

Mikhailov S.M. − doctor of art, professor
E-mail: souzd@mail.ru
Khafizov R.R. − post-graduduate student
E-mail: r_af@bk.ru
Kazan State University of Architecture and Civil Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Gender culture in architectural supergraphics

Resume

The article discusses specifics of gender culture and its manifestation in architectural supergraphics. Being a topical social phenomenon of current interest, supergraphics in its narratives often demonstrates «gender characteristics» carrying images of «masculine» or «feminine» features into urban environment, and therefore revealing their spiritual, social and philosophical content. The study of this phenomenon present equally significant scientific and practical interest. Identification of the value of gender factor in the artistic conception of graphic compositions, the degree of its influence upon the content of an artwork and the investigation of forms in which gender culture emerges in art works could significantly enrich the arsenal of design tools for architects and designers of built environment.

Four aspects of gender factor emergence in architectural supergraphics are investigated in this study:

- genres of architectural supergraphics with highly articulated gender directivity, with realistic approach towards characters representation and with direct addressing of gender orientations; these artworks present clearly recognizable male and female characters;

- associative architectural supergraphics with gender contents that presents abstract compositions or/and realistic images without direct depiction of male or female figures, but gender identity is portrayed by means of associations;

- street art being created using the principle if inter-correlation between masculine and feminine, where a new cultural ideal – a new social norm, a union of two ontological principles, - appears as a result of proclamation of equity between women and men in the society;

- supergraphics as a mean of «destruction» of gender stereotypes (of «masculine» and «feminine»), abrasion of contradictions between them, which results in convergence of poles: «masculine» features soften, while «feminine» gain more confident, rigid and atypical features.

Keywords: gender, gender culture, the design of the city, supergraphics approach.

Reference list

1. Gender Wikipedia. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/ Gender (reference date: 25.10.2015).
2. Tartakovskaya I.N. Gender sociology. − M.: Center for Sociological Education, Institute of Sociology, National. Training Foundation, 2005. − P. 34-54.
3. Alexey good. Higher intelligence. URL: https://otvet.mail.ru/question/70646725 (reference date: 25.10.2015).
4. Andreeva N.I. Formation of gender culture in the modern society: Philosophy. Cult Analysis: abstract diss. on soisk. Doctor of Philosophy. Sciences. − M., 2006.
5. Ortega − and − Gasset X. The product «Human and People» // arguments of a happy and dignified life / comp. I.L. Zelenková. Mn.: Harvest, 1999. – P. 359-366.
6. Women graffiti. Les poupees de MISS VAN. URL: http: //www.workground.net/miss-van.html (reference date: 25.10.2015).
7. Graffiti Wikipedia. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Graffiti (reference date: 25.10.2015).
8. Legends graffiti (part 3). URL: http://pikabu.ru/story/legendyi_graffiti_part_3_1133502 (reference date: 25.10.2015).
9. Legends graffiti (part 2). URL: http://pikabu.ru/story/legendyi_graffiti_part_2_1131933 (reference date: 25.10.2015).
10. Seen graffiti artist. URL: http://puregraffiti.com/art/2009/10/seen-graffiti-artist/ (reference date: 25.10.2015).
11. Explosive yarn Magda Sayegh. URL: http://www.1000ideas.ru/article/kreativ/tvorchestvo/vzryvnaya-pryazha-magdy-sayeg/ (reference date: 25.10.2015).
12. Kulturologia. Breaking gender stereotypes. Crochet from Nathan Vincent. URL: http://www.kulturologia.ru/blogs/140710/12761/ (reference date 25.10.2015).

УДК 72.036:725.1
Пастух О.А. – аспирант, ассистент
E-mail: gvolia@yandex.ru
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 190005, Россия, г. С.-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4

Проектные концепции и реалии развития исторической территории Тулы

Аннотация

В статье говорится об основных этапах градостроительного развития исторического русского города окского бассейна – Тулы. Дается краткая характеристика каждого исторического этапа развития города, включая неосуществленные проекты по его переустройству, повлиявшие на градостроительную структуру. Анализируются и сопоставляются проектные планы и реальное воплощение концепций по переустройству города; прослеживается отношение к историческому ядру города и памятникам архитектуры в разные эпохи. Дается обзор концептуальных направлений дальнейшего градостроительного развития города.

Ключевые слова: проект реконструкции центра города, историческое ядро, кремль, регулярный план, радиально-кольцевая планировка.

Одной из актуальных задач современного развития России является безусловное выполнение государственной программы «Малые города России»[1], которая предусматривает поддержку развития малых и средних городов. В связи с этим актуализируются проблемы изучения и обобщения практики планировки и застройки древних русских городов в процессе их развития в советский период, то есть, в условиях, кардинально отличавшихся от исторических. Таких городов в Центральной России немало, но их изучение не должно быть разрозненным, не связанным едиными типологическими «скрепами». Одной из таких взаимосвязанных «цепочек» исторических городов являются города Приокского бассейна, имеющие тесные исторически и географически обусловленные хозяйственные и культурные связи. Среди этих городов своей значимостью и самобытностью выделяются Тула, Калуга и Орел, имеющие общие исторические корни и развивавшиеся по сопоставимым схемам именно как приречные поселения, защищавшие рубежи Московского государства. В этой взаимосвязанной цепочке трех городов Тула является самым древним (впервые упоминается в летописи под 1146 г.) и первоначально представляла собой незначительных размеров городище (площадью около 2,5 га) при слиянии речки Тулица с рекой Упой – правым притоком Оки.

Планировка Тулы, как и других городов Окского бассейна: Калуги, Орла и др. имеет в своей основе четко выраженное историческое ядро, которое не изменялось и не трансформировалось, поэтому являеся предметом охраны[2]. В Туле – это Кремль в низине на левом берегу Упы, в Орле – крепость, расположенная на стрелке междуречья Оки и Орлика, в Калуге – это историческая часть на высоком правом берегу Оки в виде городского ансамбля с двумя площадями и связывающей их магистралью.

Формирование исторической планировки и застройки Тулы

По данным исследований-краеведов Тульского края в начале XII века с юго-востока от первого городища начал развиваться неукрепленный посад, который впоследствии распространился и на левый берег Упы. В XV веке Тула являлась первым русским городом на торговом пути под названием «Муравинский шлях». Это было основным направлением вторжения крымских татар в Московское княжество.

[1] Федеральная целевая программа экономического и социального развития малых и средних городов Российской Федерации на 2009-2012 гг. и до 2017 г.

[2] Федеральный закон № 73 «Об объектах культурного наследия народов РФ» от 2002 г. (с последующими редакциями), основные положения которого подтверждены на региональном уровне Законом Тульской области № 795 «Об объектах культурного наследия народов РФ в Тульской области» 2007 г. (с последующими редакциями).

В начале XVI века строится основная оборонительная крепость на Засечной черте – каменный кремль, который закрыл своими укрепленными стенами городище и посад. Вслед за ним возник и деревянный острог, охвативший полукольцом значительную территорию с трех сторон от кремля, низинное расположение которого является уникальным в практике отечественного градостроения. В период с XVI по XVII вв. Тула развивалась как торгово-ремесленный центр с большим количеством слобод, которые располагались вдоль дорог, ведущих к городу (рис. 1). На севере города – в Заречье, вдоль Московского тракта располагались Ямская и Гончарная слободы. К концу XVI века между Гончарной слободой и рекой, на северо-западном направлении от дороги на Москву, возникла Кузнецкая (Оружейная) слобода. Первоначально она застраивалась вдоль новой торговой трассы на Алексин, которая начиналась от моста, соединявшего тракт с посадом. Развивалось поселение значительно быстрее других слобод [4].

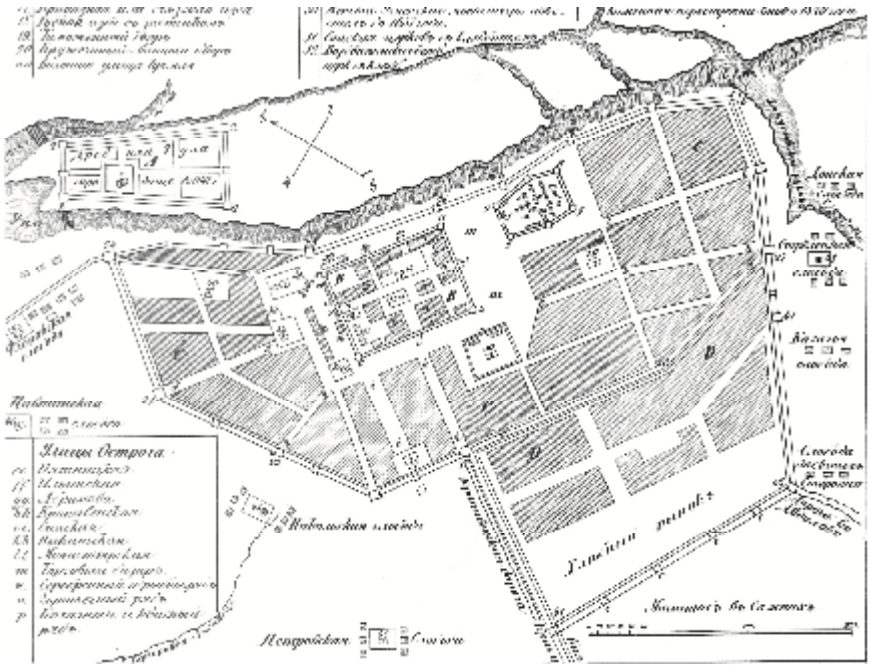


Рис. 1. План крепостей Тулы по историческому обозрению Тульской губернии И. Афремова, реставрированный по описям 1625 и 1685 гг.

Во второй половине XVII века сформировалась слобода Чулково, отделенная от Заречья поймой реки Тулицы. Это окончательно закрепило трехчастную структуру города и дальнейшее его развитие его происходило за счет роста Левобережья (часть современных Советского и Центрального районов), Заречья (Оружейная слобода) и Чулково. Река в городе всегда имела чисто утилитарное значение – вдоль нее в разные годы строились заводы: Тульский Оружейный завод[3], Новотульский кирпичный, сахарный и многие другие предприятия мелкой (кустарной) промышленности.

Проектные концепции трансформации градостроительной структуры Тулы конца VIII-начала XX вв.

Первые проекты кварталов с прямоугольной планировкой и одинаковыми дворовыми наделами появились в 1740 году. Такими должны были быть четыре квартала в Чулковской слободе, а также на окраинах Оружейной и Ямской слобод. Эти новые территории потребовались в связи с расширением казенного производства. Однако эти проектные решения не были выполнены. Но и идеи прямоугольных кварталов стали актуальными при разработке в 1779 году регулярного план Тулы, ставшего, по сути,

[3] В 1712 г. именным указом Петра I была основана казенная оружейная фабрика, которая и стала основанием современного тульского оружейного завода. Фабрика начала работу в 1714 г.

первым генеральным планом развития города (рис. 2). Согласно этому плану центр был закреплен за кремлем, который намечалось реконструировать на основе классицистических принципов строгой регулярности. Однако не получила развития ни идея устройства огромной площади вокруг собора с только что законченной многоярусной колокольней, ни идея размещения в кремле губернского административного центра – его перенесли на главную городскую магистраль. Градостроительным идеалам классицизма была чужда пространственная замкнутость кремля, и застройка его постепенно приходила в упадок. Строительство в 1841 году торговых рядов у кремлевской стены по обеим сторонам Угловой башни свидетельствует, тем не менее, что до полного упадка было еще далеко. Опустошение территории кремля, наблюдаемое и сейчас, произошло, вероятно, лишь в конце XIX века.

Архитектурно-пространственная специфика исторического центра Тулы обусловлена его низинном расположением в пойме реки Упы. Хотя все основные магистрали, вдоль которых происходило развитие, берут начало от кремля, само «сердце» города остается как бы «спрятано» в низине. Исторически сложилась центростремительная планировка города, которая имела свою поддержку и в объемно-пространственном решении города (мотив «скошенного угла», направленного к центру). Рельеф городских территорий усложняется к периферийной части. В Левобережной части центральной осью симметрии всего плана стала Киевская улица (современный проспект В.И. Ленина), проходящая от кремля в южном направлении. Кроме нее в центральной части выделяются два радиальных луча – Воздвиженская (улица Революции), Воронежская (улица Оборонная). Все они ориентированы на колокольню Успенского собора в кремле и держат композицию планировочной сетки улиц Левобережья, которая имеет ярко выраженный радиально-дуговой характер. Обе правобережные части – Заречье и Чулково – имеют прямоугольную планировочную сетку улиц. Такой характер планировки сохранялся вплоть до начала XX века.

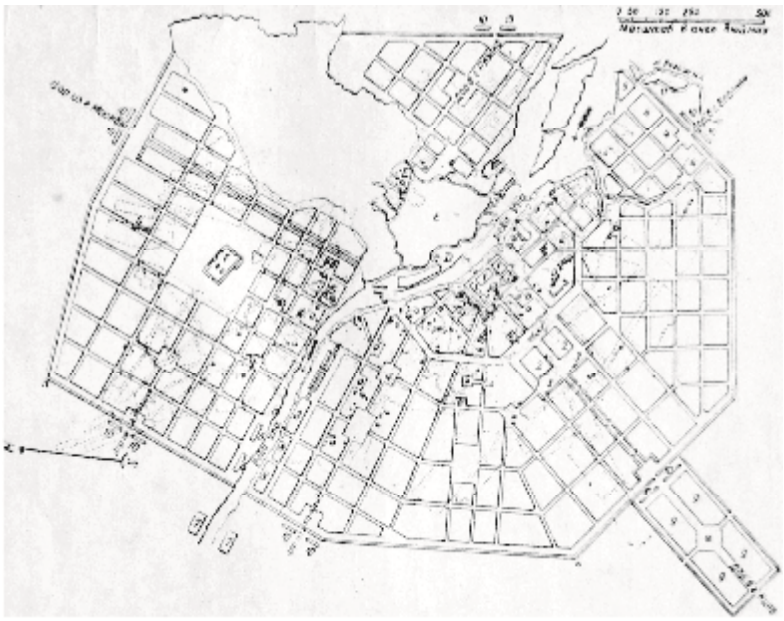


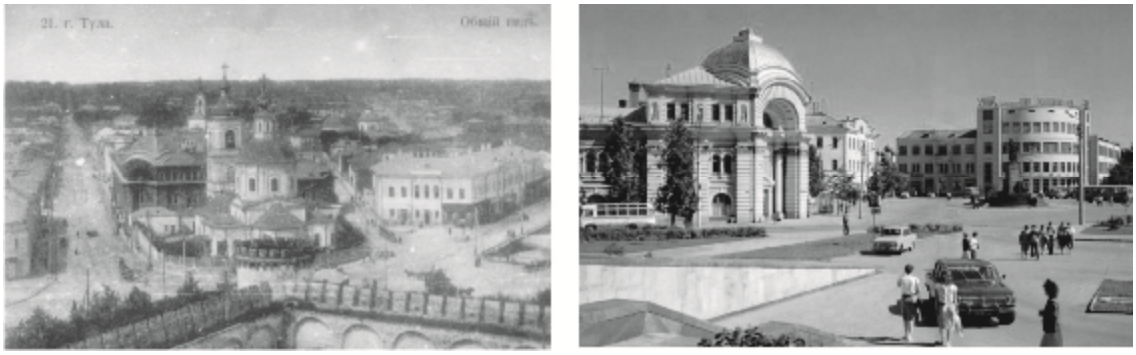
Рис. 2. план города Тулы 1779 г.

Градостроительное развитие Тулы с конца 1920-х до начала 1940-х гг.

Тула всегда являлась важным промышленным центром России. Градообразующими предприятиями на момент окончания Гражданской войны были крупные производства – оружейный, патронный, кирпичный и сахарный заводы.

В годы интенсивной индустриализации превращение Тулы в главную металлургическую базу Центрального промышленного округа коренным образом повлияло на планировочную структуру и отразилось на архитектурном облике города. В годы первых пятилеток были изменены архитектурные доминанты, новое административное

ядро и центральная площадь (на тот исторический период) формировались в непосредственной близости от исторического ядра – у стен Тульского кремля[4] (рис. 3).



а.) б.)

Рис. 3. Смена градостроительных доминант вблизи Тульского Кремля:
а – вид на Крестовоздвиженскую площадь (с колокольни Успенского собора Кремля). Фото 1922 г.;
б – вид на ту же площадь, переименованную в пл. Челюскинцев (после революции 1917 г.).
Фото 1980-х гг.

Исторически сложившаяся планировка города продолжала развиваться, подчиняясь исторически сложившейся радиально-дуговой схеме, разветвляясь к периферийной части городских территорий.

Рост Тулы в годы первой пятилетки потребовал разработки нового генерального плана, который определил бы перспективы ее развития. Работа над генпланом была начата в 1929-30 годах в Главном геодезическом управлении. Архитектор А. Репкин и инженер М. Назаретов разработали схему планировки города из расчета роста населения до 274 тысяч человек. В Центральном, Зареченском районах и районе Чулково предполагалось разместить 206 тысяч человек, а в новом районе в западном направлении от Московского шоссе – остальное население. Административный центр оставался в зоне кремля и Советской улицы, культурный центр развивался в районе существующего Парка отдыха. Расширение парка предполагалось за счет выноса аэродрома, Серебровские ключи предполагалось использовать для искусственного пруда. Около парка намечалось строительство Дворца культуры.

В Туле 12 мая 1930 было созвано широкое совещание для обсуждения плана развития Тулы на 30 лет вперед (что, конечно, превышало реальные возможности глобальной плановой системы). Предложенная Геодезическим комитетом схема планировки не была утверждена, но многие идеи авторов отразились в дальнейших проектных работах и в реальной застройке Тулы (рис. 4). Развитие города настоятельно требовало разработки генерального плана.

[4] До революции эта площадь называлась Крестовоздвиженской, там располагалось кладбище и небольшая церковь. В 1933 году церковь была разобрана, а материалы от нее использовались при строительстве Фабрики-кухни. С восточной стороны пространство площади ограничено стеной Тульского кремля – выдающегося памятника архитектуры XVI века. С западной стороны через улицу от Фабрики-кухни расположена Благовещенская церковь – памятник архитектуры XVII века. Остальная застройка площади состоит из двухэтажных зданий. В архивных источниках указано, что в 1934 г. Тулу посетили Челюскинцы. В их честь и было принято решение называть это место – площадь Челюскинцев. В годы второй пятилетки (в 1935 г.) на площади был сооружен памятник героям гражданской войны и труда, или как его еще называли, «Памятник Красноармейцу». Композиция постамента включала в себя небольшую трибуну для выступлений. Монумент объединил пространство площади (круглой в плане). На основании решения Тульской городской Думы от 28.06.2006 № 15/257 площадь Челюскинцев была переименована в Крестовоздвиженскую.

Эта работа в 1932 году была поручена ленинградскому Гипрогору[5], где был выполнен эскизный проект. Дальнейшей разработкой генплана Тулы занимался уже Мособлпроект под руководством М.О. Хауке[6]. В 1940 году работа над генпланом была завершена. В 1941 году генеральный план Тулы был, наконец, утвержден. Но вся документация по нему была уничтожена во время войны, когда город был на осадном положении. На основе довоенной съемки в 1954 году и в 1971 году отделом землеустройства управления архитектуры были разработаны генеральные планы города.

Рис. 4. План города Тулы,1933 г., разработан Земельно-Планировочным управлением Тульского городского Коммунального отдела по данным съемки ГГУ 1929-1931 гг.

[5] Российский институт градостроительства и инвестиционного развития «Гипрогор» был создан в 1929 году, для проектирования генеральных планов городов и рабочих поселков, разработки проектной документации для новостроек первых пятилеток. В числе организаторов и творческих руководителей института были отечественные учёные и практики в области планировки и застройки городов: В. Семёнов, Л. Ильин, Г. Шелейховский, С. Овсянников, В. Витман. В 30-е годы «Гипрогором» были реализованы работы по комплексному проектированию центров освоения Севера, Заполярья, городов-новостроек: Кировск, Мурманск, Сыктывкар, разработаны проекты планировки ряда столиц союзных республик — Минск, Баку, Ереван, Петрозаводск, таких крупных областных центров как Горький, Свердловск, Новосибирск, Калинин, Ярославль. В этот период в «Гипрогоре» трудилась плеяда талантливых градостроителей — А. Галактионов, В. Бабуров, Н. Баранов, И. Ратько, Б. Светличный, В. Пашков.

[6] Государственное предприятие Московской области «Проектный институт гражданского строительства, планировки и застройки городов и поселков») сегодня старейший в России институт по проектированию объектов гражданского строительства. Основан в 1925 г. решением Президиума Московского Совета рабочих, крестьянских и красноармейских Депутатов. Институт прошел путь от проектной конторы, проектного треста Московской области до проектного института «Мособлпроект», а с 1965 г. стал проектным институтом 1 категории с наименованием «Мосгражданпроект».

Превращение Тулы в годы первой пятилетки (1928-1932 гг.) в одну из основных металлургических баз Центрального региона страны привело к реальному росту и развитию города. Как следствие, резко возросло промышленное строительство, которое, в свою очередь, обусловило развитие всей инфраструктуры города: строительство мостов, прокладку новых железнодорожных путей и шоссейных дорог, трамвайных линий, строительство большого учебного комбината за Толстовской заставой и др. [9]. Прокладка новых транспортных магистралей и развитие существовавших явилось основой для градостроительного планирования новых жилых кварталов, рабочих поселков. В каждом рабочем районе города – Зареченском, Чулково, Мясново создавалась вся необходимая инфраструктура, включая парки и школы ФЗУ.

В Туле, как и по всей стране, приходилось решать общие вопросы расселения для большой группы или нескольких групп промышленных предприятий, определяя размещение и величину создаваемых на базе промышленных предприятий рабочих поселков[7]. Когда ставилась задача построить промышленные предприятия в чрезвычайно короткие сроки и обеспечить их быстрый ввод в эксплуатацию, объем работ по районной планировке сокращался до минимума и сводился к составлению одной лишь схемы расселения, которая служила основой для выбора площадок под жилое, культурно-бытовое и коммунальное строительство. Поэтому вопрос расселения, составляющий ядро районной планировки и решался в комплексе с выбором промышленных площадок [8]. Каждый крупный городской район имел пропорционально развитые жилые и промышленные районы и вместе с тем располагал бы возможностью дальнейшего расширения. Наиболее вредные в санитарном отношении предприятия проектировались на некотором расстоянии от города у реки. Для них создавались обособленные жилые районы, которые стали своеобразными ядрами дальнейшего градостроительного развития города.

Изменения градостроительной структуры Тулы в период индустриализации (с 1928 по 1940 гг.) происходили за счет развития промышленности в городе и на окологородских территориях. Были построены два крупнейших завода – Новотульский и Косогорский металлургические, расположившиеся на окраинах города и послужившие мощным стимулом для развития городских территорий в соотвествующих направлениях. Это привело к тому, что расширились существующие рабочие районы и появились новые (Криволучье, Косая гора), были проложены новые ветки железнодорожных путей, шоссейные дороги. Одновременно с возведением новых заводов, реконструировались старые, приводя к увеличению занимаемой ими территории и обустройству новых цехов, что в свою очередь вело к усложнению инфраструктуры уже существующих, исторически сложившихся районов. Но при этом, историческая застройка не изменялась и сохранила свою целостность, за небольшими исключениями.

Послевоенный и современный этапы развития Тулы

Индустриализация страны в послевоенные годы происходила еще более высокими темпами чем до войны. Острейший жилищный кризис, вызванный разрушениями войны, стал причиной принятия кардинальных мер правительством, в результате чего получило широкое, практически повсеместное, развитие сборное строительство с применением железобетонных конструкций. Урбанизация городов проходила ускоренными темпами, в большей степени коснувшись крупных городов (в том числе и Тулу), в которых процессы концентрации производственных, научных, административных, культурных и других жизненно важных функций протекали наиболее активно. Со второй половины 1950-х гг. существенно возросла роль районной планировки. Застройка велась, как правило, на свободных периферийных территориях городов, но были и исключения, как например, случилось с Тулой, где внедрение массового типового строительства происходило в исторически сложившейся части города, нарушая тем самым веками создававшийся архитектурно-пространственный облик города. Так, по первоначальным проработкам технико-экономических обоснований (ТЭО), предшествующих разработке генерального плана Тулы 1971 г., предполагалась численность населения на расчетный срок 1 млн. человек. В окончательном (утвержденном) варианте составила 750 тыс. человек (к 1984 г. население

[7] Рабочий поселок при Косогорском металлургическом комбинате. 1931-1933 гг.

города достигло лишь 582, 2 тыс. человек). По генплану города предусматривалось формирование четырех планировочных районов: Центрального, Заречного, Северного и Западного, а так же создание улично-дорожной транспортной сети, которая смогла бы обеспечить быструю, надежную и безопасную связь между всеми районами города, учитывая рост территориальный, численности населения и темпов автомобилизации. Свободные от застройки территории имелись в Северном и Западном районах.

К концу 1980-х гг. практически все регионы, города, поселения имели обновленные проекты градостроительного развития. Но, жилищное строительство (на тот период времени в основном крупнопанельное) отставало от намеченного в генеральном плане темпа строительства до 1980-го г. Характер застройки по этажности значительно отличался от предложенной в генеральном плане застройки города: в 1981-1893 гг. пятиэтажное строительство составляло всего 10,9 %, девятиэтажное – 84 %, двенадцатиэтажное – 4,3 %. Переход на застройку повышенной этажности позволил сэкономить резервные территории [5]. Одной из характерных особенностей того периода урбанизации является возникновение и развитие многоцентровых агломераций. Крупнейшая из них – Московская, включающая девятнадцать больших городов, в том числе и Тулу.

Новый этап корректировки градостроительных проектов с разработкой схем территориального развития городов начался в 2000-е гг. Обновленный генеральный план Тулы был утвержден в 2007 г.

Санкт-Петербургский институт научных пространственных технологий проектирования – ЭНКО провел анализ существующего положения, разработал комплексную градостроительную оценку территории и была подготовлена концепция градостроительного развития города на период до 2025 г.

Этот документ имеет целый ряд недостатков: отсутствие идеи развития системы центров административных, планировочных, жилых районов, связанных единой транспортной системой и пешеходными путями; слабо проработана задача сохранения историко-культурного наследия города; отсутствуют рекомендации по реконструкции исторической части Центрального района и т. д. и т. п.

Корректировка утвержденного генерального плана Тулы 2007 г. с учетом всех актуальных проблем была поручена московскому Гипрогору. Градостроительная структура современной Тулы продолжает развиваться по исторически сложившимся направлениям на север, северо-запад и в южном направлении. Однако надо отметить, что происходит расширение города и в восточном направлении, которое не было развито исторически, но с появлением в годы индустриализации крупного промышленного предприятия – Новотульского металлургического завода, стало активно застраиваться жилыми массивами, получило мощную транспортную сеть как ж/д так и автомобильных путей сообщения. Уже в начале XXI века был реализован путепровод, соединивший Центральный район с новым Пролетарским и далее со строящимися Восточными районами Тулы. По этому важному направлению и намечено дальнейшее градостроительное развитие Тулы – проектируются жилые в восточном направлении – это микрорайоны: Юго-Восточный, Левобережный, Осиновая Гора; в западном – микрорайоны Нижнее Китаека, Михалково-Прудное. На ряду с новым строительством планируются работы по реконструкции малоэтажного фонда с учетом сохранения исторической застройки в самом «сердце» города. Мероприятия по регенерации и реконструкции исторического ядро города – кремль с прилегающими территориями так же входят в список первоочередных задач, поставленных перед городскими властями. Не смотря на то, что Проект зон охраны памятников истории и культуры Тулы, где была определена «комплексная зона охраны исторического ядра Тулы» с особым режимом использования был утвержден еще в 1991 году, работы в данном направлении в силу ряда причин не проводились. Согласно этому решению на территории Казанской набережной должна быть ограничена хозяйственная деятельность и проведены мероприятия, направленные на сохранение и восстановление историко-градостроительной среды. К примеру, часть работ по возрождению Тульского кремля – реконструкция колокольни – началась только в 2012 году[8].

[8] 14 сентября 2013 года были освещены колокола строящейся колокольни. В день города 2014 состоялось торжественное открытие колокольни и всего восстановленного собора.

В трех Генеральных планах Тулы территория между кремлем и каналом реки Упы предполагалась для организации улицы и набережной, а по факту об устройстве набережной вдоль Упы всерьез задумались лишь после возведения нового здания музея Оружия[9] на правом берегу реки. В конце 2014 года Тульской городской Думой было принято соответствующее решение о внесении поправок в действующий генплан города, согласно которому предусматривается дальнейшее совершенствование транспортной сети, дальнейшее более активное озеленение города, вынос окраины за пределы вредных производств, улучшение экологической обстановки с решением задач устройства санитарно-защитных зон промышленных предприятий [5].

Заключение

Анализ проектных предложений и разработанных генеральных планов Тулы позволяет сделать следующие выводы:

1) Архитектурно-пространственная специфика центрального низинного расположение исторического ядра города – Тульского кремля (в пойме реки Упы) является уникальным градостроительным явлением. Хотя все основные магистрали, вдоль которых происходило развитие, берут начало от кремля, само «сердце» города остается как бы «спрятано» в глубине, при этом рельеф городских территорий усложняется к периферийной части. Исторически сложившаяся центростремительная планировка города имела поддержку и в объемно-пространственном решении города.

2) Планировочная структура исторического города Окского бассейна оказалась чрезвычайно устойчивой к трансформирующему воздействию процессов ускоренной агрессивной индустриализации 1930-х гг. десятилетие интенсивной индустриализации имело следствием определенную локализацию территории исторических городов вследствие окружения их промышленными зонами и рабочими поселками. Тем самым стимулировался процесс консервации исторической территории, что объективно способствует сохранению центров городов как памятников архитектурно-градостроительного искусства;

3) Градостроительное развитие Тулы в XXI веке напрямую зависит от этапов ее исторического формирования. Все современные концепции развития городских территорий и освоение новых окраинных районов города основываются на исторически сложившихся основных направлениях развития.

4) Проектные концепции развития Тулы повлияли на современную архитектурно-планировочную структуру города: выявили перспективные направления для дальнейшего роста и развития городских жилых и промышленных территорий, определили на несколько десятилетий основные направления развития, сохранив бережное отношение к историческому ядру центра города.

Список библиографических ссылок

1. Генеральные планы городов и конкурсные проекты планировки и застройки городских центров. Генеральный план Тулы. – М., 1973. – С. 8-9.
2. Годлевский Н. Н. Планировка и застройка Тульского Кремля в XVI-XVII вв. // Архитектурное наследство (сборник НИИТАГ). – М., 1969, Вып. 18. – С. 25-31.
3. Ежегодник Общества архитекторов-художников, Вып. XIV. – Л., 1935. – С. 203-206, 256, 264-266, 269-270.
4. Куликов В. В. Архитектура жилища тульских оружейников конца XVIII-XX веков. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2014. – С. 8-14.
5. Куликов В.В. Проблемы градостроительства Тульского региона: история и современность. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2014. – С. 3-7, 250-252 .
6. Куликов В.В. Система расселения в Тульском регионе // Вестник ВолгГАСУ. Строительство и архитектура. – Волгоград, 2013, Вып. № 31 (50).

[9] В 2012 году построено новое здание Тульского музея оружия на набережной реки Упы. Сейчас в нем разместилась новая постоянная экспозиция «История стрелкового и холодного оружия с XIV века до современности».

7. Материалы к биографиям московских архитекторов-ветеранов труда. – М., 1983, Выпуск I.
8. Мельшиян В.В. Тула. Экономико-географический очерк. – Тула: Пр. кн. из-во, 1968. – 239 с.
9. Пастух О.А. Жилищно-коммунальное строительство города Тулы в годы первой пятилетки (1928-1932 гг.) // Известия Тульского Государственного университета. Технические науки. – Тула, 2014, Вып. № 11 (Ч. 1). – С. 327-341.

Pastukh O.A. – post-graduate student
E-mail: gvolia@yandex.ru
Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering
The organization address: 190005, Russia, Saint-Petersburg, 2 Krasnoarmeyskaya st., 4

Design concept and realities of development of the historic site of Tula

Resume

The article describes the main stages of the urban development of the historic Russian town of Oka basin – Tula. The article gives a brief characteristic of each historical stage of development of the city, including unrealised projects in his conversion, influenced the urban structure. The article analyzes and compares project plans and actual implementation of concepts for the reconstruction of the city; attitude can be traced to the historical core of the city and the monuments of architecture in different eras. Provides an overview of the conceptual directions of further urban development of the city.

Keywords: the project of redevelopment of the city centre, historical core, кremlin, the regular plan, radial-ring layout.

Reference list

1. General plans and projects of the planning and development of urban centres. The General plan of Tula. – M., 1973. – P. 8-9.
2. Godlevskyi N.N. Planning and development of the Tula Kremlin in XVI-XVII century // Architectural heritage (sourcebook NIITAG). – M., 1969, № 18. – P. 25-31.
3. Yearbook of the society of architects-artists, № XIV. – L., 1935. – P. 203-206, 256, 264-266, 269-270.
4. Kulikov V.V. The architecture of the home of Tula gunsmiths of the end of the XVIII-XX century. – Tula: Publishers Tula state University.
5. Kulikov V.V. Problems of urban development of Tula region: history and modernity. – Tula: Tula State University Publishing House, 2014. – P. 3-7, 250-252.
6. Kulikov V.V. System of settlement in the Tula region // Herald VolgGASU. Construction and architecture. – Volgograd, 2013, Vol. № 31 (50).
7. Materials for the biography of Moscow Architects, veterans of labor. – M., 1983, Output I.
8. Melshiyan V.V. Tula. Economic-geographical sketch. – Tula: Pr. kn. iz of 1968. – 239 P.
9. Pastukh O.A. Public works of the city of Tula in the first five years (1928-1932). // Proceedings of the Tula State University. Technical science. – Tula, 2014, Vol. 11 (P. 1). – P. 327-341.

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

Аспекты формирования города будущего XXI века

Аннотация

Тенденции нового тысячелетия диктуют иные законы формирования архитектурного пространства, выраженные в смелых концептуальных проектах городов будущего. Предложена авторская классификация аспектов, формирующих город будущего XXI века: экологический, ресурсосберегающий, средовой, формообразующий, функциональный, производственный и технологичный аспекты. Комплексное взаимодействие вышеперечисленных аспектов определяет характеристику города будущего XXI века.

Ключевые слова: город будущего, концептуальное проектирование, экология, биоморфизм, инновационные технологии, нанобиотехнологии.

Прогнозирование будущего всегда интересовало практиков и теоретиков архитектуры. Проекты городов будущего XXI века, имеющие в своей основе технические разработки и концепции, направлены на решение социальных, экономических и экологических проблем: нехватки жилого и рекреационного пространств; глобального загрязнения окружающей среды, потери связи с природой.

Современный интерес к проектированию городов будущего в рамках кардинальной трансформации архитектурного пространства объясняется возобладанием во втор. пол. XX-начале XXI вв. нескольких тенденций:

1. Ухудшение экологии;
2. Необходимость решения проблем, связанных с чрезмерной урбанизацией окружающей среды;
3. Революция в области науки и научных технологий.

Основным градостроительным положением XX века стало удовлетворение насущных биологических и физиологических потребностей населения. Город, основанный на положении «быть для человека», уничтожал природу. Регламентация озеленения и бережное к ней отношение носили локальный характер. В рамках глобального подхода проблеме природосбережения отводилась второстепенная роль [1].

В XXI веке вектор взаимодействия «человек-природа», когда человек и его интересы стоят в приоритете, а природа выступает рабочим, эксплуатационным материалом, теряет свою актуальность и заменяется вектором гармоничного соразвития «природа-человек». Интересы природы выдвигаются на передний план, тогда как человек, возвращаясь к истокам, входит в добровольное единении с естественной средой.

На основе анализа концептуальных проектов выявлены и систематизированы аспекты города будущего XXI века: экологический, ресурсосберегающий, средовой, формообразующий, функциональный, производственный и технологичный аспекты.

1. Экологический аспект

Одной из основных проблем современности, из года в год набирающей скорость, угрожая уничтожением всему мировому сообществу, выступает проблема загрязнения окружающей среды. На сегодняшний день масштабы антропогенных воздействий на биосферу настолько велики, что при дальнейшем попустительстве социума и международных организаций, призванных осуществлять контроль благосостояния планеты, проблема грозит перерасти в полномасштабную экологическую катастрофу.

Данной приоритетной проблеме подчинены проектные решения городов будущего XXI века. В их числе как полноценные экогорода, функционирующие на передовых,

зеленых технологиях (Экогород Масдар, ОАЭ), так и локальные образования, включающие одну из экологических составляющих, способствующих восстановлению окружающей среды. В число экологических составляющих входит: поглощение и переработка загрязняющих вещества, посредством превращения их в воду или удобрения (проект «Кондиционер небоскреб», Хао Тянь, Хуан Хайян, Ши Цзяньвэнь), озеленение городского пространства (летающий небоскреб-парк «Плавающий парк», Китай; Эко-город 2020 для города Мирный в Восточной Сибири (республика Якутия)); применение экологически чистых материалов (Taichung Convention Centre, MAD Architects).

Тема экологического благосостояния представляется доминирующей в концептуальном проектировании XXI века и проходит лейтмотивом во всех основных аспектах формирования города будущего – «форма» раскрывается через природонаправленное формообразование посредством обращения к основам биоморфизма, «производство» – через производственные функции, способствующие восстановлению экосистемы.

Особенностью проектов городов будущего XXI века представляется способность городов к лечебно-восстановительным процессам. Город не только нейтрализует свое вредоносное воздействие на среду – он способствует очищению и восстановлению биосферы [6].

2. Ресурсосберегающий аспект

Добыча и непрекращающаяся эксплуатация невозобновляемого ископаемого топлива выступает генератором вирулентных веществ в атмосферу. Решение данной проблемы возможно формированием экологически чистой архитектуры, основной целью которой выступает снижение уровня потребления электроэнергии. Ресурсосбережение в проектах городов будущего достигается:

А. Использованием альтернативных источников энергии: геотермальных источников энергии, солнечной энергии, ветроэнергетики, гидроэнергетики (стадион на солнечных батареях на острове Тайвань; HSB Turning Torso – небоскрёб в Мальмё (Швеция), С. Калатрава; экогород Масдар, ОАЭ).

Б. Применением инновационных нанобиотехнологий: эко-кожа, биометрические технологии, биореакторы (проект BIQ House, Гамбург).

Одновременно ресурсосбережение выполняет функцию не только комплекса мер строительных технологий, но и функцию системного подхода к формированию архитектурного пространства. Методы, осуществляющие данную функцию ресурсосбережения, заключаются: во встраивании ресурсосберегающих объектов в застройку (проект EKO-VIIKKI, Р. Эрскин, Х. Дуарте); в программировании жизненного цикла здания (проект Bauart Architecten, С. Прайс, Х. Славик); в пространственных ограничениях в качестве основы построения композиции (SANAA, Э. Кейруш, Г. Чанг, Р. Абрахам); использовании рециклируемых ресурсов и отходов (С. Уигелсуорс, Rural Studio, Elemental); в проектировании автономных ресурсосберегающих систем (проекты архитектурной студии MVRDV); в использовании ресурсосберегающих биосистем (ONIX, Xusos, R&Sie(n)); в комбинировании ресурсосберегающих техносистем и общественного пространства (Х. Асебильо, Ecosistema Urbana) [5].

3. Средовой аспект

Проектирование городов будущего подразумевает создание иной, уникальной среды. Уникальность выражается в симбиозе внешнего облика и планировочной структуры города, которые находят свое отражение в пределах выбранных климатических условий.

Концептуальные предложения городов будущего охватывают пять сред обитания – земля, вода, воздух, космос, лед, каждая из которых определяет резервы для раскрытия потенциала возводимого города. Данное направление развития города будущего основывается на опыте и обширном наследии проектов городов будущего XX века [2] и представляет собой закономерный этап эволюции и переосмысления градостроительных направлений прошлого века. Одновременно присутствует существенное отличие современных проектов городов будущего от проектных решений городов XX века. Отличие

характеризуется глобальным подходом в проектировании: концептуальные проекты городов XXI века не предполагают конкретных проектных решений: планировочных, инфраструктурных, а только определяют приоритетные направления деятельности, которые должны быть учтены и развиты в проектировании городов будущего XXI века.

На основе анализа концептуальных проектов составлена классификация городов будущего XXI века по средовым аспектам:

Средовой аспект «Земля» подразделяется на подземные (локальные, пространственные) и наземные (линейный город, зеленый город, город-холм, город-небоскреб, город-ферма, город-компьютер) города: The Sinking City («Тонущий город»), Э. Накажима; Bionic tower, Мария Роза Сервера и Хавьер Пиоз.

Средовой аспект «Вода» подразделяется на наводные (дрейфующий город, город на опорах, город-ковчег), надводные (город-мост) и подводные (город-спираль, город-поплавок): «Эко Атлантис», ATDesign; Acapulco Bay Bridge, BNKR Arquitectura; The HO2+scraper, Sarly Adre Bin Sarkum.

Средовой аспект «Воздух» подразделяется на локальные (город-небоскреб, висячий город, город-второй уровень, город-здание) и пространственные города (город-квартал, летающие города): «Вертикальный город» (концепт Multiplicity – Мельбурн через 100 лет), John Wardle Architects; «Город в небе», Цветан Тошков; Висячий город Slow Uprising, Ja Studio Inc.

Средовой аспект «Космос» включает в себя города, проектируемые в космическом пространстве: город-станция – Kalpana One, Брайан Верстиг, компания Spacehabs; космический небоскреб – Stratosphere Networkof Skyscrapers, Mingxuan Dong, Yuchen Xiang, Aiwen Xie, Xu Han; город на Марсе – Nomad: Terraforming Mars («Странник» – передвижные небоскребы для освоения Марса), Antonio Ares Sainz, Joaquin Rodriguez Nunez, Konstantino Tousidonis Rial.

Средовой аспект «Лед» представляется производной от водных городов будущего: город на льду – Sustainable iceberg living station («Жилая ледниковая станция»), Дэвид А. Гарсия; город-лед – проект Blue Crystal.

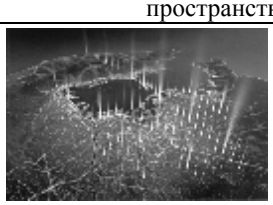
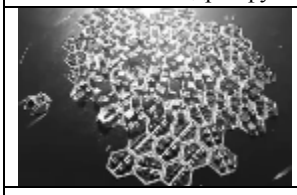
Тенденцией XXI века, вызванной неблагоприятной экологической обстановкой, стало проектирование городов будущего согласно принципам биоморфизма – способа образного конструирования с помощью биологических форм. Примером тенденции биоморфного подхода служат зеленые города и города-холмы (средовой аспект «земля», наземные). Город строится сообразно природному ландшафту из нелинейных свободных форм, где внешний объем не подчинен строгим геометрическим контурам, а воспроизводит формы, строения и принципы функционирования природных организмов (Havvada Island, Дрор Беншетрит; Taichung Convention Centre, MAD Architects; город Gwanggyo, MVRDV; «Обитаемая гора» Анна-Мария Симато, Марианте Дендроу).

Таблица 1

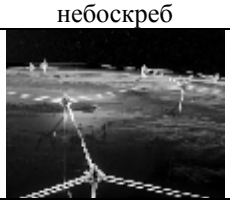
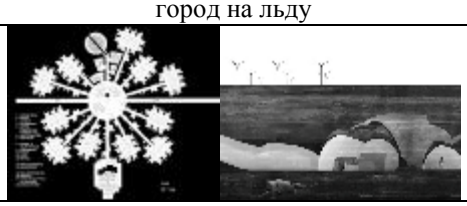
Классификация городов будущего по средовым аспектам

Средовой аспект «земля»			
подземные		наземные	
локальный город		город-холм	зеленый город
Эко-город 2020 для города Мирный. «АБ-Элис», 2010	Liquefactower: The Sinking City, Новая Зеландия, 2014	Город Gwanggyo, MVRDV, Северная Корея, 2008	Экогород Масдар, ОАЭ

Продолжение таблицы 1

<table>
<tr><td colspan="4">Средовой аспект «земля»</td></tr>
<tr><td colspan="2">подземные</td><td colspan="2">наземные</td></tr>
<tr><td colspan="2">пространственный город</td><td>линейный город</td><td>город-компьютер</td></tr>
<tr><td>  </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>Urban Geo Grid Shimizu, Япония, 2010</td><td>Подземный город «Алиса» Shimizu, Япония</td><td>Sky Way, ОАЭ, Абу-Даби</td><td>Сондо или U-City Южная Корея, Сеул</td></tr>
<tr><td colspan="4">Средовой аспект «вода»</td></tr>
<tr><td colspan="2">наводные</td><td>надводные</td><td>подводные</td></tr>
<tr><td colspan="2">дрейфующий город</td><td>надводный город</td><td>город-спираль</td></tr>
<tr><td>  </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>Mega Engineering – Floating City. Дискавери, 2010</td><td>«Эко Атлантис» AT Design, Китай</td><td>«Венера» (водное прост-во), Ж.Фреско, Р. Медоуз, США</td><td>«Океаническая спираль», Shimizu, Япония</td></tr>
<tr><td>стационарный город</td><td>город-ковчег</td><td>город-мост</td><td>город-поплавок</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>Silt Lake City (Для долины реки Нил), 2013</td><td>Lilypad, Vincent Callebout Arhitecte 2008</td><td>Жилой мост Acapulco Bay Bridge, BNKR Arquitectura, Мехико</td><td>The HO2+scraper Студия Sarly Adre Bin Sarkum, 2010</td></tr>
<tr><td colspan="4">Средовой аспект «воздух»</td></tr>
<tr><td colspan="2">локальные</td><td colspan="2">пространственные</td></tr>
<tr><td colspan="2">город-небоскреб</td><td colspan="2">город квартал (район)</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>«Город в небе», Цветан Тошков, Великобритания</td><td>«Звукоскреб», Жюльен Боргеоз, Оливье Колье. Франция, 2013</td><td>«Новый воздушный Париж» Planning Korea – для программы «Изобретая Париж». Корея. Сеул</td><td>Многоуровневые здания Interlace Сингапур</td></tr>
<tr><td colspan="2">висячий город</td><td colspan="2">летающий город</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>Slow Uprising Компания Ja Studio Inc, Италия</td><td>«Плавающий парк» Конкурсный проект Китай. Пекин</td><td>«Кондиционер небоскреб». Хао Тянь, Хуан Хайян, Ши Цзяньвэнь. Китай, 2013</td><td>«Вертикальный дирижабль» Vincent Callebaut Arhitecte, США, Нью-Йорк</td></tr>
</table>

Продолжение таблицы 1

<table>
<tr><td colspan="4">Средовой аспект «космос»</td></tr>
<tr><td colspan="2">город-станция</td><td>космический небоскреб</td><td>город на Марсе</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td><td>  </td><td> </td></tr>
<tr><td>Kalpana One,
Брайан Верстиг,
компания Spacehabs.
США</td><td>«Города на небе.
Перипетия»
Луис Даниэль Посо,
Австрия. Вена</td><td>«Стратоскреб»
(Небоскреб в космосе)</td><td>Передвижные
здания на Марсе</td></tr>
<tr><td colspan="4">Средовой аспект «лед»</td></tr>
<tr><td>город на льду</td><td>город-лед</td><td colspan="2">город на льду</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td>«Полялрный зонт»,
Дерек Пероцци
США, 2013</td><td>Blue Crystal
Проект для Дубаи</td><td colspan="2">«Жилая ледниковая станция»
(Sustainable iceberg living station)
Дэвид А. Гарсия. 2000-ые</td></tr>
</table>

4. Формообразующий аспект

Форма архитектуры будущего отличается от классических канонов построения, которые охватывают геометрию, прямолинейность, выверенный ритм, четко очерченные структуры и привносит в свой облик элемент неожиданности. В начале XXI века архитекторы отказались от эстетики традиционализма и сосредоточились на создании уникальных неповторимых объемов. Архитектурные объемы отличаются плавностью и текучестью изгибов, фрактальностью, «живой» динамикой, отдавая предпочтение имитации природных форм – принципы биоморфизма.

Наиболее ярким представителем природного формообразования выступает архитектор-футурист Винсент Каллебот (Vincent Callebaut), который известен своими футуристическими, экологическими проектами: проект плавающего города «Лилипад» (Lilypad), спроектированный в форме водяной лилии; комплекс городской фермы «Стрекоза»; небоскреб Asian Cairns, восходящий к небу из прозрачных стеклянных галек.

Среди работ других авторов и архитектурных мастерских внимания заслуживают: «Башня-стебель с корнями и бутонами», архитектурные группы Soma и RLA Architects; комбинация подобного дереву небоскреба и плавающих палуб наблюдения в виде цеппелина «Плавающая Обсерватория», Дорин Штефан Биру.

5. Функциональный аспект

Проекты городов будущего XXI века функционально разнообразны: выбор и характер функции обуславливаются средой и предназначением города. Примеры функционального аспекта городов будущего: преобразование звуковых вибраций в кинетическую энергию («Звукоскреб» Жюльен Боргеоз, Оливье Колье); решение проблемы перенаселения («Вертикальный дирижабль», Винсент Каллебот); сборка и сжигание океанического мусора («Небоскреб для сбора и сжигания океанического мусора» Jong Hyuk Lim, Seung Jun Park, Sung Wha Na, Jae Chungko, Ho Young Yeo, Gyoeng Hwan Kim); научно-исследовательские функции («Полярный зонт», Дерек Пероцци).

6. Производственный аспект

Согласно прогнозам ООН, к 2050 году доля городского населения увеличится до 86 % в развитых странах и до 67 % в развивающихся [7]. В то же время население Земли достигнет 9,1 млрд. человек [8], и кормить их методами традиционного сельского

хозяйства станет невозможно, в связи с нехваткой земли и истощением ресурсного потенциала. Проблема соотношения динамики роста населения и природных ресурсов достигнет критической точки.

Производственная и, в первую очередь, продовольственная функция уже реализуется в масштабах локальных проектов городов будущего. Первостепенную важность приобретают вопросы обеспечения населения продуктами питания, сельскохозяйственной и животноводческой продукцией, добыча которых не нарушала бы целостности природной среды.

Решением проблемы могут стать городские фермы – экологически чистые структуры, позволяющие выращивать зерновые культуры, овощи, фрукты, злаки, а также разведить животных в городах и городских районах. Структуры направлены на улучшение уровня жизни населения в условиях урбанизации. Городские фермы способны развиваться и складываться в полноценные города – города-фермы. Примеры городских ферм: проект «Вертикальная ферма» (Vertical Farm), университет Колумбии; теплица «Плантагон», компания Plantagon International.

Основополагающим фактором жизнедеятельности любого города представляется промышленное производство. Оно способствует росту и становлению городов, обеспечивает население провизией, предоставляет точки приложения труда. Субстанциальные изменения города в своем эволюционном развитии подразумевают изменения производственной сферы.

В зависимости от задач, решаемых городом будущего, промышленное производство может иметь различную специализированную направленность. Доминирующим же направлением XXI века представляется предупреждение проблем, связанных с чрезмерной урбанизацией.

7. Технологический аспект

Решающая роль в формировании городов будущего отводится передовым инновационным технологиям, которые определяют пригодность и жизнестойкость концептуальных проектов. Основные направления технологий XXI века: биотехнологии, нанотехнологии, энергетика и топливо.

Технократический проект «Венера» (США) [9] объединяет в себе передовые технологии последнего тысячелетия: возобновляемые источники энергии, кибернетические и компьютерные системы, автономные дома, промышленные роботы, зеленые технологии, нанотехнологии. Проект «Венера» – это образец «идеального города» XXI века, направленный на достижение мирной, устойчивой, стабильно развивающейся глобальной цивилизации.

Экогород «Масдар» (ОАЭ) [10], строительство которого стартовало в 2006 году, представляет собой первый в мире экологически чистый город, обеспечиваемый возобновляемыми источниками энергии. «Масдар» возводится посреди пустыни на зеленых технологиях, в качестве транспорта предусмотрены электромобили.

Таблица 2

Аспекты формирования города будущего XXI века

	Мировая тенденция к ухудшению экологической ситуации представляется основополагающим фактором при формировании городов будущего. Данной глобальной проблеме подчинены проектные решения городов будущего XXI века.	 Havvada Island, Dror Benshetrit
	Добыча и непрекращающаяся эксплуатация невозобновляемого ископаемого топлива выступает генератором вирулентных веществ в атмосферу. Решение проблемы: формирование экологически чистой архитектуры, основной целью которой снижение уровня электропотребления.	 Eco-Viikki-район в пригороде Хельсинки

Продолжение таблицы 2

	Проектирование городов будущего – это попытка создания уникальной среды. Подобные города задают правила, которые выражаются во внешнем облике и в структуре города. Тенденция современности - применение принципов биоморфизма, что выражается в нелинейной биологической форме.	 Wetropolis, бюро S+PBA
	Форма архитектуры будущего отличается от классических канонов построения, которые охватывают геометрию, прямолинейность, выверенный ритм. Объемы отличаются плавностью и текучестью изгибов, фрактальностью, «живой» динамикой (принципы биоморфизма).	 «Башня-стебель с корнями и бутонами», Soma, RLA Architects
	Проекты городов будущего XXI века функционально разнообразны: выбор и характер функции обуславливаются средой и предназначением города. Среди них: преобразование звуковых вибраций в кинетическую энергию, решение проблемы перенаселения, сборка и сжигание океанического мусора.	 «Небоскреб для сбора и сжигания океанического мусора», Южная Корея
	Первостепенную важность приобретают вопросы обеспечения населения продуктами питания, сельскохоз и животноводческой продукцией, добыча которых не нарушала бы целостности природной среды. Решением могут стать городские фермы — экологически чистые, производственные структуры.	 Ферма Plantagon, компания Plantagon
	Решающая роль в формировании городов будущего отводится передовым инновационным технологиям, которые определяют пригодность и жизнестойкость концептуальных проектов. Основные направления технологий XXI века: биотехнологии, нанотехнологии, энергетика и топливо.	 Water Re-Balance Skyscraper («Водорегулирующий небоскреб»), Китай

На основе анализа концептуальных проектов городов будущего XXI века в соответствии с вышеперечисленными аспектами, определено, что город будущего XXI века – это бионаправленный, ресурсосберегающий, экологически чистый, лечебно-восстановительный, высокотехнологичный, информационно-коммуникационный, когнитивный, автономный, функциональный, легко-адаптируемый, природоинтегрированный город.

Список библиографических ссылок

1. Ле Корбюзье. Три формы расселения. Афинская хартия. – М.: Стройиздат, 1976. – 137 с.
2. Рагон М. Города будущего. – М.: «МИР», 1969. – 297 с.

3. Каку М. Физика будущего. – М.: Альпина нон-фикшн, 2012. – 118 с.
4. Тоффлер Э. Шок будущего. – М.: АСТ, 2002. – 233 с.
5. Куликов Д.А. Принципы организации ресурсосберегающего архитектурного пространства // Известия КГАСУ, 2011, № 1 (15). – С. 31-38.
6. Романова А.Ю. Новые направления в концептуальном проектировании «Городов Будущего» в XXI веке // Архитектура и современные информационные технологии. МАРХИ, 2014, № 29.
7. Мировой демографический барометр // Демоскоп Weekly: демографический еженедельник, 2008, 16-29 июня. – С. 337-338.
8. Международная демографическая статистика: оценки и прогнозы ООН // Мировая экономика и международные отношения, 2008, № 3. – С. 32-39.
9. Проект Венера. URL: https://www.thevenusproject.com/ru/ (дата обращения: 12.12.2014).
10. Масдар. URL: http://www.masdar.ae/ (дата обращения: 12.12.2014).

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

The formation aspects of the future city of the XXI century

Resume

Predicting the future is always interested practitioners and theorists of architecture Projects of the future cities of the XXI century have at its core technical developments and concepts and addressed to the social, economic and environmental problems. Interest in the design of cities of the future is due to the prevalence of the second half of the XX-beginning of the XXI century. There are several trends in the design of cities of the future: environmental degradation; the need to address the problems associated with excessive urbanization of the environment; a revolution in the field of science and scientific technology.

There were identified and classified the components forming the city the future of the XXI century based on the analysis of the conceptual urban development projects: the ecological component, the resource-saving component, the environmental components, the form-making component, the functional component, the manufacturing components, the technological component.

There were submitted the classification of cities of the future of the XXI century subdivided in environmental components: land, water, air, space, ice.

There were identified characteristics of the future city of the XXI century based on the analysis of the conceptual project of the city of the future of the XXI century and in accordance with the above components. The characteristics of the future city of the XXI century are bio-directed, resource-saving, environment friendly, health and recreation, high-tech, informative, communication, cognitive, self-contained, functional, easily-adaptable, nature integrated city.

Keywords: city of the future, conceptual design, ecology, biomorfizm, innovative technology, nanotechnology.

Reference list

1. Le Corbusier. Three forms of settlement. Athens Charter. – M.: Stroyizdat, 1976. – 137 p.
2. Ragon M. Cities of the Future. – M.: «Mir», 1969. – 297 p.
3. Kaku M. Physics future. – M.: Alpina non-fiction, 2012. – 118 p.
4. Toffler E. Future Shock. – M.: ACT, 2002. – 233 p.

5. Kulikov D.A. Principles of organization of conservation of architectural space // Izvestiya KGASU, 2011, № 1 (15). – P. 31-38.
6. Romanova A.J. New directions in the conceptual design of «City of the Future» in the XXI century // Architecture and Modern Information Technologies. Moscow Institute of Architecture, 2014, № 29.
7. World Population barometer // Demoscope Weekly: Weekly demographic, 2008, 16-29 June. – P. 337-338.
8. International demographic statistics: estimates and projections of the United Nations // World Economy and International Relations, 2008, № 3. – P. 32-39.
9. Venus Project. URL: https://www.thevenusproject.com/ru/ (reference date: 12.12.2014).
10. Masdar. URL: http://www.masdar.ae/ (reference date: 12.12.2014).

УДК 72.01
Садриева А.Р. – студент
E-mail: sadrieva10@rambler.ru
Ахтямова Р.Х. – ассистент
E-mail: rezeda.akhtiamova@gmail.com
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Проявление идентичности в современной архитектуре Китая

Аннотация

Последние пару десятилетий Китай стремительно застраивается. Главным действующим лицом на рынке строительства стал девелопер, которым руководит в первую очередь экономическая выгода. Архитекторы с мировыми именами реализуют здесь свои эксперименты. И в этих жестких условиях китайская архитектура ищет свое новое лицо. Но чем сложнее задача, тем элегантнее может быть решение. В статье анализируются основные средства выразительности идентичности и их архитектурная реализация, рассматриваются вопросы: какие же пути выбирают китайские архитекторы для самовыражения, какая архитектура более устойчива к моральному старению.

Ключевые слова: идентичность, современная архитектура Китая, методы выражения идентичности, традиции Китая, китайские традиции в современной архитектуре.

Китай – страна с богатой историей. Много ассоциации и образов приходит на ум при ее упоминании. Чайная церемония, фарфор, графика, удивительная природа. А также дешевая рабочая сила, низкое качество продукции, перенаселенность, экологические проблемы. «Китайский» перестало означать искусство, традиции, конфуцианство, пагоды и стало синонимом дешевых копий, некачественных товаров. Кажется, Китай утратил что-то сокровенное, потерял лицо и стал площадкой для реализации европейских экспериментов и идей.

Может ли страна в течение пару десятилетий утратить свои многовековые традиции? В это сложно поверить. Но, тем не менее, Китай пережил немало исторических и архитектурных потрясений. В 1949 году к власти пришли коммунисты и за 30 лет буквально перестроили Пекин, на смену помпезным дворцам пришли площади нечеловеческого масштаба и типовая жилая застройка. В 80-е гг. пришло новое отношение. После экономической реформы 1978 года Китай стал одержим страстью ко всему новому и прогрессивному.

Урбанизация стала основным способом борьбы с бедностью. Она оказала большое влияние на формирование современного облика Китая. Урбанизация за последние 20-30 лет привела к тому, что 70 % населения на сегодняшний день живет в городах. За последние 20 лет было построено 200 новых городов. В настоящее время стоит задача в ближайшие 16 лет переселить в города от 300 до 400 миллионов крестьян. Ежегодно возводится более 1 млрд. кв. метров жилья, что составляет половину жилищного фонда России [1]. При этом 80 % строительства – это коммерческий продукт, который использует самый банальный архитектурный язык. Но это вполне естественный процесс, характерный для начала рыночных отношений. Вместе с западными инвестициями в Китай приходит интернациональная архитектура. И вот уже житель Нью-Йорка чувствует себя в Гонконге как дома. Глобализация, интернационализм, кажется, что все идет по плану, и планета становится все более похожа и однообразна. Но где-то между статистикой по жилищному фонду и планом застройки нового экономического центра, остался человек, например, житель Пекина, который уже не узнает свой город. Или, что хуже, человек, чей дом снесли для того, чтобы построить новый небоскреб. И этот человек имеет право на идентичность, он значит больше чем статистика или план застройки.

Впервые идея единого архитектурного языка, стирающего границы между странами, была высказана модернистами. Стоит только вспомнить план Вуазен по

реконструкции Парижа. Но даже Ле Корбюзье (который с точностью угадывал «дух места» своих построек) на деле не воплощал эти красивые модернистские стерильные идеи. Мир, а значит, и архитектура состоят из ошибок. Время показало, что универсальный язык архитектуры не способен выполнить свою главною функцию – создать комфортную среду для горожанина каждого города мира. Современная наиболее популярная модель американского города-мегаполиса, бизнес-центра скорее является не языком, а кодом, транслирующим успех. Миру «продали» этот образ как единственно возможный путь для успешного развития. Пучков, опираясь на «облако семиосферы» Юрия Лотмана, описывает культурную среду как матрицу, в которой каждый участок несет свою индивидуальную информацию [2]. Города, «имплантируя» в свою структуру американский образец, разрывает матрицу, контекст и исторически сложившиеся структуры. Идентичность рассматривается как способность города отвечать на общественные запросы, особым индивидуальным способом. И такие способы, что немаловажно, наиболее приспособлены для жизни. Они устойчивы к старению. Социологами городская идентичность воспринимается как часть идентичности человека, а значит, она играет важную роль в формировании его личности. И это второй важный аспект. Идентичность – это потребность человека к комфортной среде, отвечающей его современным запросам и историческому прошлому. В данной работе предлагается рассмотреть различные приемы и способы выражения идентичности, которые, в то же время, соответствуют своей эпохе, не имитируют традиционную архитектуру.

Индустриальный минимализм, на первый взгляд, отвечает запросам города и его жителей. Но современное городское жилье рассчитано на семьи из трех человек. Это идет в разрез с традиционным китайским укладом жизни, вышедшим из деревни, когда под одной крышей живет сразу несколько поколений семьи. Это нарушает традицию уважения к старшим и солидарности с ними. Жилой комплекс тулоу Ванке в Гуанчжоу китайского архитектурного бюро «Урбанус» находит решение в истоках комплексного жилья Китая [3]. Тулоу – один из видов традиционного жилья с двором, дом-крепость, в котором проживало 500-600 человек, представителей трех-четырех ветвей одного клана. Тулоу бывают квадратными и круглыми в плане. Замкнутая круговая система воспитывает уважительное отношение людей друг другу и равноправие. Занимаемая семьей площадь напрямую зависела от ее размеров. Современный комплекс тулоу Ванке совмещает национальный уклад с европейским модернистским типом многоквартирного дома с галереей-коридором. Так, бюро «Урбанус» вносит в традиционный соседский уклад жизни индивидуальность и приватность, не предусмотренные в конфуцианской системе ценностей.

Другой архитектурной репликой, отсылающей нас к традиционной для китайского жилья высокой плотности, стал бутик-отель на набережной Хуанпу в Шанхае [4]. Отель Уотерхаус расположен в районе, где до недавнего времени преобладали промышленные объекты и nong tang – традиционный для Шанхая 2-3 этажные блокированные дома, выстроенные вдоль узких внутренних проездов. Пятизвездочный отель имеет непритязательный, «обшарпанный» бетонный фасад, который напоминает об истории этого здания. Трехэтажно строение было возведено в 30е годы XX века для военного штаба японской армии. Конструктивистский скругленный бетонный фасад, фиксирующий угол улицы, украшен только прямоугольными аскетичными окнами. Бюро Neri & Hu Design and Research Office решили сохранить это здание, которое могло стать интересным фоном для создания бутик-отеля. Но для того, чтобы уместить девятнадцать предполагаемых номеров и общественные зоны, было необходимо увеличить объем здания еще на один этаж. Для того чтобы надстройка не подавляла историческую часть здания, новый этаж по пластике повторяет старые, но отличается материалом отделки – кортеновой сталью. Благодаря своему благородно-коричневому цвету и бархатистой фактуре ржавый металл прекрасно сочетается со старым бетоном, но при этом остается достижением современных технологий. Но архитекторы пошли дальше, для того чтобы чужеродный новый объем прижился, слился со зданием, они вставили коробку из кортеновой стали внутрь бетонного фасада. Поэтому ржавая сталь фрагментарно просматривается в окнах здания, открывая структуру реконструкции. Для китайской культуры всегда было характерно обнажать суть вещей. В этом проекте контраст нового и старого осознанно подчеркнут и буквально выдвинут на первый план. Что же качается

плотного жилья, то здесь архитекторами был использован следующий прием. В межэтажных перекрытиях расположена система вырезов, которая позволяет гостям видеть тени друг друга. Эффект «присутствия соседа» становится прямой отсылкой к традиционно тесной застройке Китая. Не забыли создатели отеля и об историческом контексте места. Металлический корпус в определенных ракурсах отчетливо напоминает баржи, формирующие пейзаж вод Хуанпу еще в середине прошлого века.

Еще одной важной частью китайской культуры, забытой в последнее время, является тесная связь с природой. По мнению архитектора Ван Шу, в Китае утеряна традиция строительства городов и создания архитектуры, являющейся частью ландшафта. Для китайского мировоззрения очень болезненна потеря гармонии между человеком и его природным окружением. Бороться с силами природы, поворачивать реки вспять вошло в привычку индустриального общества. Но сегодня инновации и технологии, бережное отношение к природе не дань моде, а единственный способ выжить. Такое отношение к архитектуре и дизайну окружающей среды реализует в своих работах архитектурное бюро Turenscape [5]. Из-за быстрого роста городов вся экология оказалась разрушенной, и загрязнение начало идти еще быстрее. Президент компании, доктор Кончжан Ю, стал основоположником так называемого негативно-реверсивного «планирования наоборот». Первое, с чего он начинает работу – это подробное научное гидрогеологическое исследование участка, анализ инфраструктуры, которая уже сложилась в воде. Китай имеет богатую историю ландшафтного дизайна. Китайские сады знамениты по всему миру. Turenscape использует традиции китайского ландшафтного строительства в своих проектах, но эти традиции уже не решают такие актуальные проблемы, как: загрязнение воды и воздуха, засуха и наводнение. Нужен современный масштабный подход. Например, город Тайджоу потратил много денег на строительство канала, пытаясь таким образом решить проблему наводнений [6]. Turenscape предложили им совершенно новый подход – вместо того чтобы запирать реку в бетон, дать воде волю, организовать систему озер, что решило бы проблему наводнения. Политика «невысушивания болот» и «расканализации рек» восходит к самым истокам китайской культуры, где вся природа неприкосновенна и одушевлена – каждая вещь, место и явление имеют своих духов.

Современная комплексная архитектура и местная природная среда гармонично сочетаются в проекте жилого комплекса XishuangbanNa Residence от компании Tokamarch Architects [7]. Архитекторы решили совместить горизонтальность традиционной китайской деревни и вертикальность современного строительства. Основным строительным материалом комплекса станет бамбук, традиционный для китайских деревень. Также архитекторы постарались максимально приблизить жителей комплекса к природе. Для этого на каждом этаже организованы террасы, дворики (также традиционные для китайского жилья). Растения защитят жителей от вредного воздействия среды, а грунт эксплуатируемых крыш станет прекрасным теплоизолятором. Архитекторы попытались переосмыслить традиционную китайскую деревню, вдохнуть в нее новый смысл, приспособить к современным условиям высокой плотности населения. Здание планируется возвести в городе Цзинхун, Китай.

Еще один прием для создания идентичной архитектуры – использование местных материалов. И здесь нет равных архитектору Ван Шу, лауреату Плитцкеровской премии 2012 года [8]. Он часто использует с материалы, сохранившиеся от снесенных домов, как правило, это кирпич и черепица. Творчество этого архитектора внесло немалый вклад в формирование новой архитектуры Китая. Он вместе с женой основал мастерскую под названием Amateur Architecture Studio, что означает «любительская архитектурная студия». Однако это не об уровне профессиональности архитектора. Такая формулировка выражает философию Ван Шу. Для него «любительский» – любящий свое дело, преданный ему мастер. Именно ремесленники, любители архитектуры, используют и сохраняют народные техники строительства. Для Ван Шу было важно перенять этот опыт. Он много работал любителями. Для ремесленных архитекторов до сих пор характерна спонтанность работы, это помогает находить для каждой задачи индивидуальное решение, основанное на традиции. Одно из самых масштабных сооружений архитектора – исторический музей в Нинбо. Стены сооружения выполнены из камня и кирпича из снесенных во время строительного бума построек. По словам Ван Шу, образ музе был найден и сформирован за

одну ночь. При этом такому быстрому появлению предшествовали долгие размышления и исследования. Такой подход корнями уходит в буддийские традиции. Ван Шу удается создавать сооружения, абсолютно точно улавливающие характер места своего расположения. Он не стремится громко выразиться в своих работах. Каждая его постройка тихо занимает свое место и становится его неотъемлемой частью. Возможно, поэтому его фамилия осталась мало замеченной среди таких громких гигантов, строящих в Китае, как Заха Хадид, Норман Фостер и Рем Колхас. Но мне кажется, что постройки Ван Шу гораздо более устойчивы к моральному старению, чем потрясающие воображение небоскребы. Его архитектура находится вне времени. Ван Шу всегда напоминает, что жизнь важнее проектирования. Поэтому он называет свои постройки домами, подчеркивая таки образом особое место человека в своей архитектуре.

Систематизировав вышерассмотренные примеры, можно выделить несколько направлений, характерных для развития современной самобытной архитектуры Китая. Во-первых, обращение к традиционным формам организации жилья. Это, преимущественно, сыхэюань, одно- двухэтажная застройка, расположенная по периметру квадратного двора, тулоу – круглый дом-крепость, также с внутренним двором, а также дяолау, дом-башня и фанза, деревенский дом. В структуре этих построек, их планировке, конструкциях отражены многовековые традиции, уклад жизни. Так, для Китая характерно уважение к старшим и проживание нескольких поколений вместе. При этом общинный тип жилья не подразумевает наличие личного пространства. Поэтому типовые жилые строения не могут цитироваться буквально, все его принципы должны адаптироваться соответственно потребностям современного человека.

Во-вторых, использование традиционных материалов. Здесь в первую очередь речь идет о дереве и бамбуке – исторически самые распространенные материалы. Бамбук формирует каркас здания, при этом стены не несут нагрузки. Также дерево значительно устойчивее к землетрясениям, чем другие материалы. Использование дерева не только дань традициям строительства, но и ответ современным требованиям зеленых стандартов. Дерево поглощает углекислый газ в процессе жизнедеятельности и консервирует его, превращаясь в постройку. В то время как в процессе производства многих других строительных материалов углекислый газ выделяется в атмосферу. Тем не менее, в погоне за традициями не стоит забывать о современных технологиях. Например, создание клееной древесины помогло увеличить стойкость к огню и воздействию микроорганизмов, а также минимизировать отходы древесины при производстве. В то же время, значительная часть истории архитектуры Китая связана с бетоном и кирпичом, например, районы нонг-танг обладают удивительной атмосферой и укладом жизни. Это, безусловно, не повод закрывать глаза на антисанитарию и трущобные условия, но можно использовать эти материалы для создания по-настоящему комфортных для проживания в наше время мест.

В-третьих, переосмысление отношения к природе и общественным пространствам. И здесь идет речь о возвращении к самым истокам. Не к высаживанию прекрасных роз по фен-шуй, а к отношению к природе как к чему-то сакральному, откуда вытекает ее однозначное преимущество перед человеком. В китайской культуре природе отдавалось центральное место. Это ее отличительная особенность от Европы и Запада, которые попеременно ставили в центр то Бога, то Человека. Учитывая современную экологическую ситуацию Китая, бережное отношение к природе их единственный путь к благополучному будущему. В то же время, это прекрасная возможность оживить современные мегаполисы общественными зонами, парками.

Вопрос идентичности, как мне кажется, лежит не в плоскости эстетических принципов архитектуры. Гораздо важнее принципы, на которых архитектура была построена веками. Они выработались под воздействием климата, ландшафта, культурной и религиозной, политической ситуации в стране. Отдельные регионы Китая, и даже каждая улица, имеют свой неповторимы дух. Дух места. Никто не решится точно сказать, из чего он складывается. Архитектура и дизайн среды должен строиться сообразно этому гению. Это понимали люди, живущие в этих прекрасных местах и строившие себе дома. И они из поколения в поколение искали и оттачивали идеальные формы и принципы организации пространства для жизни. Современные архитекторы должны деликатно и с уважение относиться к этому наследию.

Таблица

Направления развития идентичной архитектуры Китая

№	Направление	Аналог – реализация
1	Традиционная типология и организация жилья	Исторические дома Тулоу, Fujian и современнный жилой комплекс Тулоу Ванке Ганчжоу
2	Традиционные материалы и технологии	Традиционный район Lijiang – Архитектор Ван Шу использует кирпич, оставшийся после сноса зданий, во время строительного бума
3	Взаимодействие с природой	Единение архитектуры и природы в традиционной постройке – Принципы «расканализации рек» и «невысушивания болот», реализуемы в проектах компании Turenscape

Список библиографических ссылок

1. Бетонометры Китая // http://aftershock.su: ежедн. интернет-изд. 2015. 28 мая URL: http://aftershock.su/?q=node/311149 (дата обращения: 24.09.2015).
2. Пучков М. В. Глобализация и идентичность в архитектуре современных городов // Известия Уральского федерального университета. Сер. 1, Проблемы образования, науки и культуры, 2013, № 3 (116). – С. 140-147.
3. Шульц Б. Эволюция вместо революции // SPEECH: дух места, 2012, № 9. – С. 26-31.
4. Мартовицкая А. Ржавый налет роскоши // SPEECH: дух места, 2012, № 9. – С. 146-162.
5. Интервью Стен Ли: У нас и у этого мира есть проблемы, которые нужно решать // http: //archspeech.com: ежедн. интернет-изд. 2015. 7 авг. URL: http://archspeech.com/article/

stenli-lung-u-nas-i-u-etogo-mira- est-problemy-kotorye-nuzhno-reshat/ (дата обращения: 26.09.2015).
6. Landscape Planning and City Design for City Section of Yun River in Tongzhou, Beijing // http: //www.turenscape.com/: сайт архитектурного бюро, 2004, 28 июля. URL: http://www.turenscape.com/english/projects/project.php?id=319/ (дата обращения: 24.09.2015).
7. XishuangbanNa Residence / Tokamarch Architects // http://www.archdaily.com/: ежедн. интернет-изд. URL: http://www.archdaily.com/276346/xishuangbanna-residence-tokamarch-architects/ (дата обращения: 21.09.2015).
8. Традиция спонтанности // http://archi.ru/: ежедн. интернет-изд. 2012. 28 февр. URL: http://archi.ru/world/39820/tradiciya-spontannosti/ (дата обращения: 19.09.2015).
9. Вайль П. Гений места. – М.: Изд. КоЛибри, 2007. – 488 с.
10. Tulou Collective Housing // http://www.urbanus.com.cn/: сайт архитектурного бюро. 2008. 25 дек. URL: http://www.urbanus.com.cn/projects/%E5%9C%9F%E6%A5%BC%E5%85%AC%E8%88%8D-2/?lang=en (дата обращения: 23.09.2015).

Sadrieva A.R. – student
E-mail: sadrieva10@rambler.ru
Akhtiamova R.H. – assistant
E-mail: rezeda.akhtiamova@gmail.com
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Manifestations of identity in modern Chinese architecture

Resume

In recent years Chinese cities are growing rapidly. The developer has become a major figure in the construction industry. Money, benefits and profits control the industry now. World-renowned architects realize their experiments here. China is faced with large environmental problems. Moreover, long built skyscrapers have become outdated at the time of completion of construction.

Chinese architecture is trying to find its identity in these difficult conditions. Complex problems require ingenious solutions. Where to find these solutions? Maybe the answer will be find in the traditional architecture of the period of China's Emperors. Or in silence of Chinese garden. At the same time, we must bear in mind the traditional philosophy, respect for nature, lifestyles of the Chinese people. Should we blindly copy these solutions, would they work in our reality? I tried to analyze the main ways of expressing identity in architecture in China and considered examples of their implementation.

Keywords: identity, modern Chinese architecture, ways of expressing identity, Chinese tradition, Chinese tradition in modern architecture.

Reference list

1. Measure of China Concrete // http://aftershock.su: Daily Internet edition, 2015, 28 may URL: http://aftershock.su/?q=node/311149 (reference date: 24.09.2015).
2. Puchkov M.V. Globalisation and identity in the architecture of modern cities // Izvestiya Uralskogo federalnogo universiteta. Series. 1, Problems of education, Science and Culture, 2013, № 3 (116). – P. 140-147.
3. Schuiz B. Evolution instead of revolution // SPEECH: duh mesta, 2012, № 9 – P. 26-31.
4. Martovitskaya A. A rusty coating of luxury // SPEECH: duh mesta, 2012, № 9 – P. 146-162.
5. Interview with Stan Lee: We and the world have a problem which has to be solved // http://archspeech.com: Daily Internet edition, 2015, 7 Aug. URL: http: //archspeech.com/

article/stenli-lung-u-nas-i-u-etogo-mira-est-problemy-kotorye-nuzhno-reshat/ (reference date: 26.09.2015).
6. XishuangbanNa Residence / Tokamarch Architects // http://www.archdaily.com/: Daily Internet edition. URL: http://www.archdaily.com/276346/xishuangbanna-residence-tokamarch-architects/ (reference date: 21.09.2015).
7. The tradition of spontaneity // http://archi.ru/: Daily Internet edition. 2012. 28 Feb. URL: http://archi.ru/world/39820/tradiciya-spontannosti/ (reference date: 19.09.2015).
8. Landscape Planning and City Design for City Section of Yun River in Tongzhou, Beijing// http://www.turenscape.com/: architectural bureau Website, 2004, 28 July. URL: http: //www.turenscape.com/english/projects/project.php?id=319/ (reference date: 24.09.2015).
9. Vail P. Genius loci. – M.: Publishers KoLibry, 2007. – 488 p.
10. Tulou Collective Housing // http://www.urbanus.com.cn/: architectural bureau Website. 2008. 25 Dec. URL: http://www.urbanus.com.cn/projects/%E5%9C%9F%E6%A5%BC%E5%85%AC%E8%88%8D-2/?lang=en (reference date: 23.09.2015).

УДК 719:72
Степанчук А.В. – ассистент
E-mail: alena.stepanchuk@bk.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Сохранение, развитие и демонстрация ремесел, как части нематериального культурного наследия в объектах культурного туризма

Аннотация

Статья посвящена изучению проблем сохранения, развития нематериального культурного наследия, а также его взаимосвязи и демонстрации посредством культурного туризма в современных условиях.

Рассмотрена история становления термина «нематериальное культурное наследие», проанализированы связи туризма и нематериального культурного наследия, а также определены подходы к его сохранению и развитию.

В статье приводится авторская трактовка классификации объектов культурного туризма по базовому ресурсу (на базе материального, нематериального культурного наследия и событийного характера), а также авторская классификация объектов культурного туризма на базе нематериального культурного наследия в аспекте степени подлинности входящих в него элементов материальной и нематериальной культуры.

Ключевые слова: нематериальное культурное наследие, объекты культурного туризма, живое наследие, ремесла, ремесленно-креативная деятельность, туризм, культурные индустрии, коммерциализация нематериального культурного наследия.

Сегодня в мире в культурном наследии принято выделять две составляющие: материальную и нематериальную. Процесс формирования термина «нематериальное культурное наследие» (*intangible cultural heritage*) начался в конце 1970-х годов прошлого века. В 1989 г. ЮНЕСКО приняло «Рекомендации по сохранению традиционной культуры и фольклора», в которых указывалась потребность охраны «традиционной культуры и фольклора от всех видов опасностей, исходящих от природы и человеческих действий… Сложность предстоящей работы обусловлена хрупкостью и не разработанностью (теоретической и методической) критериев отбора и механизмов охраны и актуализации» [1]. В том же году на конференции «Глобальная оценка рекомендаций о сохранении фольклора», организованной ЮНЕСКО совместно со Смитсоновским университетом, было введено в научный оборот понятие «нематериальное культурное наследие» и отмечалась особая роль носителей этого наследия. Проблема сохранения нематериального культурного наследия и, в частности, сохранения языков, обычаев, традиций, была рассмотрена в Первом Мировом докладе ЮНЕСКО по культуре в 1998 г., отражена во Всеобщей декларации ЮНЕСКО о культурном разнообразии (2001 г.) [2]. Окончательное определение понятия «нематериальное культурное наследие» на мировом уровне произошло в 2003 году в Конвенции ЮНЕСКО об охране нематериального культурного наследия, принятой в Париже на тридцать второй Генеральной конференции ЮНЕСКО [1, 2, 3].Согласно Конвенции ЮНЕСКО «Об охране нематериального культурного наследия» (2003 г.), **нематериальное культурное наследие (НКН)** – это «обычаи, формы представления и выражения, знания и навыки, – а также связанные с ними инструменты, предметы, артефакты и культурные пространства, – признанные сообществами, группами и, в некоторых случаях, отдельными лицами в качестве части их культурного наследия» [4]. К нематериальному культурному наследию относятся:

- «устные формы выражения и традиции, включая язык в качестве носителя нематериального культурного наследия;
- исполнительские искусства;

- обычаи, обряды, празднества;
- знания и обычаи, относящиеся к природе и вселенной;
- **знания и навыки, связанные с традиционными ремеслами» [**4].

В Конвенции 2003 года подчеркивается, что «охрана» «означает принятие мер с целью обеспечения жизнеспособности нематериального культурного наследия, включая его идентификацию, документирование, исследование, сохранение, защиту, популяризацию, повышение его роли, его передачу, главным образом с помощью формального и неформального образования, а также возрождение различных аспектов такого наследия» [4]. Это отражает одну из отличительных особенностей нематериального культурного наследия – его неосязаемость, передачу традиций, знаний, навыков, опыта в процессе живого общения людей, от поколения поколению и их использование в повседневной жизни. Так, изъятие образцов ремесленных изделий из социокультурной среды, в которой они сформировались, для сохранения в музейных коллекциях превращает их в артефакты, и не способствует сохранению нематериального культурного наследия. Таким образом, охрана знаний и навыков, связанных с ремеслами, как части нематериального культурного наследия, предполагает возрождение, сохранение и передачу ремесленных техник следующим поколениям мастеров, демонстрацию этого наследия, а также активное использование изделий ремесел в повседневной жизни местного населения.

Особый характер нематериального культурного наследия подчеркивается также использованием в отношении него в документах ЮНЕСКО термина «живое наследие» или «живая культура» (*living heritage, living culture*) [3]. Анализ научной литературы показал отсутствие единого определения термина «живая культура». Так, в исследовании Международного исследовательского центра по сохранению и реставрации культурных ценностей (ICCROM) «Живое наследие: резюме» указывается, что все определения живого наследия так или иначе связаны с сообществом, с преемственностью традиционного использования и традиционных практик, а также с составляющими нематериального культурного наследия [5]. Так, Кулешова М.Е. при исследовании культурных ландшафтов определяет живую культуру как «традиции землепользования, художественные промыслы, народные ремесла и технологии, традиции обустройства своего жизненного пространства и его сакрализация, обрядовые народные и религиозные обычаи, фольклор» [6]. Как видно из приведенных выше определений живой культуры и нематериального культурного наследия, можно говорить о равенстве этих понятий, частью которых являются, в том числе, и традиционные ремесла.

Необходимость сохранения нематериальных аспектов культурного наследия подчеркивается и в других документах ЮНЕСКО, а также Международного исследовательского центра по сохранению и реставрации культурных ценностей (ICCROM), Международного совета по сохранению памятников и достопримечательных мест (ICOMOS).

Так, в Конвенции ЮНЕСКО «Об охране и поощрении разнообразных форм культурного самовыражения», принятой в 2005 году в дополнение к Конвенции ЮНЕСКО 2003 года, среди основных определений вводится понятие «индустрии культуры» или «культурные индустрии» (*cultural industries*). В научной литературе встречается также синоним этого определения – «креативные индустрии» (*creative industries*) [7]. Согласно определению, приведенному в Конвенции 2005 года, это «деятельность и такие товары и услуги, которые… воплощают или несут в себе формы культурного самовыражения, независимо от своей возможной коммерческой ценности. Культурная деятельность может быть самоцелью или может способствовать производству культурных товаров и услуг» [8, с. 5]. К ним относятся: ремесла, изобразительное искусство, дизайн, архитектура, печатные и музыкальные издания, аудио-, видео- и мультимедийное производство, кинематография, театральная деятельность и другие категории творчества. Исследование этого вопроса выявило тенденцию формирования культурно-креативных кварталов, в которых объединяются ремесленные, художественные, театральные, мастерские, студии дизайна, ателье. Вокруг таких культурных кварталов, как правило, есть театры, музеи, галереи и т.д. Они становятся центрами культурной и общественной жизни, как местного населения, так и туристов.

В Квебекской декларации ИКОМОС «О сохранении духа места» (*Québec Declaration on the preservation of the spirit of place*, 2008 г.) [9] подчеркивается значение нематериальных аспектов при целостном восприятии территории: «духа места» – «материальные и нематериальные, физические и духовные элементы, которые придают территории ее индивидуальный характер, смысл, эмоциональность и таинственность. Дух создает пространство, в то же время пространство создает и структурирует этот дух» [10].Дух места состоит как из природных, так и из социокультурных составляющих, включающих НКН. Сохранение духа места в аспекте сохранения нематериального культурного наследия в границах музеев под открытым небом рассматривается в работах Севан О.Г. [11]. В них описана методика воссоздания духа места через чувственные характеристики среды, звук, запах и т.д. в искусственно создаваемых на новых территориях деревнях, музеях под открытым небом и др. Она применима также к созданию других объектов и комплексов, направленных на сохранение и демонстрацию нематериального культурного наследия, в том числе ремесел.

О сохранении ремесел, как части нематериального культурного наследия, и его роли в решении социо-экономических проблем говорится в Парижской декларации ИКОМОС «О наследии как движущей силе развития» (2011 г.). В документе предлагается «поддерживать сохранение традиционных сельскохозяйственных и ремесленных видов деятельности для сохранения профессиональных навыков и опыта, и создания рабочих мест для местных сообществ» [12]. Это особенно актуально для малых городов и сельской местности, как основных хранителей нематериального культурного наследия: ремесел, фольклора, обрядов и др.

Важность одновременного сохранения и материального, и нематериального аспектов культурного наследия в исторических городах подчеркивается в «Принципах Валлетты по сохранению и управлению историческими городами и урбанизированными территориями» (*The Valletta Principles for the Safeguarding and Management of Historic Cities, Towns and Urban Areas*, ИКОМОС, 2011 г.), согласно которым сохранению подлежат «культурные традиции, традиционные технологии, дух места и все, что способствует идентичности места» [10, с. 7]. Развитие туризма при этом должно строиться на уважении культуры местного сообщества и «поддержке … традиционных видов деятельности» [10, с. 9]. Принципы и стратегии, предложенные в документе, направлены не только на охрану, но и на бережное включение материального и нематериального культурного наследия в современную социокультурную и социоэкономическую жизнь.

Таким образом, современные тенденции сохранения культурного наследия показывают взаимосвязь и единство подходов к сохранению как материальных, так и нематериальных его аспектов. Нематериальное культурное наследие, также как и культура в целом, находится постоянно в развитии. Оно обогащается каждым следующим поколением и представляет собой не только унаследованные традиции из прошлого, но и современные нематериальные аспекты культуры и сельских, и городских территорий. Нематериальное культурное наследие, находящееся под угрозой из-за процессов глобализации, стандартизации, урбанизации, сегодня рассматривается как определяющий фактор для сохранения культурного разнообразия и этнической самобытности, столь важных для развития туризма.

Познание чужой культуры способствует налаживанию межкультурного диалога и взаимопонимания между людьми, воспитывает чувство толерантности. Туризм помогает в решении социокультурных и социо-экономических проблем. Акцентирование туризмом интереса к нематериальному культурному наследию, понимание местными жителями ценности своего нематериального культурного наследия вызывает у них чувство гордости и патриотизма. Доходы от сферы туризма имеют мощный мультипликативный эффект в смежных отраслях экономики, что увеличивает доходы и уровень жизни местного населения, а также обеспечивает финансирование мероприятий по возрождению, сохранению и развитию как материального, так и нематериального культурного наследия. Однако индустрия туризм оказывает не только положительное, но и отрицательное воздействие на культурное наследие. Среди отрицательных последствий воздействия туризма на нематериальное культурное наследие можно выделить явление коммерциализации (*commodification*) – «процесс превращения культурного наследия в товар, при котором

объекты и явления культуры оцениваются рыночными категориями, исключительно с точки зрения их обменной стоимости, доходности, конкурентоспособности на рынке» [13]. Согласно мнению ряда исследователей [13, 14, 17, 18, 19], прекращение использования изделий традиционных ремесел в повседневной жизни местного населения и их производство в основном для продажи туристам; изготовление сувениров из материалов и в техниках, не соответствующих традиционным; нарушение и упрощение ремесленных традиций, ритуалов, традиций исполнительского искусства; изменения во внешнем виде и одежде местного населения; ориентация только на потребности туристов и т.д. может привести к потере аутентичности нематериального культурного наследия.

В исследовании «Туризм и нематериальное культурное наследие», выполненном Всемирной Туристской Организации (UNWTO, 2012 г.) [14], приводятся данные о том, что знакомство с живой культурой, т. е. с нематериальным аспектом культурного наследия местности, сегодня стало одним из основных мотивов путешествий среди туристов. Согласно анализу источников [7, 14, 16, 17, 18, 19], увеличивается число путешественников, стремящихся к познанию новых культур через погружение в живую культуру территории отдыха и обучение традиционным ремеслам, исполнительскому искусству, национальной кухне и другим составляющим нематериального культурного наследия.

Туристские продукты на базе нематериального культурного наследия (НКН), согласно UNWTO, могут быть сформированы созданием культурных пространств и строительством центров для демонстрации НКН, разработкой новых и использованием существующих экскурсионных маршрутов, схем или сети объектов наследия, использованием и возрождением фестивалей и других мероприятий [14]. Всемирной Туристкой Организацией подчеркивается важность обеспечения баланса между образованием и развлечением при показе нематериального культурного наследия [14], т.к. стремление к излишней интерактивности при организации таких туристских объектов приводит к превращению их в объекты индустрии развлечений, что вредит сохранению подлинности нематериального культурного наследия.

Сегодня нематериальное культурное наследие сохраняется и демонстрируется в малоизмененной социокультурной среде в сельской местности и в малых городах, где живы традиции. В крупных городах наряду с сохранением происходит развитие нематериального культурного наследия. В результате анализа зарубежной и отечественной практики организации и демонстрации ремесел как части нематериального культурного наследия автором выявлены следующие успешно функционирующие формы. Организуются туры в исторические деревни с действующими мастерскими ремесленников, расположенными в ряде случаев рядом с жилищем мастера. Открыты для посещений ремесленные мастерские при различных учреждениях культуры, таких как дома культуры, дома ремесел, дома творчества. Ремесленные традиции представлены в различных музеях: этнографических музеях, музеях под открытым небом, музеях народного творчества, экомузеях. В мировой практике имеются примеры организации территориально выделенных культурно-креативных пространств – улиц, кварталов, деревень ремесленников, культурных или креативных кварталов (*cultural, creative quarters/districts*).К популяризованным объектам, демонстрирующим ремесла и названным Малявиным В.В. объектами «постмузейности» [15], можно отнести следующие искусственно созданные объекты, имитирующие определенную эпоху: этнопарки, этнографические деревни (*ethno villages*), деревни наследия (*heritage villages*), исторические деревни (*historical villages*), хижины и приюты. Временная организация ремесленной деятельности, сопряженная, как правило, с традиционными сезонными праздниками, фольклорными фестивалями и с другими культурными событиями представлена передвижными мастерскими и мастер-классами на открытом воздухе по освоению навыков ремесленной деятельности.

В ответ на спрос туристов и диверсификацию объектов культурного туризма, для решения комплекса задач по сохранению, актуализации и популяризации нематериального культурного наследия среди местных жителей, знакомства с НКН туристов, а также для разрешения социокультурных и социо-экономических проблем местного населения автор предлагает организацию объектов культурного туризма (ОКТ) с помещениями для ремесленно-креативной деятельности.

Барри Лорд (Barry Lord) в исследовании культурного туризма в Онтарио в 1998 году (Cultural tourism in Ontario) [20] выделяет три категории продуктов культурного туризма: на базе учреждений культуры (*institutions-based*), на базе образа жизни/наследия (*lifestyle/heritage-based*), на базе событий (*events-based*).

В результате проведенного автором исследования и анализа теоретических работ и международных документов в исследуемой области, исследований и анализа 110 зарубежных и отечественных действующих объектов культурного туризма и проектных предложений объектов культурного туризма, а также натурных обследований действующих ОКТ в аспекте организации ремесленно-креативной деятельности, на основании типологии туристских продуктов, предложенной Барри Лордом, автор предлагает классификацию объектов культурного туризма (ОКТ) по базовому ресурсу:

1. Объекты культурного туризма на базе материального культурного наследия – музеи, галереи, театры, памятники истории и культуры, центры науки и искусств.

2. Объекты культурного туризма на базе нематериального культурного наследия (НКН), демонстрирующие ремесленные традиции и расположенные в объектах культурного наследия, в исторических зданиях, не являющихся объектами культурного наследия, а также в современных зданиях:

- музеи под открытым небом (музеи-заповедники, скансены, экомузеи, живые музеи);
- культурно-креативные пространства (улицы ремесленников, деревни ремесленников, культурно-креативные и культурно-этнические кварталы);
- действующие ремесленные мастерские;
- частные дома ремесленников с мастерскими;
- объекты «постмузейности» (этнографические деревни, центры наследия, деревни наследия, хижины, приюты и т.д.).

3. Объекты культурного туризма событийного характера – фестивали искусств, ярмарки, карнавалы, традиционные и сезонные праздники, выставки, празднование памятных дат, мастер-классы на открытом воздухе по освоению навыков традиционных ремесел.

По признаку аутентичности материальных и нематериальных составляющих ОКТ, опираясь на классификации музеев под открытым небом, разработанные Глушковой П.В. [21], Тихоновым В.В. [22], автор предлагает следующую классификацию объектов культурного туризма на базе нематериального культурного наследия:

- ОКТ на базе НКН, консервирующие и воссоздающие культурную среду – презентация нематериального культурного наследия осуществляется в границах музеев под открытым небом: в аутентичных зданиях и сооружениях, расположенных на историческом месте (музеи-резерваты [22], «in situ» [23]) или в аутентичных зданиях, перемещенных на новое место (музеи-трансляторы [22], «скансен»).

- ОКТ на базе НКН, моделирующие/имитирующие традиционную культурную среду – состоят из неаутентичных, стилизованных объектов и формируются как на историческом, так и на новом месте. К этому типу ОКТ можно отнести «музеи-реконструкции» [22] (например, этнопарки) и объекты «постмузейной» практики (например, этнографические деревни, центры наследия, деревни наследия, хижины, приюты и т.д.).

- ОКТ на базе НКН, существующие в живой социокультурной среде – представлены действующими ремесленными мастерскими в городских условиях или в сельской местности: жилые дома мастеров-ремесленников с мастерскими, улицы ремесленников, культурно-креативные кварталы, творческие кластеры и др. К этому типу ОКТ можно отнести также живой музей и экомузей, в которых культурная среда сохраняется не в статичном состоянии, а в динамичном развитии [21].

Таким образом, в ответ на спрос туристов в последние годы в мире появляется большое количество разнообразных объектов культурного туризма (ОКТ) на базе нематериального культурного наследия (НКН). Они существуют либо в живой социокультурной среде, либо в моделируемой, которая носит постановочный характер, либо в среде, консервирующей определенную эпоху.В предлагаемых автором объектах культурного туризма с помещениями для ремесленно-креативной деятельности местные жители и туристы могут узнать об истории возникновения ремесел, понаблюдать за

работой мастера, поучаствовать в мастер-классе по обучению традиционным ремесленным техникам, а также приобрести понравившуюся продукцию.

Учитывая природу нематериального культурного наследия, его эффективнее сохранять в живой социокультурной среде, в которой это наследие сформировалось. «Оно всегда должно оставаться живым в контексте современности, сохранять свой созидательный творческий характер» [1], постоянно практиковаться внутри общества, обеспечивая связь поколений. Расположение ОКТс помещениями для ремесленно-креативной деятельности в живой социокультурной среде способствует включению НКН в повседневную культурную жизнь местного населения, а также формирует целостное впечатление туристов от восприятия нематериального культурного наследия. В такой среде осуществляется естественный процесс актуализации нематериального культурного наследия, т.е. постоянного воспроизводства и передачи его следующим поколениям.

Список библиографических ссылок

1. Кирюшина Ю.В. Нематериальное культурное наследие – актуальное понятие современности // Известия Алтайского государственного университета, 2011, № 2-1 (70). – С. 244-247. URL: http://izvestia.asu.ru/2011/2-1/cult/TheNewsOfASU-2011-2-1-cult-01.pdf (дата обращения: 08.02.15).
2. Курьянова Т.С. Этнический аспект нематериального культурного наследия: способы сохранения // Вестник Томского государственного университета, № 362. – 2012. – С. 87-90. URL: http://cyberleninka.ru/article/n/nematerialnoe-nasledie-etapy-stanovleniya-termina-i-yavlenie (дата обращения: 08.02.15).
3. What is Intangible Cultural Heritage? // UNESCO.ORG: официальный сайт Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО). URL: http://www.unesco.org/culture/ich/doc/src/01851-EN.pdf (дата обращения: 18.08.15).
4. Конвенция ЮНЕСКО Об охране нематериального культурного наследия, 2003. // UN.ORG:официальный сайт Организации Объединённых Наций (ООН). URL: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/cultural_heritage_conv.shtml (дата обращения: 07.01.10).
5. Living Heritage: A Summary // ICCROM.ORG: Официальный сайт Международного исследовательского центра по сохранению и реставрации культурных ценностей(ИККРОМ). URL: http://www.iccrom.org/wp-content/uploads/PCA_Annexe-1.pdf (дата обращения: 07.10.15).
6. Кулешова М.Е. Управление культурными ландшафтами и иными объектами историко-культурного наследия в национальных парках. Дополнительные материалы к стратегии управления национальными парками России, Выпуск 6. – М.: Издательство центра охраны дикой природы, 2002. – 14 с.
7. Richards Greg, Wilson Julie. Tourism development trajectories: from culture to creativity? // Tourism, Creativity and Development. – Routledge, 2007. – 323 с.
8. Конвенция ЮНЕСКО «Об охране и поощрении разнообразных форм культурного самовыражения», 2005 // UNESCO.ORG: официальный сайт Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО). URL: http://en.unesco.org/creativity/convention/2005-convention/2005-convention-text (дата обращения: 19.11.14).
9. Квебекская декларация ИКОМОС о сохранении духа места, 2008. // ICOMOS.ORG: официальный сайт Международного совета по сохранению памятников и достопримечательных мест (ИКОМОС). URL: http://www.international.icomos.org/quebec2008/quebec_declaration/pdf/GA16_Quebec_Declaration_Final_EN.pdf (дата обращения: 26.09.15).
10. Принципы Валлетты по сохранению и управлению историческими городами и урбанизированными территориями, 2011 // ICOMOS.ORG: официальный сайт Международного совета по сохранению памятников и достопримечательных мест (ИКОМОС). URL: http://www.icomos.org/charters/RUSS_Valletta_principles.pdf (дата обращения: 26.09.15).

11. Севан О.Г. Дух места: между материальным и нематериальным наследием. // Портал «Культура Архангельской области». URL: http://www.culture29.ru/upload/medialibrary/2c2/2c256adc999d4d7d072e9aa9a8158c1e.pdf (дата обращения: 28.09.15).
12. Парижская декларация ИКОМОС «О наследии как движущей силе развития», 2011. // ECOVAST.RU: официальный сайт Российского комитета Европейского Совета по селам и малым городам (ЕКОВАСТ). URL: http://www.ecovast.ru/images%5C2012%5CDeclaration.pdf (дата обращения: 19.11.14).
13. Мошняга Е.В. Международный культурный туризм как фактор межкультурной коммуникации. // Научные труды Московского гуманитарного университета. – 2005, Выпуск 55. – С. 128-147. URL: http://www.mosgu.ru/nauchnaya/publications/SCIENTIFICARTICLES/2006/Moshnjaga/ (дата обращения: 18.08.15).
14. UNWTO Study on tourism and intangible cultural heritage. Summary // UNWTO.ORG: официальный сайт Всемирной Туристской Организации. URL: http://ethics.unwto.org/publication/study-tourism-and-intangible-cultural-heritage (дата обращения: 19.11.14).
15. Малявин В.В. Постмузейная эпоха // Русский журнал, 2004. URL: www.russ.ru/columns/poison/20040812.html (дата обращения: 22.03.2014).
16. Csapó János. The Role and Importance of Cultural Tourism in Modern Tourism Industry // Strategies for Tourism Industry – Micro and Macro Perspectives. InTech, 2012. – С. 201-232. URL: http://www.intechopen.com/books/strategies-for-tourism-industry-micro-and-macro-perspectives/the-role-and-importance-of-cultural-tourism-in-modern-tourism-industry (дата обращения: 8.11.14).
17. Keitumetse Susan, Nthoi Olivia. Investigating the impact of world heritage site tourism on the intangible heritage of a community: Tsodilo Hills World Heritage site, Botswana // International Journal of Intangible Heritage, Выпуск 4 (2), 2010. – С. 143-150.
18. Rodzi Nur Izzati, Zaki Saniah Ahmad, Subli Syed Mohd Hassan Syed. Betweem tourism and intangible cultural heritage // ASEAN Conference on Environment-Behaviour Studies «Cultural Sustainability in the Built and Natural Environment». – Procedia: Social and Behavioral Sciences, 2013, Выпуск 85. – С. 411-420. URL: http://www.academia.edu/4728196/Between_Tourism_and_Intangible_Cultural_Heritage (дата обращения: 20.08.2014).
19. Musinguzi Dan, Kibirige Israel. The role of cultural and heritage education at Bakoni Malapa Open Air Museum: demonstrations of cultural practices and craftwork techniques // International Journal of Intangible Heritage, Выпуск 4, 2009. – С. 152-158.
20. Lord B. Cultural tourism in Ontario // Cultural tourism. ICOMOS, 1993. – С. 126-131. ICOMOS.ORG: официальный сайт Международного совета по сохранению памятников и достопримечательных мест (ИКОМОС). URL: http://www.international.icomos.org/publications/93sy_tou15.pdf (дата обращения: 10.08.14).
21. Глушкова П.В. Классификация музеев под открытым небом в аспекте актуализации нематериального культурного наследия // Вестник Кемеровского государственного университета, № 1 (61), том 1, 2015. – С. 59-63. URL: http://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-muzeev-pod-otkrytym-nebom-v-aspekte-aktualizatsii-nematerialnogo-kulturnogo-naslediya (дата обращения: 03.09.15).
22. Тихонов В.В. Особенности концептуализации музеефикации архитектурно-этнографических комплексов Предбайкалья: дисс... канд. культурол. наук. – Кемерово, 2004. – 197 с.
23. Севан О.Г. Музеи под открытым небом Европы // ECOVAST.RU: официальный сайт Российского комитета Европейского Совета по селам и малым городам (ЕКОВАСТ). URL: http://www.ecovast.ru/images/europmuseum.pdf (дата обращения: 22.03.14).

Stepanchuk A.V. – assistant
E-mail: alena.stepanchuk@bk.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Preservation, development and demonstration of crafts as a part of the intangible cultural heritage in cultural tourism objects

Resume

The paper is dedicated to the problems of preservation and development of the intangible cultural heritage, as well as its relationship and demonstration through cultural tourism of nowadays.

It is considered the history of formation of the term «intangible cultural heritage», analyzed the relationship between tourism and intangible cultural heritage, and it is also identified approaches to conservation and development of intangible cultural heritage.

The article presents the author's interpretation of classification of cultural tourism objects on basic resources (on the basis of tangible, intangible cultural heritage and event character), as well as the author's classification of cultural tourism objects based on the intangible cultural heritage in terms of the degree for authenticity of its tangible and intangible culture elements.

Keywords: intangible cultural heritage, cultural tourism objects, living heritage, crafts, craft and creative activities, tourism, cultural industries, commodification of intangible cultural heritage.

Reference list

1. Kiryushina Y.V. Intangible cultural heritage – the current concept of modernity. // News of Altai State University, № 2-1 (70), 2011. – P. 244-247. URL: http://izvestia.asu.ru/2011/2-1/cult/TheNewsOfASU-2011-2-1-cult-01.pdf (reference date: 08.02.15).
2. Kuryanova T.S. Ethical aspect of intangible cultural heritage: ways to save. // Bulletin of Tomsk State University, № 362, 2012. – C. 87-90. URL: http://cyberleninka.ru/article/n/nematerialnoe-nasledie-etapy-stanovleniya-termina-i-yavlenie (reference date: 08.02.15).
3. What is Intangible Cultural Heritage? // UNESCO.ORG: the official website ofThe United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). URL: http://www.unesco.org/culture/ich/doc/src/01851-EN.pdf (reference date: 18.08.15).
4. UNESCO Convention for the Safeguarding of the Intangible Cultural Heritage, 2003 // UN.ORG: the official website ofThe United Nations. URL: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/cultural_heritage_conv.shtml (reference date 07.01.10).
5. Living Heritage: A Summary. //ICCROM.ORG:the official website of The Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property (ICCROM). URL: http://www.iccrom.org/wp-content/uploads/PCA_Annexe-1.pdf (reference date: 07.10.15).
6. Kuleshova M.E. Management of cultural landscapes and other objects of historical and cultural heritage in national parks. Additional materials to the strategy of the management of national parks in Russia, Issue 6 – M.: Publishing house of the Biodiversity Conservation Center, 2002. – 14 p.
7. Richards Greg, Wilson Julie. Tourism development trajectories: from culture to creativity? // Tourism, Creativity and Development. – Routledge, 2007. – 323 p.
8. UNESCO Convention on the Protection and Promotion of the Diversity of Cultural Expressions, 2005. //UNESCO.ORG: the official website ofThe United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). URL: http://en.unesco.org/creativity/convention/2005-convention/2005-convention-text (reference date: 19.11.14).
9. ICOMOS Québec declaration on the preservation of the spirit of place, 2008. // ICOMOS.ORG: the official website of International Council of Monuments and Sites (ICOMOS). URL: http://www.international.icomos.org/quebec2008/quebec_declaration/pdf/GA16_Quebec_Declaration_Final_EN.pdf (reference date: 26.09.15).
10. The Valletta Principles for the Safeguarding and Management of Historic Cities, Towns and Urban Areas, 2011 //ICOMOS.ORG: the official website of The International Council of Monuments and Sites (ICOMOS). URL: http://www.icomos.org/charters/RUSS_Valletta_principles.pdf (reference date26.09.15).
11. Sevan O.G. The spirit of the place: between the tangible and intangible heritage. // Portal «Culture of the Arkhangelsk region». URL: http://www.culture29.ru/upload/medialibrary/2c2/2c256adc999d4d7d072e9aa9a8158c1e.pdf (reference date: 28.09.15).

12. ICOMOS Paris declaration On heritage as a driver of development, 2011. // ECOVAST.RU: the official website of The Russian committee of European Council for the village and small town (ECOVAST). URL: http://www.ecovast.ru/images%5C2012%5CDeclaration.pdf (reference date: 19.11.14).
13. Mosnyaga E.V. International cultural tourism as a factor of intercultural communication. // Proceedings of the Moscow University for the Humanities, 2005, Volume 55. – P. 128-147. URL: http://www.mosgu.ru/nauchnaya/publications/SCIENTIFICARTICLES/2006/Moshnjaga/ (reference date: 18.08.15).
14. UNWTO Study on tourism and intangible cultural heritage. Summary. //UNWTO.ORG:the official website of The World Tourism Organization (UNWTO). URL: http://ethics.unwto.org/publication/study-tourism-and-intangible-cultural-heritage (reference date: 19.11.14).
15. Malyavin V.V. Post Museum era // Russian Journal, 2004. URL: www.russ.ru/columns/poison/20040812.html (reference date: 22.03.2014).
16. Csapó János. The Role and Importance of Cultural Tourism in Modern Tourism Industry // Strategies for Tourism Industry – Micro and Macro Perspectives. InTech, 2012. – P. 201-232. URL: http://www.intechopen.com/books/strategies-for-tourism-industry-micro-and-macro-perspectives/the-role-and-importance-of-cultural-tourism-in-modern-tourism-industry (reference date: 8.11.14).
17. Keitumetse Susan, Nthoi Olivia. Investigating the impact of world heritage site tourism on the intangible heritage of a community: Tsodilo Hills World Heritage site, Botswana // International Journal of Intangible Heritage, Volume 4 (2), 2010. – P. 143-150.
18. Rodzi Nur Izzati, Zaki Saniah Ahmad, Subli Syed Mohd Hassan Syed. Betweem tourism and intangible cultural heritage. // ASEAN Conference on Environment-Behaviour Studies «Cultural Sustainability in the Built and Natural Environment». – Procedia: Social and Behavioral Sciences, 2013, Volume 85. – P. 411-420. URL: http://www.academia.edu /4728196/Between_Tourism_and_Intangible_Cultural_Heritage (reference date: 20.08.2014).
19. Musinguzi Dan, Kibirige Israel. The role of cultural and heritage education at Bakoni Malapa Open Air Museum: demonstrations of cultural practices and craftwork techniques // International Journal of Intangible Heritage, Volume 4, 2009. – P. 152-158.
20. Lord B. Cultural tourism in Ontario // Cultural tourism. ICOMOS, 1993. – P. 126-131. // ICOMOS.ORG: the official website of International Council of Monuments and Sites (ICOMOS). URL: http://www.international.icomos.org/publications/93sy_tou15.pdf (reference date: 10.08.14).
21. Glushkova P.V. Classification of open-air museums in the actualization aspect of intangible cultural heritage // Vestnik of Kemerovo state university, № 1 (61), vol. 1, 2015. – P. 59-63. URL: http://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-muzeev-pod-otkrytym-nebom-v-aspekte-aktualizatsii-nematerialnogo-kulturnogo-naslediya (reference date: 03.09.15).
22. Tikhonov V.V.Conceptualization features of museumification of Architectural-Ethnographic Complex of Predbajkal: diss... PhDof cultural Studies. Kemerovo, 2004. – 197 p.
23. Sevan O.G. Open-air museums in Europe. //ECOVAST.RU: the official website of The Russian committee of European Council for the village and small town (ECOVAST). URL: http://www.ecovast.ru/images/europmuseum.pdf (reference date: 22.03.14).

УДК 719:72
Степанчук А.В. – ассистент
E-mail: alena.stepanchuk@bk.ru
Агишева С.Т. – аспирант, ассистент
E-mail: agisheva@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

План управления объектом культурного наследия «Городской парк Черное озеро» (г. Казань, Россия) на основе сохранения и преемственного развития материального и нематериального культурного наследия объекта и окружающих его территорий

Аннотация

В данной статье рассмотрены и проанализированы предпосылки перехода от охраны только материального наследия к единству материальных и нематериальных составляющих культурного наследия, а также перехода от охраны и развития не только объектов в их границах, но и прилегающих к ним территорий исторических городских ландшафтов. Проанализированы основные приемы и подходы по данной тематике в РФ и за рубежом.

В статье представлен план управления объектом культурного наследия (ОКН) «Городской парк Черное озеро» (г. Казань, Россия), находящегося в зоне охраны (буферной зоне) объекта Всемирного культурного наследия ЮНЕСКО Ансамбля Казанского кремля. В основе плана управления лежат современные международные тенденции по сохранению и преемственному развитию материального и нематериального наследия, признающих современное развитие и преобразование исторических городов с учетом переменных социально-культурных и социально-экономических факторов. Отличительной особенностью авторской концепции является обоснование создания плана управления объектом, а также предложение по концепции интеграции ОКН с общегородской социокультурной структурой города, обеспечивающие устойчивое развитие материальной и нематериальной культуры как самих ОКН, так и прилегающих территорий исторических городских ландшафтов.

Ключевые слова: материальное и нематериальное культурное наследие, живое наследие, конвенции ЮНЕСКО, принципы сохранения и развития наследия, трансформация городской среды, стратегический план управления наследием.

В XXI веке в мире изменилось отношение к культурному наследию в связи с изменениями восприятия понятия «культурно-историческое наследие» и попыткой определения масштабов, процессов и ценностей исторической городской среды. Внедрение новых принципов устойчивого развития в области градостроительства и территориального планирования привели к переоценке значимости исторического и культурного наследия.

Культурное наследие стало рассматриваться в единстве его материальных и нематериальных аспектов. В конце XX в. – начале XXI века в понятии «культурное наследие» начали выделять материальное культурное наследие (*tangible cultural heritage*) и нематериальное культурное наследие (*intangible cultural heritage*) или живое наследие (*living heritage*) [1]. Согласно Конвенции ЮНЕСКО «Об охране нематериального культурного наследия» (2003 г.), **нематериальное культурное наследие (НКН)** – это «обычаи, формы представления и выражения, знания и навыки, – а также связанные с ними инструменты, предметы, артефакты и культурные пространства, – признанные сообществами, группами и, в некоторых случаях, отдельными лицами в качестве части их культурного наследия» [2]. В Конвенции (2003) к НКН относятся:

- «устные формы выражения и традиции, включая язык в качестве носителя нематериального культурного наследия;

- исполнительские искусства;
- обычаи, обряды, празднества;
- знания и обычаи, относящиеся к природе и вселенной;
- знания и навыки, связанные с традиционными ремеслами» [2].

Нематериальное культурное наследие сегодня рассматривается как определяющий фактор для сохранения культурного разнообразия, находящегося под угрозой из-за процессов глобализации.

Еще в 1930-1970-х гг. XX в. были сформированы основные принципы охраны объектов культурного наследия и их окружающей среды, отраженные в Афинской хартии «О реставрации исторических памятников» (1931 г.), Венецианской хартии по вопросам «Сохранения и реставрации памятников и достопримечательных мест» (1964 г.), Конвенции об охране всемирного культурного и природного наследия (ЮНЕСКО, 1972 г.), а также в ряде Руководств по выполнению Конвенции об охране всемирного культурного и природного наследия (1977-1978 гг.). Одним из первых документов, совершенствующих Венецианскую хартию, явилась Вашингтонская хартия по вопросам «Сохранения исторических городов и городских территорий» (ИКОМОС, 1987 г.), которая акцентировала внимание на том, что невозможно сохранить исторические города в неизменном состоянии с течением времени и поэтому разрешила включать новую застройку в существующую историческую ткань, обеспечивая «наслоение времен» в формировании городского пространства с учетом «масштабов и размеров», «гармоничном сосуществовании новой архитектуры с окружающей средой памятников» [3, параграф 10].

Видение городских объемно-планировочных структур как последовательных наслоений материальных и нематериальных ценностей дает возможность сформулировать положения долгосрочной охранной политики, основанной на признании современного развития и преобразования исторических городов с учетом переменных социально-культурных и социально-экономических факторов. В результате, новая охранная парадигма сформировалась с переходом к охране не только отдельно выдающихся объектов культурного наследия (ОКН), но и исторической застройки, отражающей образ жизни рядовых горожан, а также с переходом к защите и развитию не только материального, но и нематериального культурного наследия (НКН), интегрированного с повседневной жизнью города и превращенного в обязательные элементы исторического городского ландшафта.

Таким образом, с изменениями концепций в охранной политике и переходом от тотального «сохранения» к парадигме «управления изменениями», вызванные под давлением всемирной урбанизации, глобальным ростом городов и формированием новых социально-экономических и культурных явлений, а также потери большого процента исторической застройки, появились концепции устойчивого городского развития, заявленные в Венском меморандуме «Всемирное наследие и современная архитектура – Управление историческим городским ландшафтом» (2005 г.), Сианьской декларации ИКОМОС «О сохранении окружения структур, объектов и районов, являющихся культурным наследием» (2005 г.) и в Рекомендациях ЮНЕСКО «Об исторических городских ландшафтах (2011 г.). В этих документах подчеркиваются постоянные изменения городских структур, включающих как материальные, так и нематериальные объекты культурного наследия, и необходимость контролировать и управлять процессом трансформации исторических территорий. В основу этих тенденций положен подход «исторического городского ландшафта», согласно которому города аккумулируют большое количество разнообразных социально-культурных структур, отраженных в культурном наследии различных времен, что генерирует новые подходы к сохранению наследия, его модернизации и адаптации к условиям городского развития и управления.

Необходимость совместного сохранения материальных и нематериальных составляющих культурного наследия подчеркивается в Кимберлийской декларации ИКОМОС (2003 г.), в Квебекской декларации ИКОМОС «О сохранении духа места» (2008 г.), в Парижской декларации ИКОМОС «О наследии как движущей силе развития» (2011 г.), в «Принципах Валлетты по сохранению и управлению историческими городами и урбанизированными территориями» (ИКОМОС, 2011 г.). Согласно «Принципам…»

(2011 г.), сохранению подлежат «культурные традиции, традиционные технологии, дух места и все, что способствует идентичности места» [4, с. 7]. Развитие туризма при этом должно строиться на уважении культуры местного сообщества и «поддержке … традиционных видов деятельности» [4, с. 9].

Взаимосвязи туризма и культурного наследия сегодня с мире уделяется большое внимание.

Согласно данным Всемирной Туристской Организации (UNWTO), на протяжении последних шестидесяти лет туризм продолжает непрерывно расти, увеличивается количество специализированных видов туризма, происходит диверсификация туристских продуктов. Туризм превратился в одну из самых быстрорастущих и высокодоходных отраслей мировой экономики [5, с. 99]. Увеличивается спрос со стороны туристов на познание чужой живой культуры посредством участия в повседневной жизни местного населения, через собственный эмпирический опыт погружения в живую культуру местности. Таким образом, туризм способствует межкультурному диалогу, пониманию чужой культуры, воспитанию толерантности и сохранению мира.

Современные туристы ориентированы на познание нематериального культурного наследия территории отдыха через собственную творческую деятельность: обучение навыкам традиционных ремесел, изучение языков, фольклора, традиций изобразительного и исполнительского искусств и т.д. Все это привело к формированию таких подвидов культурного туризма, как креативный туризм (*creative tourism*), ремесленный туризм (*craft tourism*), арт-туризм (*art tourism*) и других.

Одним из примеров мировой практики организации туристских продуктов на базе нематериального культурного наследия являются культурно-креативные кварталы и районы («*cultural quarters*», «*cultural districts*», «*creative clusters*», «*creative districts*») [6, с. 3]. Это территориально выделенные районы, в которых создаются благоприятные условия для развития небольших творческих производств [7], таких как: ремесленные, художественные и театральные мастерские (с выставочным пространством и магазином); антикварные, книжные и медиа магазины; ателье дизайнеров; рекламные агентства; издательства и т.п. Например, квартал искусств в Вене (Австрия), ревитализированные промышленные кварталы в Шеффилде, Манчестере и Ливерпуле (Великобритания), квартал ювелиров в Бирмингеме (Великобритания); квартал № 130 в Иркутске (Россия) и т. д.).

Для сохранения и развития материального и нематериального культурного наследия необходимо придерживаться концепции «историко-культурной преемственности», которая основывается на активном использовании объектов культурного наследия и принципах закономерного развития исторической городской среды. Планы развития туризма должны быть скоординированы с планами управления объектами культурного наследия, учитывать положительное и негативное воздействие туризма на ОКН, предусматривать управление потоками туристов (*visitor management*) и организацию презентации объектов культурного наследия (*interpretative management*). Согласно документам ЮНЕСКО, UNWTO, ИКОМОС, устойчивое развитие туризма невозможно без бережного отношения к материальному и, особенно, к нематериальному культурному наследию, которое особенно уязвимо в силу своей неосязаемой природы и тесной связи с социумом.

В результате проходивших в Казани в 2014 г. проектных семинаров «Стратегическое планирование и управление культурным наследием» под руководством Бритты Рудольфф – эксперта ИКОМОС по сохранению археологического наследия, профессора Международного института менеджмента в области культурного наследия Бранденбургского технического университета г. Коттбуса (Германия) – проектные группы, объединившие специалистов в области сохранения культурного наследия из Исполкома г. Казани, Управления архитектуры и градостроительства г. Казани, Министерства культуры РТ, Академии Наук РТ, Татарстанского регионального отделения Всероссийского общества охраны памятников истории и культуры, а также преподавателей, аспирантов и студентов КГАСУ и других вузов Казани, разработали Планы управления Объектом Всемирного наследия, объектами культурного наследия федерального и регионального значения [8, 9, 10]:

- Государственный историко-архитектурный и художественный музей-заповедник «Казанский Кремль» (объект ЮНЕСКО);

- ОКН федерального значения: Храм-памятник воинам, павшим при взятии Казани в 1552 году; Надвратная церковь Кизического монастыря; Здание Гостиного двора; Апанаевская мечеть; Усадьба Баратынского; Усадьба Сандецкого (Музей изобразительных искусств РТ);

- ОКН регионального значения: Городской парк «Черное озеро»; Черноярovский пассаж; Здание Александровского пассажа и др.

Проектная группа под руководством начальника отдела охраны памятников Управления архитектуры и градостроительства г. Казани О.Н. Авксентьевой состояла из специалистов отдела охраны памятников УАиГ г. Казани (Н.Н. Галеева – археолог, реставратор; Е.И. Нуртдинова – инженер; Н.В. Нестеренко – филолог; Е.Р. Исхакова – историк) и преподавателей кафедры Проектирование зданий Казанского государственного архитектурно-строительного университета (А.В. Степанчук – инженер-архитектор; С.Т. Агишева – архитектор). Группой был разработан План управления ОКН «Городской парк Черное озеро».

Городской парк Черное озеро расположен в г. Казань на ул. Дзержинского. Он возник в конце XVIII века и послужил основой для современной структуры озеленения Казани. Такие природные факторы, как вода, растительность, рельеф и геологические условия, обусловили традиционный прием планировки городского парка. На его территории ранее находились несколько исчезнувших сейчас озер – Черное, Банное и Чистое, которые были естественными границами кремлевской цитадели в средние века. Парк был активным местом общения горожан с беседками, павильонами, туалетами, тиром, зимой там устраивали каток. В 1891 году на углу парка по заказу купца М.Н. Квасникова было построено кирпичное здание цветочного магазина, который сохранил свое изначальное функциональное назначение и в настоящее время.

Сегодня этот парк рассматривается как памятник ландшафтной архитектуры XVIII века. А согласно Постановлению Кабинета Министров Республики Татарстан (от 10.11.2002 г. № 626) Городской парк Черное озеро признан объектом культурного наследия регионального (республиканского) значения. Предмет охраны городского парка состоит из историко-культурных и природных компонентов:

1) историко-культурные компоненты:
- историческое расположение и границы ОКН;
- историческая регулярная планировочная структура ОКН;
- подлинные ограждения по периметру ОКН;
- арка у главного входа со стороны ул. Лобачевского 1970-х гг. постройки;
- цветочный магазин.

2) природные компоненты:
- характер рельефа в виде чаши, карстовые породы;
- расположение озера на территории ОКН;
- высокоствольные деревья ценных пород (липы) возрастом более 30 лет.

Согласно Проекту зон охраны (ПЗО) г. Казани (1988 г.) территория городского парка Черное озеро находилась на границе зон охраны (буферной зоны) Казанского Кремля, но не входила в нее. Однако согласно ПЗО Ансамбля Казанского кремля (2010 г.), а также нового ПЗО Ансамбля Казанского кремля (2015 г.), ОКН «Городской парк Черное озеро» входит в буферную зону Ансамбля Казанского кремля – объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО, включенного в список в 2001 г. Это подтверждает важность разработки Плана управления развития ОКН регионального значения «Черное озеро» в связи с некоторыми ограничениями, наложенными как режимами охранных зон самого объекта, так и охранных зон и зон регулирования застройки Казанского кремля.

В соответствии с Федеральным законом от 25.06.2002 № 73-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации», в границах территории объекта культурного наследия «запрещается строительство объектов капитального строительства и увеличение объемно-пространственных характеристик …, за исключением работ по сохранению объекта культурного наследия или отдельных его элементов, сохранению историко-градостроительной и природной среды объекта культурного наследия [11: Статья 5.1,

пункт 1]. Однако «на территории памятника разрешается ведение хозяйственной деятельности, не противоречащей требованиям обеспечения сохранности объекта культурного наследия и позволяющей обеспечить функционирование объекта культурного наследия в современных условиях» [11: Статья 5.1, пункт 3]. Таким образом, на территории Черного озера есть возможность вести деятельность, направленную на сохранение, развитие и популяризацию объекта, а также интеграцию его материальных и нематериальных культурных составляющих с общегородской структурой.

Рис. Проект ПЗО Ансамбля Казанского кремля (2015 г.):
1 – границы территории ОКН Ансамбля Казанского кремля;
2 – охранная зона Ансамбля Казанского кремля;
3 – зона регулирования застройки и хозяйственной деятельности Ансамбля Казанского кремля;
4 – границы территории ОКН Городской парк Черное озеро

Согласно новому ПЗО Ансамбля Казанского кремля (2015 г.), утвержденного приказом Министерства культуры РФ от 08.09.2015 г. № 2367, территория ОКН Черное озеро располагается в границах его охранной зоны, а также зоны регулирования застройки и хозяйственной деятельности (рис.). На основании того же Федерального закона от 25.06.2002 № 73-ФЗ (ред. от 13.07.2015), «охранной зоной» принято считать «территорию, в пределах которой в целях обеспечения сохранности объекта культурного наследия в его историческом ландшафтном окружении устанавливается особый режим использования земель, ограничивающий хозяйственную деятельность и запрещающий строительство, за исключением применения специальных мер, направленных на сохранение и регенерацию историко-градостроительной или природной среды объекта культурного наследия», а «зоной регулирования застройки и хозяйственной деятельности» является «территория, в которой устанавливается режим использования земель, ограничивающий строительство и хозяйственную деятельность, определяются требования к реконструкции существующих зданий и сооружений» [11: Статья 34. Зоны охраны объектов культурного наследия, параграф 2]. В результате, концепция сохранения и преемственного развития ОКН Черное озеро и окружающих его территорий через раскрытие традиционной материальной и нематериальной культуры, представленная авторами, не противоречит действующему законодательству РФ, а также отвечает современным международным тенденциям сохранения и развития исторических городских ландшафтов.

План управления (Management Plan) состоит из следующих элементов:

- долгосрочного стратегического видения *(Long-term strategic vision*), состоящего из видения и миссии (*Vision and mission*), т.е. идеального образа развития объектов культурного наследия и стратегических целей (*Strategic objectives*);

- стратегий к выполнению (*Strategy of implementation*), состоящих из среднесрочных стратегий и процессов управления (*Medium-term strategies and management processes*) и плана управления проектом (*Project Management plan*);

- плана мероприятий (*Action plan*), состоящего из краткосрочного руководства к выполнению стратегий (*Short-term guidance for implementation of strategies*) и мероприятий на период 4-6 лет (*Actions for ca. 4 -6 years*).

Согласно разработанному проектной группой Плану управления, долгосрочное стратегическое видение (идеальный образ развития) ОКН Городской парк «Черное озеро» – защитить, сохранить, продвигать и развивать материальное и нематериальное наследие Черного озера, его исторический ландшафт как место культурного обмена между местными жителями и туристами из разных частей России или мира для нынешнего и будущего поколений

Стратегические цели для ОКН «Городской парк Черное Озеро»:

1. Сохранить все значимые компоненты наследия в пределах объекта культурного наследия (ОКН) и его буферную зону.

1.1. Сохранение историко-культурной и природной целостности территории в границах объекта культурного наследия (ОКН).

1.2. Правовая охрана элементов материального и нематериального наследия объекта культурного наследия (ОКН) и его буферной зоны.

1.3. Учет и отображение объекта культурного наследия (ОКН) и всех его значимых компонентов в документах территориального планирования (генеральный план), правилах землепользования и застройки, проектах планировки г. Казани.

2. Организовать административные структуры с четкими обязательствами для управления объектом культурного наследия (ОКН) с мониторингом процесса его выполнения и успешного достижения целей.

2.1. Организация специального департамента для управления территорией объекта культурного наследия (ОКН).

2.2. Определение процедур мониторинга и ключевой персоны для осуществления постоянного контроля процессом управления.

2.3. Обеспечение оценки, анализа и научной основы стратегического плана управления в отношении его корректировок для дальнейшего эффективного процесса выполнения и успешного завершения.

2.4. Развитие межведомственных контактов и взаимодействий для эффективного выполнения плана управления.

2.5. Проектные семинары, стажировки и обучение персонала вопросам сохранения ОКН.

3. Интегрировать объект культурного наследия (ОКН) с социокультурной и экономической активностью города, превратив его в обязательный элемент повседневной городской жизни и место для культурного обмена с учетом традиционных и современных видов деятельности и уклада жизни.

3.1. Развитие связей с заинтересованными местными группами и другими значимыми участниками.

3.2. Повышение уровня осведомленности, понимания и представления ОКН – популяризация объекта – через серии культурных программ и мероприятий для всех заинтересованных сторон.

3.3. Создание культурно-креативного квартала на базе ОКН и существующих креативных кластеров для активной творческой деятельности, как жителей Казани, так и туристов для устойчивого развития нематериального культурного наследия.

3.4. Развитие и регулирование эффективного плана управления посетительскими потоками ОКН

3.5. Разработка стандартов и регламентов социальной и экономической деятельности в границах ОКН.

4. Защита объекта культурного наследия (ОКН) и всех его значимых компонентов от различных рисков повреждений или разрушений, таких как природные воздействия (геологические и т.д.) и антропогенные (экологические риски, вандализм, тотальная реконструкция и т.д.).

4.1. Мониторинг состояния объекта культурного наследия (ОКН) и территории буферной зоны с целью выявления всех потенциально негативных воздействий (повреждений или разрушений) на историко-культурные и природные ценности.

4.2. Уменьшение негативных последствий в случае восстановительных работ объекта культурного наследия (ОКН) или реконструкции в буферной зоне.

4.3. Внесение изменений в границы буферной зоны, создание регламентов с особыми требованиями и нормативно-правовых актов в случае негативных воздействий в отношении объекта культурного наследия (ОКН) и всех его значимых компонентов.

5. Интеграция всех значимых компонентов наследия для объекта культурного наследия (ОКН) с местной городской системой управления.

5.1. Интеграция объекта культурного наследия (ОКН) и его историко-культурных компонентов с общегородской туристической инфраструктурой.

5.2. Интеграция объекта культурного наследия (ОКН) и его природных компонентов с общегородской рекреационной системой.

Проектной группой разработан план мероприятий для реализации стратегической цели № 3. С учетом важной исторической роли ОКН в системе общественных рекреационных пространств Казани, предусматривается возрождение духа места, насыщенного культурными функциями, отражающими местные культурные особенности, материальное и нематериальное наследие (живое наследие). ОКН рассматривается как место культурного обмена между жителями Казани и туристами, как с прямым доступом, так и дистанционным, например, через веб-сайт. Для развития привлекательности территории предлагается усовершенствование системы сезонных видов деятельности на территории ОКН и создание соответствующих элементов инфраструктуры. Все предложения по развитию территории должны соответствовать нормативным документам и законодательным актам [11, статья 35] и проводится при согласовании с Министерством культуры, УАиГ, МинЗемИмуществом и др.

Таблица

Мероприятия для стратегической цели № 3 плана управления ОКН «Городской парк Черное Озеро»

№ подцели	Предлагаемые мероприятия
3.1	3.1.1. Встречи группы, управляющей объектом, с местными сообществами, профессионалами, негосударственными организациями и др. группами, заинтересованными в эффективном выполнении Плана Управления. 3.1.2. Встречи и совместная работа с местными ремесленными мастерами и организаторами национальных праздников и фестивалей.
3.2.	3.2.1. Создание веб-сайта и рекламных материалов (сувениры, буклеты, открытки, статьи в газетах и специальных журналах в области сохранения наследия, реклама на ТВ). 3.2.2. Участие в различных Федеральных, Региональных и местных целевых программах и программах частного финансирования для сохранения, восстановления и развития ОКН, а также его рекламной кампании. 3.2.3. Вовлечение ОКН в активную культурную деятельность города как одного из площадок для проведения массовых мероприятий – фестивалей и праздников.
3.3.	3.3.1. Организация ремесленных мастерских с магазинами и выставками в буферной зоне. 3.3.2. Организация в границах объекта традиционных сезонных культурных праздников и событий, фольклорных фестивалей и ремесленных мастер-классов на открытом воздухе. 3.3.3. Организация антикварных, книжных и медиа магазинов в буферной зоне. 3.3.4. Организация художественных галерей, выставок (в т.ч. уличных).
3.4.	3.4.1. Улучшение транспортной инфраструктуры. 3.4.2. Улучшение системы санитарно-гигиенического обслуживания в границах ОКН и буферной зоны. 3.4.3. Развитие предприятий общественного питания, специализирующихся на национальной кухне. 3.4.4. Подготовка программ для разных возрастных групп посетителей, включая интерактивное представление ОКН и программы участия посетителей в различных видах деятельности. 3.4.5. Организация информационных точек для посетителей ОКН. 3.4.6. Сезонное использование ландшафтных элементов объекта для сервиса проката (велосипедов, лодок, коньков, и т.д.).

Продолжение таблицы

3.5.	3.5.1. Разработка основных правовых документов, регулирующих допустимые пределы количественных и качественных изменений, а также будущего развития ОКН и его буферной зоны в отношении материального наследия (объекты капитального и временного строительства) и нематериального наследия (исторические и современные традиции). 3.5.2. Разработка стандартов вывесок и рекламы. 3.5.3. Разработка стандартов услуг, оказываемых в границах объекта. 3.5.4. Приоритет и поддержка интерактивных видов представления нематериального культурного наследия (живого наследия).

Таким образом, разработанный План управления ОКН «Городской парк Черное озеро» и концепция интеграции ОКН с общегородской социокультурной структурой города отвечают поставленным задачам и современным международным тенденциям сохранения и преемственного развития материального и нематериального культурного наследия, как самого ОКН, так и прилегающих к нему территорий, входящих в границы буферной зоны объекта ЮНЕСКО Ансамбля Казанского кремля. Практические и теоретические выводы, которые делают авторы из этого проектного опыта, подтверждают практическую ценность авторских предложений и их научную перспективность.

Список библиографических ссылок

1. What is Intangible Cultural Heritage? // UNESCO.ORG: официальный сайт специализированного учреждения Организации Объединённых Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО). URL: http://www.unesco.org/culture/ich/doc/src/01851-EN.pdf (дата обращения 18.08.15).
2. Конвенция ЮНЕСКО Об охране нематериального культурного наследия, 2003 // UN.ORG: официальный сайт Организации Объединённых Наций (ООН). URL: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/cultural_heritage_conv.shtml (дата обращения 07.01.10).
3. Вашингтонская хартия 1987 г. по вопросам «Сохранения исторических городов и городских территорий» // ICOMOS.ORG: официальный сайт Международного совета по сохранению памятников и достопримечательных мест (ИКОМОС). URL: http://www.icomos.org/charters/towns_e.pdf (дата обращения: 12.10.2015).
4. Принципы Валлетты по сохранению и управлению историческими городами и урбанизированными территориями, 2011 // ICOMOS.ORG: официальный сайт Международного совета по сохранению памятников и достопримечательных мест (ИКОМОС). URL: http://www.icomos.org/charters/RUSS_Valletta_principles.pdf (дата обращения 26.09.15).
5. Бандарин Франческо, Рон ван Оерс. Исторический городской ландшафт: Управление наследием в эпоху урбанизма. – Казань: «Отечество», 2013. – 256 с.
6. Richards Greg, Wilson Julie. Tourism development trajectories: from culture to creativity? // Tourism, Creativity and Development. – Routledge, 2007. – 323 с.
7. Сущинская М. Д. Культурный туризм: учебное пособие. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2010. – 128 с.
8. Список групп участников мастер-класса «Коллективный подход к управлению объектом культурного наследия» под руководством проф. Бритты Рудольфф 12 февраля-29 апреля 2014 г. // официальный сайт Казанского государственного архитектурно-строительного университета. URL: http://www.kgasu.ru/news/Files/Spiski.pdf (дата обращения: 10.10.2014).
9. Список объектов Всемирного наследия // UNESCO.ORG: официальный сайт Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО). URL: http://whc.unesco.org/en/list/ (дата обращения: 12.08.2014).
10. Список объектов культурного наследия // официальный сайт Управления архитектуры и градостроительства г. Казани. URL: http://www.uag.kzn.ru/

filemanager/i/54241b19/Список%20объектов%20культурного%20наследия%20Ф.pdf (дата обращения: 10.10.2014).
11. Федеральный закон от 25.06. 2002 № 73-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» // CONSULTANT.RU: официальный сайт по размещению законодательных документов. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37318/ (дата обращения: 08.10.2015).

Stepanchuk A.V. – assistant
E-mail: alena.stepanchuk@bk.ru
Agisheva S.T. – post-graduate student, assistant
E-mail: agisheva@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Management Plan for cultural heritage site «Black Lake City Park» (Kazan, Russia) on the basis of preservation and continuity in development of the property's tangible and intangible cultural heritage and its surrounding areas

Resume

This paper describes the background and analysis of the protection policy for the transition from the protection not only of tangible heritage but to the unity of the «tangible and intangible» components of the cultural heritage. It showed the world tendency on the shift paradigm of protection and development not only of the monuments and sites within their boundaries but also the surrounding areas of historic urban landscapes. The basic techniques and relevant approaches on these issues in Russia and abroad were analyzed by authors to obtain the optimal results in creation of Management Plan for proper conservation and development of the cultural heritage monuments and sites in context of historic urban landscape.

The paper presents a management plan for the cultural heritage property « Black Lake City Park » (Kazan, Russia), which is located in the protection zone (buffer zone) of the UNESCO World Heritage Site «Ensemble of the Kazan Kremlin». The management plan is based on the modern international trends of preservation and continuity in development of tangible and intangible heritage. It is also recognizing the modern development and the transformation of historical cities, taking into account the variables of socio-cultural and socio-economic factors. A distinctive feature of the author's concept lies in creating a study plan for the property's management, and also a proposal for the concept of property's settings integration with socio-cultural structure of the city to ensure sustainable development within property's boundaries and its surrounding areas in historic urban landscapes.

Keywords: tangible and intangible cultural heritage, living heritage, UNESCO guidelines, urban transformation, conservation and development principles, strategic heritage management plan.

Reference list

1. What is Intangible Cultural Heritage? // UNESCO.ORG: the official website of The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). URL: http://www.unesco.org/culture/ich/doc/src/01851-EN.pdf (reference date: 18.08.15).
2. UNESCO Convention for the Safeguarding of the Intangible Cultural Heritage, 2003 // UN.ORG: the official website of The United Nations. URL: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/cultural_heritage_conv.shtml (reference date: 07.01.10).
3. Washington Charter 1987 for the Conservation of historic towns and urban areas // ICOMOS.ORG: the official website of International Council of Monuments and Sites (ICOMOS). URL: http://www.icomos.org/charters/towns_e.pdf (reference date: 12.10.2015).

4. The Valletta Principles for the Safeguarding and Management of Historic Cities, Towns and Urban Areas, 2011 // ICOMOS.ORG: the official website of International Council of Monuments and Sites (ICOMOS). URL: http://www.icomos.org/charters/RUSS_Valletta_principles.pdf (reference date: 26.09.15).
5. Bandarin Franchesco, van Oers Ron. The historic urban landscape: Managing heritage in an urban century. – Kazan: «Otechestvo», 2013. – 256 p.
6. Richards Greg, Wilson Julie. Tourism development trajectories: from culture to creativity? // Tourism, Creativity and Development. – Routledge, 2007. – 323 p.
7. Sushchinskaya M.D. Cultural tourism: a tutorial. – SPb.: SPSUEF, 2010. – 128 p.
8. List of Group-Participants of workshop «Collective approach for the cultural heritage management» under the supervision of prof. Britta Rudolff on February, 12-April, 29 2014 // the official website of Kazan State University of Architecture and Engineering. URL: http://www.kgasu.ru/news/Files/Spiski.pdf (reference date: 10.10.14).
9. World Heritage List // UNESCO.ORG: the official website of United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). URL: http://whc.unesco.org/en/list/ (reference date: 12.08.14).
10. Cultural Heritage List // the official website of Department of Architecture and Urban planning of the city of Kazan. URL: http://www.uag.kzn.ru/filemanager/i/54241b19/Список%20объектов%20культурного%20наследия%20Ф.pdf (reference date: 10.10.14).
11. Federal law 25.06. 2002 № 73-FL (edit. 13.07.2015) for Cultural heritage (monuments of history and culture) of nation of the Russian Federation // CONSULTANT.RU: the official website for uploading the legislative documents. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37318/ (reference date: 08.10.15).

УДК 720
Фазлеев М.Ш. – кандидат архитектуры, доцент
E-mail: fastin@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Подходы в сохранении архитектурно-ландшафтного наследия острова-града Свияжск

Аннотация

В структуру Свияжского архитектурно ландшафтного комплекса входят значительное количество памятников архитектуры, природы, археологии, культуры, гидротехнические и инженерные сооружения. Все эти объекты формируют культурный ландшафт территории и могут быть включены в понятие культурное наследие. Определение характерных подходов в возрождении архитектурно-ландшафтного наследия рассматривается как основа для сохранения и восстановления всего Свияжского комплекса.

Ключевые слова: остров-град Свияжск, культурный ландшафт, природные достопримечательности, сохранение исторического наследия, реставрация памятников архитектуры.

Общие сведения. История основания и развития града Свияжска имела особое значение для Казанского края. В памяти многих людей России, Свияжск был местом исторического освоения территории Казанского ханства и активной пропаганды православной культуры среди народов Поволжья. Град Свияжск основан на стыке границ двух соперничающих средневековых государств, был всегда в центре всех исторических и политических потрясений растущей Российской империи. В Свияжске, как в капле воды, через архитектуру и ландшафт отображались страницы истории российского и советского общества. Из-за своего территориального обособления системой рек Волга и Свияга, исторические события, приносимые с материка, проявлялись в виде ярких и самобытных материальных формах и действиях. Помимо крепости, форпоста завоевания Казанского ханства оставившего заметный след в архитектуре и ландшафте Свияжска, монастырская культура и хозяйственная деятельность многих поколений жителей острова проявилась в комплексном приспособлении природного окружения в виде – культурного ландшафта. События 1917 года, гражданская война, смена идеологий, отрицание роли церкви, строительство «новой жизни» – всё это привело к постепенному упадку и деградации всего комплекса града Свияжска и прилегающего окружения. Особой вехой в упадке комплекса града Свияжска стало затопление прилегающей территории водами Куйбышевского водохранилища. Свияжский град стал полноценным островом, ещё более обособленной и замкнутой в себе территорией, где нет работы, социальной и инженерной инфраструктуры, возможностей строиться и развиваться. Жизнь в Свияжске превратилась в замкнутую систему, направленную на выживание и приспособление в ограниченных условиях острова, бесхозяйственное потребление ограниченных материальных и территориальных ресурсов. Не смотря на значительный период разрушений и деградаций, град Свияжск оставался привлекательным для посещения его туристами путешественниками и религиозными паломниками. Уже с 1970-х годов, особенно после закрытия психиатрической больницы входившей в систему ГУЛАГ, работниками культуры и общественностью Казани, обсуждался вопрос о ценности и сохранении архитектурно-ландшафтного наследия острова-града Свияжска. В настоящее время Свияжский архитектурно-ландшафтный комплекс переходит в стадию возрождения, признан уникальным природным и архитектурным образованием, включающим в себя единство архитектурно-художественных и природно-живописных качеств. Актуальность статьи определяется, как процесс совершенствования архитектурно-ландшафтной среды всего Свияжского комплекса, в период его выдвижения в комитет мирового наследия ЮНЕСКО. В виду этого, был рассмотрен тот немногочисленный на сегодняшний день материал, представленный в списке библиографических ссылок [1-9].

При определении архитектурно-ландшафтного наследия острова-града Свияжска, необходимо обозначить некоторые элементы составляющее это **культурное наследие**:

1. Город-крепость Свияжск – особый архитектурно-ландшафтный комплекс, включающий в себя более 40 объектов истории и архитектуры, расположенных в условиях ландшафта острова и проживающих и работающих на нём жителей.

2. Культурный ландшафт – особое образование, органически включающее в себя город-крепость, старые деревни, разнообразный природный рельеф, растения, луга, пашни сельские угодья и т.п.

3. Объекты культового поклонения – церкви и монастыри и находящиеся в них иконы, а так же исторические места и памятники.

4. Памятники археологии – остатки фундаментов и оснований крепостных стен, соборов и церквей, домов, укреплений, систем водоотводов, причалов и т.п. При условии их архитектурной доработки, все 19 памятников археологии могут быть включены в экспозицию Свияжского комплекса.

5. Достопримечательности – объекты природы и архитектуры, создающие интересное и удобное для посетителей окружение всего Свияжского комплекса. Это окружение может включать в себя: музеи быта жителей села Свияжского уезда; оборудованные площадки для рыбалки; обустроенные места для отдыха, гуляний, пикников, фотографирования на фоне достопримечательностей Свияжска и т.п.

6. Комплекс инженерных и транспортных объектов – уникальные объекты и сооружения, особенно в плане их восприятия посетителями Свияжского наследия, в виде дамб, мостов, береговых укреплений, систем водосбора и водоотведения и т.д., которые обслуживают специфический культурный ландшафт территории.

7. Сообщество граждан сохранивших свой быт и жизненный уклад в условиях острова – местный социум града Свияжска, приспособившийся к существованию и жизни в жестких природных и пространственных ограничениях [1, 2].

Цель статьи заключается в определении наиболее характерных подходов для условий Татарстана с целью наиболее эффективного развития территорий Свияжского архитектурно-ландшафтного комплекса.

Задачи данной работы определяются в освещении проблемы сохранения и восстановления архитектурно-ландшафтного наследия острова-града Свияжск.

Автор статьи выражает свою точку зрения на происходящие в настоящее время процессы, связанные с широко развернутой программой по возрождению культурного наследия Свияжска в Республике Татарстан. Очевидно, что к данной обширной территории окружающей остров, следует относиться как к особому феномену, где природные ландшафты и культурное наследие едины. Свияжский комплекс объединяет в себе обширные пространства историко-культурных и природных ландшафтов с расположенными на них памятниками археологии, истории и архитектуры. Поэтому, без государственной поддержки и утверждения единого правового статуса по всей территории Свияжского комплекса, без создания единого центра управления, невозможно.

В процессе бурной реализации программы возрождения острова-града, различными организациями и ведомствами без утверждения единой концепции, реализация проектов носила спонтанный, узковедомственный характер. Освоение «больших» денег спонсоров и меценатов и в «короткие» сроки, приводило к реализации не всегда продуманных и соответствующих задачам реставрации решениям.

Вопросы сохранения архитектурно-ландшафтного наследия острова-града Свияжска крайне разносторонние и к решению их необходимо привлекать большое количество разнонаправленных специалистов с целью профессионального сотрудничества в едином коллективе [3].

Следующий подход связан с визуальным восприятием Свияжского комплекса. Основными направлениями восприятия является сеть исторических дорог и речных маршрутов. Помимо подлинного восприятия архитектурных объектов в структуре исторического ландшафта важно поддержание и существование сложившегося культурного ландшафта, сформированного на протяжении многих столетий как итог хозяйственной деятельности жителей уездного города и монахов. В каждой точке речного, пешеходного и транспортного пути, раскрываются виды и панорамы на

природно-архитектурные объекты. При этом, на силуэтную узнаваемость панорамы острова, не должны накладываться силуэты труб и современных промышленных зон. При более близком рассмотрении застройки острова картины дальнего и переднего плана важно расчистить. Виды необходимо расчистить от ненужных стихийных построек, грубых по деталям современных зданий, сооружений с выделяющимся цветом материалов стен, кровель, заборов и т.п. Как отрицательный пример, можно привести организацию входных узлов на остров-град Свияжск со стороны автодороги и речного вокзала. В обоих случаях большое количество машин и автобусов на стоянке и крупных туристических теплоходов на пристани, нарушает восприятие панорамы острова со стороны основных подходов к нему [4].

В рамках растущей рекреационной и антропогенной нагрузки, важен подход, связанный с охраной историко-культурного наследия Свияжского комплекса. На сегодняшний день отсутствует контроль состояния архитектурно-ландшафтного наследия с целью определения и управления нагрузок по всей территории комплекса [5].

Планы по сохранению и развитию Свияжска должны опираться и на подходы связанные с подготовкой специалистов не только архитекторов-реставраторов, что успешно реализуется в рамках кафедры реставрации и реконструкции архитектурного наследия и основ архитектуры КГАСУ, но и реставраторов художников, технологов, строителей и т.д. Очень важно, что бы в их подготовку легли программы и знания связанные с проблемами реставрации всего комплекса задач по сохранению и развития Свияжского архитектурно-ландшафтного наследия, с возможностью работы участка и школы реставраторов при граде Свияжске.

Учитывая многоплановость наследия Свияжска, необходимо отметить период, свидетельствующий о трагических событиях советской истории острова. Факт существования учреждений системы ГУЛАГ, необходимо учесть при разработке проектов по созданию памятных знаков и мест свидетельствующих об этом тяжёлом этапе истории Свияжска.

Возрождение монастырского образа жизни и поддержание хозяйственной деятельности монашеской общины как нематериального компонента культурно-исторического наследия Свияжского архитектурно-ландшафтного комплекса – подход по насыщению «Духа места» необходимыми традициями. В этом направлении лежит и восстановление традиций жизненного уклада всех групп населения острова (рыболовство, ограниченное земледелие, торговля местными товарами и т.п.) и, исключение деятельности не характерных для ограниченных природных, культурных и территориальных ресурсов и, поддержание исторически сложившегося баланса сокрально-символического пространства между застроенной территорией и ландшафтом. Более естественным в сохранение наследия острова и прилегающего окружения может стать поддержание и восстановление исторически сложившихся ремесел и промыслов, что поможет сформировать новые рабочие места для его жителей [6].

Подход, направленный на улучшение социальной сферы жителей острова Свияжска включает в себя и, восстановление жилья, школы, больницы и, учёт мнения населения в вопросах сохранения и развития острова и, закрепление рабочих мест за его жителями, и, обучение ремёслам и промыслам в местной школе взрослых и детей и т.п. Важно, что бы процесс реализации социальной программы активно обсуждался и поддерживался жителями Свияжска.

Рассматривая сегодняшнее состояние дел в области приёма гостей и развития туристической инфраструктуры острова необходимо отметить следующее:

- постоянно растущий поток гостей и туристов, увеличивает антропогенную нагрузку на весь Свияжский архитектурно-ландшафтный комплекс. С целью регулирования потоков приезжающих на остров, необходимо определение максимально возможного и оптимального количества туристов по сезонам;

- увеличения числа приезжающих не улучшает состояние по экономическому развитию града Свияжска. Расходуемые на покупки и услуги деньги, остаются у местного населения. Эти доходы населения, не идут на улучшение туристической инфраструктуры и не повышают качество их обслуживания;

- в структуре Свияжского архитектурно-ландшафтного комплекса не сформирован единый центр, направленный на информационное обслуживание различных гостей Свияжского комплекса (туристические группы, паломники, индивидуальные путешественники, иностранные туристы и т.п.);

- не разработан регламент и порядок посещения монастырей острова, с учетом специфики жизни и деятельности общины монахов;

- для сохранения архитектурно-ландшафтного и культурного наследия Свияжска необходимо учитывать, что бессистемное и не регулируемое увеличение числа туристов и паломников приводит к потере и разрушению этого наследия [7].

Поэтому, говоря о главном подходе в области совершенствования гостеприимства и развития туризма, необходимо отметить, что формирование Свияжского архитектурно-ландшафтного комплекса, как объекта туристического бизнеса, губительно для сохранения и развития. Другие подходы, связанные с совершенствованием туристического обслуживания и гостеприимства могут быть следующие:

- осмыслить и внедрить «дорожные карты» по совершенствованию туризма как индивидуального, республиканского, общероссийского и международного;

- проанализировать международный и общероссийский опыт учёта и регламентирования туристического потока и осуществить эти программы в рамках Свияжского архитектурно-ландшафтного комплекса;

- на базе всей инфраструктуры острова-града, произвести мониторинг всех аспектов туризма [4, 8].

Положительные результаты, необходимо рекомендовать для совершенствования туристического обслуживания в области питания, информации, размещения на ночлег, продажи сувениров и аутентичных товаров и т.п.:

- с целью развития местных промыслов и ремёсел, необходимо обучить и включить жителей острова в сферу обслуживания туристов, расширить ассортимент местных и аутентичных товаров, продуктов, сувениров, ремесленных изделий и промыслов;

- учесть в маршрутах и сценариях посещения достопримечательностей острова специфику монастырской жизни;

- для инвалидов, детей и стариков, организовать благоприятную информационно-поведенческую среду;

- на основе местных художественных традициях, разработать и установить стандартную информационную навигацию, по всей территории Свияжского архитектурно-ландшафтного комплекса в виде схем-карт с пояснениями об истории, расположении и культурном значении презентуемого объекта на татарском, русском и английских языках;

- в случаях свободного выбора перемещения по территории Свияжского архитектурно-ландшафтного комплекса, необходимо реализовать схемы маршрутов рассчитанных для разных по национальности, возрасту, религии и культуре групп людей. При реализации проекта туристических маршрутов, необходимо максимально сохранить местный ландшафт, характерные панорамы и особенности исторической среды [4, 9].

Заключение

Перечисленные в статье описания подходов по сохранению архитектурно-ландшафтного наследия острова-града Свияжск, не претендуют на абсолютную правильность и не являются окончательными. Они несут лишь рекомендательный характер и могут дополняться в рамках проекта по сохранению и развитию архитектурно-ландшафтного наследия Свияжского комплекса. Результатами этого всестороннего проекта должен стать пошаговый сценарий и Генеральный план территории Свияжского комплекса. В этом сценарии определяются характеристики и итоги каждого этапа совершенствования архитектурно-ландшафтной среды Свияжского комплекса. В нём учитываются возможные изменения и оптимальные пути расходов природных, человеческих и финансовых ресурсов.

Список библиографических ссылок

1. Куприянов В.Н., Копсова Т.П., Агишева И.Н. Свияжск: Монография. – Казань: Изд-во КГАСУ, 2005. – 416 с.
2. Фазлеев М.Ш. Некоторые аспекты туристической привлекательности архитектурно-ландшафтного комплекса острова-града Свияжск. // Материалы III Международной научно-практической конференции. Культурное наследие в XXI в.: сохранение, использование, популяризация. – Казань: КГАСУ, 2015. – С. 161-165.
3. Веденин Ю.А. Зарубежное законодательство в области сохранения культурного и природного наследия. – М.: Изд-во Института Наследия, 1999. – 96 с.
4. Сайт Соловецкого историко-архитектурного и природного музея-заповедника. URL: http://www.solovky.ru (дата обращения: 18.10.2015).
5. Бандарин Ф., Оерс Р. Исторический городской ландшафт. Управление наследием в эпоху урбанизма. – Казань: Отечество, 2013. – 228 с.
6. Степанчук А.В. Традиционная хозяйственная деятельность населения Свияжска в контексте создания и развития этнографического комплекса на острове-граде Свияжск. // Известия КГАСУ, 2010, № 2 (14). – С. 48-54.
7. Лобанов Ю.Н. Отдых и архитектура. Будущее и настоящее. – Л.: Изд-во Стройиздат, Ленинградское отделение, 1982. – 200 с.
8. Туровский Р.Ф. Культурные ландшафты России. – М.: Изд-во Рос. НИИ культурного и природного наследия, 1998. – 210 с.
9. Национальный парк «Угра»: Культурные ландшафты и духовное наследие. – Калуга: Изд-во национального парка «Угра», 2001. – 48 с.

Fazleev M.Sh. – candidate of architecture, associate professor
E-mail: fastin@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Approaches to the preservation of the architectural and landscape heritage of the island-town of Sviyazhsk

Resume

History of foundation and development of Sviyazhsk had particular importance for Russia and Kazan area. All Russian and Soviet society events reflected in its architecture and landscape. The structure of Sviyazhsk architectural and landscape complex consists of significant number of monuments of the architecture, nature, archeology, culture, history and hydraulic and engineering work. All these objects form cultural landscape of territory and can be included in the cultural heritage. At present, Sviyazhsk architectural and landscape complex is recognized as national and world heritage. Sviyazhsk complex is considered as a unique object of religious, cultural and nature heritage. The plans of preservation and development of Sviyazhsk must be based on the world tendencies and approaches. The definition of characterized approaches in revival of architectural and landscape heritage is considered as the foundation for preservation and restoration of all Sviyazhsk complex.

Keywords: island-town of Sviyazhsk, cultural landscape, nature sightseeing, preservation of historical heritage, restoration of architectural monuments.

References list

1. Kupriyanov V.N., Kopsova T.P., Agisheva I.N. Sviyazhsk: Monograph. – Kazan: Publishing house of KGASU, 2005. – 416 p.
2. Fazleyev M.G. Some aspects of the tourist attractiveness of architectural and landscape complex of the island Sviyazhsk. // Proceedings of the III International scientific-practical

conference. Cultural heritage in the XXI century: the preservation, use, popularization. – Kazan: KGASU, 2015. – P. 161-165.
3. Vedenin Yu.A. The foreign legislation in the field of preservation of cultural and natural heritage. – M.: Publishing house of Institute of Heritage, 1999. – 96 p.
4. Website of the Solovki historical and architectural and natural memorial estate. URL: http: //www.solovky.ru (reference date: 18.10.2015).
5. Bandarin F., Oers R. Historic urban landscape. Heritage management in an era of urbanism. – Kazan: Fatherland, 2013. – 228 p.
6. Stepanjuk A.V. Traditional economic activities Sviyazhska population in the context of the establishment and development of ethnographic complex on the island of Sviyazhsk. // Proceedings of the KGASU, 2010, № 2 (14). – P. 48-54.
7. Lobanov Y.N. Recreation and architecture. The future and the present. – L.: Publishing house Stroyizdat, Leningrad branch, 1982. – 200 p.
8. Turovsky R. F. Cultural landscapes of Russia. – M.: Publishing house of Dews. Scientific research institute of cultural and natural heritage, 1998. – 210 p.
9. National park «Ugra»: Cultural landscapes and spiritual heritage. – Kaluga: Publishing house of national park «Ugra», 2001. – 48 p.

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
Волосатова С.А. – искусствовед
Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
Адрес организации: 191186, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 18

Роль воды в городском пространстве

Аннотация
Вода как источник жизни, необходимый элемент поселения. Роль воды в городах различных исторических эпох. Современный город – сложная экосистема. Набережные, парки, скверы – проблемы их благоустройства. Четыре ключевых фактора для успешного функционирования паркового пространства. Главное условие успешного существования парка и его популярности – в разнообразии его окружения, его местоположение в городской ткани. Парк – это отражение своих окрестностей. Концептуальные задачи, требующие правильного осмысления современными архитекторами водных ресурсов большого города.
Ключевые слова: парк, архитектура воды, водные ресурсы большого города, благоустройство и озеленение.

Большие города – это гигантские лаборатории проб и ошибок,
успехов и неудач в градостроительстве.
Джейн Джекобс.

Вода имеет ключевое значение, как в жизни организма, так и для структуры города. Наличие пресного источника было основным для зарождения древнейших цивилизаций на берегах великих рек, таких как Нил, Тигр и Ефрат, Инд и Ганг, Хуанхэ и Янцзы.

Первые цивилизации использовали воду, в первую очередь, для обеспечения своей непосредственной жизнедеятельности. В этот период речь об общественных пространствах еще не шла. Однако стоявшие перед религией цели достижения определенных эффектов она уже решала: в знаменитом храмовом комплексе Карнака в Древнем Египте была, выражаясь современным языком урбанистики, «обустроенная набережная» и искусственный водоем, которые играли значимую роль в заупокойном культе египетских жрецов при погребении фараонов (святилище богини Мут).

Реки на протяжении длительного периода истории человечества расценивались как некая граница миров. По этой причине мосты, в которые естественно перерастали дороги при пересечении с рекой, обретали у древнего человека, помимо утилитарного, глубокий семантический смысл. В Китае, например, мосты совместно с искусственными водоемами вводятся в состав дворцовых комплексов, а знаменитое воплощение древнеримской философской архитектуры – гробница императора Андриана, включает в себя оба берега Тибра, объединяя их мостом. Для будущих европейских государств большое значение имели знания этрусских в области водоснабжения гидросооружений, которые впоследствии были заимствованы у них римлянами.

Высокий уровень развития общества позволяет в античности начать формировать общественные пространства, однако территории вокруг рек и морей не были задействованы. Если в случае с гробницей Андриана река использовалась как символ и абстрактное понятие, то речные и морские пути, в первую очередь, воспринимались как дороги, которые могли быть использованы, как для мирной торговли, так и для военного вторжения. Поэтому, если рассматривать макет античного Рима в Музее римской цивилизации (Рим, Италия), то можно различить, что вдоль береговой линии с внешней стороны расположена массивная городская стена, а вдоль той части Тибра, которая

протекает внутри города, тянулись преимущественно склады с площадками для выгрузки судов, от которых к воде спускались лестницы.

Но за благоустройство самого города и его внутренних пространств соперничали между собой императоры, которые всячески пытались угодить своим гражданам. Большие централизованные системы водоснабжения, в которые по акведукам поступало обильное количество пресной воды с гор, позволяло римским архитекторам и градостроителям использовать ее в неограниченных количествах для городских нужд: на душу населения приходилось в среднем от 600 до 900 литров воды [1]. Рим был славен огромным количеством фонтанов и бассейнов, в которых вода, поступавшая на виллы богатых граждан, по трубопроводу, была доступна даже самому простому гражданину, обитавшему в многоэтажной инсуле. Около 25 % от всей поступавшей в город воды использовалось для общественных терм и купален [2], которые являлись главными центрами, где свободные римляне проводили свое время. Таким образом, с античности европейская цивилизация привыкла обустраивать общественные пространства, используя водные источники.

Вследствие традиций древнего Рима сформировалось европейское понятие о градостроительстве и благоустройстве. Каждый период истории пользовался оставленным от Рима набором возможностей в своих целях. Важную роль, вплоть до сакрального почитания, вода играла в благоустройстве садов во дворцах арабских правителей.

В период готики активно начинает формироваться город как явление. Соответственно в это время закладывается городская среда. Однако в средневековом городе из водных сооружений в основном присутствовали фонтаны и колодцы на площадях, при этом реки используются в чисто утилитарных нуждах, а канализация отсутствует, появление первого самотечного водопровода в Париже приходится на конец XII века. В XIII в. начинается централизованное водоснабжение Лондона. К началу XV в. относятся сведения об устройстве водопроводов в немецких городах [2].

Эпоха Возрождения – возврат к традициям благоустройства. Версаль – пример использования воды для общественного пространства, традиция которого затем будет скопирована другими странами. В целях создания эффекта водопада использовались естественные наклоны поверхности, а в эпоху барокко благодаря развитию техники стало возможным создавать каскады даже на совершенно плоских участках. В эпоху романтизма мода на английский сад возвращает в сады и парки естественную береговую линию.

Идеолог и главный теоретик параметризма – современного направления архитектуры – Патрик Шумахер обозначил главную задачу архитектуры в целом, как упорядочивание и управление социальными процессами в постфордистком обществе эпохи глобальной сети [3]. Именно об этом и твердят основатели и последователи нового урбанизма, начиная с конца 60-70-х годов. И поскольку первые лучи постфордисткого общества коснулись не так давно и нас, то вопросы урбанистики и управления современным городским пространством в данный момент стоят наиболее остро *(преображение Казани, проведение многочисленных международных соревнований, которые требовали соответствия принятым международным стандартам).*

Однако, большой город и пространство, которое он «слагает» – это сложная экосистема, доставшаяся современным архитекторам в наследство. То, что соответствовало нормам и философии градостроительства прошлого теперь безвозвратно устарело и доказало свою несостоятельность. Архитекторы продолжают формировать город, пользуясь устаревшими соображениями, которые в первую очередь предусматривают якобы любовь горожан к изоляции и полному замещению автомобильного трафика живым пешеходным движением. Реальное положение показывает обратное, принятые еще в индустриальную эпоху нормы проектирования вместо удобства создают лишь видимость порядка и крайне некомфортную и агрессивную городскую среду. Опытным путем проверенно, что замена 4-х полосной дороги на 12-ти или даже 24-х полосною не избавит этот участок от пробок, но лишь сделает его более агрессивным по отношению к среде [4]. Очевидным становится то, что решать в экосистеме города проблемы необходимо не механическими количественными вмешательствами, а сложными многоплановыми решениями, которые в большинстве случаев гораздо эффективнее и дешевле для городской казны.

Для крупных городов, от жилых комплексов до исторических кварталов и улиц, важна безопасность. Именно чувство опасности изначально приводило людей в города, во имя этого город и был задуман – обеспечить чувство безопасности, которое теперь эволюционировало до ощущения комфорта. Исследования в среде [5] показали, что для обеспечения безопасности, на улице должно существовать сформированное городское сообщество, состоящее из местных жителей, держателей магазинов, случайных прохожих и т.д. При этом весь этот поток глаз, ушей и мнений должен распределяться на данной территории равномерно в течение всего времени. В таком случае все присутствующие задают данному месту пульс жизни. Однако не все пространства обладают тем необходимым разнообразием и сочетанием функций для обеспечения непрерывного потока людей. Сохранившаяся тенденция к зонированию города при его проектировании порождает однообразие, которое в свою очередь превращает прилегающее пространство в «серую зону».

Обратимся к водным ресурсам, которыми располагает город. Их можно разделить на две категории: во-первых, это водопровод и канализация, то есть те жизненно важные системы функционирования современного большого города, без которых он существовать не может. Их можно условно обозначить как водные ресурсы первого порядка. В таком случае водными ресурсами второго порядка можно назвать те источники воды, которые присутствуют в городе и слагают его экосистему: заливы, реки, озера, каналы, искусственные водоемы, фонтаны, каскады и т.д.

Для выявления важности использования водных ресурсов так называемого второго порядка следует отметить, что исторически изначально эти ресурсы перешли из первого порядка, поскольку в отсутствии развитой канализационной и водопроводной систем служили источниками воды для большей части простого населения.

Для насыщения улиц «жизнью» существуют определенные правила, выведенные современными исследователями – урбанистами, при этом в «основном своде» правил, вода и использование водных ресурсов, уступает место более важным вопросам таким, как планировка дорог, тротуаров, компоновке зданий с различными функциями, их доступность и т.д. В урбанистике водные ресурсы служат скорее дополнительным ресурсом привлечения и расстановки акцентов в городской среде.

Рис. 1. Мемориал принцессе Диане. Лондон. Англия

Большой город всегда требует интенсивности и разнообразия для поддержания пульса жизни, при этом по определенным стандартам городского планирования в городе закладываются большие пространства открытого ландшафта, часто включающего в себя водные ресурсы (рис. 1). Однако и парки, и набережные в городах требуют непременного благоустройства, создания нетронутого участка природы или естественную береговую линию. Главное условие успешного существования парка и его популярности – в разнообразии его окружения, его местоположение в городской ткани. Парк – это

отражение своих окрестностей и от них зависит, превратится ли он в пустующую отчужденную зону, где проводят свое время маргинальные слои населения, или же станет процветающим местом времяпровождения всех категорий горожан.

Рис. 2. Обустройство пруда. Апастово. Республика Татарстан, 2015 г.

Существуют исключения, которые возникают благодаря взаимодействию с другими источниками внимания, как например создание или присутствие водоема, в котором возможна рыбалка и открытой на его берегу лодочной станцией для желающих взять лодку на прокат. Таким образом, место обретает специализацию и смысл для посещения.

Поскольку часто водные ресурсы служат акцентами на территории парка, то здесь необходимо рассмотреть принципы, формирующие успешное парковое пространство. Логика успешного создания подобной территории предусматривает отсутствие однообразных пустующих мест, а также приданию парку яркой выраженной индивидуальности. Джейн Джекобс, одна из основоположниц движения нового урбанизма, в своей книге «Смерть и жизнь больших американских городов» выделяет четыре ключевых фактора для успешного функционирования паркового пространства: *сложность*, *центричность*, *солнечный фактор и замкнутость* [5]. Из этих четырех важных категорий две – *сложность и центричность* – могут быть обеспечены водой.

Когда горожанин посещает парк, он может иметь для этого сколь угодное множество причин: просто устало посидеть, почитать, поработать, поиграть, понаблюдать за прохожими, быть ближе к природе, погулять с ребенком и т.д. *Сложность*, имеющая для него значение – это «визуальная сложность», «сложность эстетики», «смысловая сложность». Парк не должен быть охвачен и «распробован» за один приход, он должен служить декорацией для всего того спектра разных настроений, ради которых любой может захотеть его посетить. В создании такого «сложного» пространства, «раскрывающегося» во времени многие проектировщики общественного пространства используют водные составляющие, используют их как инструмент для создания необходимого настроения (рис. 2).

Центричность – самый существенный элемент парковой сложности. В любом парке присутствует место, которое с общего согласия считается его центром. Иногда маленькие парки состоят буквально из одного центра. Часто такие центры остаются без должного внимания и «смазываются». Для создания и эффективного подчеркивания такого центра часто используют городские фонтаны.

Порой береговые линии в городе носят пограничный характер и используются для неких промышленных нужд или остаются заброшенными и потерянными пространствами. При этом, берег перекрывается простым скучным забором от глаз горожан, что создает зрительный барьер. Даже вода, которая не имеет к себе доступа, может служить городу красивым видом, а порт, работающие там машины и заходящие туда суда – зоной привлечения наблюдающих пешеходов. Хорошо известно, что проходящий мимо человек предпочитает смотреть на что-то, создающее движение, нежели на бесконечную серую стену.

Тема использования воды современными архитекторами для создания определенных эффектов при проектировании зданий или целых архитектурных комплексов заслуживает отдельного рассмотрения. Очень популярен эффект отражения здания в водной глади для визуального насыщения городской ткани среди архитекторов-деконструктивистов второй половины XX века (Оскар Нимейер, Сантьяго Калатрава, Заха Хадид и др.) (рис. 3).

Рис. 3. Бразилия. Арх. О. Нимейер

«Потенциально город сам по себе – символ сложности общества, и, если зрительно он хорошо организован, этот символ приобретает сильную выразительность» (Кевин Линч).

Визуальное восприятие города крайне важно для его обитателей. В нем должны уживаться как качества, непосредственно привносящие разнообразие в среду, так целостность образа целиком. Внутреннее визуальное единство города является «добротным каркасом… для накопления дальнейшей информации» [6], что сказывается в последствии на саморазвитии индивида в более полноценную личность. С визуальной точки зрения правильно построенный город не только способствует формированию через знаки коммуникации коллективной памяти, но и дает человеку чувство эмоционального комфорта и гармонии с окружающим миром. Данная мысль, красной линией проходящая сквозь линчевский «Образ города», может в полной мере касаться не только города целиком, но и отдельных пространств в частности, парков или набережных.

То есть, необходимо оставлять простор для разнообразия, но слагать все данное разнообразие в логичную и стройную композицию. Линч для создания «работающего» образа выделяет три компонента, сосуществующих одновременно: *опознаваемость* объекта, его пространственная или формальная *соотнесенность* с другими объектами и обладание этим объектом *практической или эмоциональной ценности* для наблюдателя [6].

Рис. 4. Качество физической среды

Исходя из схемы, приведенной в книге ведущего датского урбаниста Яна Гейла (рис. 4) [7], качество окружения, его оригинальность и разнообразие непосредственно влияет на жизнь в городе. При низком качестве вынужденная необходимая деятельность продолжает осуществляться, как хождение на работу, в школу, магазин и т.д., однако люди, совершив запланированное обязательное дело, сразу спешат возвратиться в собственное частное пространство. В результате, необязательная деятельность, осуществляющаяся лишь по добровольному желанию индивида при наличии у него свободного времени, практически отсутствует и, в связи с этим, автоматически падает уровень совершающейся в общественных местах социальной деятельности – приветствия и разговоры, игры детей и иные коллективные действия возможные на улице, вплоть до необходимости наблюдения за другими людьми. При этом, как рассматривалось выше, наличие людей в определенном месте есть залог безопасности и экономического развития конкретного места.

Обитатели многоэтажных домов с плохо развитым окружением, доставшееся нам в наследство от функционалистов 30-х годов XX века, имеют очень низкие пассивные контакты. Наличие свободных прогулочных зон крайне важно для крупных городов. Наличие просто открытого пространства не делает его достаточно привлекательным для горожан и в помощь планировщику приходит такой инструмент, как вода, зелень, малые архитектурные формы.

В Казани, как в любом крупном городе, существуют проблемы с созданием слаженно функционирующего пространства, что также касается использования водных ресурсов.

– преображение набережной в связи с проведением мирового чемпионата;

– многие городские озера в пределах города нуждаются в реконструкции (озеро на проспекте Серова, у парка Победы, водоем в парке Урицкого и т.д.);

– городские фонтаны в год скверов и парков, в 2015 году, получили второе рождение, были интересные предложения светомузыкальных фонтанов в парке Крылья Советов, динамичного фонтана у банка Ак Барс. Это градообразующие водные акценты, которые не получили должного развития. Город требует внимательного подхода к воде, рационального использования естественных водных ресурсов и насыщения среды интересными новыми акцентами, отвечающим современным требованиям времени. Видовые кадры естественного ландшафта могут быть дополнены, получить более «яркое» звучание, с эстетической точки зрения. Примером такого сочетания могут служить начатые работы в 2015 году в сельских районах РТ, в Кайбицах, Апастово, по созданию и облагораживанию искусственных прудов водными акцентами, в виде динамичных фонтанов в сочетании со световыми сферами – инсталляциями. Вода способна вносить игровой элемент, тем самым, привлекая в пространство парка новую категорию посетителей – детей. Ночная подсветка фонтана позволяет наполняться парку и по вечерам, увеличивая временные рамки пребывания публики в общественном пространстве. Парковые фонтаны Казани, Альметьевска, Нижнекамска, Набережных Челнов, Лениногорска – главный объект притяжения детской аудитории. 2016 год в республике Татарстан объявлен годом водоохранных зон. Интерес жителей республики к облагораживанию прибрежных территорий очевиден.

Современность пошла другим путем, не так как думали о будущем еще полвека назад – не произошло абсолютного захвата машинами всего физического пространства среды обитания людей. Общество стало развиваться в сторону более мобильных и «зеленых» технологий и биофилической архитектуры [8].

Текущая из крана вода воспринимается всеми как само собой разумеющееся явление, но использование воды в бытовых нуждах не способно удовлетворить эмоциональную потребность в соприкосновении с открытыми источниками воды, водоемами, реками, озерами и городскими фонтанами. Проблемой больших городов является то, что очень часто вода в них из-за отсутствия правильного благоустройства остается вне досягаемости горожан и главной задачей современных проектировщиков городского пространства сделать так, чтобы обеспечить людям доступ к водным источникам, где они присутствуют, или создать искусственные.

Концептуальные задачи, требующие осмысления:

– рациональное использование всех видов водных ресурсов для улучшения городского пространства (реки, озера, пруды, каналы, фонтаны, каскады...);

– освобождение набережных от чисто утилитарных функций и придание им статуса общественного пространства;

– обеспечение безопасного и удобного выхода горожан к водным артериям города;

умение максимально «встраивать» в городскую среду водные компоненты природного происхождения;

– обогащение пространства города водными компонентами искусственного происхождения, применяя новые технологии и разработки (интерактивные экраны, динамичное водное и световое оборудование, ароматерапия, звуковое сопровождение и т.д.);

– использование природных материалов, органично встраиваемых в среду.

Наличие водных ресурсов дает возможность создавать комфортную среду обитания в агрессивных условиях города, места отдыха и беседы, объединяющие пространства, создающие атмосферу единства и привносить игровой элемент внутрь общественного пространства для привлечения в парковые зоны новых категорий граждан – детей.

Список библиографических ссылок

1. Сергеенко М.Е. Жизнь в Древнем Риме. – СПб., 2000. – 368 с.
2. Абрамов Н.Н. Водоснабжение. – М.: Стройиздат, 1974. – 480 с.
3. Лекция Патрика Шумахера «Parametric Order – 21st Century Architectural Order», School of Architecture, Rensselaer Polytechnic Institute (RPI), Troy, NY USA. URL: http://www.patrikschumacher.com/Videos/vid_27.html (дата обращения: 16.10.2015).
4. Лекция Андреса Дюани «Suburban Sprawl». URL: http://youtu.be/NMvwHDFVpCE?list=PLq4fHOLTolSEDALexLiOQY9LVj9yynCqs (дата обращения: 18.10.2015).
5. Джекобс Д. Смерть и жизнь больших американских городов. – М.: Новое издательство, 2011. – 460 с.
6. Линч К. Образ города. – М.: Стойиздат, 1982. – 328 с.
7. Гейл Я. Жизнь среди зданий. – М.: Альпина Паблишер, 2012. – 200 с.
8. Beatley T. Biophilic cities: integrating nature into urban design and planning. – Washington, DC: Island Press, 2009 (дата обращения: 17.10.2015).
9. Кристофер Александр. Язык шаблонов. Города. Здания. Строительство. – М.: Студия Артемия Лебедева, 2014. – 1096 с.
10. Выступление Уильяма Макдонаха «Cradle to cradle design». URL: http://www.ted.com/talks/william_mcdonough_on_cradle_to_cradle_design (дата обращения: 18.10.2015).

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
Volosatova S.A. – art critic
St. Petersburg State University of Industrial Technology and Design
The organization address: 191186, Russia, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya st., 18

The role of water in the urban space

Resume

Water as a source of life, an essential element of the settlement. The presence was a major source of freshwater for the emergence of ancient civilizations. The role of water in cities of different historical epochs. Due to the traditions of ancient Rome formed the European concept of urban planning and landscaping. The modern city – a complex ecosystem. Waterfront, parks, squares – problems of their accomplishment. Four key factor for the successful functioning of park space. The main condition for successful operation of the market and its popularity – the variety of its surroundings and its location in the urban fabric. Park – a reflection of its surroundings. The visual perception of the city is essential for its occupants. It should get along as a quality directly privnosyaschy diversity in environment, so the integrity of the entire image. The inner city is a visual unity «stout frame ... for the accumulation of further information». Conceptual tasks that require proper understanding of the architects of modern water resources of the city.

Keywords: park, water architecture, water resources of the city, landscaping and gardening.

Reference list

1. Sergeenko M.E. Life in Ancient Rome. – SPb., 2000. – 368 p.
2. Abramov N.N. Water. – M.: Stroyizdat 1974. – 480 p.
3. Patrick Schumacher Lecture «Parametric Order – 21st Century Architectural Order», School of Architecture, Rensselaer Polytechnic Institute (RPI), Troy, NY USA. URL: http://www.patrikschumacher.com/Videos/vid_27.html (reference date: 16.10.2015).
4. Lecture Andres Duane «Suburban Sprawl». URL: http://youtu.be/NMvwHDFVpCE?list=PLq4fHOLTolSEDALexLiOQY9LVj9yynCqs (reference date: 18.10.2015).
5. Jacobs D. The Death and Life of Great American Cities. – M.: New Publisher 2011. – 460 p.
6. Lynch K. Image of the city. – M.: Stoyizdat 1982. **–** 328 p.
7. Gail J. Life among the buildings. – M.: Alpina Publisher, 2012. – 200 p.
8. Beatley T. Biophilic cities: integrating nature into urban design and planning. – Washington, DC: Island Press, 2009 (reference date: 17.10.2015).
9. Christopher Alexander. Language patterns. Cities. Buildings. Building. – M.: Lebedev Studio, 2014. – 1096 p.
10. Speech by William McDonagh «Cradle to cradle design». URL: http://www.ted.com/talks/william_mcdonough_on_cradle_to_cradle_design (reference date: 18.10.2015).

УДК 728.1.012.1.
Желнакова Л.В. – аспирант
Email: lyusiena_zhe@mail.ru
Родионовская И.С. – кандидат архитектуры, профессор
Email: rodionovskaya_mgsu@mail.ru
Московский государственный строительный университет
Адрес организации: 129337, Россия, г. Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26

Эко-доминантная составляющая проектирования дошкольных учреждений инклюзивной направленности в условиях урбосреды

Аннотация

Инклюзивное образование предполагает обучение здоровых детей и детей с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ). Проектирование детских дошкольных учреждений (ДОУ), реализующих инклюзивные образовательные программы требует учета ряда специфических аспектов, с целью создания полноценного и комфортного архитектурно – ландшафтного пространства для данной категории населения. В условиях урбанистической среды мегаполиса одним из таких фундаментальных аспектов становится экологическая защита образовательного учреждения на внешнем (участок) и внутреннем (здание) уровнях. Статья посвящена рассмотрению возможностей создания такой защиты путем включения в функциональную схему ДОУ растительного компонента как элемента развивающей среды.

Ключевые слова: инклюзивное образование, фито-компонент, дошкольное учреждение, экологическая защита, игровое пространство

Невозможно утверждать, что существенное превышение ПДК[1] является нормой, однако, в прагматическом ключе приходится принять за точку отсчета логический абсурд: «допустимое превышение ПДК» – иначе говоря, зло, не поддающееся устранению в обозримой перспективе, вынужденно приходится записывать по графе «норма»
В.Л. Глазычев

Экологическое качество городской среды сегодня является предметом внимания не только специалистов этого профиля, но и многих других. Особенно остро в последнее время оно затрагивает градостроительство и архитектуру, а в них – те области, которые призваны обеспечивать безопасность жизнедеятельности населения в пространстве его активного использования. К ним, прежде всего, относится жилая среда в компонентах урбосистем (районах, микрорайонах, кварталах), сосредоточивающая массы населения.

В этом пространстве «стационарно» существует особая категория населения – дети, требующие для своего полноценного развития экологически благоприятной среды во всех пространственных компонентах своего пребывания – внутри зданий и во внешнем урбо-пространстве, которое для жизнеобеспечения детского организма является необходимым.

Однако, современное урбанистическое развитие поселений, которое характеризуется интенсивной концентрацией населения и полифункциональностью, возрастающей высотностью застройки, формированием высокоплотных структур, существенным сокращением зеленого фонда, автомобилизацией и пр., негативно меняют качество внешней городской среды. При этом, страдают не только общественные детские досуговые пространства на открытом воздухе (дворовые и районные игровые площадки), но, что опаснее: и пространства, призванные комплексно и постоянно обеспечивать развивающие и рекреационные функции – детские дошкольные учреждения.

[1] Предельно допустимая концентрация – утверждённый в законодательном порядке санитарно-гигиенический норматив. Под ПДК понимается такая концентрация химических элементов и их соединений в окружающей среде, которая при повседневном влиянии в течение длительного времени на организм человека не вызывает патологических изменений или заболеваний, устанавливаемых современными методами исследований в любые сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Урбанистические условия и образ жизни детей в настоящее время характеризуются целым рядом негативных факторов: нарушением в структуре питания, низким уровнем двигательной активности и высокой психо-эмоциональной нагрузкой. Сегодня, по данным Минздрава РФ, уровень общей заболеваемости детского населения в городах достоверно на 13 % выше среднего уровня по России. За десятилетний период общая заболеваемость детей выросла на 9,5 %. Отмечается усиление процесса хронизации заболеваний у детей – большой процент детского населения имеет нарушения языковых и речевых, сенсорных и статодинамических функций, то есть физического здоровья.

Согласно статистических данных Департамента образования г. Москвы, наблюдается устойчивый рост детской инвалидности, если в 2007 г. количество детей-инвалидов дошкольного возраста (0-7 лет) составляло 8678 чел., то уже в 2011 г. оно увеличились до 10735 человек. Из них, только 18 % составляют дети с психическими нарушениями и с умственной отсталостью умеренной и тяжелой форм. Остальные же имеют нарушения физического здоровья и полностью сохранный интеллект. Хотя и имеют индивидуальные особенности восприятия, внимания, памяти, мышления, речи, режима обучения; специфические антропометрические параметры в зависимости от вида ограничения здоровья (рис. 1).

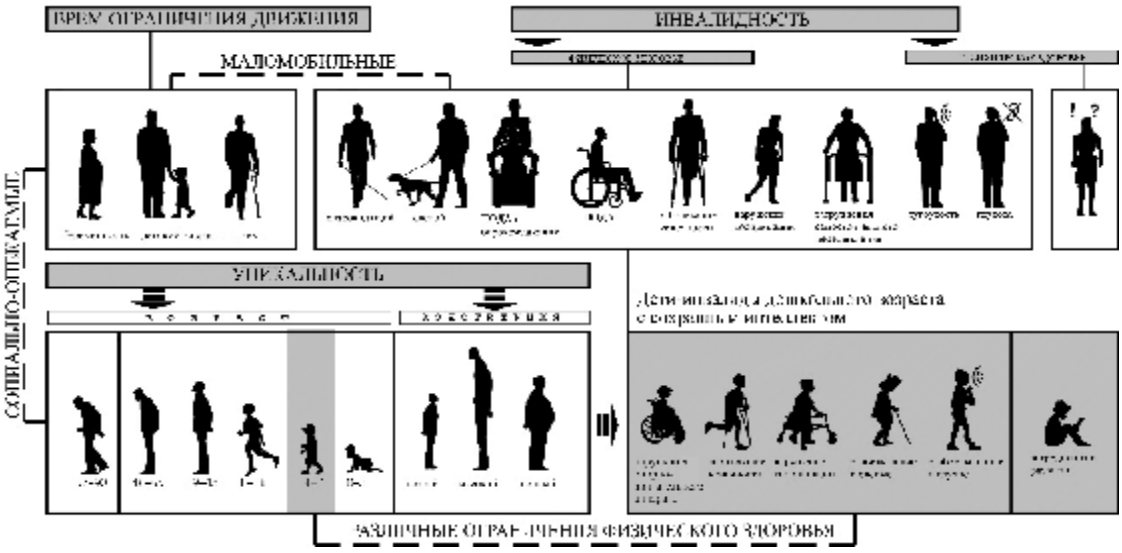


Рис. 1. Классификация нарушений мобильности людей.
Виды ограничения возможностей физического здоровья детей дошкольного возраста
с сохранным интеллектом

Задача обучения, воспитания и социализации таких детей является на сегодняшний день одной из приоритетных направлений модернизации дошкольного образования и включена в Федеральную целевую программу развития образования на 2016-2020 годы, принятую Правительством РФ в 2014 году. Согласно ее положений, в Москве в частности, ведущей стратегией в образовании объявлено инклюзивное образование, которое предполагает обучение и воспитание детей с ограниченными возможностями здоровья совместно со здоровыми детьми в обычных дошкольных, общеобразовательных и других образовательных учреждениях [2].

Реализация такого подхода ставит, помимо прочего, архитектурный вопрос о создании материально-технических условий для проживания, полноценного развития личности детей-инвалидов. Что подразумевает необходимость улучшения инфраструктуры детских дошкольных образовательных учреждений, разработку принципиально новых архитектурно-ландшафтных основ проектирования детских садов инклюзивного типа, учитывающих неизбежность влияния на людей негативных факторов урбосреды и компенсирующих их.

То есть законодательно установлено, что, начиная с 2014г. все вновь строящиеся здания ДОУ[2] должны соответствовать принципам универсального дизайна. Все здания и их территория должны быть доступными для детей-инвалидов, должны быть инклюзивными.

С другой стороны, в связи с устойчивым ростом численности воспитанников (рис. 2), потребность в строительстве большого количества детских садов в г. Москве с каждым годом возрастает. И, как репрезентативно свидетельствует практика, зачастую это приводит к тому, что качественные характеристики данного специфического пространства, в котором дети проводят большую часть активного времени суток занижаются в угоду количественных. Ситуация усугубляется низким экологическим рейтингом большинства районов Москвы и недостатком оптимальных участков под строительство ДОУ.

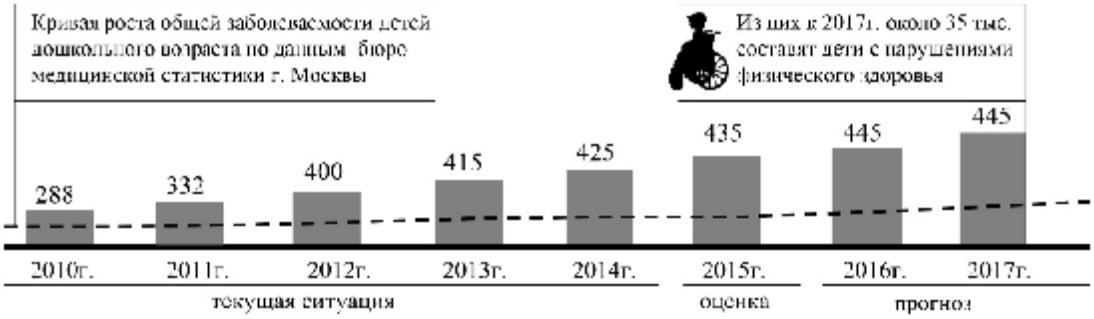


Рис. 2. Рост численности воспитанников государственных дошкольных образовательных учреждений и рост детской заболеваемости, тыс. чел.

Все типовые проекты дошкольных учреждений различной наполняемости (14 проектов), принятые Департаментом градостроительной политики Москвы для строительства в 2013-2015 гг. имеют компактную планировку. Это связано с недостатком в застроенных районах участков под строительство. Выделяемые участки практически всегда являются сложными по конфигурации, рельефу или геодезическим условиям. Принятой практикой также является «посадка» нового здания на участок с уже существующим зданием ДОУ небольшой вместимости (90-150 человек) с объединением их спортивной, хозяйственной, иногда игровой зон (рис. 3).

В стесненных условиях городской застройки СанПин 2.4.1.3049-13 (с изм. от 04.04.2014) «Санитарные требования к устройству, содержанию, организации режима работы в детских дошкольных организациях» допускает сокращение площадей прогулочных детских площадок на 10 %, а в последнее его редакции была исключена обязательная ширина 3 м защитной полосы зеленых насаждений по периметру участка. То есть ширина этой полосы и тип насаждений должны определяться проектировщиком. На практике это означает, что, если архитектор стремится обеспечить детей более-менее приемлемой площадью игровых площадок, он вынужден под «защитную полосу» выделять ленту газона 0,4-0,5 м вдоль ограждения. Кроме того, произрастающая на участке растительность в целом деградирует из-за возрастающих антропогенных воздействий: современный автотранспорт занимает почти все относительно свободные территории, часто затрагивая газоны. Почти неприспособленное для таких нагрузок и лишенное фито-экологической альтернативы сложившееся городское пространство становится экологически агрессивной средой, в которой все живое поставлено в условия выживания [8]. Разумеется, ни о какой реальной защите детей от разрушающих факторов урбосреды речь в таком случае не идет.

Проанализировав участки, выделенные под строительство детских садов, приходится признать, что в аспекте плана благоустройства возможно говорить только о создании доступного или частично доступного пространства для детей с различными ограничениями

[2] Здесь и далее – дошкольное образовательное учреждение.

физического здоровья. А в некоторых случаях, невозможно создать даже элементарно безбарьерный доступ во все рекреационно-игровые и спортивные зоны. Например, на участке со сложной конфигурацией расположение игровых площадок может быть геометрически не логичным, подходы к ним «виляющими», что затруднит ориентацию детей с нарушением зрения; для ребенка, передвигающегося на инвалидной коляске трудность составит преодоление перепадов высот в случае, если участок имеет сложный рельеф.

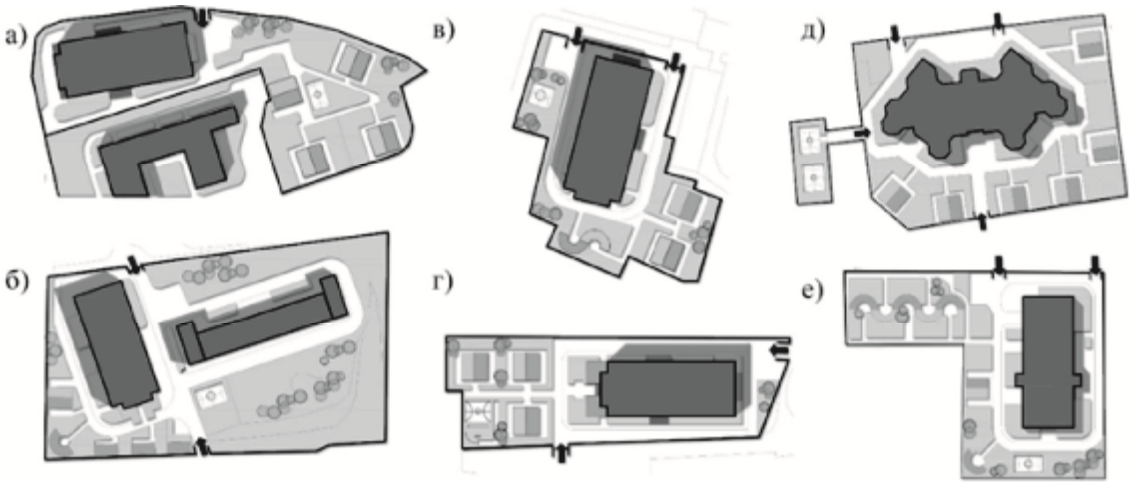


Рис. 3. Характерные особенности участков, выделенных Департаментом градостроительства г. Москвы под строительство ДОУ в 2013-2015 гг.:
а, б) присоединение к участку с существующим зданием ДОУ;
в, е) сложные рельеф и конфигурация участка»
г) вытянутость участка, сложности инсоляции игровых площадок;
д) присоединение физкультурной зоны через переход
или в шаговой доступности от территории ДОУ

Как представляется, в сложившихся условиях альтернативным решением может стать интеграция фито-компонента (растительности) непосредственно в архитектуру самого здания ДОУ.

Общим принципом объемно-пространственного решения большинства новых типовых серий детских образовательных учреждений является модульность — то есть составление целостного объема здания из функциональных модулей. При таком подходе, детский сад представляет собой сочетание функциональных зон, скомпонованных определенным образом и соединенных между собой транзитными зонами коридоров и лестниц. Каждая функциональная зона, будь то кухня, игровая комната или медицинский блок, является отдельной деталью конструктора. В результате мы получаем систему, позволяющую собрать за минимальное время максимальное количество вариаций детского сада любого типа просто перемещая детали конструктора между собой или добавляя новые детали. Таким образом во время проектирования акцент смещается в сторону наилучшей схемы расстановки функциональных зон, открывая широкие горизонты для чистого творчества и «подстройки» под конфигурацию участка. С помочью конструктора за кратчайшие сроки становится возможным найти решение для самой сложной территории.

При этом конструктивная схема модулей деталей конструктора представляет собой обычную каркасную систему с использованием различных типов фасадов, определяемых итоговым проектом.

Данный подход логически приводит к пониманию того, что проект образовательного учреждения инклюзивного типа не может и не должен быть типовым, так как это исключает главный принцип инклюзивности – универсальность. Должна быть разработана удачная трансформируемая функциональная схема ДОУ, которую архитектор использует как основу, матрицу при проектировании. Архитектурный процесс в данном случае представляет собой сборку модели ДОУ из автономных отдельных функциональных блоков. Каждый модуль-блок несет в себе определенную

функцию, все вместе детали образуют именно тот детский сад, который необходим в конкретной ситуации.

Именно такой подход в наибольшей степени обеспечивает принцип инклюзивности, который, касательно детского дошкольного учреждения, выражается в единстве трех составляющих:

1. гибкая объемно-планировочная схема здания;
2. соответствие здания и его элементов принципам универсального дизайна;
3. безопасность и экологическая защита.

К схеме модульного конструктора при проектировании детских садов независимо пришли сразу несколько проектных организаций (ООО ППФ «Проект-Реализация», ГУП МНИИТЭП, концерн «Крост», мастерская «Народный Архитектор») [1], специализирующихся на разработке зданий ДОУ различного типа и наполняемости. Данный принцип оправдал себя на практике – в 2014-2015 гг. в Москве построено и успешно эксплуатируется 10 зданий «садов-трансформеров».

Кроме того, данный подход позволяет обеспечить экологическую защиту детского сада путем интегрирования фито-компонента в здание в виде отдельного функционального модуля, который может быть представлен встроенным блоком зимнего игрового сада, изолированными прогулочными зонами на кровле, закрытым внутренним рекреационным атриумом и т.д. (рис. 4).

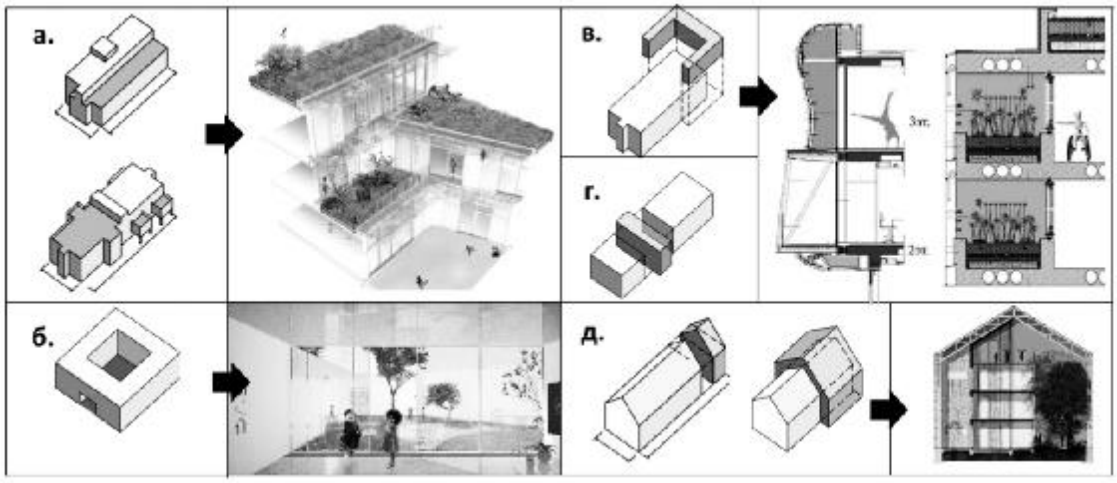


Рис. 4. Объемно-пространственные возможности организации здания ДОУ компактной планировки с эко-доминантной составляющей:
а) устройство площадок на кровле и террасных игровых зон
б) открытый или закрытый внутренний атриум;
в) пристройка защитных аквариумных садов со стороны спален, рекреаций и залов;
г) встройка самостоятельного модуля – зимнего игрового сада;
д) организация ДОУ по принципу фитотрона

В результате такого приема здание ДОУ, включающее ландшафтное пространство, представляет собой особый объект, специфика которого определена наличием ландшафтных включений – растительности, воды, почвы, микроорганизмов и др. Необходимость обеспечения жизнедеятельности организмов живых растений в условиях искусственной среды зданий определяет строительную особенность этого объекта, который может быть назван архофитоструктурой.

Формирование архофитоструктур имеет выраженную специфику: композиционно, функционально и технически требуется решать задачи организации пространства для двух типов живых организмов – человека и растительности.

Например, специфика фито-модуля в виде игрового зимнего сада заключается, во-первых, в том, что для жизнедеятельности его растительности в искусственной архитектурной среде, принципиально сформированной для человека, должны быть созданы экологические условия, аналогичные природным. А это значит, что в ней

должны быть учтены комплексные воздействия многих биотических и абиотических факторов открытого пространства, являющегося естественной средой обитания растений.

Но, зимний сад – это и ближайшая среда жизнедеятельности человека. Поэтому экологические параметры его среды и условия всецело должны соответствовать природе человека: ребенка. Поскольку они не всегда совпадают, проектирование архофитоструктур связано с разработкой компромиссных решений.

Растение – живой организм, поэтому встает вопрос обеспечения жизнедеятельного пространства для двух живых организмов – человека и растения. Во-вторых, такой модуль не является зимним садом в обычном понимании этого слова. Помимо того, что он представляет собой рукотворный фрагмент природы, включенный в замкнутый пространственный объем здания и образующий с ним единое целое, он также несет развивающую функцию – является полноценным рекреационным пространством для проведения игр, тематических занятий с детьми, отдыха и релаксации. Это значит, что здесь должна быть создана соответствующая предметно-пространственная среда, заложена дополнительная площадь, необходимая для размещения растений и инженерного, мебели, инженерного оборудования. Более того, в состав помещений модуля следует включить дополнительную кладовую инвентаря и помещение для хранения, рассадки и лечения растений.

То есть фактически, фито-модуль является озелененным игровым пространством, где растительность представлена не просто комнатными цветами в традиционных горшках, расставленными персоналом на шкафах и подоконниках в случайном порядке, а структурным озеленением, продуманным на этапе архитектурного проектирования.

Таким образом, происходит переход к среде принципиально нового качества, живой и чувствительной к изменяющемуся окружению, психологически дружелюбной по отношению к ребенку, побуждающей к сотворчеству, среде, которая создает равные условия для развития личности каждого ребенка, независимо от состояния его физического здоровья.

Развитие творческих, интеллектуальных возможностей, воспитание чувства природосообразности у всех детей, а также вовлечение в учебный процесс и социализация детей с ограничениями физического здоровья требует создания комфортной развивающей архитектурной среды. Особенно важно, чтобы эта среда была дополнена фито-компонентом, поскольку именно растительность является гармонизирующим ее элементом, а также повышает качество внутренней среды ДОУ в условиях непрерывного воздействия отрицательных факторов урбосреды мегаполиса.

Ориентация современной системы образования на реализацию инклюзивного (комбинированного) подхода к развитию детей, который видит различия в детях как ценность и признает, что есть преимущество во взаимном обучении каждого.

Ставит для архитектурной науки задачу является разработки новой концепции формирования типологии детских воспитательных учреждений, отвечающей требованиям инклюзивности и создания комфортной, здоровой среды через эко-доминантную составляющую.

Список библиографических ссылок

1. База типовых проектов детских садов, общеобразовательных школ и блоков начальных классов (БНК), рекомендуемых к строительству в Москве // Комплекс градостроительной политики г. Москвы, 2015. URL: https://stroi.mos.ru/albom-proektov-detskih-obrazovatelnyh-uchrezhdenii (дата обращения: 10.10.2015).
2. Государственная программа «Доступная среда» на 2011-2015гг. //RIA.RU: ежедн. интернет изд., 2015. URL: http://fcp.economy.gov.ru/cgi-bin/cis/fcp.cgi/Fcp/ViewFcp/View/2011/392/ (дата обращения: 10.10.2015).
3. Кузнецова, А.А. Современные архитектурно-планировочные способы моделирования зданий дошкольных организаций // Известия Самарского научного центра Российской академии наук / Самар. научн. центр Рос. акад. наук. – Самара, 2014, Т. 16, № 2. – С. 221-225.
4. Мартовицкая М.А. Архитектура и дети // Speech, 2015, № 14. – С. 16-37.

5. Маханева М.Д. Экологическое развитие детей дошкольного и младшего школьного возраста. – М.: Аркти, 2004. – 34 с.
6. Рау У. Безбарьерное строительство для будущего. – Берлин: 1-е изд., 2008. – С. 132-181.
7. Тетиор А.Н. Архитектурно-строительная экология – новая наука // Архитектура и строительство Москвы, 2010, № 2. – С. 30-39.
8. Хуснутдинова З.А., Шагарова С.В., Янгузарова Р.И. Инвалидность детей в условиях крупного промышленного города // Окружающая среда и здоровье. – Казань, 1996. – 124 с.
9. Accessible play areas: a Summary of Accessibility Guidelines for Play Areas. – Washington: ADAAG-publisher, 2013. – P. 20-37.
10. Broto C. Design for fun: playgrounds. – Barcelona: LINKS International, 2013. – P. 271-298.

Zhelnakova L.V. – post-graduate student
E-mail: lyusiena_zhe@mail.ru
Rodionovskaya I.S. – candidate of architecture, professor
Email: rodionovskaya_mgsu@mail.ru
Moscow State University of Civil Engineering
The organization address: 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe sh., 26

An ecological factor of designing the inclusive preschool institutions in the urban environment

Resume

According to the adopted by the Russian Government program of inclusive education, children with limited mobility may attend a kindergarten in conjunction with healthy children. 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, learn and develop.

From an architectural perspective, this means that all new buildings of kindergartens to be built in Moscow should comply with the principles of universal design. All buildings must be accessible to persons with disabilities, should be inclusive. But, what is true inclusion, is it possible to comply with its requirements if the building will be constructed in megapolis?

This article is dedicated to ensuring ecologically protected environment of children's institutions in a megapolis. The main environmental factors of a megacity are: air pollution, lack of sufficient landscaping, noise. The situation is complicated by the fact that due to dense development, increasingly difficult to find sites for the location of kindergartens, which would be sufficient in size and would have optimum relief and form. The article discusses how to resolve this problem by integrating planting into the functional structure of the building of the kindergarten. The author examines the different types of such integration: the creation of winter gardens, «green playrooms», «aquariums – gardens » and its architectural features and also the possibility of plastic to create a green play areas into the building.

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.

Thus, the vegetation that is properly integrated into the kindergarten building will help solve two problems at once:

1. creating of the environmental protection from the destructive factors of the city. This applies to all children, including children with disabilities

2. harmonization of habitat that is alive and constantly changing, as is typical for the child's psyche.

Keywords: inclusive education, phyto-components, preschool, environmental protection, play area.

Reference list

1. The base of standard projects of kindergartens, schools and primary school blocks, recommended to be built in Moscow // The complex of urban policy of Moscow, 2015. URL: https://stroi.mos.ru/albom-proektov-detskih-obrazovatelnyh-uchrezhdenii (reference date: 10.10.2015).
2. State program «Accessible Environment» // RIA.RU: the daily Internet-edition, 2011. 08apr. URL: http://fcp.economy.gov.ru/cgi-bin/cis/fcp.cgi/Fcp/ViewFcp/View/2011/392/ (reference date: 10.10.2015).
3. Kuznetsova A.A. Modern architectural and planning ways of modeling of buildings of preschool institutions // The News of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences / Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. – Samara, 2014, V. 16, № 2. – P. 221-225.
4. Martovitskaya M.A. Architecture and children // Speech, 2015, № 14. – P. 16-37.
5. Makhaneva M.D. Ecological development of children of preschool and primary school age. – M.: Arkty, 2004. – 34 p.
6. Rau U. Disability building for the future. – Berlin: 1-st pub., 2008. – P. 132-181.
7. Tetior A.N. Architectural and construction ecology – a new science // Architecture and building of Moscow, 2010, № 2. – P. 30-39.
8. Khusnutdinova Z.A., Shagarova S.V., Yanguzarova R.I Disability of children in a large industrial city // Environment and Health. – Kazan, 1996. – 124 P.
9. Accessible play areas: a Summary of Accessibility Guidelines for Play Areas. – Washington: ADAAG-publisher, 2013. – P. 20-37.
10. Broto C. Design for fun: playgrounds. – Barcelona: LINKS International, 2013. – 271 p.

УДК 72.03:725
Короткова С.Г. – кандидат архитектуры, старший преподаватель
E-mail: svetlkor@yandex.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Эргономический подход в архитектурном проектировании

Аннотация

Архитектурное проектирование является творческим процессом и выражает пространственно-композиционную идею автора проекта. Комплексный подход, характерный для эргономики, позволяет всестороннее учесть множество факторов жизнедеятельности человека и тем самым открывает широкие возможности совершенствования проектного труда. В статье сформулированы этапы проектного процесса на стадии эскиза, проведен анализ методов проектирования в современном образовательном плане. Эргономика решает многие задачи, сродные проектному процессу. Эргономический подход в архитектурном проектировании должен связать его со многими отраслями человеческого знания и практики. Предложены формы и способы применения эргономических исследований, на которые должно опираться обучение архитектурному проектированию.

Ключевые слова: эргономика, проектирование, человеческий фактор, архитектура, масштаб.

Проектирование жилых или общественных зданий представляет собой творческий процесс, в большинстве случаев основанный на личностном опыте, интуитивном подходе к формообразованию и опирается на нормативные ограничения в строительстве. Единого подхода в создании архитектуры нет, и не может быть. Однако, существует методика ведения проектного процесса, которая применяется как при обучении архитектурному проектированию, так и в реальном проектном деле.

Самым важным моментом в любой проектной методике является взаимосвязь всех общепроектных задач с типологической направленностью объекта. Четко осознавая основную цель проекта, архитектор может решать определенные технологические, функциональные, конструктивные и эстетические задачи. В этой связи типология проектируемого объекта является основополагающей составляющей всего проектного процесса. И здесь возникает необходимость в определении габаритов, возможностей трансформируемости пространств, параметров функциональных зон и целостного восприятия искусственной среды. Эти аспекты исследуются уже на этапе предпроектного анализа и получают свое развитие в эскизном проекте. Осмысление всех этапов архитектурного проекта начинается на основе глубокого изучения функциональной организации здания или комплекса. И сегодня типологический диапазон современных жилых и общественных зданий весьма расширяется и усложняется в связи с полифункциональностью происходящих в них процессов.

На следующем этапе, следуя современным принципам объемно-пространственной организации и формообразования в архитектуре, строится предварительная модель функционально-планировочной организации здания. На этом этапе учитываются эргономические законы зрительного восприятия, как всего объема здания, так и отдельных его формальных элементов. Визуальная выразительность архитектурного объема на этапе эскизного проектирования прорабатывается в видовых зарисовках, макетных фотофиксациях и скетчах, отображающих средовые ситуации проектной территории. Цветовые решения и световое восприятие объемно-пространственной композиции здания проектируются исходя из психофизиологических законов эргономики. Человеческий фактор является на этом этапе проектирования первостепенным. Должный уровень освещения рабочих поверхностей естественным и искусственным светом, инсоляция помещений или необходимость в устранении попадания прямых солнечных лучей, – все эти аспекты также находятся в неразрывной связи с типологическими особенностями каждого архитектурного объекта.

Отображение в эскизных чертежах основных антропометрических пропорций происходит, главным образом, за счет грамотного определения размерных характеристик пространственных зон. Учитываются габаритные параметры мебели и оборудования, что включает объем, занимаемый самим предметным наполнением и объем пространства, необходимый человеку для выполнения действий, движения в подходах и проходах. На этапе эскизных чертежей большую роль играет определение значений параметров и расстояний, которые регламентируются противопожарными требованиями. Особое значение это имеет в зданиях, где проходят значительные людские потоки. Передвижение людей является тем функциональным процессом, который характерен для зданий любой функциональной направленности. Поэтому определение в отдельных помещениях размеров проходов, а во всем здании – коммуникаций предусматривается на базе эргономических показателей, в соответствии с расчетом плотности и скорости движения людского потока. Размерные характеристики любых помещений, в первую очередь, будут зависеть от числа пребывающих или движущихся в их пространстве людей. Габариты и объем пространства, занимаемые человеком, зависят от возрастных характеристик, физических особенностей и дополнительных факторов, например, сезонной одежды или наличия ручной клади. Таким образом, изучение архитектурного проектирования не является полным без знаний антропометрических и психофизиологических особенностей человека. Применение этих знаний делает возможным создавать человекоориентированную пространственную среду.

В свою очередь, функциональность и режим использования проектируемых пространств определяют возможности комфортного и безопасного пребывания в здании. Любая пространственная ситуация, создаваемая архитектором, является результатом не только фантазийной и интуитивной рефлексии, но и продуманного исследования, основанного на здравом смысле. Например, в любом общественном здании, обслуживающем большое количество посетителей, используются знания антропометрии и психофизических возможностей человека при движении по вертикальным и горизонтальным коммуникациям. Скорость движения по лестницам вниз в определенном диапазоне плотностей потока выше, чем при движении по горизонтальному пути, поскольку человек затрачивает меньше энергии, а ступени определяют равномерный ритм движения всего потока. Однако с ростом плотности потока этот ритм нарушается, человек перестает видеть путь, боится оступиться, и скорость падает настолько, что оказывается даже меньше скорости при движении по лестницам вверх, поскольку вероятность падения при подъеме меньше, чем при спуске. Именно эргономика, являясь наукой, комплексно изучающей все аспекты взаимодействия человека со средой, дает ответы на многие возникающие в ходе проектирования вопросы.

Другой вопрос, ответ на который дает эргономический подход при проектировании жилых зданий, заключается в знании действительных потребностей жителей, которые являются анонимными заказчиками. В современном строительстве появилась необходимость в формировании научной базы для таких приоритетных социальных направлений, как доступное жилье, что предполагает развитие массового строительства. При всем том, социальное жилье не означает некомфортное, не учитывающее потребностей людей в жизни и деятельности. «Сложность решения архитектурно-планировочных задач диктуется большим количеством жестких требований, без выполнения которых вариабельность, исключающаяся в типовых проектах, не может быть достигнута» [1]. Вариантное проектирование, выступая предпроектным этапом типового проектирования в массовом жилищном строительстве, позволит точнее учесть условия проектной территории, социальный запрос на объемно-планировочные решения и пространственно-композиционное разнообразие застройки. Эргономичность решений в пространственных решениях типового жилья основывается на показателях минимальных пространств для различных видов деятельности и людей, имеющих особые потребности в процессе жизнедеятельности. Такой подход является необходимым при реализации основного положения при проектировании многоквартирного жилья: на одной и той же площади должны проектироваться квартиры разных планировочных достоинств, соответствующих разным формам образа жизни различных семей при одной и той же их численности. В результате такого подхода мы можем говорить о модульности в

проектировании жилья, во-первых, как о величине, взятой из антропометрических данных и принятой за основу для назначения размеров. Во-вторых, модуль является качественным показателем формирования жилища и соответствует конкретным социокультурным характеристикам потребителя. В-третьих, модульная структура становится фактором пространственного формообразования в архитектуре.

Несмотря на многозначность аспектов, влияющих на размерность пространственных характеристик, существует возможность вывести единый размерный модуль. Таким модулем является усредненный показатель занимаемого объема для человека в различных пространственных положениях. Присутствие в архитектурном творчестве «меры человека» является обязательным условием благополучного выживания и существования человечества в современном мире. Отсюда следует функционирование массовых, стандартизированных форм питания, жилья, труда, систем обмена и распределения. Естественно, системы унификации и стандартизации в архитектурном проектировании и строительстве являются уже достаточно развитыми и обоснованными многочисленными расчетами и исследованиями. И все же появление новых направлений в развитии технологий строительного производства, многообразия в типах жилых и общественных зданий обусловливают необходимость в наращивании теоретико-экспериментальной базы эргономического проектирования.

Сегодня имеется ряд исследований, обосновывающих минимальные размерные характеристики пространств, занимаемых человеком. Проблемы формообразования и функционирования «капсульных» пространств в жилье и на рабочем месте активно поднимаются в связи с глобальным задачами экономии энергозатрат и повышения энергоэффективности при создании и эксплуатации искусственной среды. Учет человеческого фактора в этом случае дает минимальную пространственную модель человека для применения её в проектном процессе. Сложность создания проектной модели человека заключается в обоснованности используемых при её построении данных, так как, во-первых, в эргономике не существует понятия «среднестатистический человек», во-вторых, сбор антропометрических данных людей разных возрастов, разного рода деятельности или из различных стран также будет давать неодинаковые результаты. Такая сложность с получением правдивой антропометрической информации приводят к неудачным попыткам стандартизации антропометрических исследований на национальных или международных уровнях. Тем не менее, архитектору следует уметь применять эргономические данные, иметь представление о тех факторах, которые на них влияют, формы представления этих данных и ограничения в их применении.

Основные положения методики эргономичного проектирования в учебном процессе

Для того, чтобы эффективно применять антропометрические, физиологические и психофизиологические составляющие, влияющие на проектируемую среду, следует знать методику исследований в эргономическом проектировании. Аналитические, экспериментальные и расчетные методы дают возможность углубленно рассматривать особенности проектирования пространств различного назначения. Благодаря им, устанавливаются каналы, по которым возможен приток знаний из других различных научных областей, а также преодолевается несовместимость получаемых данных. Таким образом, происходит преобразовательско – проектное действие, а не получение традиционных научных знаний, и в этом заключается специфика архитектурного проектировочного процесса. Пользуясь методами проектирования, архитектор выводит закономерности создания проектной модели, которые также должны стать методами эргономичного проектирования. Таковыми являются метод «вживания в роль», метод ассоциации, аналогии эвристической, метод «мозговая атака», метод сценарного моделирования и коллективный поиск идей.

В проектной практике и при организации обучения студентов архитектурных вузов широко применяется *метод сценарного моделирования*, который успешно решает задачи, связанные с масштабом зданий и другими аналитическими установками проекта. Используя этот метод, проводился учебный курс по архитектурному проектированию на тему «Школа». Осваивалась специфика организации школ с инклюзивным образованием, и предусматривалось создание пространственной среды для детей, имеющих физические

и психофизические отклонения в здоровье. Разработка объекта велась от частного к общему, что в целом характерно для «восходящего» проектирования. На начальном этапе выполнения эскизного проекта давались установки на раскрытие различных покадровых видов – мизансцен – пространств, характерных для школьных зданий. Безусловным положительным результатом использования такого метода стало проектирование «от человека». Для проекта школы с включенным образованием рассмотрена среда с наиболее показательных точек восприятия ребенка – человека в интерьере. Рефлексия по поводу внутренних пространств проводилась по сценариям: классы, школьные рекреации, вход в школу, зальные помещения различного назначения, промежуточные пространства как связь между наружной и внутренней зоной. В данном случае метод сценарного моделирования дал возможность решить задачи сомасштабности объекта детям разных возрастов посредством эскизирования и последующей макетной модели объекта с учетом основных точках восприятия. Действенность такого метода проявилась и в решении задачи взаимодействия объекта и окружающей среды, то есть создании промежуточных пространств «внешнее – внутреннее» (рис. 1).

Рис. 1

В *методе структурного моделирования* используется свободная компоновка первичных модульных элементов в разнообразные по конфигурации и связям системы и структуры. Такой метод гармонично увязывает требования унификации при индустриальном производстве с возможностью индивидуализации отдельных композиционных решений и является гибким средством архитектурной организации пространств. В проектном эскизировании на тему инклюзивной школы изначально принята в качестве точки отсчета модульная единица (МЕ). Она представлена антропометрическим параметром пространства для детей, имеющих дефекты психофизического здоровья (рис. 2, табл. 1). Активно используемое поле, используемое детьми с особыми потребностями при передвижении, явилось основным размерным параметром в поиске гибкой, открытой для развития композиционной структуре всего объекта (табл. 2). Понятие человеческого фактора, включенного в проектный процесс, определило значимость способов формирования модульной единицы: количественных, качественных и пространственных.

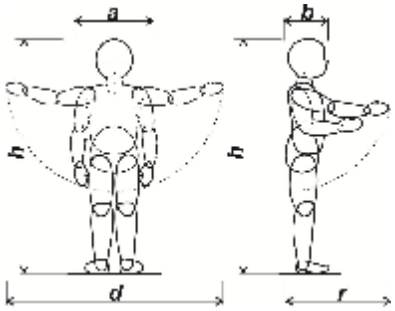
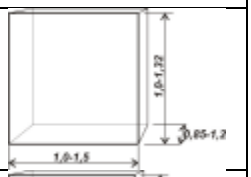
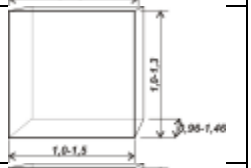
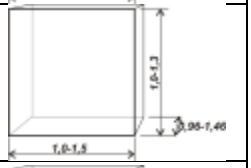
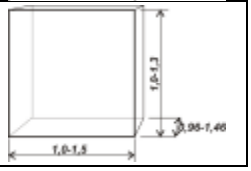


Рис. 2

Таблица 1

Антропометрические признаки детей-инвалидов с психофизическими нарушениями	h, м	a, м	b, м	d, м	r, м
	1,0-1,3	0,46-0,75	0,3-0,5	1,15-1,4	0,45-0,55

Таблица 2

Особенности психофизических нарушений детей-инвалидов		h, м*	a, м*	b, м*	d, м*	r, м*	размеры МЕ
ПФН, требующие дополнительные средства передвижения	на кресле-коляске	1,0-1,32	0,45-0,8	0,85-1,2	1,0-1,5	0,85-1,2	
	с дополнительными опорами	1,0-1,3	0,55-0,9	0,6-1,0	1,0-1,5	0,96-1,46	
Множественные ПФН, не требующие дополнительных средств передвижения	с преобладанием дефектов зрения	1,0-1,3	0,55-0,9	0,6-1,0	1,0-1,5	0,96-1,46	
	с преобладанием дефектов слуха	1,0-1,3	0,28-0,58	0,6-1,0	1,0-1,5	0,96-1,46	

Использование приемов и способов *комбинаторики* в эскизном проектировании дает возможность многократно и по-разному использовать конструктивные элементы, что соответствует правилам унифицированного массового производства.

В основном эргономические исследования существенную роль играют на практике. В одних случаях проектировщики и конструкторы сами решают некоторые задачи эргономического проектирования по эргономическим стандартам, справочникам. В других случаях они привлекают к проектированию в качестве консультантов профессиональных эргономистов. И третья форма, когда организуются междисциплинарные группы из проектировщиков, эргономистов и ученых смежных научных дисциплин – социологов, конструкторов, технологов и других специалистов для решения эргономических задач проектирования систем «человек – предмет – среда». В процессе архитектурного образования эргономическое проектирование опирается большей частью на жизненный опыт и знаниевый уровень обучающегося. Но и в этом случае, консультантом выступает педагог, а привлечение к обсуждению проекта смежных специалистов является оценочным фактором объективности тех или иных проектных решений.

Заключение

Использование в архитектуре и градостроительстве эргономического подхода к проектированию прослеживается в таких смысловых понятиях как «сомасштабность», «масштабность человеку», «гармонизация среды» и др. Значения этих слов говорят о соответствии размеров пространства и его деталей представлениям человека об их комфортном, полноценном восприятии. Основная позиция определения масштабности объекта является сам человек. Эргономический подход к проектной культуре способен дать правильный выход из ситуации, когда понятия «масштаба» и «масштабности» по отношению к реальному человеку утрачивают традиционный визуальный опыт восприятия. Ощущения масштабности в постмодернистской архитектуре, увлеченной формообразованием и компьютерными технологиями, возникают по мере приближения к сооружению чаще всего за счет малых архитектурных форм и ландшафтного дизайна. Единством задач средового и эргономического проектирования продиктовано появление новой формы исследований условий восприятия среды — видеоэкологии, посвященной проблеме гармонизации визуального комплекса средовых ощущений. Изучение взаимодействия человека с окружающей визуальной средой базируется не на субъективных высказываниях, а на закономерностях зрительного восприятия. Задачи, поставленные сегодня перед архитектурным проектированием: масштабность окружения человеку, сохранение его психофизиологического здоровья в искусственной среде, – имеют те же решения, что и проблемы видеоэкологии – устранение влияния гомогенных и агрессивных видимых полей.

Следует надеяться, что углубление знаний в сфере человеко-ориентированного проектирования, создаст предпосылки к развитию архитектурного творчества с расчетом на гуманизацию среды от масштаба города до масштабности человеку.

Список библиографических ссылок

1. Раскин А.М. Комбинаторика у дверей архитектурной мастерской // Академический вестник УралНИИПроект РААСН, 2009, № 1. – С. 94-95.
2. Короткова С.Г. Концептуальность и проектирование как основы выражения архитектурного произведения // Актуальные вопросы науки и техники. – Самара, 2015, № 2. – С. 113-115.
3. Короткова С.Г. Методы композиционной гармонизации пространства в дизайне интерьера // Дизайн – образование; моделирование, технологии, интеграция. – Чебоксары: Чуваш. гос. пед. ун-т, 2014. – С. 123-131.
4. Линч Кевин. Образ города. – М.: Стройиздат, 1982. – 328 с.
5. Техническая эстетика и дизайн: Словарь. – М.: Академический Проект; Культура, 2012. – 356 с.
6. Юнг И.С. Реализация метода сценарного моделирования городского общественного пространства // Проблемы теории и истории архитектуры Украины, 2013, № 13. – С. 241-247.
7. Alexander Ch. New Concepts in Complexity Theory. URL: http://www.natureoforder.com/library/scientific-introduction.pdf (дата обращения: 25.09.2015).
8. Мелодинский Д.Л. Масштабность в современной архитектуре // Архитектура и современные информационные технологии, 2012, № 4 (21). URL: http://www.marhi.ru/AMIT/2012/4kvart12/melodinsky/abstract.php (дата обращения: 25.09.2015).

Korotkova S.G. – candidate of architecture, senior lecturer
E-mail: svetlkor@yandex.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Ergonomic approach in architectural design

Resume

Architect develops its own idea of the spatial relationship of the pre-analysis stage to the stage of project documentation. Architectural design is a creative act, it expresses the spatial and

compositional idea of the designer. An integrated approach, typical for ergonomics, enables to take into account comprehensive set of factors to human life and thus opens up the possibility of improving the design work. The human factor influences on the creation of architectural - spatial model and defines the human qualities in the architecture. In this article formulated stages of the design process at the stage of the sketch, made the analysis of design methods in modern educational plan. Ergonomics solves many problems akin to the design process. Ergonomic approach in architectural design has to link it with many branches of human knowledge and practice. Use of knowledge of the perception psychology, physiology and anthropometry become necessary in a modern architectural design practice. Proposed forms and methods of using ergonomic research the architectural design training should be based on.

Keywords: ergonomics, design, human factors, architecture, scale.

Reference list

1. Ruskin A.M. Combinatorics at the door of the architectural studio // Academicheskyi vestnic UralNIIProekt RAASN, 2009, № 1. – P.94-95.
2. Korotkova S.G. Conceptual and design as the basis for the expression of architectural composition // Actualnye voprosy nauki i tehniki. – Samara, 2015, № 2. – P. 113-115.
3. Korotkova S.G. Methods composite harmonization of space in the interior design // Desain – obrazovanie; modelirovanie tehnologii, integracia. – Cheboksary: the Chuvash State Pedagogical University, 2014. – P. 123-131.
4. Kevin Lynch. The image of the city. – M.: Stroyizdat, 1982. – 328 p.
5. Industrial art and design: Dictionary. – M.: Academicheskyi Proekt; Kultura, 2012. – 356 p.
6. Jung I.S. Realization of the method of scenario modeling of urban public space // Problemy teorii i istorii arhitektury Ukrainy, 2013, № 13. – P. 241-247.
7. Alexander Ch. New Concepts in Complexity Theory. Available at. URL: http://www. natureoforder.com/library/scientific-introduction.pdf (reference date: 25.09.2015).
8. Melodinsky D.L. The scale of modern architecture // Arhitektura i sovremennye informacionnye tehnologii, 2012, № 4 (21). Available at. URL: http://www.marhi.ru/ AMIT/2012/4kvart12/melodinsky/abstract.php (reference date: 25.09.2015).

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

Социальные, экономические и политические предпосылки развития жилой среды в российских городах, и формирование новых типов городского жилья с середины XIX века по 1917 год

Аннотация

В статье рассматривается процесс эволюции жилой архитектуры, в российских городах в период середины XIX-начала XX века. Анализируются основные тенденции и архитектурные задачи, в области жилищного строительства. Выявляются основные типы городского жилья, сформированные за этот временной промежуток, и их объёмно-пространственные характеристики. Исследуются экономические, социально-политические, бытовые предпосылки и условия формирования дореволюционного жилья.

Ключевые слова: жилищное строительство, городское жилище, массовое жилье, жилье для рабочих, барак, казармы, доходный дом.

Введение

Городское пространство – сложносочинённый механизм, функционирование которого невозможно без одного из важнейших его составляющих – жилой среды, от архитектуры которой во многом и зависит облик города. Как писал великий архитектор Ле Корбюзье: – «Проблема дома – одна из проблем эпохи. От ее решения сегодня зависит равновесие общества» [1]. Эта фраза, опубликованная им еще 1923 году в книге «К архитектуре» (Vers une architecture, Le Corbusier) остается по-прежнему актуальной. Современная ситуация в большинстве российских городов характеризуется неравномерной дифференциацией жилой среды по социально-имущественному признаку будущих жильцов в структуре города. По сколько на данный момент не существует четких походов к формированию жилой среды, эта тенденция способствует сегрегации городского пространства и снижению качества, как самой жилой среды, так и уровня жизни на отдельных ее территориях. Для выхода из возникшей ситуации необходимо понимать, что это произошло не в одночасье. Каждая историческая эпоха, каждый исторический процесс, несли за собой разнообразные строительные и градостроительные концепции и эксперименты, которые оказывали прямое влияние и наложили отпечаток на развитие, и формирование города. Именно поэтому для нынешнего поколения архитекторов и строителей большое значение имеет изучение исторического процесса развития жилищного проектирования.

Начиная с середины XIX века, архитектура городского жилья становится центральной темой и главным объектом проектирования. За прошедшее столетие архитектура прошла долгий путь от решения социальных проблем и поиска минимальной площади жилой единицы до разработки методов, позволяющих обеспечить индивидуальным жильем различные слои населения. В статье рассматриваются дореволюционный опыт развития жилищного строительства с середины XIX века по 1917 год. Данное исследование систематизирует архитектурные и градостроительные приемы развития жилой архитектуры данного периода, позволяя с одной стороны подробно рассмотреть исторические предпосылки развития жилой архитектуры. С другой, изучить архитектурно-планировочные решения, сложившихся типов жилья (доходный дом, жилье для рабочих) с последующей целью формирования на их базе сложной системы жилья, способной учитывать изменившуюся структуру общества и удовлетворяющую всем современным требованиям.

Развитие городского жилья в российских городах на рубеже XIX-начала XX вв.

Активное развитие промышленности, усилившееся с середины XIX века, способствовало увеличению спроса на рабочую силу, что повлекло за собой массовый наплыв населения из близлежащих сел и деревень в города, обострив и без того

непростую жилищную ситуацию. В жилищной сфере появляется новая проблема – размещение огромной армии работников [2]. Привычного для нас понятия муниципального или государственного жилья еще не существовало. Жилищный фонд города, как и большая часть земель, находится в частной собственности. Строительство жилья осуществлялось частным лицом, и только владелец отвечал за благосостояние и ремонт своей недвижимости, государство при этом практически не участвовало в строительстве нового жилья, и каких-либо дотаций, субсидий или других финансовых инвестиций из казны для решения этой проблемы не было предусмотрено. Неоднородность жилого фонда города, наиболее четко просматривается в противоречии застройки центра и рабочих окраин. Во время того как центр города и окружающие его жилые кварталы, предназначенные для привилегированных классов, были вполне благоустроены, промышленные рабочие окраины пребывали в запущенном и антисанитарном состоянии. Рост населения повлек за собой помимо дефицита жилья еще и снижение его качества, особенно для малообеспеченного и рабочего класса, вынуждая необеспеченные слои населения селиться в подвалах, на чердаках, жить в большой скученности и антисанитарных условиях. Так в городах дореволюционной России в подвальных помещениях проживало от 10 до 22 % населения [3].

В этих условиях, при острой нехватки жилья, а, следовательно, и большой прибыли от сдачи его в наем, к концу первой половины XIX века, получил широкое распространение новый тип жилья – многоквартирный жилой дом с секционным расположением квартир. Эти дома, строившиеся на личные средства купцов и предпринимателей, с целью получения в дальнейшем прибыли от сдачи в наем квартир или комнат, получили название «доходные дома». При своей сравнительно небольшой территории, они позволяли обеспечить жильем большое число горожан, чем принципиально отличались от традиционной усадебной модели.

Первые доходные дома строились без увязки и согласования с существующей застройкой, корпуса имели самую разнообразную, порой невероятно сложную конфигурацию, не всегда с выгодной ориентацией по сторонам света, и затемнёнными дворами-колодцами. Такой дом «не имел ни сада, ни огорода, никакого либо зачатка хозяйства, а главное был лишен прочих связей, живущих в нем с местом» [4].

Постепенно доходные дома получили более чёткую панировку секции, были разработаны разные типы квартир с учетом социального состава потенциальных жильцов. Большинство домов строилось по единой схеме с двумя лестничными клетками – парадной и черной. Вокруг первой группировались передние, столовые, гостиные; вокруг черной – кухни, санитарные узлы, комнаты прислуги. Владелец доходного дома получал больше прибыли от множества мелких квартиросъемщиков, чем от нескольких крупных квартирантов, поэтому дома с одинаковыми квартирами во всем доме встречаются крайне редко. Чаще всего квартиры отличались как размерами, так степенью комфорта. Жилье богатых и зажиточных горожан могло состоять из 5-8 комнат для каждого члена семьи и прислуги, было оборудовано уборными, ванными комнатами и кухней. Площадь такой квартиры могла достигать 300-400 м^2, в то время как небольшие одно – двухкомнатные составляли не больше 20-30 м^2. Стоимость и качество квартир существенно изменялась по мере удаления этого самого жилья вглубь домовладения. Вдоль главного фасада, шли просторные квартиры состоятельных людей, в глубине дома селились чиновники низших рангов или разночинцы. Студенты же или представители богемы обживали мансардный этаж. Лестничные клетки так же служили элементами социально-пространственного регулирования, т.к. именно они распределяли жителей разного социального статуса по дому [5]. Помимо большей площади богатые квартиры имели возможность выхода не только на улицу, но и во двор, что крайне высоко ценилось, в то время как более дешевые квартиры, располагающиеся вдоль «черной» лестницы, имели выход только во дворы жилых корпусов. Подобная система дворов способствовала разделению жильцов по социально-имущественному статусу внутри здания, при этом сохраняя возможность их взаимодействия, что положительно влияло на социальную интеграцию всех слоев населения в городскую среду [5].

В условиях усиливающийся конкуренции владельцы требовали от архитекторов придания уникального архитектурного облика зданиям, с целью привлечения большего

количества жильцов. для этого архитекторы используют различные приемы и стили, все чаще обращаясь к эклектике. Для здания расположенного в середине улицы была характерна определённая пластика фасада, материал и цвет, угловые же здания имели вспомогательные приемы привлечения жильцов: купола, шпили, эркеры и т.д. [5]. Разрабатываются и активно применяются новые приемы композиции, позднее ставшие типичными для доходного дома, к ним можно отнести, выявление вертикали лестничных клеток, создающих акцент и подчёркивающих секционную структуру дома. Функциональная составляющая доходного дома подчёркивается на фасаде ярусами и ритмами оконных проемов. Для Санкт-Петербурга этого времени наиболее характерны: доходный дом по Обводному каналу (арх. Н.Д. Федюшкин, 1876 г.) построенный в «кирпичном стили» (рис. 1а), и доходный дом архитектора Н.П. Баснина, построенный в набирающем популярность «русском» стиле (рис. 1б). В Москве в это время строятся дом «Товарищества Петровских линий» (арх. Б.В. Фрейденберг, С.О. Шестаков, 1876 г.) (рис. 1в), дом в Колпачном переулке (арх. А.Л. Гун, 1882 г.) и т.д.

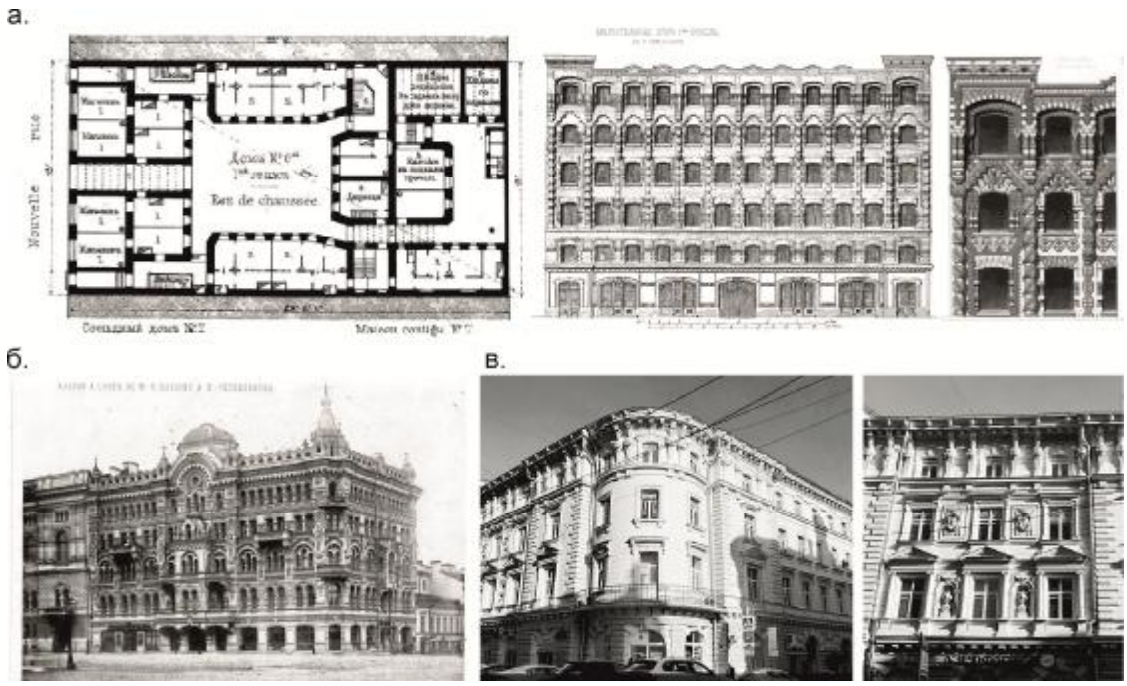


Рис. 1. а) Доходный дом по Обводному каналу (арх. Н.Д. Федюшкин, 1876 г.)
план, фасад, фрагмент; б) Доходный дом архитектора Н.П. Баснина (1879 г.);
в) дом «Товарищества Петровских линий» (арх. Б.В. Фрейденберг, С.О. Шестаков, 1876);
г.) фасад, фрагмент фасада [6, 7, 8]

Всевозрастающая стоимость городской земли способствовала стремлению владельцев извлечь максимальную прибыль из участка, что повлекло за собой рост плотности городской застройки, вследствие строительства многоквартирных жилых корпусов, достигающих в высоту 4-5 этажей. Это же стремление повлияло на размещение на первых этажах многоквартирных жилых домов магазинов, лавок, складов, мелких ремесленных мастерских. Характерной особенностью крупных городов этого периода, таких как Санкт-Петербург и Москва, становится высокая плотность жилых кварталов, застроенных доходными домами, образующих дворы-колодцы и дворы-щели с сетью внутренних проходов. Порой плотность застройки таких кварталов могла достигать70%. Появившиеся многоэтажные секционные жилые дома внесли значительные изменения в пространственную структуру городских улиц, повлияв на ее значительное обобщение. Постепенное вытеснение усадеб и дворцов способствовало исчезновению композиционных городских акцентов и превращению улиц в сплошные коридоры, прерываемые лишь переулками и перекрёстками. Несмотря на разнообразные декоративные решения фасадов, общая монотонность городских улиц не исчезает.

Появившиеся новые типы общественных зданий, такие как банки, пассажи или гостиницы, так же лишь поспособствовали созданию сплошного фронта застройки[9].

К концу XIX-началу XX века в жилищном строительстве наступает новый этап. Несмотря на то, что основным типом жилья по-прежнему остается многоквартирный доходный дом, в его развитие наступает новый период. Этот этап характеризуется переработкой, сложившихся приемов, упорядоченностью расположением корпусов на участке, увеличением их размеров и придания им геометрически правильной формы. В проекты домов стали повсеместно включаться подсобные помещения на первых этажах, предусматривались парадной дворы, отсутствующие в доходных домах первой половины XIX века. Новые приемы способствовали повышением плотности застройки и еще большему увеличению этажности жилых корпусов. Переосмысление принципов строительства доходных домов в не последнюю очередь связано с изменениями в землепользования, так как застройка теперь осуществляется на средства акционерных строительных обществ и на куда больших участках, чем раньше, нередко величиной в целый квартал. Наиболее характерными для строительства Москвы этого периода являются: дом Первого российского страхового общества (арх. Л.Н. Бенуа, А.И. Гунст, 1905-1906 гг.) (рис. 2а) и дом Московского купеческого общества (арх. В.В. Шервуд, И.А. Герман, А.Е. Сергеев) (рис. 2б).

Архитектурные решения доходных домов к концу XIX-началу XX века так же подвергается переосмыслению. Фасады лишаются декоративного украшательства, характерное для домов предыдущего поколения, становится более строгими и лаконичными. Большое внимание при проектировании уделяется созданию единого выразительного облика всего архитектурного комплекса, на передний план выступает общее фактурно-цветовое решение фасада. Доходный дом Строгановского училища (арх. Ф.О. Шехтель, 1906 г.) на улице Мясницкой в Москве, может служить наиболее характерным примером.

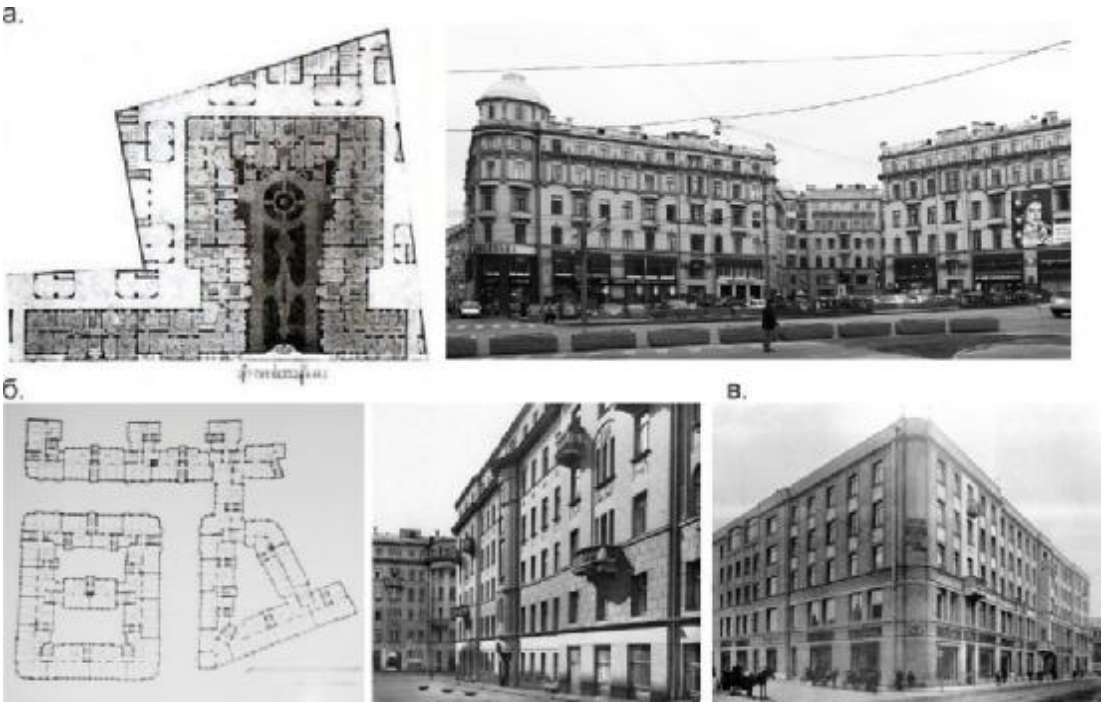


Рис. 2. а) Доходный дом Первого российского страхового общества
(арх. Л.Н. Бенуа, А.И. Гунст, 1905-1906 гг.);
б) дом Московского купеческого общества
(арх. В.В. Шервуд, И.А. Герман, А.Е. Сергеев, 1912-1915 гг.);
в) Доходный дом Строгановского училища (арх. Ф.О. Шехтель, 1906 г.) [10, 11, 12]

Качественных и по-настоящему дорогих домов, предназначенных исключительно для богатого сословия, было не много, в Москве к началу XX века их насчитывается не более шестисот. Жилье в таких домах было дорогое, что могли себе позволить только

зажиточные граждане, поэтому большая часть мелких служащих и рабочих снимали комнаты и углы в дешевые доходные дома, домах галерейного типа. Эти дома, как правило, на половину или полностью были построены из дерева, с двумя-четырьмя квартирами вокруг центральной лестницы. Уровень благоустройства в домах был так же низким – ни водопровода, ни канализации. Наименее обеспеченным горожанином не оставалось ничего другого как снимать коечно-каморочные квартиры в так называемых «ночлежных домах», где внаем сдавались не квартиры, а комнаты. В одной комнате такой квартиры, разделенной занавесками, могло проживать сразу несколько семей. Как пишет «Вестник общественной гигиены» за 1899 год: «Площадь пола служит единственным мерилом вместимости, и квартира только тогда считается заполненной, когда уже ни одной койки нельзя больше втиснуть не в один угол» [6].

Для беднейших слоев населения, «социально не защищенных», как их принято сегодня называют, чье материальное состояние не позволяло оплатить жилье даже в коечно-каморочной квартире, строилось специальное жилье, на средства благотворительных, религиозных организаций или частных меценатов, что компенсировало отсутствие привычного для современного общества отсутствие муниципального жилья. Наиболее известными благотворителями, получивших за эту деятельность звание «Почетных граждан города Москва» были А.А и В.А. Бахрушины. На их средства были построены и содержались: в 1898 г. «Дом бесплатных квартир для нуждающихся вдов и учащихся девушек» на Болотной площади, и в 1900 г. два здания на Софийской набережной (рис. 3а). Благотворительность занимались в то время многие предприниматели и купцы. Так на пример, на средства купца Г.Г. Солодовникова были построены огромные, по тому времени, комплексы дешевых и бесплатных домов для семейных (арх. И.И. Рерберг) и одиноких (арх. М.М. Перетяткович, Т.Я. Бардт) (рис. 3,б).

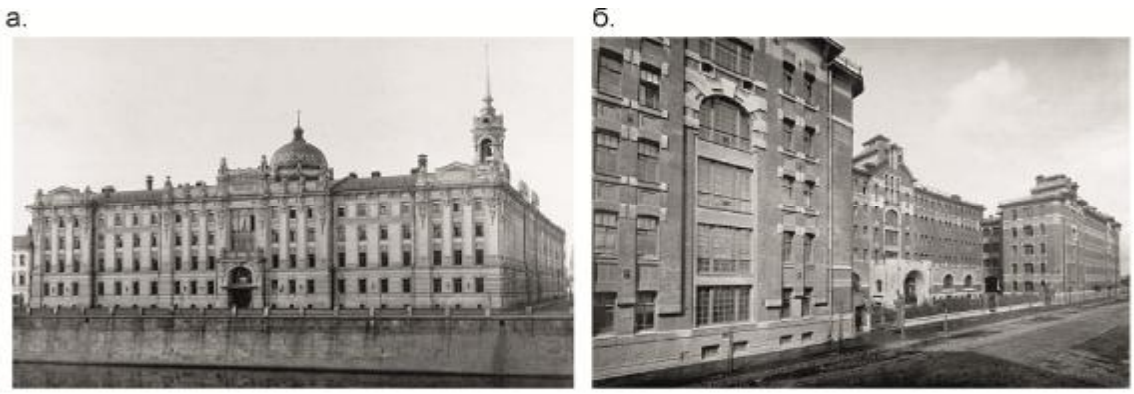


Рис. 3. а) Дом бесплатных квартир на Софийской набережной.
б) Дом бесплатных квартир для одиноких имени Г.Г. Солодовникова
(арх. М.М. Перетяткович, Т.Я. Бардт) [13]

Одновременно с изменениями в проектирование доходного дома, во второй половине XIX-начале XX века происходят изменения и в строительстве жилья для работников заводов. В силу все возрастающего роста рабочего класса и постоянной потребности производства в квалифицированных рабочих, предприниматели вынуждены развернуть активное строительство более комфортабельного жилья для рабочих. Способствовали этому решению так же напряженная предреволюционная обстановка и постоянные эпидемии среди работников заводов и фабрик. До середины XIX века строились два основных типа жилья для рабочих: усадебный и казарменный. Усадебный – представлял собой плотно заселённые лачуги или обычные крестьянские избы, образовывающие при заводах целый посёлки. Этот тип жилья был маловместительным и нерентабельным, так как требовал значительное количество земли, поэтому второй тип – казарменный – получил большее распространение. Он представлял собой 1-4-х этажный кирпичный или деревянные бараки, построенные по казарменному принципу. Помещение внутри бараков оборудовались нарами для одиноких рабочих и отдельными комнатами-коморками для

семейных. На большинстве фабрик и предприятий наблюдалась страшная переполненность коморок, чему способствовало отсутствие каких-либо норм распределения квадратных метров на человека, единственным ограничением была физическая возможность вместить еще хотя бы одну семью или отдельного работника.

Во второй половине XIX начинает развиваться несвойственный ранее для России новый тип жилья – рабочий городок, в котором жилой комплекс проектировался одновременно с комплексом необходимых культурно-бытовых зданий, что принципиально отличалась от традиционных принципов застройки города. Эти проекты ознаменовались так же новым подходом к самому жилищному строительству, так как рассчитывалось оно на равнозначный контингент, что облегчало применение типовых жилых зданий. Проекты предполагали строительство больших по размеру комплексов со свободным расположением зданий на территории и единым архитектурно-художественным решением. Первые попытки комплексного строительства, но так и неосуществленные, были предприняты при проектировании конкурсного проекта жилого квартала для рабочих товарищества Невской ниточной мануфактуры в Санкт-Петербурге (арх. Н.К. Толвинский, 1896 г.) (рис. 2а). Проектом было предусмотрено строительство четырех типов 3-4-этажных зданий, включающих в себя, по мимо, жилых помещений еще и общественные. Другой пример комплексного проектирования рабочего жилья был осуществлен так же в Санкт-Петербурге при строительстве посёлка рабочего товарищества Российско-американского резиновой мануфактуры (рис. 2б). Автором проекта выступил архитектор Р.А. Гедине (1897-1898 гг.). Проект включал в себя неоштукатуренные пятиэтажные жилые корпуса, в каждом из которых размещались сразу несколько типов жилых единиц, и различные подсобный постройки, такие как прачечные, склады для дров, кладовые.

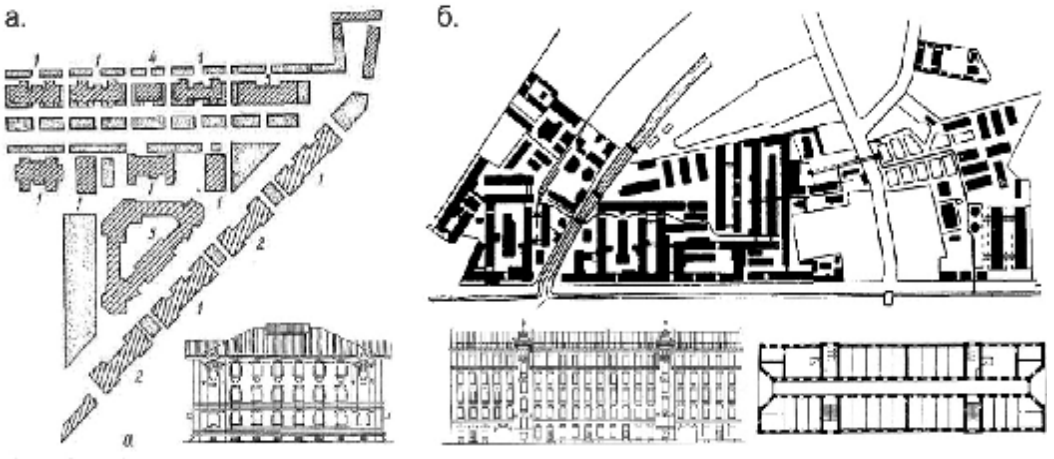


Рис. 4. а) Квартал для рабочих товарищества Невской ниточной мануфактуры в Санкт-Петербурге (арх. Н.К. Толвинский, 1896 г.), генеральный план, фасад жилого корпуса;
б) Поселок рабочего товарищества Российско-американского резиновой мануфактуры (арх. Р.А. Гедине, 1897-1898 гг.), генеральный план, фасад жилого корпуса, план первого этажа [6]

В проектирование жилых комплексов сформировались не только планировки новых типов дешевых квартир, приемы структурной организации культурно-бытовых и жилых зданий, но и новые архитектурно-художественные приемы, основанные на выразительности жилого комплекса в целом. При строительстве применялись не уникальные по своему облику здания, а однотипная и повторяющаяся застройка. Позднее эти принципы проектирования найдут свое отражение в жилищном строительстве Советского Союза. Однако на данном этапе строительство комплексов носило экспериментальный характер, господствующими типами жилья по-прежнему оставались доходный дом (для состоятельных граждан) и барак (для рабочих).

Заключение

Рост городов в России на рубеже XIX-XX веков, начало которому положило развитие капитализма, выразился не только в увеличении населения и расширении территории, но в формировании новой социальной структуры города. Представители нового социального слоя – буржуазии, стремились жить в центральных привилегированных и благоустроенных районах города, превратив при этом земельную собственность в средство заработка, и строительство многоэтажных доходных домов тому подтверждение. Результатом развития новых типов становится увеличение жилой площади дома, включение дополнительных функций в структуру здания, а также упорядоченность, и уплотнение застройки центральной части города, что соответственно приводит к удорожанию земли. Вследствие классовых обострений возникает резкое противоречие между застройкой центра и окраин. Строительство дешевых квартир и поселков для рабочих, на данном этапе, не способно решить проблему дифференциации жилой застройки. Окраины, со скученной унылой застройкой казармами и ветхими домами, и полным отсутствием благоустройства и элементарной степени комфорта, еще долгое время будут приставлять собой полную противоположность городскому центру.

Практически по такому же принципу осуществляется и современное строительство. За последние два десятилетия, с развитием рыночных отношений, российские города претерпевают сильные изменения, меняется социальный состав населения – все нагляднее становится процесс социально-пространственной сегрегации города, сильнее всего проявляющийся в жилой среде. Существующая, практически целое столетие, основная цель СССР – преодоление социального неравенства граждан и одновременно с этим неравномерное распределение жилья, перестает быть актуальным. В настоящее время в строительстве жилья уже на этапе проектирования закладывается разделение по имущественному признаку. Жилые комплексы отличаются по качеству проекта, но не по составу жилых ячеек, что осложняет решение жилищного вопроса для групп различных по демографическому и социальному признаку граждан.

В этих условиях получившая развитие, в середине XIX века, и повлиявшая в последующем на развитие массового жилья, модель доходного дома, остается по-прежнему актуальной для российских городов. Этот тип жилья не может в полной мере решить проблему социальной разобщенности общества, но может быть использовать для создания большего разнообразия жилой застройки, способствуя выравниванию условий жизни различных слоев населения. На данный момент, наметилась тенденция увеличение процента строительства арендного жилья, но еще нельзя заявлять о полноценном возрождении доходных домов.

Список библиографических ссылок

1. Иконников А.В., Савицкий Ю.Ю., Былинкин Н.П., Хан-Магомедов С.О., Яралов Ю.С., Гуляницкий Н.Ф. Всеобщая история архитектуры, Том 11, Архитектура капиталистических стран XX века. – М.: Стройиздат, 1973. – С. 16.
2. Кулакова И.П. История московского жилья. – М.: ОГИ, 2006. – 288 с.
3. Березина Е.Л. Эволюция жилищного вопроса в России и за рубежом // Вестник Челябинского государственного университета, 2013, № 33 (324). – 114 с.
4. Нащокина М.В. Неоклассические усадьбы Москвы // Русская усадьба. Сборник Общества изучения русской усадьбы (ОИРУ), 1997, № 3 (19). – 56 с.
5. Крайняя Н.П. О городском квартале, его прошлом и будущем // archvestnik.ru Электронный журнал «Архитектурный вестник». URL: http://archvestnik.ru/taxonomy/987 (дата обращения: 10. 07.15).
6. Хан-Магомедов С.О., Савицкий Ю.Ю., Максивов Н.П. Всеобщая история архитектуры. Том 10. Архитектура XIX-начала XX вв. – М.: Литература по строительству, 1972. – С. 59-75.
7. Дом Н.П. Басина // citywalls.ru Архитектурный сайт Санкт-Петербурга. URL: http://www.citywalls.ru/house1563.html (дата обращения: 18.09.15).

8. Доходный дома Петровских Линий // um.mos.ru Спецпроект «Узнай Москву». URL: http://um.mos.ru/houses/dokhodnyy_dom_petrovskikh_liniy/ html (дата обращения: 21.09.15).
9. Саваренская Т.Ф. История Градостроительного искусства. – М.: Стройиздат, 1984. – С. 277-312.
10. Жилой дом Первого Российского страхового общества (Дом Бенуа) // Wikimapia.org: Электронный портал. URL: http://wikimapia.org/14690930/ru/Жилой-дом-Первого-Российского-страхового-общества-Дом-Бенуа (дата обращения: 23.09.15).
11. Фотографии Москвы// Mosday.ru: Сайт о Москве. URL: mosday.ru/photos/gallery. date=19700101-19791231&sort=date&size=9&alt=6&rows=all (дата обращения 23.09.15).
12. Доходный дом Строгановского училища // Um.mos.ru: Спецпроект «Узнай Москву». URL: http://um.mos.ru/houses/dokhodnyy_dom_stroganovskogo_uchilishcha (дата обращения: 21.09.15).
13. Дома дешевых и бесплатных квартир// Hvac.livejournal.com: Живой журнал. URL: http://hvac.livejournal.com/435242.html (дата обращения 18.07.15).

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

Social, economic and political prerequisites for the development of the living environment in the Russian cities, and the formation of new types of urban housing from the middle of the XIX century by the year 1930

Resume

The article examines the historical process of solving the housing problems in Russian cities since the middle of the XIX century up to the beginning of the twentieth century. Since the middle of the XIX century architecture of urban housing has become a central theme and the main object of design. For this reason, the article analyzes the main trends and architectural problems in the housing area of the XIX century. Identify the main types of urban housing, formed during this time, and volume-spatial characteristics. We study the economic, social and political, domestic preconditions and conditions of pre-revolutionary property. Was developed in the middle of the XIX century, a new type of housing, formed the basis for subsequent very residential construction, with the construction of apartment buildings is still relevant for many Russian cities, as it allows a more diverse living environment. Already, there is a tendency to revive the idea of the apartment building in accordance with the modern concept of rental housing.

Keywords: housing, urban housing, mass housing, housing for workers, barracks, apartment house.

Reference list

1. Ikonnikov A.V., Savitskiy Y.Y., Bylinkin N.P., Khan-Magomedov S.O., Yaralov Y.S., Gulyanitskiy N.F. General history of architecture. Book 11. The architecture of the capitalist countries of the XX century. – M.: Stroyizdat, 1973. – 16 p.
2. Kulakova I.P. The history of housing in Moscow. – M.: OGI, 2006. – 288 p.
3. Berezina E.L. The evolution of the housing problem in Russia and abroad // Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta, 2013, № 33 (324). – 114 p.
4. Nashchokina M.V. Neoclassical manor in Moscow // Russian manor. Collection of Russian Society for the Study of the estate (OIRU), 1997, № 3 (19). – 56 p.

5. Kraynyaya N.P. About the city block, it's past and future // archvestnik.ru Electronic journal «Arkhitekturniy vestnik». URL: http://archvestnik.ru/taxonomy/987 (reference date: 10.07.15).
6. Khan-Magomedov S.O., Savitskiy Y.Y., Maksivov N.P. General history of architecture. Book 10. Architecture XIX-XX centuries. – M.: Literatury po stroitel'stvu, 1972. – P. 59-75.
7. House N.P. Basin // citywalls.ru architectural site of St.-Petersburg. URL: http://www.citywalls.ru/house1563.html (reference date: 18.09.15).
8. Profitable home of Peter Lines // um.mos.ru Special project «Explore Moscow». URL: http://um.mos.ru/houses/dokhodnyy_dom_petrovskikh_liniy/html (reference date: 21.09.15).
9. Savarenskaya T.F. The history of urban art. – M.: Stroyizdat, 1984. – P. 277-312.
10. Residential building First Russian Insurance Company (Home Benoit) // Wikimapia.org: Electronic Portal. URL: http://wikimapia.org/14690930/ru/Жилой-дом-Первого-Российского-страхового-общества-Дом-Бенуа (reference date: 23.09.15).
11. Pictures of Moscow // Mosday.ru: Site of Moscow. URL: mosday.ru/photos/gallery.date =19700101-19791231&sort=date&size=9&alt=6&rows=all. (reference date: 23.09.15).
12. Apartment house Stroganov School // Um.mos.ru: Special project «Explore Moscow». URL: http://um.mos.ru/houses/dokhodnyy_dom_stroganovskogo_uchilishcha (reference date: 21.09.15).
13. Houses of cheap and free apartments // Hvac.livejournal.com: LiveJournal. URL: http://hvac.livejournal.com/435242.html. (reference date: 18.07.15).

УДК 712.25
Исмагилова С.Х. – кандидат архитектуры, доцент
E-mail: grado@kgasu.ru
Залетова Е.А. – старший преподаватель
E-mail: salen07@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Вопросы структурно-планировочных преобразований районов массовой жилой застройки

Аннотация

В статье обосновывается необходимость пересмотра автоориентированного подхода к городскому планированию, который все больше приводит к изоляции и сегрегации различных социальных групп населения, к их низкой социальной активности; инфраструктурные объекты все больше превращаются в труднопреодолимые преграды, что снижает доступность и связность территории и, в конечном итоге, вызывает общую деградацию окружающей среды урбанизированных территорий. Авторы, на примере реорганизации транспортно-планировочной структуры жилого района города Набережные Челны, анализируют возможность создания устойчивой и комфортной городской среды на территории массовой жилой застройки Советского периода.

Ключевые слова: авто ориентированное планирование, массовая жилая застройка, структурная реорганизация, центральность, транзит-молл.

С ростом урбанизации в последние десятилетия значительно активизировались процессы переосмысления сложившейся практики городского развития. Целью планирования становятся реорганизация транспортной инфраструктуры и создание плотной, комфортной среды со смешанной функциональной нагрузкой, предоставляющей широкий выбор возможностей для жителей за счет культурной, рекреационной и коммерческой активности. Концепции таких преобразований основываются на организации структуры общественных пространств, обеспечивающих не только стратегические связи, но и систему ландшафтов, определяющих устойчивую среду города.

Исследования городских транспортных систем, выполненные за последние десятилетия в разных странах и городах, весьма различаются как подходами, так и выводами. Все исследователи сходились в том, что при неограниченном росте использования частных автомобилей традиционные, сложившиеся города перестают быть удобными для жизни и гумманитарно-ориентированными, то есть все они признавали столкновение городов и автомобилей объективной реальностью. При этом по своим подходам к разрешению этой проблемы и своим целевым установкам все про-веденные исследования могут быть сгруппированы в две основные категории. В рамках первой из них ставится вопрос о коренной реконструкции городов, позволяющей адаптировать городское пространство к неограниченному использованию частных автомобилей посредством сооружения разветвленных сетей скоростных автомобильных магистралей (фривэев, автобанов) и надлежащих парковочных мощностей. Альтернатива этому подходу – идея городов, удобных для жизни, располагающих интермодальной транспортной системой, формируемой на путях сбалансированного и координированного использования всех видов транспорта. В таких городах системы общественного транспорта эффективны и привлекательны для жителей, а их использование поощряется. Параллельно использование автомобилей ограничивается тем или иным образом в целях предотвращения хронических заторов и минимизации ущерба, наносимого городской среде [1].

Крупные Российские города сегодня стоят перед дилеммой между разрешением транспортного кризиса и сохранением, а по большей части созданием комфортной городской среды. В статье мы анализируем вариант реорганизации УДС (улично-дорож-

ной структуры) жилого района г. Набережные Челны в рамках второго сценария развития городской транспортной системы. Планировка и застройка советских городов исходила из норматива в 60-80 автомобилей на 1000 жителей в реальности и 180 автомобилей на 1000 жителей – после «построения коммунизма». Массовый автомобиль пришел в Россию всего-то 20 лет назад, а обеспеченность выросла до 300 авто на 1 тыс. жителей. И хотя районы массовой жилой застройки были хорошо обеспечены общественным транспортом, система функционировала не уделяя особого внимания комфорту и удобству пассажиров. Поэтому с ростом количества автомобилей общественный транспорт начал проигрывать конкуренцию. Новая реальность отразилась и на облике микрорайонов, если раньше это были практически парковые зоны, то теперь – организованные и неорганизованные паркинги [1, 2].

К сожалению, в эпоху массовой жилой застройки советского периода, к которой и относится г.Набережные Челны, если и интересовались формой города и его инфраструктурой, то представления о потребностях горожан выстраивались по нормативной модели, на основе идеологических установок о потребностях «советского человека», реальная же социология во внимание не бралась. Действующая на тот момент система типового проектирования и жесткая технология крупнопанельного индустриального домостроения не позволяли получить разнообразную застройку применительно к конкретным условиям места, сформировать уютные, человечные жилые пространства. Этим и объясняется сверхкрупный масштаб застройки с орнаментальным рисунком, которому уделялось больше внимания, чем всему остальному… ***Основные проблемы*** подобных районов сходны и достаточно универсальны, к ним можно отнести:

· Крупномасштабная сетка магистралей. Большая часть территории под инфраструктурой принадлежит транспортным коридорам. Планировочные принципы модернизма регламентируют разделение между дорогой и жильем, поэтому магистрали достаточно широкие, с большими буферными зонами по обеим сторонам.

· Движение пешеходов внутри микрорайона очень усложнено, пространственно не организовано и небезопасно. Отсутствует вело инфраструктура.

· В основном вся мобильность сосредоточена по периметру микрорайона и затруднена внутри, что вызывает, в свою очередь, огромные затруднения с парковкой.

· На территории доминирует монофункциональная застройка Советского периода, которая в последние десятилетия подверглась трансформации, в основном, в коммерческих целях. Коммерциализация центров микрорайонов происходила с заменой функций культуры и ухудшением качества общественных пространств.

Однако, все проблемы при грамотных стратегиях развития, могут превратиться в возможности. Поэтому, основная ***цель*** предлагаемых преобразований заключается в том, чтобы разнообразить жилую среду микрорайона с помощью структурной реорганизации, изменения мобильности и дизайна, а также дать возможность жителям участвовать в будущих преобразованиях через морфологию, структуру и функцию.

Система ***основных принципов***, лежащих в основе предложения по реорганизации, выглядит следующим образом:

· Создание структуры центральности, предполагающей:

- уплотнение фронта застройки через регенерацию структуры;
- смешанное функциональное использование и активность, организацию новых рабочих мест и культурных возможностей;
- стимулирование использования общественного транспорта.

· Создание среды комфортной для жизни:

- предполагается увеличение плотностных параметров застройки, что наряду со смешанным землепользованием, подразумевает и разнообразный социальный состав населения;
- формирование привлекательных и разнообразных общественных пространств;
- повышение доступности микрорайонов для пешеходов и общественного транспорта;
- создание непрерывной системы озеленения территории с помощью ланд-шафтных коридоров и бульваров.

· Регенерация и реновация сложившейся застройки, подразумевающая:
- использование различных приемов по ее изменению;
- формирование компактных полу-общественных и жилых пространств;
- разнообразие типологии застройки.

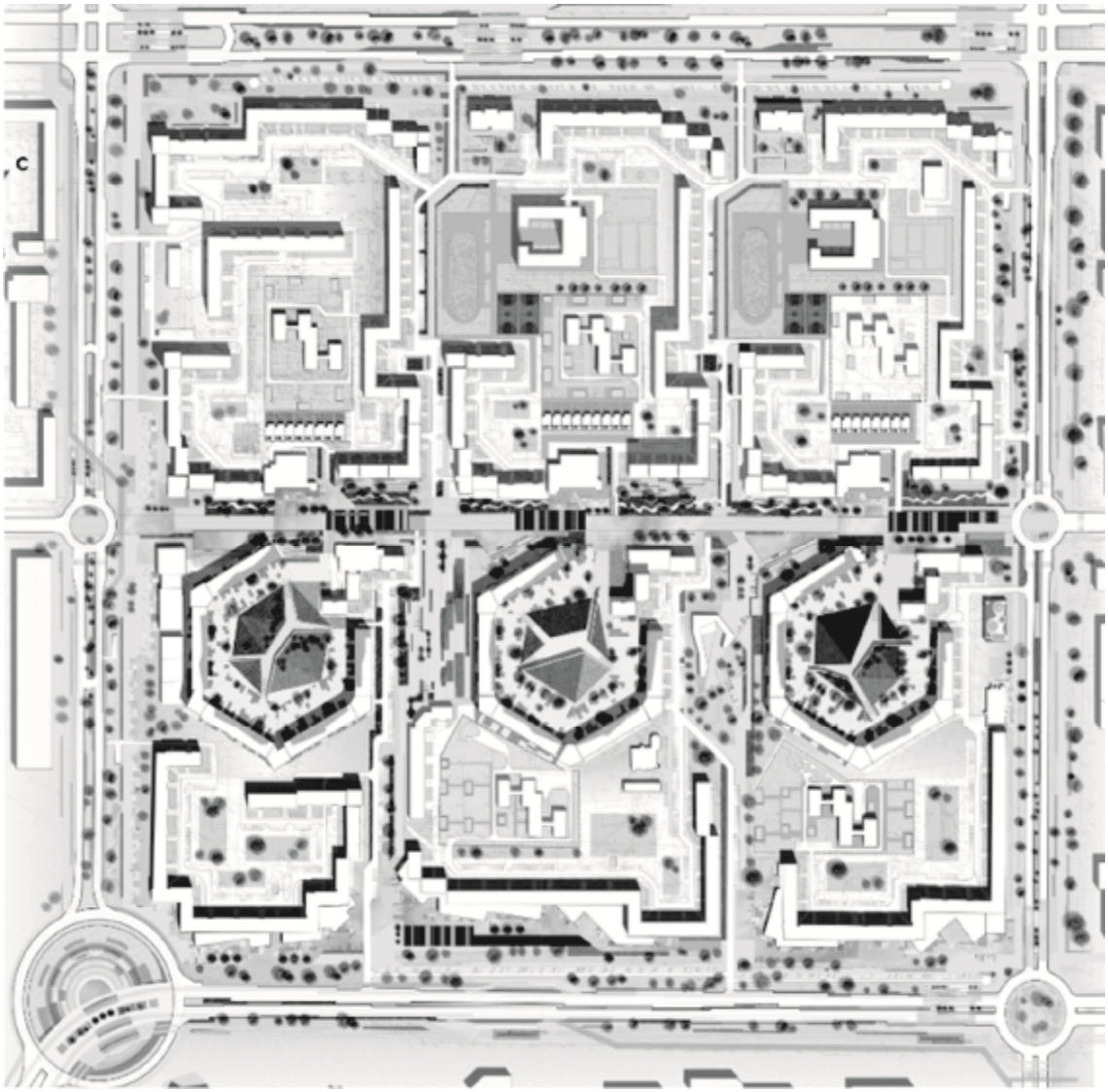


Рис. 1. Предложение по преобразованию жилого района г. Набережные Челны

Примером реализации изложенных принципов является общая схема генплана, показанная на рис. 1, которая дает возможность представить целостную картину преобразований на территории микрорайонов.

Одним из ключевых компонентов общей концепции структурной реорганизации территории стала модернизация внутренней улицы, создание так называемого транзит-молла (рис. 2*). В основе проектного предложения по решению данной линейной структуры лежали ***три принципа:***

· связность,
· активизация и насыщение функциями различных типов пространств,
· изменение структуры мобильности в пользу общественного транспорта.

*Проектное предложение представлено в дипломном проекте Ахметзяновой А.А. «Структурно-планировочная реорганизация Нового города (40-41 комплекс) Набережных Челнов, 2015 г.»

Основная идея была создать не только активный пешеходный коридор, с нанизанными на него многофункциональными пространствами, который стал бы центром социальной активности всего района, но и стимулировать использование общественного транспорта. В силу того, что общественный транспорт сосредоточен только по периметру, то его доступность была не комфортна для пешеходов. Создав коридор автобусов малой вместимости (в общей системе БРТ) в пешеходной среде (транзит-молл, по западной типологии подобных улиц) мы решаем несколько задач:

· значительно уменьшаем авто зависимость жителей района;

· увеличиваем доступность общественного транспорта;

· увеличиваем общую связность прилегающих к микрорайону территорий;

· коридор БРТ становится катализатором роста общественной и функциональной активности микрорайона не только в плане торгово-коммерческой функции, но культуры, образования и рекреации.

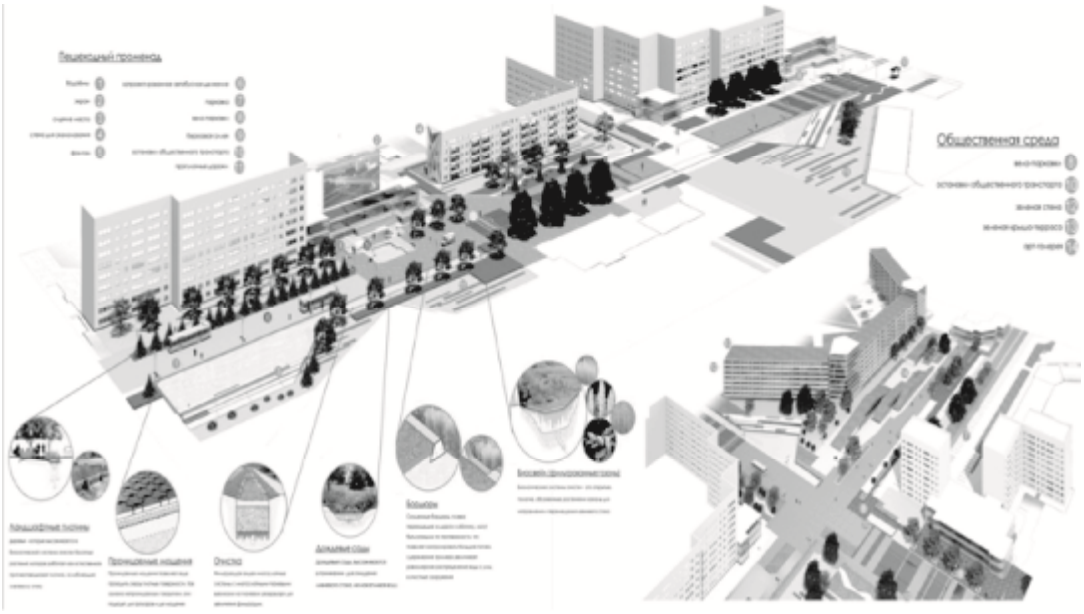


Рис. 2. Внутренняя улица района – транзит-молл

Променад становится своеобразной осью микрорайона, нанизывающей на себя разнообразные траектории движения, как пешеходного, так и велосипедного. Наряду с инфраструктурной связностью, на территории представлены новые цифровые системы в виде терминалов, вай-фай пространств и информационно-развлекательных экранов. Помимо этого, территория становится своеобразным культурным коридором – на примыкающих площадях могут проходить сезонные мероприятия, объединяющие жителей микрорайонов, ярмарки, просмотры кинофильмов, конкурсы, сходы, концерты, презентации, арт-шоу, каток и т.д.

Создание новых рекреационных зон подразумевает организацию общественных зеленых пространств, таких как бульвары, скверы жилые дворы и площади с применением современных приемов ***эко-инженириига***, который подразумевает использование естественного свойства ландшафта замедлять, отфильтровывать и абсорбировать ливневые стоки непосредственно в месте их соприкосновения с землей, создание большого количества влагопроницаемых покрытий в структуре дорог, применение в строительстве «зеленых» крыш, а также вертикальной ландшафтной организации рекреационных пространств для увеличения площади озеленения и ор-ганизация резервуаров по сбору осадков. Основной концепцией развития района являются, современные устойчивые стратегии управления поверхностным стоком с помощью ландшафтной инфраструктуры, позволяющей создать комфортную, узнаваемую среду, формирующую «чувство места», с единой пешеходной и природной системой [3].

В целом, применение устойчивых технологий является неотъемлемой частью градостроительства, а от того, насколько качественными и современными они будут, зависит качество пространственно-планировочного решения не только отдельной улицы или бульвара, но и города [4, 6].

При реорганизации структуры жилой среды за основу было взято мульти-модальное планирование, предусматривающее координированное использование различных видов транспорта и транспортных коммуникаций: улично-дорожных сетей, систем общественного транспорта, пешеходной и вело инфраструктуры [7, 8].

Представленный в проекте вариант регенерации микрорайонов хотя и имеет контекстно ориентированное решение, но используемые в нем стратегии и принципы можно использовать как универсальный механизм структурной реорганизации монофункциональных районов массовой жилой застройки, с целью превращения их в компактные урбанизированные поселения, основанные на сбалансированном использовании автомобилей, приоритете общественного транспорта и создающих при этом комфортные условия для пешеходных и велосипедных сообщений.

Список библиографических ссылок

1. Вучик В.Р. Транспорт в городах, удобных для жизни. – М.: Изд-во «Территория будущего», 2011. – 413 с.
2. Глазычев В.Л. Урбанистика. – М.: Изд-во «Европа», 2008. – 220 с.
3. Нефедов В.А. Ландшафтный дизайн и устойчивость среды. – СПб, 2002. – 295 с.
4. Исмагилова С.Х., Залетова Е.А., Головкина Л.О. Современные тенденции структурной реорганизации пространства улицы // Известия КГАСУ, 2014, № 4 (26). – С. 109-114.
5. Генеральный план г. Набережные Челны. Положения о территориальном планировании. ГУП «Татинвестгражданпроект», 2009. URL: www.kzn.ru (дата обращения: 15.05.2015).
6. Гейл Я. Города для людей / пер. с англ. А. Токтонов. – М.: Крост, 2012. – 276 с.
7. Jeffrey Tumlin. Sustainable transportation planning: tools for creating vibrant, healthy, and resilient communities. – Wiley, 2012. – 310 p.
8. Lesley Bain. Living streets: strategies for crafting public space. – Wiley, 2012. – 316 p.

Ismagilova S.H. – candidate of architecture, associate professor
E-mail: grado@kgasu.ru
Zalyotova E.A. – senior lecturer
E-mail: salen07@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Questions of restructuring of large scale housing estates

Resume

Today, the increase in density indicators of housing estates is considered a key factor of creation of the sustainable urban settlements. However density will be able to turn into a stability factor only on condition of a landscape component, and it is that paradigm which was antagonist of the modernist movement. Therefore the main problems touched in the article concern opportunities of spatial and structural transformations of large scale housing estates of the Post-Soviet cities, on the example of 40-41 kompleks Naberezhnye Chelny. The new recreational zones which appeared in the design decision, first of all develop foot availability of all significant points of an attraction of the area, and also give the chance to develop more unloaded and ordered model of the transport movement within the designed territory due to creation of the integrated network of public transport which becomes a key element of the transformed structure of residential districts and the catalyst of growth of public and functional

activity not only in trade and commercial aspect, but also from positions of culture, education and recreation. We received the new transport model interconnected by various factors in uniform system with the hierarchical road structure: from priority highways of city and regional values, to boulevards and streets with the route and transport idea which thus isn't clashing with idea of a continuous pedestrian green zone.

Keywords: the auto oriented planning, large scale housing estates, spatial and structural trans-formation, centrality, transit mall.

Reference list

1. Vuchic Vukan R. Transport in livable cities. – M.: Territoriya budushego, 2011. – 413 p.
2. Glazuchev V.L. Urbanistica. – M.: Evropa, 2008. – 220 p.
3. Nefedov V.A. Landscape design and environment sustainability. – SPb., 2002. – 295 p.
4. Ismagilova S.H., Zaletova E.A., Golovkina L.O. Contemporary aspects of spatial redevelopment of streets // Izvestiya KGASU, 2014, № 4 (26). – P. 109-114.
5. General plan of Naberezhnye Chelny. URL: www.kzn.ru (reference date: 5.05.2015).
6. Jan Gehl. Cities for people/transl. from engl. A. Toktonov. – M.: Krost, 2012. – 276 p.
7. Jeffrey Tumlin. Sustainable transportation planning: tools for creating vibrant, healthy, and resilient communities. – Wiley, 2012. – 310 p.
8. Lesley Bain. Living streets: strategies for crafting public space. – Wiley, 2012. – 316 p.

УДК 72.021.1
Латыпова М.С. – аспирант
E-mail: latypovamary@gmail.com
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Стандарты проектирования частных общественных пространств (на примере Нью-Йорка)

Аннотация

Статья рассматривает явление частных общественных пространств, существующий сегодня отрицательный и положительный опыт их проектирования и эксплуатации. Изучается опыт реализации муниципальной программы стимулирования зонирования города Нью-Йорка, направленной на обеспечение районов с высокой плотностью застройки общественными пространствами по средствам привлечения частных инвесторов. Рассматривается типология частных общественных пространств и эволюция их стандартов проектирования и эксплуатации, созданных в рамках программы стимулирования зонирования города Нью-Йорка. Поднимается вопрос о применении опыта муниципалитета Нью-Йорка в области создания частных общественных пространств в отечественной градостроительной практике.

Ключевые слова: частные общественные пространства, ЧОП, частные общественные площади, площадь, программа стимулирования зонирования, стандарты дизайна частных общественных площадей.

Введение

Частные общественные пространства нельзя назвать нововведением градостроительной практики, только в России опыт арендных отношений в области общественных пространств насчитывает 2 века. На сегодняшний день общественные пространства, находящиеся в частной собственности становятся неотъемлемым элементом планировочной системы крупных городов. Существует множество точек зрения о характере явления частного общественного пространства и его влиянии на окружающую нас городскую среду.

Британский архитектурный критик Хью Пиэрман, главный редактор RIBA Journal (официальный журнал Королевского института британских архитекторов), опубликовал заметку о судьбе площади Патерностер-Сквер в Лондоне [1]. Площадь, расположенная возле собора Св. Павла, и ее окружение дважды претерпевали изменения: в 1960-е годы и вторично в 2003 году (именно тогда в центе появилась триумфальная колона). В результате последней реконструкции в окружающих площадь корпусах разместились офисы и Лондонская фондовая биржа, а на их первых этажах – кафе и магазины. Площадь всегда была достаточно популярным среди жителей Лондона общественным пространством, но в октябре 2011 вдруг оказалось закрытой для горожан.

Причиной этого события стало намерение участников движения «Occupy London» провести на площади митинг с призывом к ответственности британских финансистов. Ответная реакция нынешних владельцев Патерностер-Сквер последовала незамедлительно – площадь перекрыли со всех сторон. На данный момент, площадь доступна лишь арендаторам соседних зданий и их «разрешенным гостям». Площадь будет оставаться закрытой для посещения на неопределенный срок, пока ее владельцы не примут решения вновь открыть доступ всем желающим.

Площадь Патерностер-Сквер приобрела своих новых владельцев в ходе реконструкции, которую государство не смогло бы осуществить на свои деньги. В процессе необходимой реконструкции площадь из территории общего пользования перешла в разряд частной собственности, и теперь ее можно закрыть для горожан не нарушая их гражданских прав. Подобная ситуация назревает в лондонских доках, в новом коммерческом районе в центре Ливерпуля «Liverpool One» и во многих других пространствах, общественных по форме, но частных по сути [2].

Рис. 1. Комплекс Патерностер-Сквер. Вид с собора Св. Павла [3]

В мировой практике встречаются негативные примеры, настраивающие общество против существования и популяризации частных общественных пространств, но нельзя не учитывать и положительный опыт их проектирования и эксплуатации. Одной из интереснейших практик проектирования и эксплуатации городских частных общественных пространств можно назвать программу «Стимулирования зонирования» департамента городского планирования Нью-Йорка, в рамках которой, появились стандарты проектирования частных общественных пространств. На сегодняшний день в Нью-Йорке в рамках программы были созданы и функционируют более 500 общественных пространств.

Частные общественные пространства

Общественные пространства находящиеся в частной собственности, имеющие аббревиатуру ЧОП (англ.POPS), являются пространством обеспечиваемым и поддерживаемым собственниками для общественного пользования в обмен на дополнительную площадь земли [4].

ЧОП обычно содержат функциональные и визуальные элементы благоустройства, такие как зеленые насаждения, столы и стулья общественного пользования, обеспечивающие комфортное пребывание в пространстве. ЧОП разрешаются в городских районах с высокой плотностью жилой и коммерческой застройки и предназначены для обеспечения светом, воздухом и зелеными насаждениями данных территорий.

Самыми популярными и наиболее визуально очевидными типами ЧОП являются открытые пространства — торговой площади, площади в теле жилой застройки и городские площади, иногда называемые «бонусными площадями».

Программа стимулирования зонирования

В 1961 году в постановлении о зонировании Нью-Йорка была впервые сформулирована и принята программа стимулирования зонирования. Программа рекомендуется частным застройщикам и направлена на обеспечение районов с высокой плотностью застройки общественными пространствами. Застройщикам, обеспечивающим территории публичными пространствами внутри и за пределами своих зданий, предлагается ряд преференций по увеличению плотности застройки. С момента своего

создания, программа произвела более 3,5 миллионов кв. футов общественных пространств в обмен на дополнительную площадь зданий или другие компенсации, такие как пониженные строительные ограничения.

Сначала программа была ограничена несколькими типами пространств, такими как площади и аркады, позднее были добавлены многие другие виды с различными стандартами, включая расширенные тротуары; большую открытую площадь перед общественным зданием; крытые пешеходные пространства и галереи. Опыт работы с ранними стандартами пространств сформировал последующие пространства, которые были более четко определенными и больше подлежали усилению общественного контроля, чем пространства первого поколения. Площади, построенные по оригинальным стандартам 1961 года, составляют 1/3 от 503 частных общественных пространств появившихся в рамках программы стимулирования зонирования, отдельную крупнейшую категорию [5].

Результаты программы были смешанными. Внушительное количество общественных пространств были созданы в частях города, где ограничен доступ к общественным паркам, но многие из них получились невысокого качества. Некоторые пространства оказались ценными общественными ресурсами, а некоторые пространства недоступны для посетителей или лишены тех видов благоустройства территорий, что привлекают к их использованию обществом. Приблизительно 16 % от общего количества пространств активно используются в качестве регионального направления или пространства сбора соседей, 21 % могут использовать в качестве мест краткого отдыха, 18 % обеспечивают свободную циркуляцию пешеходов, 4 % пространств были в дальнейшем отремонтированы и 41 % пространств оказались предельно полезными.

В ответ на реальные и мнимые неудачи многих из этих пространств и неудовлетворенность общества их эффективностью, в конце 90-х был сокращен список разрешенных типов частных общественных пространств и мест их расположения. В 2000 г. Департамент городского планирования, Муниципалитет художественного общества и профессор Гарвардского университета Джеральд С. Кейден объединили усилия, чтобы создать электронную базу данных с подробной информацией об общественных пространствах созданных в результате программы стимулирования зонирования города. Находки базы данных позволили опубликовать книгу: «Частные общественные пространства: опыт города Нью-Йорка». Эта книга описывает эволюцию стимулирования зонирования в городе Нью-Йорк с 1961-2000 г., содержит профайл 503 общественных пространств при 302 зданиях, которым были представлены дополнительные площадки в обмен на предоставление этих пространств.

Необходимость обновленных правил проектирования

Основываясь на информации собранной для книги и дальнейшем поле изучении частных общественных пространств с момента их появления, Департамент городского планирования приобрел опыт в понимании качеств и правил, которые помогут создать успешные общественные пространства. Например, анализ последних правил о площадях показал, что планирование стандартов площадей и постепенное их уточнение способствовало улучшению их качества. Однако, все еще наблюдались случаи некорректного проектирования и эксплуатации площадей, затормаживающее их публичную популярность и вызывающее неудовлетворенность пользователей. Эти проблемы объясняются отсутствием конкретных рекомендаций по разработке или устаревшими критериями оценки.

С другой стороны, полная инвентаризация и анализ открытых площадей обратил внимание на многочисленные примеры успешных частных общественных пространств по всему городу. Эти площади имели определенные ключевые элементы, такие как предоставление обильного и щедрого количества посадочных мест, привлекательные зеленые посадки, легкий и удобный доступ и приятное разнообразия пространств для пользователей площади. В результате, новые стандарты проектирования базирующиеся на таких находках, были предложены департаментом городского планирования и приняты городским советом 17 октября 2007 года. Положение 2007 года скорректировало правила проектирования для частных общественных площадей, облегчающих проектирование и строительство высококачественных общественных пространств, что в свою очередь обеспечит ценное благоустройство жилым кварталам и торговым районам.

С 2007 года некоторые положения стали требовать совершенствования. Актуальный текст поправки был предложен департаментом и принят городским советом 10 июня 2010 года. Расширенные нормы проектирования подчеркивают необходимость в удобстве циркуляции пешеходов, просматриваемость всей территории площади и предоставлении ухоженных общественных пространств их пользователям [6].

Действующие правила проектирования руководствуются следующими принципами дизайна:

Принципы дизайна общественных площадей:

Открытые и приглашающие на тротуар:

• Легко увидеть и прочитать пространство как открытое публике;

• Придание открытости за счет низких элементов дизайна и щедрых путей ведущих на площадь;

• Визуально интересная среда содержащая сидения.

Доступность:

• Улучшенная циркуляция пешеходов;

• Расположение общественной площади на том же уровне, что и тротуар.

Обеспеченное чувство безопасности и защищенности:

• Содержит легкодоступные пути для входа и выхода;

• Ориентированный и визуально связаны с улицей;

• Хорошо освещены.

Обеспечение местами для сидения:

• Вмещает различные хорошо продуманные, комфортные сидения индивидуальные и для небольших групп.

Действующие стандарты дизайна частных общественных площадей

Действующие стандарты дизайна частных общественных площадей включают в себя 2 раздела: нормы проектирования и эксплуатационные стандарты. Раздел норм проектирование содержит пункты регулирующие размеры, конфигурацию, местоположение и ориентацию площадей по солнцу. Например, минимальной для общественной площади считается территория равная 2000 кв. футов (185 кв. м.), а ее конфигурация должна тяготеть к правильной форме: прямоугольнику, квадрату и т.д. Однако чтобы разрешить сочленение площади и выходящих на нее фасадов зданий появилось правило касательных площадей. Правило касательных площадей допускает, чтобы площадь принимала форму сложившегося участка территории или включала в себя дополнительные ниши, прилегающие к основной части площади. При этом, большая часть общественной площади должна составлять не менее 75 % от всей области площади, а ее маленькие фрагменты (ниши) не должны превышать 25 %.

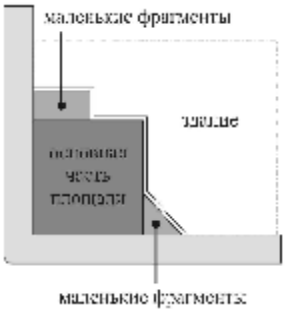


Рис. 2. Схема, иллюстрирующая отношение между крупными и мелкими пропорциями общественной площади

Так же нормируются, решение фасадов зданий примыкающих к площади, зона «фасада тротуара», варианты и количество посадочных мест, характер озеленения, освещение, решения лестниц, расположение вывесок и рекламы. Обзор существующих площадей показал, что используемость площади в значительной степени определяется пропорциональным соотношением между тротуаром и площадью. Для облегчения

доступа к общественным площадям с близлежащих улиц и оживления территорий, где общественные площади соприкасаются с тротуаром, были сформированы определенные правила проектирования, применимые к области под названием «фасад тротуара». Зона «фасад тротуара» расположена в границах первых 15 футов (4,5 метров) от общественной площади. Минимум 50 % от области зоны «фасад тротуара» должны быть полностью свободны. Кроме того, территория в зоне «фасад тротуара» прилегающая к перекрестку должна быть свободной в радиусе 15 футов (4,5 метра). Остальные 50 % зоны «фасад тротуара» могут содержать препятствия, такие как передвижная и стационарная уличная мебель, деревья и кустарники, столбы освещения, вывески, мусорные емкости и другие элементы дизайна среды, допускаемые в использовании на общественных площадях и не превышающие высоту в 2 фута (60 см).

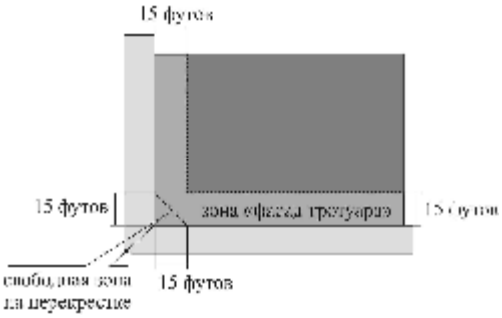


Рис. 3. Схема иллюстрирующая зону «фасад тротуара» относящуюся к общественной площади

Обязательным пунктом в составе частной общественной площади являются велопарковоки. Все общественные площади должны быть обеспечены хотя бы 2 парковочными местами, а площади чей размер превышает 10000 кв.футов (929 кв. м) должны иметь не меньше 4 парковочных мест. Для обеспечения легкого доступа и хорошего использования велопарковочных мест необходимо располагать их на тротуаре рядом с общественной площадью.

Эксплуатационные стандарты нормируют часы доступа на территорию частных общественных площадей, соответствие площади стандартам строительных норм для доступа инвалидов, характер использования примыкающих к общественным площадям зданий и размещение киосков и летних кафе на их территории. По умолчанию все частные общественные площади открыты для общественности 24 часа в сутки. Ночное закрытие общественных площадей допускается с разрешения городской комиссии по планированию.

Жизнеспособность площади связаны с использованием зданий непосредственно примыкающих к ее пространству. Активное использование зданий с визуальной прозрачностью фасада активирует и оживляет площадь, предоставляя физическое и визуальное удобство ее пользователям, а пустые и не прозрачные стены выходящих на площадь фасадов зданий наоборот могут ослабить пространство. По крайней мере 50% от фасада зданий на общественной площади должны быть заняты розничной торговлей или учреждениями сервиса, разрешенными в соотвествии с действующим зонирование района. Такое использование может включать в себя рестораны, супермаркеты и магазины одежды.

Киоски и кафе на открытом воздухе могут дать ценный спектр услуг общественного питания пользователям общественной площади. Чтобы гарантировать, что такие услуги являются хорошо продуманными и интегрированными в план площади, размещение кафе и киосков допускаются только по средствам сертификации представителем градостроительной комиссии. Один киоск в 100 кв.футов допускается на каждые на 5000 кв. футов. Разрешенное использование киосков включает книжные или газетные стенды, пищевой сервис, продажу напитков или другие виды использования, которые дополняют использование общественной площади. Все киоски обязаны предоставлять услуги не менее 255 дней в году, кроме того случая, когда киоск полностью удален с общественной площади. Открытые летние кафе должны быть организованы по принципу катио. Они не могут занимать более 1/3 уличного фасада площади, а на площадях более 30000 кв. футов кафе должны быть расположены на одном краю площади. Все кафе должны

предоставлять услуги не менее 225 дней в году, когда кафе не работает все оборудование за исключением стульев и столов должно быть убрано с площади [7, 8].

Заключение

Опыт города Нью-Йорка показал, что частные общественные пространстсва тоже могуть быть по настоящему доступными и привлекательными. А уровень их успешности целиком зависит как от состояния общества в целом, так и от наличия конкретных рекомендаций по разработке и эксплуатации пространств.

На сегодняшний день программа стимулирования зонирования города Нью-Йорка и ее текущие положения об общественных пространствах позволяют создавать высококачественные общественные зоны на частных участках. Частные общественные пространства ждут своих посетителей 24 часа в сутки и всегда выглядят открытыми, доступными и безопасными.

В качестве средства повышения уровня комфортности городской среды в отечественных городах возможным является применение опыта реализации программы частных общественных пространств Нью-Йорка.

На сегодняшний день в рамках активного развития инфраструктуры общественных пространств в отечественных городах привлечение частных инвестиций в сферу благоустройства позволит обеспечить необходимый объем финансирования для их реализации, а применяемый перечень специальных рекомендаций по проектированию и эксплуатации общественных пространств обеспечит высокий уровень их качества.

Также эффективной для отечественной практики представляется система преференций для частных инвесторов, призванная стимулировать вложение средств в реконструкцию и создание новых общественных пространств. Развитая система общественных пространств в структуре города обеспечивает благоприятный облик и надлежащую степень комфортности городской среды.

Эффективная система отношений представителей бизнеса и муниципальной власти может выступить решающим фактором для реализации в отечественных городах новой формы городской среды – частного общественного пространства с учетом его доступности и высокой степени комфортности для городских жителей.

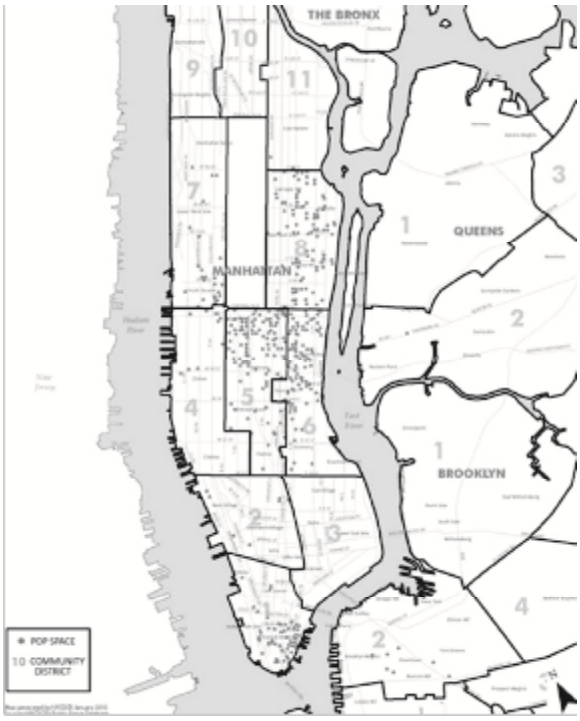


Рис. 4. Схема расположения частных общественных пространств,
созданных в результате программы стимулирования зонирования города Нью-Йорка [9]

Список библиографических ссылок

1. RIBA Journal. The fate of the area Paternoster Square in London, 2011. URL: http://www.ribaj.com/index.php/feature/article/squaring_up (дата обращения: 28.05.2015).
2. Агентство архитектурных новостей (agency.archi.ru). Частное общественное пространство, 15 декабря 2011. URL: http://archi.ru/world/38489/chastnoe-obschestvennoe-prostranstvo/ (дата обращения: 20.06.2015).
3. File: Paternoster Square.jpg, 24 January 2005. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Paternoster_Square.jpg (дата обращения: 20.06.2015).
4. Department of city planning city of New York. Privately Owned Public Spaces, 2014. URL: http://www.nyc.gov/html/dcp/html/pops/pops.shtml (дата обращения: 23.06.2015).
5. Department of city planning city of New York. Zoning Tools, 2014. URL: http://www.nyc.gov/html/dcp/html/zone/zh_ztools_pops.shtml (дата обращения: 25.06.2015).
6. Department of city planning city of New York. History, 2014. URL: http: //www.nyc.gov/html/dcp/html/pops/pops_history.shtml (дата обращения: 23.06.2015).
7. Department of city planning city of New York. Current Public Plaza Standards, 2014. URL: http://www.nyc.gov/html/dcp/html/pops/plaza_standards.shtml (дата обращения: 25.06.2015).
8. Jerold S.Kayden, The Department of City Planning of the city of New York, The Municipal Art Society of New York. Privately owned public space: The New York city experience – USA: John Wiley & Sons, 2000. – 360 p.
9. Public Owned Public Spaces, 14 January 2010. URL: http://www.nyc.gov/html/dcp/html/pops/pops_inventory.shtml (дата обращения: 25.06.2015).

Latypova M.S. – post-graduate student
E-mail: latypovamary@gmail.com
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043. Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Design standards of private public spaces (The example of the New York City)

Resume

The article deals with the concept of private-public space and preconditions of its appearance. We consider today the existing positive and negative experience in the design, implementation and operation of private public spaces in foreign cities, in particular, the experience of New York City, USA. We study the experience of implementing programs to promote municipal zoning of the city of New York. This program is recommended to private developers and is aimed at providing high-density areas built-up public spaces. Developers that provide the territory inside and outside their buildings public spaces, offers a number of preferences to increase the housing density. This article discusses the key types of private public spaces and the evolution of their design and operating standards established under the program to stimulate the zoning of the city of New York. The question of the application of experience in the field of private public spaces in the domestic practice of urban planning and create detailed practicability of municipal programs in major cities of Russia.

Keywords: private public spaces, POPS, private social area, area, zoning incentive program, design standards of private public areas.

Reference list

1. RIBA Journal. The fate of the area Paternoster Square in London, 2011. URL: http://www.ribaj.com/index.php/feature/article/squaring_up (reference date: 28.05.2015).

2. Architectural News Agency (agency.archi.ru). Private public space, 15 December 2011. URL: http://archi.ru/world/38489/chastnoe-obschestvennoe-prostranstvo/ (reference date: 20.06.2015).
3. File: Paternoster Square.jpg, 24 January 2005. URL: https: //commons.wikimedia.org/ wiki/File:Paternoster_Square.jpg (reference date: 20.06.2015).
4. Department of city planning city of New York. Privately Owned Public Spaces, 2014. URL: http://www.nyc.gov/html/dcp/html/pops/pops.shtml (reference date: 23.06.2015).
5. Department of city planning city of New York. Zoning Tools, 2014. URL: http: //www. nyc.gov/html/dcp/html/zone/zh_ztools_pops.shtml (date accessed: 25.06.2015).
6. Department of city planning city of New York. History, 2014. URL: http: //www.nyc. gov/html/dcp/html/pops/pops_history.shtml (date accessed: 23.06.2015).
7. Department of city planning city of New York. Current Public Plaza Standards, 2014. URL: http://www.nyc.gov/html/dcp/html/pops/plaza_standards.shtml (reference date: 25.06.2015).
8. Jerold S.Kayden, The Department of City Planning of the city of New York, The Municipal Art Society of New York. Privately owned public space: The New York city experience – USA: John Wiley & Sons, 2000. – 360 p.
9. Public Owned Public Spaces, 14 January 2010. URL: http://www.nyc.gov/html/dcp/html /pops/pops_inventory.shtml (reference date: 25.06.2015).

УДК 712.25
Матвеева А.А. – аспирант
E-mail: aigulaidarovna@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Проблемы формирования сети школьных образовательных учреждений и их территорий в структуре города Казани

Аннотация

Статья посвящена вопросам и проблемам существующего размещения школ в структуре города Казани, а также пришкольных территорий. В статье отображен анализ школ и территорий школьных образовательных учреждений города, частично освещаются действующие в РФ нормы и правила проектирования школ, а также выявляется ряд проблем касаемо необустроенности школьных территорий и радиуса пешеходной доступности школ.

Ключевые слова: школа, школьное образовательное учреждение, территория школьного образовательного учреждения, сеть школьных образовательных учреждений, школьно-территориальный комплекс.

Появление новых видов образовательных учреждений: гимназий, лицеев, частных школ, введение углубленного изучения отдельных предметов в обычные школы, говорит о том, что в образовательном процессе происходят постоянные изменения. Появляются новые методы образования, школы корректируют учебные программы, добавляя новые предметы, при этом инновационный учебный процесс протекает в типовых школьно-территориальных комплексах, оставшихся в наследство от предыдущей социальной системы [1]. Появляется несоответствие норм проектирования учебному процессу, результатом которого являются многочисленные заброшенные теплицы, гаражи, сады и огороды на школьных территориях. В связи с этим возникает необходимость серьезно пересмотреть сложившиеся приемы проектирования школьно-территориальных комплексов [2].

Пешеходная доступность учебных учреждений наполовину утеряла свою актуальность в наше время, так как большая часть детей посещает школы в соседних районах, критерием выбора школы теперь стало не ее расположение в структуре города, а статус школьного образовательного учреждения, профильное направление.

Невооруженным глазом можно увидеть, что в большинстве школьные территории являются необустроенными, в связи с чем они не могут быть использованы учащимися по их функциональному назначению.

Анализ сети школьных образовательных учреждений позволил выявить ряд проблем в существующем распределении школ в структуре города Казани. В данной статье будут рассматриваться две основные проблемы: организация школьных земельных участков и расположение школьных образовательных учреждений в структуре города.

Мною был проведен анализ расположения школ в структуре города Казани, а также их территорий. Перед началом полевых работ, на карту города были нанесены все школы Казани с радиусом пешеходной доступности в 500 м (рис. 1). Стало очевидным, что школы в городе расположены вне зависимости от плотности и типологии застройки, в следствие чего одни школы переполнены учащимися, а другие заполнены лишь на четверть. В некоторых жилых кварталах школы расположены очень часто и в большом количестве. Большие территории школ остаются незадействованными, не обустраиваются и создают неблагоприятный фон всего жилого квартала.

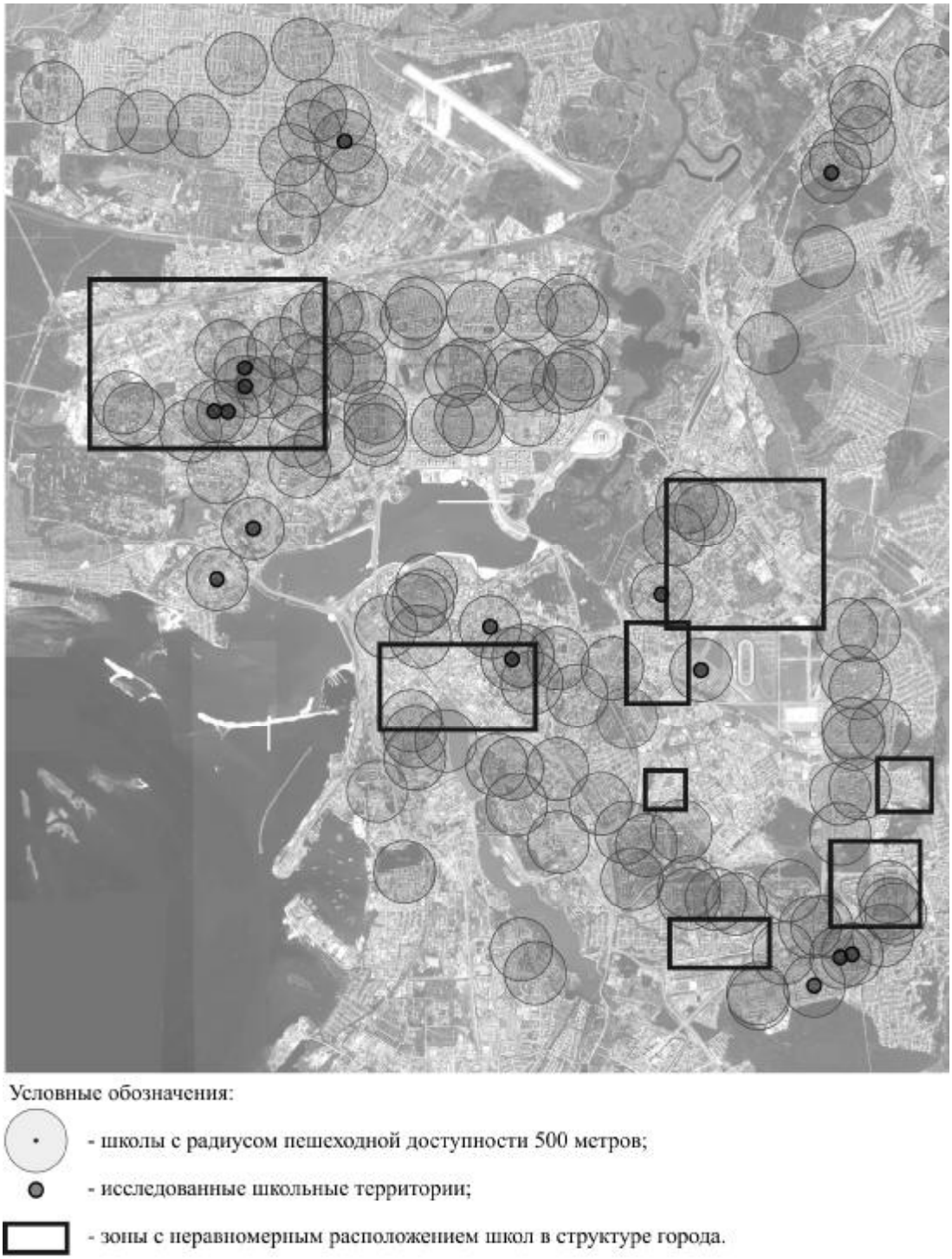


Рис. 1. Схема размещения школ с радиусом пешеходной доступности 500 м в г. Казани[1]

Школы для более подробного анализа были выбраны по принципу их расположения в городе: школы, радиусы пешеходной доступности которых пересекались с радиусами двух и более школ; школы, радиусы обслуживания которых превышали 500 м; школы с относительно маленькими территориями; школы с общим футбольным стадионом; школы без стадионов; школы, радиусы пешеходной доступности которых практически не пересекаются с соседними школами, при этом обслуживают районы, соответствующие им по масштабам (рис. 1).

[1] Подоснова для схемы была взята с сайта Yandex [3].

По существующим нормам расчет площади земельного участка школьной территории производится в соответствии с количеством учеников: от 16 м^2 на ученика в школе с 2000 учащихся до 50-60 м^2 в школе с 40 и более учащимися[2]. В итоге было выявлено несоответствие школьных территорий действующим нормам проектирования. Из всех исследованных школ лишь одна имеет требуемую площадь, все остальные в разы меньше: гимназия № 3 в девять раз меньше нормы (рис. 4а), школа № 18 – в четыре раза (рис. 4б), гимназия № 102 практически в два раза меньше нормы и т.д. (рис. 4в). При этом те школы, чьи площади приближены к нормативным являются в большинстве своем необустроенными; на значительной части школьных территорий можно наблюдать пустыри, груды старых железобетонных столбов и плит, старую школьную мебель, нефункционирующие хоккейные коробки, в которых также достаточно мусора; на территориях школ очень много заброшенных построек, таких как теплицы, гаражи, раздевалки.

Территории, как правило, плохо ограждены: где-то частично отсутствует забор, где-то он сломан; через школьные территории проходит транзит жителей близлежащих жилых домов к остановкам общественного транспорта и магазинам. По санитарно-эпидемиологическим требованиям все школьные территории должны иметь по периметру забор высотой 1,5 м и озеленение вдоль него[3], что в анализируемых казанских школах не обнаружилось.

Особое внимание привлекла Средняя общеобразовательная татарско-русская школа № 65 (рис. 4а), это единственная школа, площадь территории которой соответствует требованиям и даже превышает их на 0,4 га, но произошло это исключительно из-за ее незаполненности, проект школы рассчитан ориентировочно на 500-700 человек, а обучается всего 365. Школьная территория находится в плачевном состоянии: на многих участках забор отсутствует, а с одной стороны, вдоль всей территории его функцию выполняют крыщи гаражей, согласно СанПиН[2] «строительство вблизи школ индивидуальных гаражей легковых машин недопустимо. Между границами школьных участков и гаражей минимальная санитарно-защитная зона должна составлять 25 м при мощности гаража до 20 машин и 50 м – при мощности гаражей до 50 машин», от здания школы до гаражей всего 15-20 метров, но самое страшное в том, что крыши гаражей выше школьной территории всего на метр, так что любой школьник может забраться на них и упасть с другой стороны гаражей с высоты в 2 м. На территории имеются полуразрушенные строения, большое количество мусора, свалка, большая часть земельного участка абсолютно не используется школьниками. Функционирует лишь хоккейная коробка и футбольное поле, которыми также пользуются ученики гимназии № 102 (рис. 4в), что находится через дорогу и в ней учится 1800 человек, а собственной хоккейной коробки и футбольного поля у них нет.

К школам с необустроенными территориями можно также отнести среднюю общеобразовательную школу № 141 (рис. 2б); гимназию № 139 и школу № 78, имеющие общий стадион и хоккейную коробку (рис. 2д, рис. 3б, рис. 3в); школу № 81, на территории которой отсутствует все, что необходимо детям для занятий спортом и прогулок (рис. 3г); школу № 62 Авиастроительного района города Казани (рис. 2г), где на школьном земельном участке возводится мечеть: «Несмотря на то, что строительство идет ударными темпами, многие педагоги даже не знают, что происходит на дальней части школьного двора. По словам учителей, около четырех лет назад на этом месте уже хотели начать строительство православного храма, но тогда дальше обсуждений дело не пошло» [5] (рис. 3д), а также много других казанских школ.

[2] СП 42.13330.2011 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений».

[3] СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных организациях».

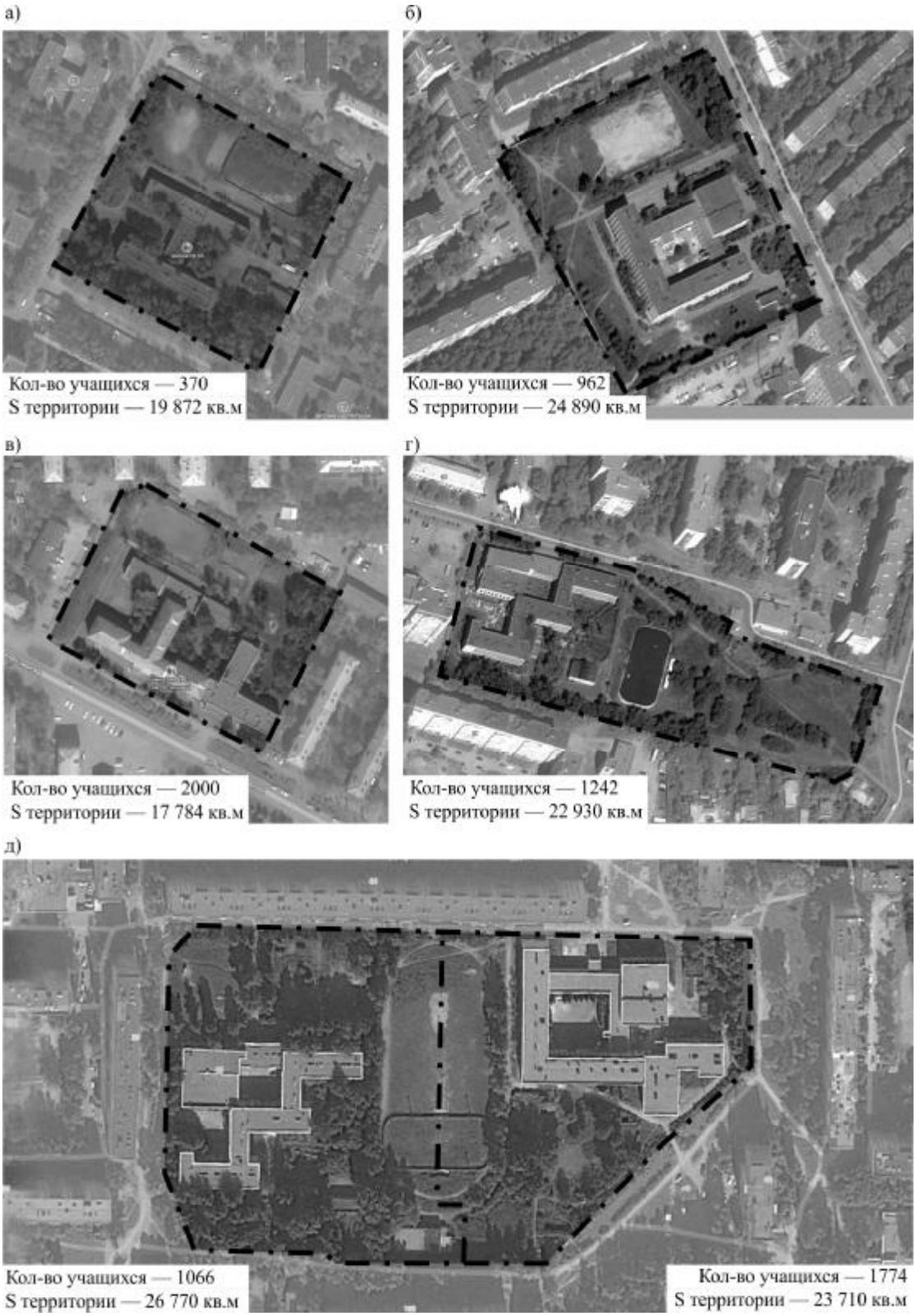


Рис. 2. Космосъемка школьных территорий с обозначением границ:
а) татарско-русская школа № 65; б) школа № 141; в) гимназия № 102; г) школа № 62 [3];
д) школа № 78 и гимназия № 139 [4]

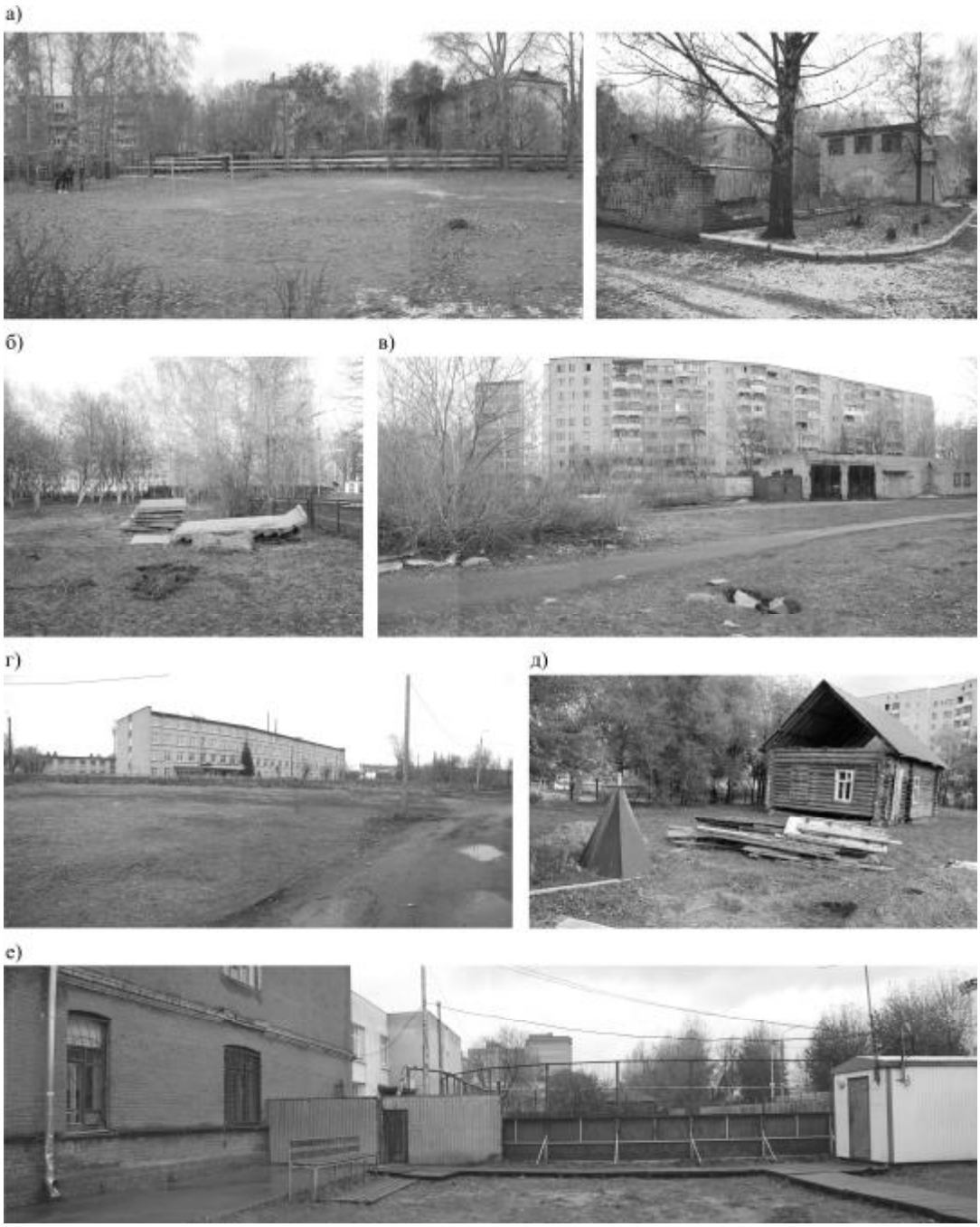


Рис. 3. Фотофиксация школьных территорий: а) татарско-русская школа № 65; б) школа № 78; в) гимназия № 139; г) школа № 81; д) школа № 62 [8]; е) татарская гимназия № 15

Если говорить о школах, расположенных в центре города, то их территории крайне маленькие, как правило, на них отсутствуют футбольные поля, хоккейные коробки, теплицы, но при этом территории обустроены и функционируют на 100 %. Позитивным примером является школа № 18 с 1018 учащимися и площадью территории – 0,73 га (рис. 4б). Территория школы ограждена по периметру забором, на ней имеются спортивные площадки, различный инвентарь для активного отдыха детей, но школа не соответствует санитарно-гигиеническим требованиям: три стороны школьной территории граничат с дорогами автотранспорта, согласно СанПиН[4] «размещение школ на внутриквартальных и особенно межквартальных проездах с регулярным движением транспорта недопустимо»;

[4] СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных организациях»

озеленение земельного участка недостаточное, когда как по нормативам должно составлять не менее 50 % площади, вдоль забора отсутствуют зеленые насаждения. Тем не менее, многие родители стремятся устроить детей в эту школу, переполненную учащимися в два раза, проектная мощность здания – 560 учебных мест.

Похожая ситуация с большинством школ в центре города: школа № 1, лицей имени Лобачевского, школа № 39, лицей № 131, лицей № 5 и т.д. Как правило, именно эти школы являются наиболее привлекательными для школьников и их родителей.

Менее комфортабельной является гимназия № 3, здание которой было построено в 1856 году, площадь ее земельного участка в 9 раз меньше нормы (рис. 2). Территория гимназии не соответствует всем действующим санитарно-гигиеническим требованиям и своду правил: очень маленький земельный участок, отсутствие спортивных площадок, озеленение территории менее 50 %, окна школы смотрят на проезжую часть с постоянным движением машин и т.д. Здание школы, являющееся памятником архитектуры и истории, и ее территория не способны отвечать современным требованиям образования. Частично спасает положение стадион, расположенный в непосредственной близости с гимназией, на котором проходят занятия физкультурой, но это не может решить все проблемы.

Школьные стадионы занимают очень большой процент площади, поэтому ученики школ в центральной части города, по возможности занимаются на стадионах вне школьных территорий. С целью экономии площади в Казани также есть школы с общим футбольным полем и хоккейной коробкой, к примеру, школа № 78 и гимназия № 139 в Приволжском районе города (рис. 2д, рис. 3б, рис. 3в). У обеих школ большие территории и между ними располагается общая спортивная зона, площадью 8 000 м^2, но на футбольном поле возможны занятия только в сухую летнюю погоду, ранней осенью и поздней весной, ученики младших классов могут ходить на лыжах зимой, в основное время учебного года поле размыто, осенью из-за дождей, весной из-за тающего снега. Хоккейная коробка зимой не заливается. Такая ситуация складывается из-за отсутствия одного хозяина, если делать что-то общим, то никто не будет им заниматься. Спортивные площадки обеих школ не оборудованы. Единственным плюсом этих школьных территорий является наличие большого количества различных деревьев и кустарников. С самого утра и до вечера по территории школ гуляет множество мам с колясками, с детьми, гуляют люди пожилого возраста, жители микрорайона «срезают» дорогу: вдоль обеих школ проходят довольно мощные пешеходные транзиты.

Наблюдая за поведением учащихся школ с большими земельными участками, я выявила ряд закономерностей: школьники никогда не рассредотачиваются по всей территории школы, они локализуются в нескольких точках, по их возрастным интересам, ученики младших классов предпочитают турники, горки; мальчишки из средних и старших классов играют в футбол, баскетбол, волейбол; девочки собираются небольшими компаниями на более удобных, заасфальтированных участках, либо прогуливаются по два-три человека, а самые отдаленные уголки школьной территории используются старшеклассниками в качестве курилки, оставшаяся площадь земельного участка, порядка 40-60 % от общей площади остается незадействованной.

В наше время школьные дворы не отвечают требованиям безопасности: во-первых, на территорию школы может пройти каждый, так как нет закона запрещающего это, во-вторых, многие территории захламлены арматурой и прочим травмоопасным мусором, дети ежедневно подвержены риску быть похищенными или покалеченными. По официальным данным в России ежегодно пропадает порядка 11-12 тыс. детей. Школьные дворы должны быть закрыты для посторонних людей. После теракта в Беслане в 2004-м году многие школьные территории по российским городам стали закрытыми, а вход на территории организован через контрольно-пропускные пункты. К сожалению, в Казани этот опыт не был перенят. Право решения закрывать или не закрывать территорию принадлежит самой школе.

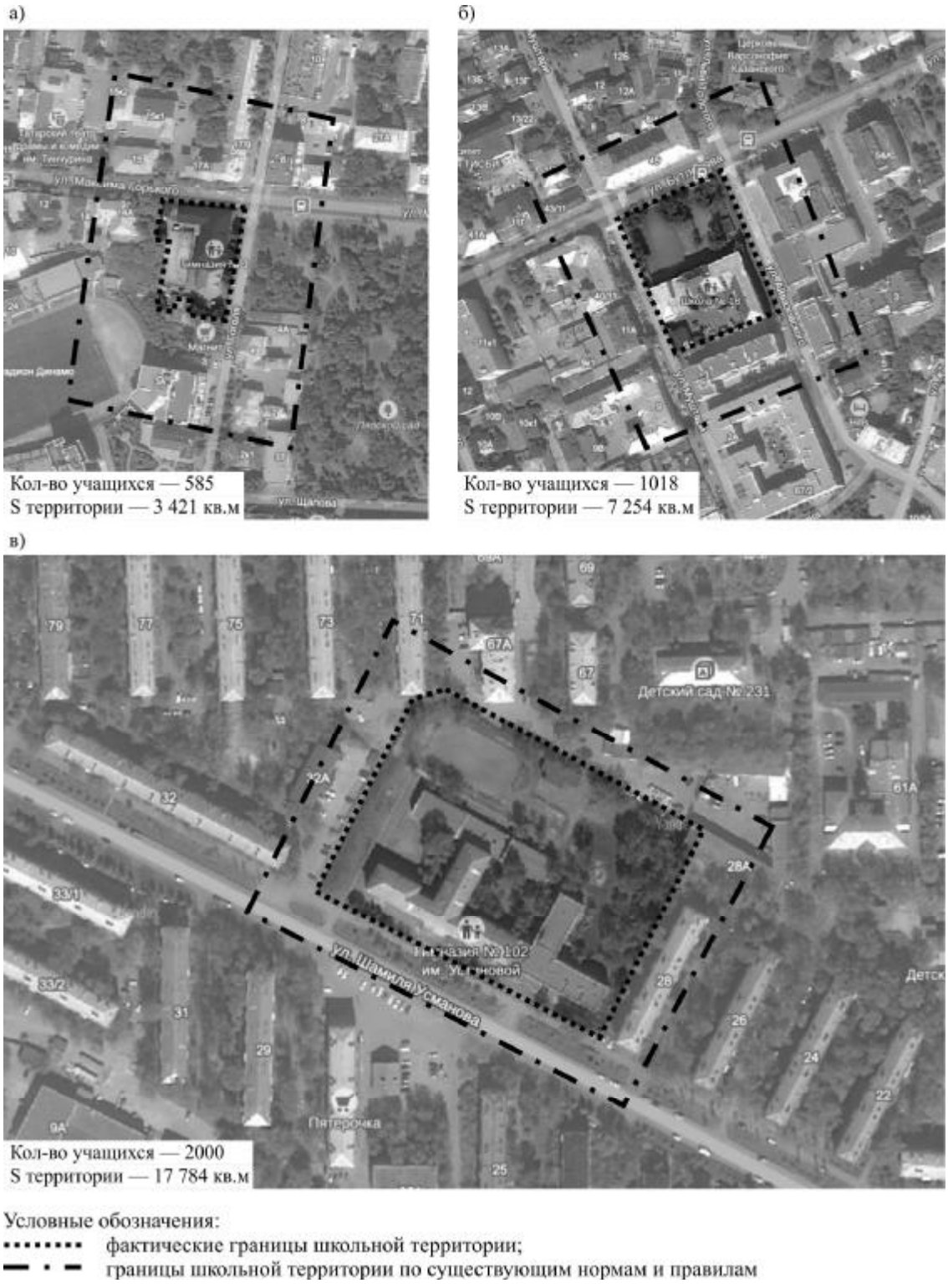


Рис. 4. Космосъемка школ с обозначением фактических границ школьного земельного участка и границ по существующим нормам и правилам:
а) гимназия № 3; б) школа № 18; в) гимназия № 102 [3]

Чтобы разобраться в причинах необустроенности школьных территорий, а также узнать мнение изнутри, я провела опрос среди директоров, завхозов школ, учеников и их родителей и изучила мнения людей из тех городов, где школьные территории закрыты.

Директора школ и завхозы с большими и плохо обустроенными школьными земельными участками считают, что у них нет проблем с территорией и что каждый квадратный метр школьного участка используется. На мои вопросы касаемо дыр в заборе

и лежащих железобетонных столбов с торчащей арматурой на школьном дворе, они отвечают, что не хватает выделяемых бюджетных денег на то, чтобы привести территорию в порядок, на предложение уменьшить школьную территорию в пользу ее обустройства, все отвечают категорически отрицательно. Опрошенные директора школ совершенно не против того, чтобы по школьным территориям гуляли посторонние, главное, чтобы они вели себя как полагается.

Ученикам важно, чтобы то, что имеется на территории школы было современным и качественным, потому как не имеет смысла большая площадь земельного участка, если ее нельзя использовать. Современным детям хочется видеть на своем школьном дворе то же, что они видели в кино или воочию в Европе и США: спортивные беговые дорожки со специальным покрытием, оборудованные спортивные площадки, отапливаемые оранжереи и теплицы, и т.д. Несколько примеров в Казани уже имеется, например, в Центре Образования № 178. А родителям школьников в первую очередь важно, чтобы территория школы была закрытой и охраняемой.

В тех городах, где школьные территории стали закрытыми, больше всего возмущались молодые мамы с колясками и малышами, по их мнению муниципальные земли не должны быть закрытыми и все желающие имеют право свободно ими пользоваться.

В Москве был издан приказ Департамента образования г. Москвы от 28 мая 2012 г. № 363 «О повышении эффективности использования территорий государственных образовательных учреждений, подведомственных Департаменту образования города Москвы», разрешающий жителям города пользоваться школьной территорией и тем, что на ней имеется «в свободное от проведения мероприятий в рамках реализации учебного плана образовательного учреждения, иных организованных образовательным учреждением мероприятий, в период до 21.00, включая каникулярные, выходные и праздничные дни…» [6]. В соответствии с этим приказом в школах было вывешено расписание того, когда можно посещать школьную территорию.

В Казани такого приказа нет, я не раз наблюдала ситуации, когда дети дошкольного возраста, гуляющие с мамами и бабушками, очень шумно играли и катались на самокатах, велосипедах всего в 2-4 метрах от занимающихся физкультурой школьников, тем самым отвлекая их от учебного процесса, «путаясь под ногами», подвергая свое здоровье и здоровье школьников риску.

Основываясь на проведенном анализе, можно смело заявить, что в реальности нет ни одной школьной территории, соответствующей всем нормам и правилам проектирования, а нормы и правила не соответствуют требованиям действительности, тем не менее образовательный процесс идет своим чередом и тысячи выпускников ежегодно покидают стены своих школ. Если реальность не соответствует нормам и правилам, то быть может нормы и правила подстроить под реальную жизнь?

Возникает необходимость поиска наиболее оптимального варианта проектирования школ, исходя из всех существующих на данном этапе нюансных моментов, таких как объективные проблемы организации школьных территорий и субъективное недовольство жителей города, родителей школьников, учителей и самих школьников, «…система школьного образования выходит на новый рубеж своего развития, выступая в качестве образовательной полисферы, включающей взаимодействие участников образовательного процесса и социума, объединенных единой целью – развитием образования…» [7]. Школа со своей территорией является важным социальным объектом, поэтому проблемы проектирования школ не могут решаться градостроителями и планировщиками самостоятельно. Отношение к организации, как школьного процесса, так и школьной территории должно быть ответственным, школьное образовательное учреждение должно олицетворять крепость знаний для детей, безопасным местом нахождения для них. Школа для каждого человека является вторым домом на протяжении 11-ти лет, очень важных в формировании личности.

Многочисленные примеры необустроенных школьных территорий являются поводом пересмотреть нормативы и правила проектирования учебных заведений, возможно сделать их более гибкими, учитывая профильное направление школы, возрастную категорию учащихся (младшие, средние или старшие классы), территориальное расположение в структуре города (района, микрорайона), экологические

и социальные аспекты. К проектированию каждого школьного образовательного учреждения необходимо подходить индивидуально, рассмотрение только совокупности всех аспектов поможет решить сложившиеся проблемы.

Решение проблемы школьного проектирования затрагивает и смежные градостроительные вопросы, одним из предложений модернизации системы проектирования школ является предложение по организации зеленых бульваров и скверов общего пользования частично за счет школьных территорий, соответственно школьные территории сделать более компактными и используемыми на 100 %, тогда они будут более безопасными с точки зрения сохранности молодого поколения и более уютными с точки зрения психологического и эстетического восприятия детьми.

Организация скверов в непосредственной близости со школами может решить две проблемы, жители микрорайона будут гулять со своими детьми в скверах, на школьных территориях не будет посторонних, а создание бульваров на основных путях движения школьников улучшит экологическую обстановку микрорайонов.

Список библиографических ссылок

1. Позняк С.В. Архитектурно-планировочная организация школьного здания в условиях информационного общества: на примере Самары. Диссертация кандидата архитектуры, 2009 URL: http://www.lib.ua-ru.net/diss/cont/398363.html (дата обращения: 20.10.2013).
2. Найданова П.В. Архитектура современных школьных зданий // Архитектон: известия вузов № 38. Приложение, Июль 2012.
3. Карта Яндекс URL: https://maps.yandex.ru/43/kazan/ (дата обращения: 10.11.13).
4. Карта Google URL: https://www.google.ru/maps/ (дата обращения: 13.01.14).
5. В Казани возводят мечеть прямо на школьном дворе? Новости Казани. // ProKazan.Ru URL: http://prokazan.ru/news/view/83556 (дата обращения: 12.03.13).
6. Приказ Департамента образования г. Москвы от 28 мая 2012 г. N 363 «О повышении эффективности использования территорий государственных образовательных учреждений, подведомственных Департаменту образования города Москвы» // информационно-правовой портал «Гарант.ру» URL: http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70107366/ (дата обращения: 22.08.15).
7. Панкова Т.А. Система школьного образования как образовательная полисфера // Вестник ОГУ, 2004, № 4. – 51 с.
8. Александра Герасимова фото // Общественно-политическая газета «Вечерняя Казань». URL: http://www.evening-kazan.ru/articles/mechet-v-shkolnom-dvore-postroyat-i-zhiteley-ne-sprosyat.html (дата обращения: 13.10.15).

Matveeva 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

Problems of formation of the network of school education institutions and their territories in the structure of the city of Kazan

Resume

In recent years russian educational system has great changes: appeared new types of educational institutions, new items were introduced and some disappeared. Typical schools and school territories does not meet the requirements of a modern school education. The article deals with the problem of school-territorial complexes of the city of Kazan. Analysis of school grounds has revealed two main problems: uneven location of schools in the structure of the city of Kazan and not equipped large areas of the school grounds. The criterion for choosing a school in our time is the status and profile direction of the school, and therefore the pedestrian accessibility of schools partially lost its relevance. But the rules and regulations do not meet the

modern requirements of the organization of school areas, so more school lands aren`t equipped. On school grounds we can see a large accumulation of debris, abandoned buildings, vacant lots. There is a real need to review the rules and regulations of designing school grounds and their accommodation in the city, they must meet the requirements of our time, and to be more flexible. Individual approach should be implemented in each school designing, only the aggregate consideration of all aspects will help to solve the existing problems.

Keywords: school, school educational institution, school educational institution territory, network of school educational institutions, school-territorial complex.

Reference list

1. Poznyak S.V. Architectural design of the school building in the information society: the example of Samara. Dissertation of the candidate of architecture, 2009. URL: http://www.lib.ua-ru.net/diss/cont/398363.html. (reference date: 20.10.13).
2. Naidanova P.V. Architecture of modern school buildings // Arhitekton: izvestiya vyzov № 38. Attachment, July 2012.
3. Map Yandex URL: https://maps.yandex.ru/43/kazan/ (reference date: 10.11.13) SP 118.13330.2012 «Public buildings and facilities».
4. Map Google URL: https://www.google.ru/maps/ (reference date: 13.01.14).
5. In Kazan mosque erected right in the schoolyard? Kazan news. // ProKazan.Ru URL: http://prokazan.ru/news/view/83556 (reference date: 12.03.13).
6. Order of the Department of Education of Moscow on May 28, 2012 № 363 «On improving the efficiency of land use state educational institutions subordinated to the Department of Education of Moscow» // legal information portal «Garant.ru» URL: http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70107366/ (reference date: 22.08.15).
7. Pankova T.A. The school system as an educational Polisfer // Vestnik OSU, 2004, № 4. – 51p.
8. Alexandra Gerasimova photo // Socio-political newspaper «Vechernyaya Kazan». URL: http://www.evening-kazan.ru/articles/mechet-v-shkolnom-dvore-postroyat-i-zhiteley-ne-sprosyat.html (reference date: 13.10.15).

УДК 624.046.2
Антаков А.Б. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: antakof@mail.ru
Антаков И.А. – ассистент
E-mail: igor788@bk.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Совершенствование методики расчета нормальных сечений изгибаемых элементов с полимеркомпозитной арматурой

Аннотация
В статье представлены результаты проведенных теоретических и экспериментальных исследований прочности нормальных сечений с полимеркомпозитной арматурой. В ходе анализа полученных данных выполнена оценка рассматриваемых методик расчета: США – ACI 440.1R-06, Евросоюза – fib Bulletin 40, России – СП 63.13330.2012 с изменением № 1, проект СП для конструкций с композитной арматурой и предложена усовершенствованная авторами методика. Исследованы изгибаемые элементы, армированные стержнями стеклопластиковой и базальтопластиковой арматуры.
Ключевые слова: неметаллическая арматура, прочность нормальных сечений, бетонные конструкции, изгибаемые элементы.

Представленные рекомендации по расчету нормальных сечений изгибаемых элементов с композитной арматурой являются результатом проведенных исследований в рамках диссертационной работы. Целью ставилось уточнение коэффициентов надежности и совершенствование методики расчета СП 63.13330.2012 с изменением № 1 нормальных сечений изгибаемых элементов, армированных стеклопластиковой (далее АСК) и базальтопластиковой (далее АБК) арматурой, по 1 и 2 группам предельных состояний. Подробное описание этапов исследования изложено в ранее опубликованных работах [1, 2, 3]. На рис. 1 представлено графическое изображение внесенных изменений в методику расчета СП нормальных сечений по прочности. Изменена последовательность введения коэффициентов надежности, предельный изгибающий момент M_{ult} заменен на номинальный M_n, а так же откорректировано расчетное выражение по определению высоты сжатой зоны бетона, при $\xi > \xi_R$, для предварительно напряженных конструкций.

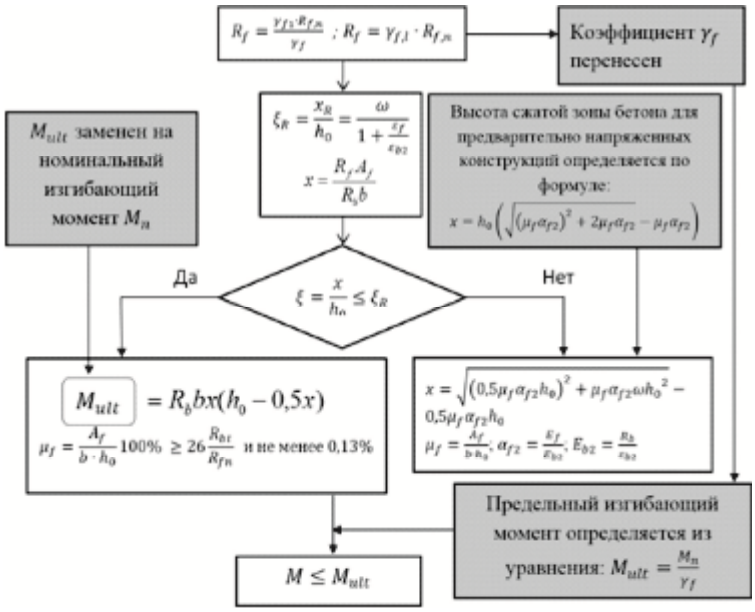


Рис. 1. Предлагаемые изменения методики СП
по определению несущей способности нормальных сечений изгибаемых элементов

Расчетное значение сопротивления растяжению арматуры композитной полимерной (далее АКП) R_f принимается с учетом коэффициентов γ_{f1} – коэффициент, учитывающий условия эксплуатации конструкции и $\gamma_{f,l}$ – коэффициент, учитывающий длительность действия нагрузки. Коэффициенты γ_{f1} и $\gamma_{f,l}$ не корректируются и принимаются по СП 63.13330.2012. Далее в зависимости от соотношения ξ и ξ_R определяется характер разрушения: при $\xi < \xi_R$ элемент разрушается от разрыва растянутой арматуры, при $\xi > \xi_R$ – дробление бетона в сжатой зоне.

При $\xi < \xi_R$ номинальный изгибающий момент M_n определяется исходя из найденной высоты сжатой зоны бетона. При $\xi > \xi_R$ корректируется высота сжатой зоны бетона, затем вычисляется номинальный изгибающий момент.

Номинальный изгибающий момент может быть также определен расчетом по прочности на основе нелинейной деформационной модели, с учетом предлагаемого расчетного сопротивления растяжению арматуры R_f.

Предельный изгибающий момент M_{ult}, который может быть воспринят сечением элемента, определяется с учетом коэффициента γ_f – коэффициент надежности по материалу.

Коэффициент γ_f принимается в зависимости от соотношения ξ и ξ_R. При $\xi > \xi_R$ γ_f для конструкций без предварительного напряжения арматуры принимается равным 1,1, с преднапряжением – 1,3. При $\xi < \xi_R$ принимается равным 1,3. Так как зависимость «напряжения – деформации» АКП имеет линейную форму, площадка текучести отсутствует. Величины γ_f приняты с целью приведения коэффициентов безопасности С к величине 1,6, которая по ГОСТ 8829-94 соответствует второму случаю разрушения железобетонных изгибаемых элементов из тяжелого бетона.

Принцип использования коэффициентов надежности и замена M_{ult} на M_n в предлагаемой методике приняты по аналогии с подходом американских норм ACI 440.1R-06, которые показали наиболее достоверные результаты по определению характера разрушения опытных образцов [2].

В ходе испытания опытных балок был зафиксирован характер разрушения от продергивания арматуры – нарушения анкеровки. В результате проведенного исследования авторами предлагается расчетное сопротивление сцепления арматуры с бетоном определять по уравнению, аналогичному для железобетонных конструкций с учетом коэффициента k:

$$R_{bond} = k\eta_1 R_{bt}. \quad (1)$$

Коэффициент k учитывает отношение сцепления АКП с бетоном по сравнению со стальной арматурой. Коэффициент η_1, учитывающий влияние вида поверхности арматуры, принимается в соответствии с нормами для железобетонных конструкций. Необходимость введения коэффициента k связана с имеющимися различиями в величинах сцепления АКП и стальной арматуры, что подтверждено многочисленными исследованиями [4, 5, 7, 8]. По данным ACI 440.1R-06 величина k, в зависимости от вида АКП, варьируется в пределах от 0,6 до 1,72. Для определения величин коэффициентов k требуются обширные исследования сцепления различных видов АКП с бетоном при различных условиях эксплуатации.

В табл. 1-5 представлено сравнение теоретических, полученных с учетом коэффициентов надежности, и опытных данных по прочности нормальных сечений балок серий 1-5 [2, 3]. Расчеты по деформационной модели выполнены исходя из расчетных значений прочности материалов, определенных согласно СП 63.13330.2012 с изменением № 1.

Таблица 1

Результаты исследования балок серии 1

Маркировка балок	Несущая способность M_u, кН·м		M_{exp}, кН·м	$\frac{M_{exp}}{M_u^{сп}}$
	СП 63.13330.2012	Деформационная модель	Эксперимент	
Бк-12ст	14,468	14,548	20,333	1,405
Бк-8ст	6,856	6,906	11,368	1,65
Бк-6ст	3,947	3,944	8,156	2,065

Таблица 2

Результаты исследования балок серии 2

Марки-ровка балок	Несущая способность M_u, кН·м						M_{exp}, кН·м
	Проект СП	СП 63.13330.2012 Изм. № 1	ACI 440.1R-06	fib Bulletin 40	Деформа-ционная модель	Модифици-рованная методика СП	Эксперимент
Бк-10сп	13,817	13,817	11,176	15,645	13,763	14,08	22,582
Бк-8сп	9,388	9,388	7,578	10,365	9,571	11,87	18,88
Бк-6сп	5,104	5,104	4,036	5,509	4,971	5,814	9,41

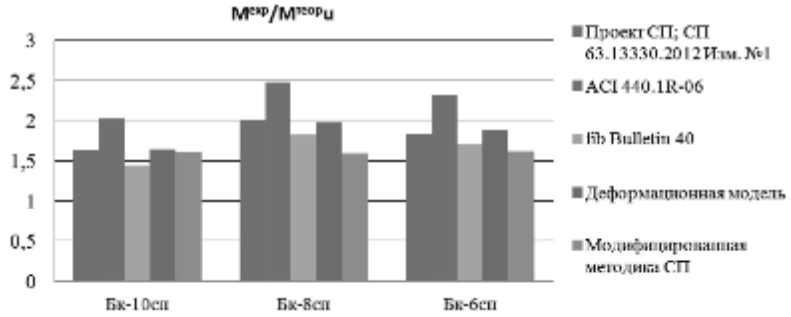


Рис. 2. Графическое сравнение данных табл. 2

Таблица 3

Результаты исследования балок серии 3

Марки-ровка балок	Несущая способность M_u, кН·м						M_{exp}, кН·м
	Проект СП	СП 63.13330.2012 Изм. № 1	ACI 440.1R-06	fib Bulletin 40	Деформа-ционная модель	Модифици-рованная методика СП	Эксперимент
Бк-7бп	8,78	8,78	6,256	8,641	8,898	10,934	16,451
Бк-5бп	5,64	5,64	3,963	5,447	5,53	6,404	11,283
Бк-4бп	3,547*	3,547*	2,476	3,385	3,436	4,053*	5,95

* – процент армирования меньше допустимой величины по п. 8.2.4 проекта СП.

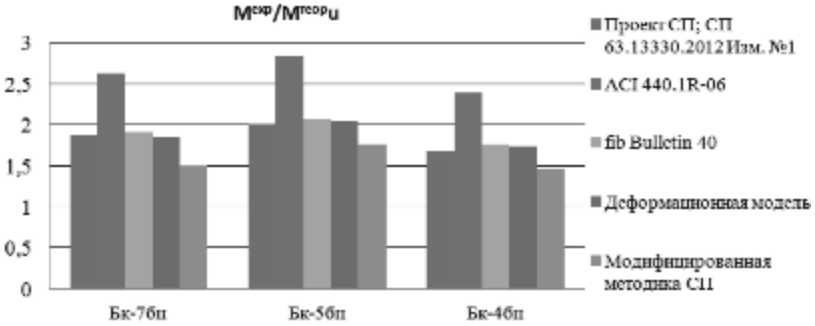


Рис. 3. Графическое сравнение данных табл. 3

Таблица 4

Результаты исследования балок серии 4 – прочность

Марки-ровка балок	Несущая способность M_u, кН·м					M_{exp}, кН·м
	СП ...2013	СП 63.13330.2012 Изм. № 1	ACI 440.1R-06	fib Bulletin 40	Модифици-рованная методика СП	Эксперимент
Бк-10$б_1$сп	13,084	13,269	10,168	15,645	12,063	20,766
Бк-10сп	13,817	13,817	11,167	15,645	14,08	22,582
Бк-10$б_2$сп	13,943	13,943	11,259	16,037	15,185	22,959

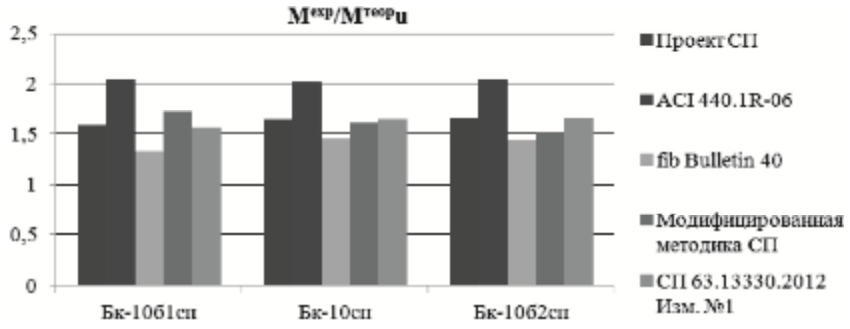


Рис. 4. Графическое сравнение данных табл. 4

Таблица 5

Результаты исследования балок серии 5 – прочность

Марки-ровка балок	Несущая способность M_u, кН·м				M_{exp}, кН·м
	СП ...2013	СП 63.13330.2012 Изм. № 1	ACI 440.4R-04	Модифицированная методика СП	Эксперимент
Бк-6п$_1$сп	7,62	7,62	5,913	7,613	11,731
Бк-6п$_2$сп	7,62	7,62	6,43	7,613	11,452
Бк-8п$_1$сп	10,699	10,699	8,542	10,853	19,216
Бк-8п$_2$сп	10,699	10,699	9,364	10,853	17,973

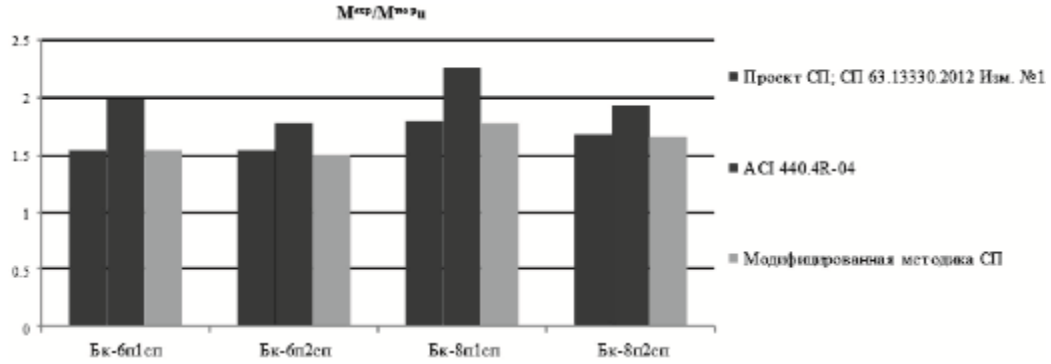


Рис. 5. Графическое сравнение данных табл. 5

Вычисленные величины прочности нормальных сечений по методикам проекта СП «Конструкции из бетона с композитной неметаллической арматурой. Правила проектирования» (далее проект СП), СП 63.13330.2012 Изм. № 1, ACI 440.1R-06 и fib Bulletin 40 (табл. 2-5) имеют различия в результатах от 1,6 % до 40 %.

В табл. 6 представлено сопоставление величин коэффициента безопасности С, представляющего собой отношение опытного разрушающего усилия к значению теоретической несущей способности, для опытных балок серий 2, 3 и 5. В качестве критерия точности принято значение коэффициента С равное 1,6, что по ГОСТ 8829-94 соответствует 2 случаю разрушения элемента из тяжелого бетона. Результаты расчетов, полученные по методикам проекта СП и СП 63.13330.2012 Изм. № 1 превышают принятое значение С до 25,63 %, модифицированная методика СП – до 10,63 %.

Таблица 6

Сопоставление значений коэффициента безопасности С для опытных балок серий 2, 3 и 5

№ серии (вид армирования)	Проект СП	СП 63.13330.2012 Изм. №1	ACI 440.1R-06, ACI 440.4R-04	fib Bulletin 40	Модифици-рованная методика СП
2 (АСК)	1,634÷2,01	1,634÷2,01	2,02÷2,491	1,44÷1,82	1,591÷1,619
3 (АБК)	1,678÷2,001	1,678÷2,001	2,403÷2,847	1,758÷2,071	1,47÷1,762
5 (АСК$_{sp}$)	1,5÷1,8	1,5÷1,8	1,781÷2,25	-	1,504÷1,77

Для оценки точности определения разрушающих усилий по рассматриваемым методикам в табл. 7 представлено сопоставление отношений экспериментальных и теоретических разрушающих усилий для опытных балок серий 2, 3 и 5 без учета коэффициентов надежности.

Таблица 7

Сопоставление отношений экспериментальных и теоретических разрушающих усилий

№ серии (вид армирования)	Проект СП	СП 63.13330.2012 Изм. № 1	ACI 440.1R-06, ACI 440.4R-04	fib Bulletin 40	Модифицированная методика СП
2 (АСК)	0,994÷1,638	0,994÷1,24	1,014÷1,251	0,992÷1,278	0,994÷1,24
3 (АБК)	1,012÷1,21	1,012÷1,248	1,044÷1,236	1,234÷1,454	1,012÷1,248
5 ($АСК_{sp}$)	1,758÷2,156	1,432÷1,663	1,157÷1,462	-	1,157÷1,362

Отношения экспериментальных разрушающих усилий к теоретическим значениям для балок, армированные АКП, вычисленные по проекту СП составляют 0,994-2,156, по методике СП 63.13330.2012 Изм. № 1 – 0,994-1,663. Модифицированная методика СП по данным показателям дает наиболее точные результаты – 0,994-1,362.

В методике проекта СП расчетные выражения аналогичны используемым для железобетонных конструкций. В ходе анализа методики проекта СП выявлен недостаток, связанный с эмпирической структурой выражений – при соблюдении условия $\xi > \xi_R$ с увеличением расчетного сопротивления растянутой арматуры предельный изгибающий момент M_{ult} уменьшается. В Изменении № 1 к СП 63.13330.2012 данный момент учтен и высота сжатой зоны определяется с использованием другого уравнения:

$$x = \sqrt{\left(0{,}5\mu_f\alpha_{f2}h_0\right)^2 + \mu_f\alpha_{f2}\omega{h_0}^2} - 0{,}5\mu_f\alpha_{f2}h_0, \text{ вместо } x = \xi_R \cdot h_0.$$

Сопоставление теоретических и экспериментальных данных о характере разрушения балок (табл. 8) показало, что критерии, принятые в рассматриваемых методиках и определяющие вид разрушения изгибаемых элементов, являются неточными. Наиболее достоверные результаты оценки характера разрушения с учетом коэффициентов надежности дают модифицированная методика СП и методика ACI 440.1R-06, где расчетное сопротивление растяжению арматуры определяется только с использованием коэффициента, учитывающего условия эксплуатации конструкции. То есть, величина расчетного сопротивления арматуры приближенно равна ее фактическому значению, а запас несущей способности обеспечивается коэффициентом надежности, применяемым к номинальному изгибающему моменту.

Наглядно влияние последовательности введения коэффициентов надежности в методиках СП можно оценить при помощи сопоставления величин ξ, ξ_R при расчетах с учетом и без учета коэффициентов надежности. В первом случае определяется несущая способность сечения, во втором величина разрушающего усилия.

Таблица 8

Сопоставление теоретических и опытных данных по характеру разрушения балок

<table>
<tr><th rowspan="2">№ серии</th><th rowspan="2">Маркировка балок</th><th colspan="5">Характер разрушения балок</th></tr>
<tr><th>Проект СП; СП 63.13330.2012 Изм. № 1</th><th>ACI 440.1R-06</th><th>fib Bulletin 40</th><th>Модифицированная методика СП</th><th>Экспериментальные данные</th></tr>
<tr><td rowspan="3">2</td><td>Бк-10сп</td><td rowspan="3">Разрыв арматуры</td><td>Разрушение бетона в сжатой зоне</td><td rowspan="3">Разрыв арматуры</td><td>Разрушение бетона в сжатой зоне</td><td>Разрушение бетона в сжатой зоне</td></tr>
<tr><td>Бк-8сп</td><td rowspan="2">Разрыв арматуры</td><td rowspan="2">Разрыв арматуры</td><td>Продергивание арматуры</td></tr>
<tr><td>Бк-6сп</td><td>Разрыв арматуры</td></tr>
<tr><td rowspan="3">3</td><td>Бк-7бп</td><td rowspan="3">Разрыв арматуры</td><td rowspan="3">Разрыв арматуры</td><td rowspan="3">Разрыв арматуры</td><td>Разрушение бетона в сжатой зоне</td><td>Одновременно – разрыв арматуры и разрушение бетона в сжатой зоне</td></tr>
<tr><td>Бк-5бп</td><td rowspan="2">Разрыв арматуры</td><td rowspan="2">Разрыв арматуры</td></tr>
<tr><td>Бк-4бп</td></tr>
</table>

Продолжение таблицы 8

4	Бк-10б$_1$сп	Разрушение бетона в сжатой зоне	Разрушение бетона в сжатой зоне	Разрыв арматуры	Разрушение бетона в сжатой зоне	Продергивание арматуры
	Бк-10сп	Разрыв арматуры				Разрушение бетона в сжатой зоне
	Бк-10б$_2$сп		Разрыв арматуры			Продергивание арматуры / Разрушение бетона в сжатой зоне
5	Бк-6п$_1$сп	Разрыв арматуры	Разрушение бетона в сжатой зоне	-	Разрушение бетона в сжатой зоне	Разрушение бетона в сжатой зоне
	Бк-6п$_2$сп			-		Разрушение бетона в сжатой зоне / разрыв арматуры
	Бк-8п$_1$сп	Разрыв арматуры		-		Одновременно – разрыв арматуры и разрушение бетона в сжатой зоне
	Бк-8п$_2$сп			-		Разрыв арматуры / Продергивание арматуры

Величина ξ_R определяет момент перехода первого случая разрушения изгибаемого элемента во второй. Можно предположить, что при ξ/ξ_R = 1,0 должен происходить третий вид разрушения, описанный в иностранных нормах ACI 440.1R-06 и fib Bulletin 40, – одновременное разрушение элемента по арматуре и бетону. При определении разрушающих усилий для балки армированной двумя стержнями диаметром 7 мм АБК, расчет без учета коэффициентов надежности по методикам СП, значение ξ/ξ_R является наиболее близким к 1,0. По экспериментальным результатам (табл. 8) характер разрушения балок Бк-7бп произошел именно так: одновременно разрыв арматуры и разрушение бетона в сжатой зоне. Однако при определении несущей способности по методикам проекта СП и СП 63.13330.2012 Изм. № 1, где расчет выполняется с учетом коэффициентов надежности, отношение ξ/ξ_R уменьшилось на 48,35 %. Следовательно, в методиках СП при определении несущей способности нормальных сечений величины ξ_R являются завышенными и существует вероятность переармирования конструкций. По результатам расчета с использованием модифицированной методики СП отношение ξ/ξ_R увеличилось на 6,82 %.

Различия сбалансированных коэффициентов армирования и возможная недостоверность определения характеров разрушения, для рассматриваемых методик, были обнаружены ранее в проведенном анализе нормативных документов [1] и исследований [6], а также подтвердились экспериментальными данными.

По результатам выполненных исследований сделаны следующие выводы:

1. Занижение несущей способности по рассматриваемым методикам вызвано использованием избыточных коэффициентов надежности и в методике проекта СП недостоверностью расчета при $\xi>\xi_R$. Занижение расчетного сопротивления растяжению АКП приводит к неточному определению характера разрушения изгибаемого элемента и переармированию конструкций до 48,35 %.

2. Предлагаемая авторами модифицированная методика СП позволяет более точно и достоверно оценивать характер разрушения элементов, определять разрушающие усилия, а величины коэффициента безопасности С приближены к 1,6. Для приведения коэффициентов безопасности С к 1,6 выполнена корректировка величин коэффициентов надежности.

3. В связи с тем, что величина сцепления композитной арматурой с бетоном не является постоянной величиной, а зависит от вида АКП, производителя, условий эксплуатации, расчетное сопротивление сцепления АКП следует определять с учетом фактических свойств арматуры.

Список библиографических ссылок

1. Антаков А.Б., Антаков И.А. Анализ нормативных подходов к оценке прочности нормальных сечений изгибаемых элементов, армированных полимеркомпозитной арматурой // Известия КГАСУ, 2014, № 1 (27). – С. 75-80.

2. Антаков А.Б., Антаков И.А. Экспериментальные исследования изгибаемых элементов с полимеркомпозитной арматурой // Известия КГАСУ, 2014, № 3 (29). – С. 7-13.
3. Антаков А.Б., Антаков И.А., Гиздатуллин А.Р. Экспериментальные исследования изгибаемых элементов с предварительно напряженной полимеркомпозитной арматурой // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции НАСКР-2014. – Чебоксары, 2014. – С. 69-75.
4. Хозин В.Г., Пискунов А.А., Гиздатуллин А.Р., Куклин А.Н. Сцепление полимеркомпозитной арматуры с цементным бетоном // Известия КГАСУ, 2013, № 1 (23). – С. 214-220.
5. Gao D., Benmokrane B., and Tighiouart, B. Свойства сцепления АКП в бетоне. Технический отчет. Департамент строительства, Университет Шербрук, Шербрук, Квебек, Канада, 1998. – 27 с.
6. Iman Chitsazan, Mohsen Kobraei, Mohd Zamin Jumaat and Payam Shafigh. 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.
7. Marta Baena, Lluís Torres, Albert Turon, Cristina Barris. Экспериментальное исследование поведения сцепления между бетоном и АКП стержнями с использованием испытания на вырыв // Композиты Часть B: Строительство. – Великобритания, 2009. – С. 784-797.
8. Tepfers R., De Lorenzis L. Сцепление армирования АКП в бетоне – трудная задача // Механика композиционных материалов, Vol. 39, № 4, 2003. – С. 315-328.

Antakov A.B. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: antakof@mail.ru
Antakov I.A. – assistent
E-mail: igor788@bk.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Improving the method for calculating the normal sections of bent elements with polymer composite reinforcement

Resume

The article presents the position of improved method for calculating the strength of the normal sections of bent elements SP 63.13330.2012 reinforced by composite fittings. The study used the rods of fiberglass and basalt plastic reinforcement. The calculation results by of the proposed method were compared with similar data of guidelines: of the USA – ACI 440.1R-06, of the EU – fib Bulletin 40, of Russia – SP 63.13330.2012 with amendment № 1 and project SP.

During the analysis of existing methods of calculating a number of conclusions were made:

– the bearing capacity value, calculated according to the methods of the project SP, SP 63.13330.2012 with Amendment № 1, ACI 440.1R-06 and fib Bulletin 40 has differences in the results from 1,6 % to 40 %;

– underestimation of the bearing capacity design values due to the use of excessive safety factors and the method of calculation of the project SP with the unreliable nature of the destruction of the structures of the crushing of the concrete in the compressed zone. Reduced design resistance to tension FRP results in the precise definition of the nature of the destruction of a flexible member and over-reinforced structures;

– due to the fact that the value of the bond composite reinforcement with concrete is not constant, and depends on the type of FRP, the manufacturer, the operating conditions, the design resistance of the bond FRP bars should be determined considering actual properties of the valve.

Keywords: non-metallic fitting, strength of normal sections, concrete structures, flexural members.

Reference list

1. Antakov A.B., Antakov I.A. Analysis of normative approaches to strength assessment of normal section bending members with fiber-reinforced polymer reinforcement // Izvestiya KGASU, 2014, № 1 (27). – P. 75-80.
2. Antakov A.B., Antakov I.A. Experimental study of flexural members with FRP reinforcement // Izvestiya KGASU, 2014, № 3 (29). – P. 7-13.
3. Antakov A.B., Antakov I.A., Gizatullin A.R. Experimental study of flexural members with FRP prestressed reinforcement // International conference on new architecture, design construction and renovation NASKR-2014. – Cheboksary, 2014. – P. 69-75.
4. Khozin V.G., Gizdatullin A.R., Kuklin A.N., Piskunov A.A. Adhesion of polymer composite reinforcement with cement concrete // Izvestiya KGASU, 2013, № 1 (23). – P. 214-220.
5. Gao D., Benmokrane B., Tighiouart, B. Bond Properties of FRP Rebars to Concrete // Technical Report, Department of civil engineering, University of Sherbrooke, Sherbrooke, Quebec, Canada, 1998. – 27 p.
6. Iman Chitsazan, Mohsen Kobraei, Mohd Zamin Jumaat and Payam Shafigh. An experimental study on the flexural behavior of FRP RC beams and a comparison of the ultimate moment capacity with ACI // Civil engineering and construction technology, Vol. 1 (2), December 2010. – P. 27-42.
7. Marta Baena, Lluís Torres, Albert Turon, Cristina Barris. Experimental study of bond behaviour between concrete and FRP bars using a pull-out test // An International journal «Composites Part B: Engineering», United Kingdom, 2009. – P. 784-797.
8. Tepfers R., De Lorenzis L. Bond of FRP reinforcement in concrete – a challenge // Mechanics of composite materials, Vol. 39, № 4, 2003. – P. 315-328.

УДК 624
Замалиев Ф.С. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: zamaliev49@mail.ru
Биккинин Э.Г. – аспирант
E-mail: bekkan@rambler.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Основные факторы, влияющие на начальное напряженно-деформированное состояние сталежелезобетонных конструкций

Аннотация

Статья посвящена выявлению основных факторов, влияющих на напряженно-деформированное состояние сталежелезобетонных конструкций гражданских зданий. Произведен анализ расчётных предпосылок, стандартов организаций и сводов правил, посвященных расчету сталежелезобетонных конструкций. Выявлены основные факторы, влияющие на начальное напряженно-деформированное состояние сталежелезобетонных конструкций. Даны пути перехода оценки доэксплуатационного напряженно-деформированного состояния составных конструкций от сталежелезобетонных мостовых строений на «гибкие» сталежелезобетонные плиты гражданских зданий.

Ключевые слова: сталежелезобетонные конструкции, усадка и ползучесть, начальное напряженно-деформированное состояние, перераспределение напряжений, свод правил, стандарт организаций.

Проблема экономии материала в строительных конструкциях из года в год приобретает главенствующую роль при формировании конструктивного облика будущего здания или сооружения. Поэтому, в современном мире строительные конструкции должны отвечать требованиям экономичности, надежности и эстетичности. Данным требованиям удовлетворяют композиционные конструкции, сочетающие в себе положительные свойства применяемых в них материалов. Так же одним из возможных путей решения проблемы экономии является применение методов расчета строительных конструкций, описывающих их напряженно-деформированное состояние уравнениями, полностью отражающими их реальную диаграмму деформирования.

Сталежелезобетонные конструкции находят достаточно широкое применение как в зарубежной практике, так и в отечественной. Однако, их применение в гражданском и промышленном строительстве на территории Российской Федерации на сегодняшний день сдерживается отсутствием норм проектирования, за исключением стандартов отдельных организаций, где порядок разработки, утверждения, учета и изменения данных стандартов устанавливаются ими самостоятельно. И зачастую главной целью данных норм является лишь совершенствование производства, обеспечения качества выполнения работ и продукций и носит добровольный характер.

Неоспорим тот вклад, который внесли отечественные ученые в развитие сталежелезобетонных конструкций, среди которых можно выделить Стрелецкого Н.Н., Гитмана Э.М., Гибшмана Е.Е. и других. Труды этих авторов [1-3] посвящены результатам теоретических и экспериментальных исследований не только отечественных ученых, но и зарубежных. В части развитии теоретических предпосылок, отечественные ученые в основном описывали работу большепролетных мостовых конструкций, либо же, решетчатых сталежелезобетонных ферм, не рассматривая при этом возможное применение сталежелезобетонных конструкций в гражданском строительстве. Применение сталежелезобетонных конструкций в качестве перекрытий в малоэтажном и высотном строительстве требует решения новых задач физики перераспределения напряжений между составными частями композиционного сечения. Среди основных факторов требующих детального анализа можно выделить следующие:

1) Свойство сталежелезобетонных конструкций изменять свое равновесное состояния после укладки бетонной смеси в опалубку;

2) Влияние начальной усадки и начальной ползучести бетона на перераспределение напряжений, а также на развитие прогибов в изгибаемых конструкциях;

3) Влияние развития упругопластических деформаций бетона на образование дополнительных напряжений в стальной части (эффект догружения);

4) Влияние податливости шва контакта из-за близкого расположения к нейтральной зоне сечения композитной балки;

5) Влияние процесса переноса тепла вследствие протекания процессов гидратации цемента.

Кроме вышеперечисленных факторов, которые влияют на доэксплуатационное напряженно-деформированное состояние составной конструкции, необходимо научиться их использовать на получение более выгодных по стоимости и надежных в дальнейшей эксплуатации конструктивных решений сталежелезобетонных плит. Например, путем регулирования внутренних усилий в сталежелезобетонных конструкциях с целью уменьшения негативного влияния эффектов усадки и ползучести бетона в периоды возведения и эксплуатации конструкций.

Положительные результаты по повышению надежности и уменьшению материалоемкости сталежелезобетонных конструкций дадут также:

1) Учет пространственной работы сталежелезобетонных конструкций;

2) Внедрение методики расчета сталежелезобетонных конструкций по нелинейной деформационной модели.

Современные условия проектирования требуют внедрения в строительный процесс все более сложных конструктивных систем сталежелезобетонных конструкций: возможность устраивать большие перекрываемые пролеты, возможность уменьшения строительной высоты конструкций и другие. Однако тенденция увеличения требований, предъявляемых к конструкциям, не способствуют к развитию новых отечественных норм проектирования и методик расчетов. Необходимо так же отметить явный факт отставания отечественной нормативной базы от зарубежных аналогов [5]. Как показали экспериментальные исследования [10-13], проведенные в лаборатории КГАСУ, существующие стандарты организаций и своды правил РФ, имеющие разделы, посвященные расчетам сталежелезобетонных конструкций, не полностью отражают фактическую работу сталежелезобетонных конструкций, а именно не хватает комплексного учета основных факторов, перечисленных выше, влияющих на механику деформирования таких конструкций. Так, например, многие расчетные предпосылки СП35.13330.2011 Мосты и трубы основаны на гипотезе плоских сечений, что невыполнимо при расчете прочности поперечного сечения сталежелезобетонных балок с податливым соединением. О наличии расчетных предпосылок, выведенных при больших допущениях свидетельствует появления дефектов, выявленных в ходе обследований [6]. Как показал обзор литературы наиболее полно расчет поперечного сечения сталежелезобетонных конструкций отражено в [9], в котором расчет по первой и второй группам предельным состояниям осуществляется с учетом процессов усадки и ползучести бетона, а также отражены вопросы учета догружения стального профиля вследствие сдвигов в контакте швов композиционной балки.

Опыт эксплуатации сталежелезобетонных конструкций показал наличие в них больших прогибов, значительно отличающихся от проектных значений [6]. В существующих отечественных рекомендациях и нормах расчет по второй группе предельных состояний производится на основе предпосылок, имеющих различное содержание. Так, например, в СТО 0047-2005 окончательный прогиб, складывающийся от действия веса плиты G_1, стальной балки G_2, перегородок G_3, временной эксплуатационной Q и от действия усадки $f(E_\gamma)$ и от возможного обратного выгиба δ_0, вызванный так же усадкой необходимо определять по (1):

$$f(G_1+G_2) + f(Q+G_3) + f(E_\gamma) - \delta_0 \le [f_{don}], \quad (1)$$

где $\delta_0 \ge (0{,}025L)^{0.5}$. В то время как согласноп.9.9 СП35.13330.2011 «Мосты и трубы», п.10.4 СП 159.1325800.2014 «Сталежелезобетонные пролетные строения автодорожных мостов. Правила расчета» при определении итогового прогиба не рекомендуется учитывать разгружающее влияние усадки бетона. О большой степени влияния выгиба конструкций в процессе усадочных явлений отмечается так же в источнике [6]. В

названных выше сводах правил и в источнике[1], для вычисления усадочного прогиба в статически определимой сталежелезобетонной балке используют следующее выражение:

$$f^{y} = \varepsilon_{y} \sum_{k=0}^{n} \frac{S^{y}_{ст.стб}}{I^{y}_{стб}} \int M_{f} dx, \qquad (2)$$

где $M_f dx$ – площади участков эпюры изгибающих моментов от единичной вертикальной силы, приложенной в месте вычисляемого прогиба, ε_y – предельная относительная деформация усадки бетона, принимаемая постоянной равной 0,0002 и 0,0001. Аналогичные выражения, учитывающие лишь предельные относительные деформации усадки бетона при определении напряжений в крайних фибрах сталежелезобетонного сечения приводит Гибшман Е.Е. [3]:

$$M_б = A \cdot a \cdot E_б \cdot I_б \cdot \Delta, \qquad (3)$$

$$M_{ст} = A \cdot a \cdot E_{ст} \cdot I_{ст} \cdot \Delta, \qquad (4)$$

$$N = A\,(E_б \cdot I_б + E_{ст} \cdot I_{ст})\Delta, \qquad (5)$$

где N – сила с которой железобетонная плита оказывается растянутой, металлическая балка – сжатой, вследствие усадочных явлений, так же $M_б$, $M_{ст}$ – изгибающие моменты действующие на плиту и на металлическую балку, Δ – укорочение плиты на единицу длины балки, так же принимается постоянной, равной 0,00015 при обычном бетонировании, либо 0,0001 при бетонировании секциями.

При оценке итоговых прогибов сталежелезобетонных конструкций на эксплуатационные нагрузки, необходимо учитывать начальные прогибы от усадки, ползучести бетона и других факторов, возникающих во вновь образуемом составном сечении.

Прочность сталежелезобетонного сечения по нормальному сечению с комплексным учетом факторов начального напряженно-деформированного состояния можно определять на основании выражения источника [14] с добавлением дополнительного внутреннего момента (6):

$$M_{д} = \int_{0}^{h_{д}} \sigma_{б}\left[\varepsilon_{бt}(x)\right] b_{д}' Z_{1} dx + \sigma_{a}\left(\varepsilon_{at}'\right) A_{a} Z_{2} + \sigma_{a}\left(\varepsilon_{at}\right) A_{a} Z_{3} + \sigma_{s}'\left[\varepsilon_{st}(x)\right] A_{s}' Z_{4} - \sigma_{s}\left[\varepsilon_{st}(x)\right] A_{s} Z_{5} + M_{доп}, \qquad (6)$$

где $M_{доп}$ – момент внутренних усилий, возникающих при начальной усадке и ползучести бетона, а также от других факторов в составном сечении.

Заключение

1.) Выявлены основные факторы начального напряженно – деформированного состояния сталежелезобетонных конструкций гражданских зданий требующих детального анализа;

2.) Анализ и учет факторов, влияющих на начальное напряженно-деформированное состояние, позволит на этапе эксплуатации уменьшить влияние эффектов ползучести и усадки бетона на напряженно-деформированное состояние уже при эксплуатационных нагрузках;

3.) Внедрение методики расчета сталежелезобетонных конструкций по нелинейной деформационной модели позволит оценить их прочность и получить экономичное проектное решение.

Список библиографических ссылок

1. Стрелецкий Н.Н. Сталежелезобетонные пролетные строения мостов // 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1981. – 360 с.
2. Гитман Э.М. Вопросы оптимального проектирования сталежелезобетонных пролетных строений // Исследования современных конструкций стальных мостов. Выпуск 94. – М.: Транспорт, 1975.
3. Гибшман Е.Е. Мосты со стальными балками, объединенными с железобетонной плитой. – М.: Дориздат, 1952. – 86 с.
4. Гибшман Е.Е., Гибшман М.Е. Теория и расчет предварительно напряженных железобетонных мостов: Автотрансиздат. – М., 1962. – 397 с.

5. Роджер П. Джонсон. Руководство для проектировщиков к Еврокоду 4: Проектирование сталежелезобетонных конструкций (пер. с анг.): МГСУ, 2013. – 412 с.
6. Доброчинская И.В. Совершенствование методики расчета сталежелезобетонных автодорожных пролетных строений мостов с комплексным учетом конструктивно-технологических факторов: автореферат дис. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук. – М.: ОАО «ЦНИИС», 2008. – 24 с.
7. Жильникова Т.Н. Прогноз прочности, усадки и ползучести цементных бетонов по результатам измерений в ранний период: автореферат дис. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук. – М.: РГСУ, 2006. – 24 с.
8. Hadzalic E., Barucija K. Concreteshrinkageeffectsincompositebeam// Строительство уникальных зданий и сооружений, 2014, № 11 (26). – С. 85-93.
9. Парфенов С.Г., Федоренко Е.А., Пикин Д.Ю. Проектирование железобетонных и сталежелезобетонных конструкций из ячеистых бетонов: учебное пособие. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2012. – 192 с.
10. Замалиев Ф.С., Гурьянов И.А., Шаймарданов Р.И., Хайрутдинов Ш.Н. Численные и натурные эксперименты в исследованиях сталежелезобетонных конструкций // Известия КГАСУ, 2012, № 1 (19). – С. 46-52.
11. Замалиев Ф.С., Шаймарданов Р.И. Экспериментальные исследования сталежелезобетонных конструкции на крупномасштабных моделях // Известия КазГАСУ, 2008, № 2 (10). – С. 47-52.
12. Замалиев. Ф.С., Биккинин Э.Г. Экспериментальные исследования сталежелезобетонных балок таврового сечения // Известия КГАСУ, 2014, № 4 (30). – С. 134-138.
13. Замалиев Ф.С., Биккинин Э.Г. Экспериментальные исследования начального напряженно-деформированного состояния сталежелезобетонных балок и плит //Известия КГАСУ, 2015, № 2. – С. 149-153.
14. Замалиев Ф.С., Мирсаяпов И.Т. Расчет прочности сталежелезобетонных изгибаемых конструкций на основе аналитических диаграмм // Разработка и исследование металлических и деревянных конструкций // Сборник научных трудов: КГАСА. – Казань, 1999. – С. 142-149.

Zamaliev F.S. – candidate of technical science, associate professor
E-mail: zamaliev49@mail.ru
Bikkinin E.G. – post-graduate student
E-mail: bekkan@rambler.ru
Kazan State University of Architecture and Civil Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The main factors influencing the initial stress-strain state of steel-concrete composite structures

Resume

In our country, more and more there is a tendency of application steel-concrete composite structures in civil engineering. However, for larger scale their applications on the one hand, you must have design standards based on deformation methods that take into account the non-linear operation as the materials section and construction as a whole, on the other hand should be good to know the features of the stress-strain state of a composite structure, which is the steel-concrete composite structures not only during operation, but also to the operational period.

The analysis estimated the prerequisites codes and standards organizations dedicated to the design of bridges, but steel-concrete composite structures of overlaps and covers civil buildings are significantly different from the bridge structure, they have a less massive cross section and small bays compared to overhead structures. Therefore, mechanical transfer factors of internal stress-strain state of the steel-concrete composite bridge span on a «flexible» of the steel-concrete composite slab will is wrongful. Wanted to study the influence of internal factors in the operational period up to the stress-strain state of a steel-concrete composite slab section of civil buildings.

The behavior of the steel-concrete composite section should be analyzed with «germ», i.e. since the beginning of hardening concrete, because the first hours of silicification cement paste concrete begin early during the initial stress-strain state for internal processes, such as shrinkage, creep, swelling, self-heating of concrete, etc.

The article, based on a set of rules and recommendations for the design of bridge structures are shown approaches to accounting internal processes occurring in a section of steel-concrete composite structures. Presents attempts to move them to the «flexibility» of the composite slab of civil buildings to incorporate an internal stress-strain state of the shrinkage, creep, etc., to the operational processes within the composite section.

Keywords: steel-concrete composite structures, shrinkage and creep at an early stage, redistribution of stresses, a set of rules, standards organizations.

References list

1. Streletskii N.N. Steel-concrete bridge spans // 2-nd ed., Rev. and add. – M.: Transport, 1981. – 360 p.
2. Gitman E.M. Optimum design of composite spans // Research modern constructions of steel bridges. Issue 94. – M.: Transport, 1975.
3. Gibshman E.E. Bridges with steel beams combined with concrete plate. – M.: Dorizdat 1952. – 86 p.
4. Gibshman E.E., Gibshman M.E. Theory and Design of prestressed concrete bridges. Avtotransizdat. – M., 1962. – 397 p.
5. Roger P. Johnson. Guidelines for designers to Eurocode 4: Design of composite structures (trans. From Eng.): MGSU, 2013. – 412 p.
6. Dobrochinskaya I.V. Improved methods of calculation of composite road bridge spans a comprehensive view of structural and technological factors: the author's dis. onsoisk. Ouch. Art. cand. tehn. sciences. – M.: JSC «CNIIS», 2008. – 24 p.
7. Zhilnikova T.N. Forecast strength, shrinkage and creep of cement concrete as measured in the early period: the author's abstract dis. Ouch. Art. cand. tehn. sciences. – M.: RSSU, 2006. – 24 p.
8. Hadzalic E., Barucija K. Concrete shrinkage effects in composite beam // Construction of unique buildings and structures, 2014, № 11 (26). – P. 85-93.
9. Parfenov S.G., Fedorenko E.A., Pikin D.Y. Design of concrete and composite structures of cellular concrete: a tutorial. – M.: Publishing Association building universities, 2012. – 192 p.
10. Zamaliev F.S., Guryanov I.A., Shaimardanov R.I., KhairutdinovSh.N. Numerical experiments and field trials in steel-concrete composite structures // Izvestiya KGASU, 2012, № 1 (19). – P. 46-52.
11. Zamaliev F.S., Shaimardanov R.I. Experimental study of steel-concrete composite structures on large-scale models // News KGASU, 2008, № 2 (10). – P. 47-52.
12. Zamaliev F.S., Bikkinin E.G. Experimental study of steel-concrete composite beams T-section // Izvestiya KGASU, 2014, № 4 (30). – P. 134-138.
13. Zamaliev F.S., Bikkinin E.G. Experimental studies of the initial stress-strain state of steel-concrete composite beams and plates // Izvestiya KGASU, 2015, № 2. – P. 149-153.
14. Zamaliev F.S., Mirsayapov I.T. Strength calculation of steel-concrete bent designs based on the analytical diagrams // Development and research of metal and wooden structures // Proceedings: KGASA. – Kazan, 1999. – P. 142-149.

УДК 624.011.
Кузнецов И.Л. – доктор технических наук, профессор
E-mail: kuz377@mail.ru
Крайнов И.В. – аспирант
Гимранов Л.Р. – кандидат технических наук, старший преподаватель
E-mail: leenur@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Усиление клеефанерных двутавровых балок

Аннотация

В статье рассматривается вопросы усиления клеефанерных двутавровых балок с дефектами в виде нарушений соединения стенки с поясами. Численными расчетами показано влияние места расположения дефекта на НДС балки.

Приведен новый способ усиления, заключающийся в установке крепежных деталей между стенкой и поясами. Приведены результаты исследований фрагментов балок с предложенным способом усиления.

Ключевые слова: клеефанерная балка, разрушение клеевого шва, усиливающие крепежные элементы, экспериментальные исследования.

В последнее время в практике строительства в качестве несущих элементов опалубки используются двутавровые клеефанерные двутавровые балки [1, 2, 3]. В процессе их многократного использования данные конструкции накапливают различные дефекты, в частности локальные разрушения клеевого шва соединяющих стенку с поясами балки [4].

Наличие указанных дефектов клеевого шва приводит к снижению несущей способности балки. Для примера рассмотрим клеефанерную балку пролетом 3 м, с высотой сечения 200 мм. Сечение балки включает пояса из цельной древесины размерами 40х80 мм и стенку из фанеры толщиной 28 мм. Соединение стенки с поясами выполнено двойными шипами на клею. Определим напряженно-деформированное состояние (НДС) балки при различном расположении непроклея длиной 300 мм по пролету балки (рис. 1). Вычисления проводились в программном комплексе ANSYS. Результаты расчетов приведены в таблице. Анализ результатов таблицы показал, что наличие непроклея существенно влияет на НДС балки. Наиболее существенно влияние сказывается, когда непроклей располагается в зоне 1 и зоне 6 (рис. 1).

Дальнейшее использование балок с указанным дефектом требует их усиления. В работах [5, 6, 7] разработаны и исследованы варианты усиления соединения фанерной стенки с поясами двутавровой балки, заключающийся в установке нагелей из отрезков пластиковых труб, в цилиндрические углубления поясов балки, захватывающие и кромки стенок.

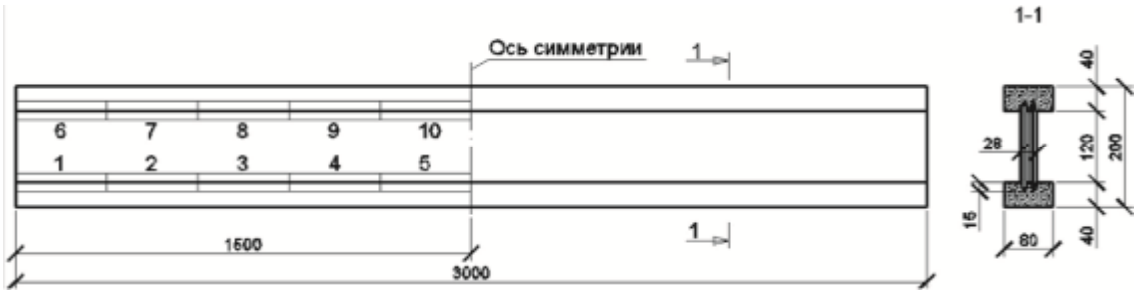


Рис. 1. Схема расположения непроклея балки

Таблица

Результаты расчетов в программном комплексе ANSYS

Зона с расположением дефекта	Деформации	Напряженно деформированное состояние			
		Нормальные напряжения в середине пролета верхние фибры	Нормальные напряжения в середине пролетанижние фибры	Касательные напряжения у левой опоры	Касательные напряжения у правой опоры
1.	1,8 %	0,01 %	0,01 %	28 %	0,01 %
2.	0,5 %	0,01 %	0,01 %	6,9 %	0,01 %
3.	0,5 %	0 %	0 %	0 %	0 %
4.	0,6 %	0,8 %	0,6 %	0 %	0 %
5.	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
6.	1,4 %	0,01 %	0,01 %	41 %	0,01 %
7.	0,6 %	0,01 %	0,01 %	7 %	0,01 %
8.	0,4 %	0 %	0 %	0,6 %	0 %
9.	0,5 %	0,7 %	0,8 %	0 %	0 %
10.	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %

Проведенные экспериментально-теоретические исследования показали, что предложенные способы позволяют выполнять усиление балок, но трудоемки в исполнении. В настоящей работе предлагается новый способ усиления (рис. 2) клеефанерной балки [8] в котором по длине балки между стенкой и поясами устанавливают крепежные элементы. Крепежные усиливающие элементы выполняют листовыми с боковыми кромками пильчатого профиля. Их упирают в стенку и пояс балки и прижимают винтом, который устанавливают в направлении биссектрисы угла примыкания стенки и пояса балки, при этом крепежные элементы устанавливают поочередно слева и справа сечения балки. Для обеспечения повышенной эффективности крепежным листовым элементам придают предварительный выгиб выпуклостью наружу.

Предлагаемый способ усиления клеефанерной балки обладает новизной, поэтому для оценки эффективности предлагаемого решения и разработки методики расчета были проведены экспериментальные исследования узлов соединения стенки с поясом.

Для эксперимента были выбраны образцы узлов соединения стенки с поясом из отрезков выше указанных балок.

С целью более детального исследования работы узла соединения стенки с поясом на сдвиг, с включением крепежных элементов эксперимент был разделен на несколько этапов. В первую очередь исследовалась фактическая работа клеевого шва на сдвигающее усилие (не усиленные образцы), для чего было доведено до разрушения несколько образцов не имеющих конструктивных особенностей.

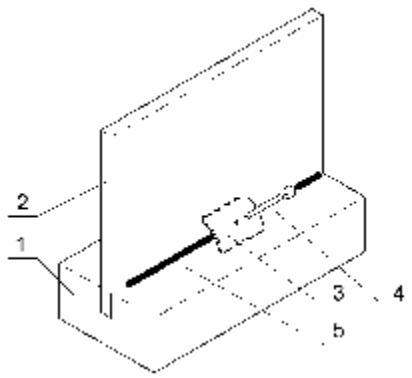


Рис. 2. Аксонометрия фрагмента балки в момент установки крепежных элементов:
1 – пояс из цельной древесины; 2 – фанерная стенка; 3 – крепежный элемент;
4 – прижимной винт; 5 – место разрушения клеевого шва

Далее исследовались влияния на сдвиг прижимного винта и прижимного винта с крепежным элементом. Для чего предварительно расслоенные образцы, стягивались и испытывались поочередно сперва прижимными винтами, а затем прижимными винтами с крепежным элементом (рис. 3).

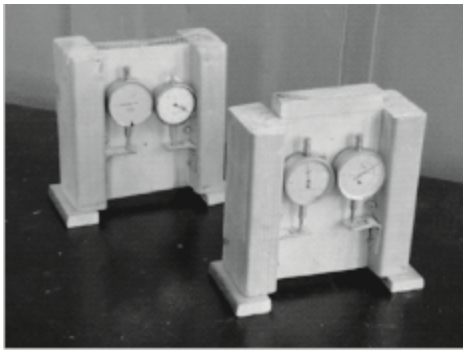


Рис. 3. Слева готовые к испытанию образцы усиленные прижимными винтами, справа прижимными винтами и крепежными элементами

Испытания проводились на прессе (рис. 4). Узел балки устанавливался вертикально, при этом под элементами поясов устанавливались дополнительные прокладки которые обеспечивали передачу усилий строго на фрагменты поясов, а так же обеспечивали свободное перемещение стенки относительно поясов. Аналогично устанавливалась дополнительная прокладка сверху, но только на стенку узла с целью передачи усилия на стенку. Нагрузка прикладывалась на узел к стенке, в одной точке равноудаленной от фрагментов поясов. Нагрузка на образец измерялась силовой шкалой пресса. Деформации сдвига стенки относительно поясов измерялись индикаторами часового типа с ценой деления 0,01 мм, установленных на стенке узла.

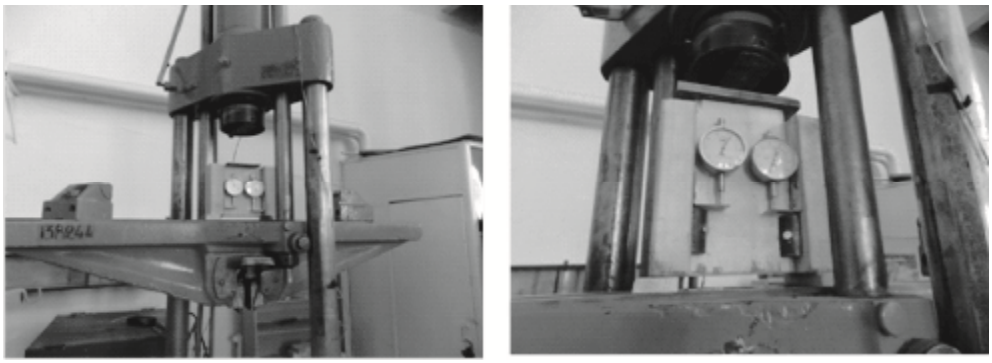


Рис. 4. Слева испытание образца усиленного прижимными винтами, справа испытание образца усиленного крепежными элементами и прижимными винтами

Для каждого варианта исполнения опытного образца проводилось несколько испытаний, результаты которых приводились к усредненным данным и по ним были построены графики зависимостей сдвигов на границе стенка-пояс в зависимости от нагрузки (рис. 5).

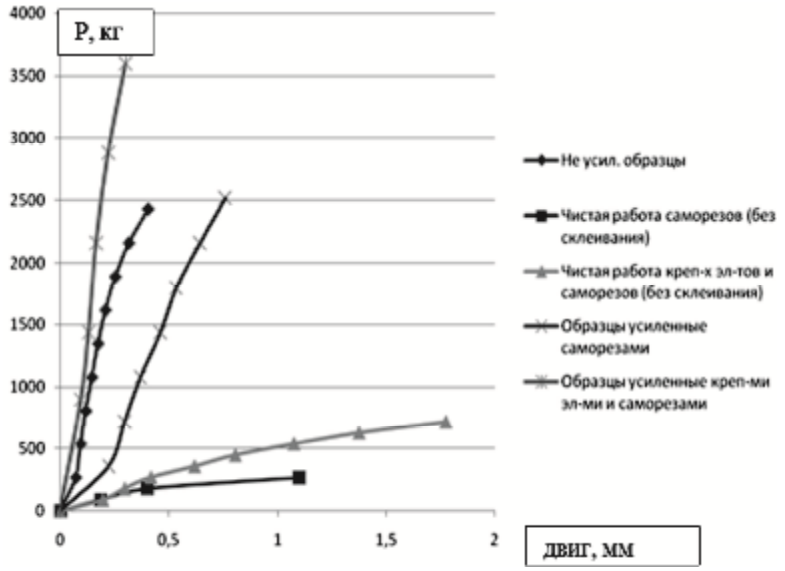


Рис. 5. Графики зависимостей сдвигов шва соединения стенка-пояс, от нагрузки

Теоретическое определение напряженно-деформированного состояния опытных образцов узлов выполнялось аналитически по известным формулам [3], с учетом различных модулей упругости древесины поясов и фанерной стенки по приведенным геометрическим характеристикам поперечного сечения балки.

Выводы:

1. Результаты экспериментальных исследований нового способа усиления клеефанерной двутавровой балки показал, что использование крепежных элементов обеспечивает повышение несущей способности клеевого соединения фанерной стенки с поясами и достаточно эффективно для практической реализации.
2. Дальнейшие исследования по повышению эффективности предложенного способа усиления клеефанерной балки должны быть направлены на поиск оптимальных соотношений жесткостных характеристик клеевого шва и элементов усиления.

Список библиографических ссылок

1. I-Joists APA – The Engineered Wood Association. URL: http://www.apawood.org/i-joist (дата обращения: 17.08.2015).
2. Гетц К.Г., Хоор Д., Мелер К., Натерер Ю. Атлас деревянных конструкция. / Пер. с нем. – М.: Стройиздат, 1985. – 272 с.
3. William G. Davids, Derek G. Rancourt, and Habib J. Dagher. Bending Performance of Composite Wood I-Joist/Oriented Strand Board Panel Assemblies. Forest Products Journal, 2011, Vol. 61, № 3. – P. 246-256.
4. В Новодевяткино рухнули перекрытия строящегося паркинга // Новостной портал. URL: http://mr7.ru/articles/113502/ (дата обращения: 10.04.2015).
5. Кузнецов И.Л., Крайнов И.В. Клеефанерная балка. Патент РФ № 2454526. МПК E04C 3/14. Бюллетень № 18 от 27.06.2012.
6. Кузнецов И.Л., Крайнов И.В. Способ усиления клеефвнерной двутавровой балки. Патент РФ № 2490408. МПК E04G 23/02. Бюллетень № 23 от 20.08.2013.
7. Кузнецов И.Л., Гимранов Л.Р., Крайнов И.В. Разработка и исследование клеефанерной двутавровой балки // Известия КГАСУ, 2013, № 2 (24). – С. 108-112.
8. Кузнецов И.Л., Крайнов И.В. Способ усиления клеефанерной двутавровой балки. Патент РФ № 2540740. МПК E04C 3/09. Бюллетень № 4 от 10.02.2015.

Kuznetsov I.L. – doctor of technical sciences professor
E-mail: kuz377@mail.ru
Kraynov I.V. – post-graduate student
Gimranov L.R. – candidate of technical sciences, senior lecturer
E-mail: leenur@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Reinforcement of a glue-laminated plywood I-joist

Resume

Paper reviews reinforcing methods of the glue-laminated plywood I-joist which accommodated significant amount of defects of a glue seam between plywood web and flanges during exploitation period. Mentioned defects usually randomly allocated along length of the seam, thus their influence on the stress distribution variates substantially. In case of a composite simple supported joist, defects of the glue seam lead to a slip between the web and flanges. To determine areas of the seam where defects have more influence on stress distribution, model of the composite joist was created in FEM analysis software. This model had different areas of the glue seam compromised with modifications so that it was very similar to defect. 10 different defect areas of the glue seam were created, all on the left side of the joist with 5 in the top seam and 5 in the bottom seam. After calculations were done follow conclusions were reached. Defects being allocated near support areas cause more effect on the stress distribution than those allocated in the middle part of the joist. 47 % surge in the shear stresses inside of the web with defect allocated near support almost disappears with defect being moved to the middle of the span. Discrepancies in the vertical deformations of the joist are insignificant wherever defect is allocated. Reinforcing of the composite simple supported joist should be done prevailingly near supported areas and hence reinforcing elements could be installed more efficiently.

Keywords: glue-laminated plywood joist, the destruction of the adhesive joint, reinforcing fasteners, experimental studies.

Reference list

1. I-Joists APA – The Engineered Wood Association. URL: http://www.apawood.org/i-joist (reference date: 17.08.2015).
2. Getc K.G., Hoor D., Meler K., Naterer Ju. Atlas of wooden structures. / Translation from German. – M.: Strojizdat, 1985. – 272 p.
3. William G. Davids, Derek G. Rancourt, and Habib J. Dagher. Bending Performance of Composite Wood I-Joist/Oriented Strand Board Panel Assemblies. Forest Products Journal, 2011, Vol. 61, № 3. – P. 246-256.
4. In Novodevyatkino the overlap of built parking collapsed // News portal. URL: http://mr7.ru/articles/113502/ (reference date: 10.04.2015).
5. Kuznecov I.L., Krajnov I.V. Glue-laminated plywood joist. Patent RF № 2454526. MPK E04S 3/14. Bjulleten' № 18 ot 27.06.2012.
6. Kuznecov I.L., Krajnov I.V. A method of enhancing the glue-laminated plywood I-joist. Patent RF № 2490408. MPK E04G 23/02. Bjulleten' № 23 from 20.08.2013.
7. Kuznecov I.L., Gimranov L.R., Krajnov I.V. Development and research of the glue-laminated plywood I-joist // Izvestija KGASU, 2013, № 2 (24). – P. 108-112.
8. Kuznecov I.L., Krajnov I.V. A method of enhancing the glue-laminated plywood I-joist. Patent RF № 2540740. MPK E04C 3/09. Bjulleten' № 4 from 10.02.2015.

УДК 624.078.412
Соколов Б.С. – доктор технических наук, профессор
E-mail: sokolov@kgasu.ru
Абдрахимова Н.С. – ассистент
E-mail: Lis258.86@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420023, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Оценка сдвиговой податливости штепсельных стыков первого типа, замоноличенных полимеррастворомс применением энергетического метода

Аннотация

Штепсельные стыки, как и все типы стыков железобетонных конструкций, обладают определенной податливостью. Изучение этого вопроса показало, что существующие методики расчета податливости узлов с учетом физической и конструктивной нелинейности узлов сопряжения сборных элементов охватывают узкий круг их видов, вследствие сложности напряженно-деформированного состояния и большого количества конструктивных факторов, влияющих на пространственную работу узлов сопряжений. Разработки применимы только к конкретным конструктивным решениям каркасов массового применения. Для более точного описания фактической работы каркасов зданий необходимо применять диаграммы деформирования материалов при оценке податливости узлов сопряжений.

Ключевые слова: сдвиговая податливость, штепсельный стык, экспериментальные исследования, соединение колонн, диаграммы деформирования, механизм разрушения, линейные перемещения, раствор замоноличивания, потенциальная энергия деформирования.

Вопросы податливости штепсельных стыков колонн освещены в работах [1-8]. В работе [1] приведены результаты экспериментальных исследований штепсельных стыков колонн проектных решений, замоноличенных полимеррастворомм, направленных на разработку методики расчета стыка по обеспечению конструкционной безопасности и эксплуатационной пригодности стыков и зданий в целом.

Штепсельный стык железобетонных колонн относится к бессварным и состоит из шести основных элементов [2]:

- продольная арматура 1 (восприятие и передача продольных и поперечных усилий);
- скважина 2 (анкеровка продольной арматуры);
- раствор замоноличивания 3 (фиксация верхнего и нижнего фрагмента колонн относительно друг друга, анкеровка стержней, антикоррозийная защита);
- спиральная арматура скважины 4 (восприятие и распределение внутренних усилий стенкой скважины);
- центрирующая прокладка 5 (обеспечение точности монтажа);
- сетки косвенного армирования 6 (усиление бетона сжатого ядра).

Каждый из них участвует в сопротивлении разрушению, несет определенную ответственность за обеспечение прочности и жесткости стыка. Схема стыка приведена на рис. 1.

На основании ранее выполненных исследований можно сделать вывод, что в обеспечении конструктивной безопасности и эксплуатационной пригодности железобетонных каркасов зданий с применением штепсельных стыков колонн особую роль играет строительный раствор, используемый для заполнения скважин и горизонтальных швов между торцами стыкуемых колонн. Прочность и жесткость железобетонного каркаса, сборного или сборно-монолитного типа, во многом зависит от надежной работы стыковых соединений элементов. Как показывают исследования [2] на деформативность узлов колонн главным образом влияют растворные швы. Таким образом, прочность и жесткость штепсельного стыка во многом зависит от омоноличивающих монтажных составов.

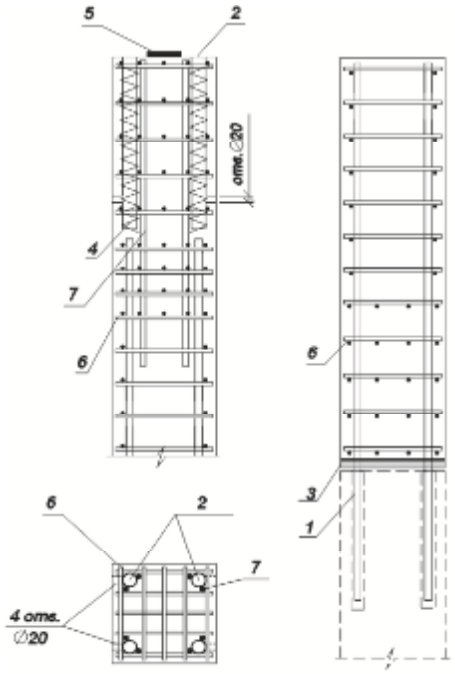


Рис. 1. Штепсельный стык колонн конструкций гражданских зданий

Рис. 2. Вид разрушенного образца ШСТ-1п

В зависимости от предъявляемых требований [2] в стыках используются три вида растворов:

- обычные цементно-песчаные с необходимыми добавками;
- растворы на расширяющихся цементах;
- полимеррастворы – эпоксидные и полиэфирные.

Первые редко удовлетворяют требованиям по прочности и сцеплению с арматурой и бетоном. Полимеррастворы (особенно эпоксидные и полиэфирные) эффективны для склеивания конструкций, воспринимающих высокие статические и динамические нагрузки.

В проектных решениях, как правило, используют цементно-песчаные растворы с добавками. При проведении исследований стыков колонн по заказу Ставропольской организации были использованы составы, предоставленные заказчиком. Результаты испытаний, изложенные в [3] показали удовлетворительную прочность стыков при действии сжимающих усилий, и (практически нулевое) сопротивление растягивающим усилиям и непроектным сжимающим усилиям.

В связи с этим, в качестве монтажного состава был использован полимеррастворна основе эпоксидной смолы, состав которого взят по рекомендациям по проектированию контактных стыков колонн, выполненных в НИИЖБ и приведенных заказчиком [4]:

- эпоксидная смола ЭД-20м – 100 масс.ч, отвердитель полиэтиленполиамин – 12-17 масс.ч, дибутилфталат – 30-50 масс.ч, наполнитель кварцевый песок – 60-70 масс.ч.

Учитывая результаты многофакторного компьютерного моделирования и комплексной оценки напряженно-деформированного состояния изучаемого стыка, позволившие оптимизировать количество образцов, были выбраны их размеры и армирование:

- размеры поперечного сечения всех образцов приняты 300х300 мм исходя из номенклатуры типовых колонн для зданий высотой более двух этажей;
- при назначении высоты стыкуемых оголовков колонн учитываемых результаты численных исследований о влиянии местных напряжений под грузовыми площадками на напряженно-деформированное состояние в стыке, общая высота образцов принята 1210 мм;
- продольное армирование образцов принято из арматуры 4ø18 мм по равным наиболее часто применяемому в проектных решениях проценту армирования μ;
- количество образцов – 2 шт.

Образцы ШСТ-1п показаны на рис. 2.

Результаты экспериментальных исследований: нагрузка прикладывалась поэтапно. Первые трещины в шве появились при нагрузке 15 т вследствие нарушения сцепления бетона с раствором (нарушение адгезии). Образовались наклонные трещины в теле колонны в области защитного слоя. Ширина раскрытия трещин 0,3 мм. С дальнейшим увеличением нагрузки происходит развитие трещин в теле колонны. Нагрузка 19 т появились опоясывающие трещины в шве с 3-х сторон, с 4 стороны трещина по телу колонны. Нагрузка 22,3 т раскрытие трещин до 1-1,5 мм (конструкция работает, как монолитная) наклонные трещины продолжаются и по шву.

Проведенные испытания показали хорошие результаты. На основании проведенных экспериментальных исследований получено следующее:

1. диаграмма деформирования штепсельного стыка, замоноличенного полимерраствором, имеющая вид:

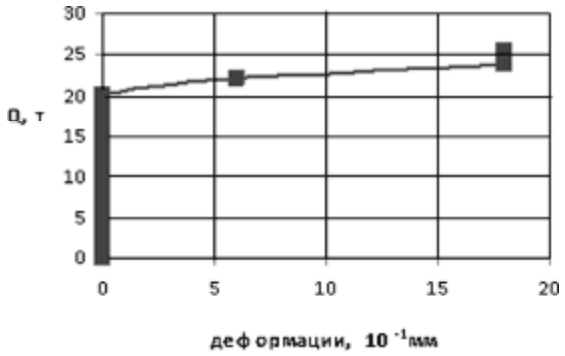


Рис. 3. Зависимость «усилие-деформация» для образцов ШСт-1п

2. оценено состояние контактной поверхности между раствором и бетоном, применение полимерраствора в качестве материала заполнения горизонтального шва и скважины увеличило прочность и уменьшило податливость образцов, по сравнению со стыками, замоноличенными цементно-песчаным раствором, в 2,5, 1,2 и 1,7 раза для образцов серий 1, 2 и 3, соответственно.

На основании анализа существующих экспериментальных и теоретических исследований конструкций, имеющих общие черты и характер сопротивления со штепсельным стыком, разработаны расчетные схемы сдвиговой податливости, отражающие их механизм разрушения. Предложены способы расчета сдвиговой податливости штепсельных стыков железобетонных колонн с использованием диаграмм деформирования, полученных в ходе экспериментальных исследований, а именно:

- экспериментально-теоретическая методика оценки сдвиговой податливости;
- энергетический метод оценки податливости.

При энергетическом методе оценки сдвиговую податливость предлагается описывать с использованием трансформированной диаграммы, описывающей диаграмму деформирования, полученную экспериментальным путем, являющуюся аналогом диаграммы жестко-пластичного тела.

С ростом податливости увеличивается запас упругой энергии, и потому изменение податливости оказывает сильное влияние на кинетику деформации и разрушения. В связи с этим, предполагается, что диаграмма (рис. 4) может быть описана также через энергию деформирования стыка U, которая по модулю равна работе A_{ex}, совершаемой внешней силой Q на перемещении Δ. Геометрически эта работа равна площади фигуры, ограниченной сверху кривой деформирования 2, снизу – осью абсцисс, с краёв вертикальными прямыми $\Delta=0$ и$\Delta=\Delta_3$. Приближенно площадь этой фигуры заменяется более простыми фигурами – треугольниками и прямоугольниками.

Рис. 4. К определению сдвиговой податливости стыков замоноличенных полимерраствором:
1 – экспериментальная диаграмма, 2 – рабочая диаграмма.
Δ_1, Δ_2, Δ_3 – параметрические точки, соответствующие стадиям работы стыка

Для штепсельного стыка колонн, в котором в качестве заполнения шва используется полимерраствор, можно выделить только две характерные стадии работы стыка (рис. 4), поэтому:

– $0<Q\leq Q_1$, $Q_1=0{,}85Q_{ult}$ – 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 в необходимо принять $\Delta_1=\Delta_2=0$, что будет соответствовать работе жестко-пластичного тела. Δ_3 – определяется расчетным выражением:

1. предельное значение поперечной силы (Q_{ult}) определяется по выражению, приведенному в работе [2]:

$$Q_{ult} = Q_{bt} + Q_{sw} + Q_s . \quad (1)$$

Без учета составляющей – $N\mu$.

2. предельное значение поперечной силы (Q_{ult}) определяется по выражению, приведенному в работе [2]:

$$Q_{ult} = Q_{bt} + Q_{sw} + Q_s + Nm . \quad (2)$$

С учетом составляющей – $N\mu$.

Формула для определения энергии деформирования стыка на каждой стадии будет иметь вид:

$$\Delta_i = \frac{Q_i l}{G_{red,i} A_{red}} . \quad (3)$$

Общий вид системы уравнений:

$$\begin{cases} \dfrac{Q_1\Delta_1}{2} = \dfrac{Q_1^2 l}{2G_{red,1}A_b}, & 0 < \Delta \leq \Delta_1 \\ Q_2\Delta_2 = \dfrac{Q_2^2 l}{2G_{red,2}A_b}, & \Delta_1 < \Delta \leq \Delta_2 \\ Q_3\Delta_3 = \dfrac{Q_3^2 l}{2G_{red,3}A_b}, & \Delta_2 < \Delta \leq \Delta_3 \end{cases} , \quad (4)$$

где $G_{red,i}$ – приведённые модули сдвига стыка на каждой из стадий; l – расчётная длина стыка, определяемая по формуле: $l = 2L + t$, где t – толщина растворного шва.

Приведённый модуль сдвига взят как для однонаправленного армированного композита. Тогда приведенный модуль сдвига для растворного шва и прилегающего к нему бетонного участка будет равен соответственно:

$$G_{red,t,1} = \frac{G_m G_s}{mG_m + (1-m)G_s} , \quad (5)$$

$$G_{red,L,1} = \frac{G_b G_s}{mG_b + (1-m)G_s},\ m = \frac{A_s}{A_b}. \quad (6)$$

На участке упругой работы стыка при $0<Q\leq Q_1$ приведённый модуль сдвига определяем сопротивляемостью, армированных продольной арматурой, раствора в шве и бетона на участке $2L$:

$$G_{red1} = \frac{(t+2L)G_{re,t,1}\cdot G_{red,L,1}}{G_{red,t,1}\cdot 2L + G_{red,L,1}\cdot t}\kappa_1\kappa_m, \quad (7)$$

где G_m, G_s, G_b – соответственно модуль деформаций при сдвиге для раствора шва, продольной рабочей арматуры и для бетона; $A_b=b\cdot h$ – площадь сечения колонны; A_s – площадь сечения продольной рабочей арматуры; k_1 – опытный коэффициент, учитывающий пониженную жёсткость стыка в месте сцепления раствора шва с бетоном торца колонны; k_m – опытный коэффициент учитывающий вид раствора заполнения шва ($k_m = 1,0$ для цементно-песчаного раствора, $k_m = 7,6$ для полимеррастворa).

Коэффициент k_1 для проектного стыка колонн вычисляем по формуле:

$$k_1 = 0,038. \quad (8)$$

Проведено сравнение результатов расчета по предложенной методике с результатами экспериментальных исследований, которые хорошо согласуются между собой.

Выводы

1. Расчет сдвиговой податливости контактных швов сборных конструкций производится, в основном, по эмпирическим формулам, нелинейность работы стыка в них описывается путем уменьшения жесткостных характеристик материалов матрицы, и не учитывается работа всех элементов, входящих в стык. В связи с этим разработан новый метод оценки сдвиговой податливости, учитывающий характеристики всех элементов, входящих в стык, описана податливость стыка на различных стадиях его работы; разработана расчетная схема для оценки деформативности и сопротивления стыка сдвигу.

2. На основании анализа существующих экспериментальных и теоретических исследований конструкций, имеющих общие черты и характер сопротивления со штепсельным стыком, разработаны расчетные схемы сдвиговой податливости, отражающие их механизм разрушения. Предложены способы расчета сдвиговой податливости штепсельных стыков железобетонных колонн с использованием диаграмм деформирования, полученных в ходе экспериментальных исследований.

3. Разработан энергетический метод оценки податливости. Метод позволяет определять податливость в упругой стадии жестко-пластичных тел. Заключается в осреднении физико-механических свойств материалов в различных сечения стыка.

4. Доказана эффективность использования стыков в несущих системах зданий и сооружений. Расхождение данных полученных экспериментальным путем с разработанной методикой для стыков замоноличенных цементно-песчаным раствором и полимеррастворoм составляет 6-10 %.

Список библиографических ссылок

1. 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.
2. 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.
3. 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.

4. Рекомендации по проектированию и выполнению контактных стыков с обрывом арматуры железобетонных колонн многоэтажных зданий. – М.: НИИЖБ Госстроя СССР, 1985. – 49 с.
5. 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.
6. Соколов Б.С., Лизунова Н.С. Экспериментально-теоретическая методика оценки сдвиговой податливости штепсельных стыков железобетонных колонн // Известия КГАСУ, 2014, № 1 (27). – С. 119-124.
7. Лизунова Н.С. Компьютерное моделирование напряженно-деформированного состояния штепсельных стыков железобетонных колонн при сдвиге // Известия КГАСУ, 2014, № 3 (29). – С. 56-61.
8. Рекомендации по расчету каркасов многоэтажных зданий с учетом податливости узловых сопряжений сборных железобетонных конструкций. – М.: ЦНИИПромзданий, 2002. – 39 с.

Sokolov B.S. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: sokolov@kgasu.ru
Abdrakhimova N.S. – assistant
E-mail: Lis258.86@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420023, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The energy method of estimating the shear compliance of plug-joints of reinforced concrete columns

Resume

The plug joints of reinforced concrete columns are widely used in industrial and civil construction to connect concrete elements due to their high adaptability. However, the study of domestic and foreign scientific and technical and regulatory literature showed no method of calculation of the shear compliance (deformability), which can result, especially in high-rise buildings and facilities for emergencies. Therefore, the work aimed at creating a methodology for calculating the shear compliance socket joints, is relevant.

The article describes the method of estimating shear compliance plug joints composed with polymer suggested by the authors, and developed using the energy method. With increasing compliance increases the stock of elastic energy, and therefore a change of compliance has a strong influence on the kinetics of deformation and fracture. Shear yielding of the joints of the plug of columns is proposed to estimate using the transformed diagrams describing the strain diagram of the junction, obtained on the basis of the conducted experimental studies, therefore, work design is presented in the form of square geometric shapes.

Keywords: shear compliance, plug joint, experimental studies, the compound columns, strain diagrams, fracture mechanism, linear displacement, solution embedment.

Reference list

1. 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.
2. Sokolov B.S., Latypov R.R. Strength and ductility socket joints of reinforced concrete columns under static and seismic loading: Monograph. – M.: Publishing House of the DIA, 2010. – 128 p.
3. 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.
4. Recommendations for the design and implementation of contact joints with edged bars reinforcement concrete columns of multistory buildings. – M.: NIIZhB Gosstroy SSSR, 1985. – 49 p.
5. 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.
6. Sokolov B.S., Lizunova N.S. Experimental-theoretical method of estimating the shear compliance of plug joints of reinforced concrete columns// Izvestiya KGASU, 2014, № 1 (27). – P. 119-124.
7. Lizunova N.S. Computer simulation of stress-strain state of the plug joints are reinforced concrete columns with shear // Izvestiya KGASU, 2014, № 3 (29). – P. 56-61.
8. Guidelines for the calculation of carcases taking into account the multi-storey buildings for interface compliance of precast concrete structures. – M.: TsNIIPromzdany, 2002. – 39 p.

УДК 624.075.2
Хайруллин Л.Р. – кандидат технических наук, старший преподаватель
E-mail: lenar76@rambler.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Исследование несущей способности стен деревянного дома, выполненного по технологии «Двойной брус»

Аннотация

Стены деревянного дома, выполненного по технологии «Двойной брус» представляют собой полую систему из профилированного бруса, собранную в крестообразном соединении, пространство между брусом заполнено утеплителем. При определении несущей способности стен такого дома, использование формул СНиП II-25-80 «Деревянные конструкции» позволяет выполнить расчет прочности. Однако определяющим несущую способность стен, по-видимому, будет являться их работа на устойчивость.

В статье рассмотрены расчетные схемы стен типового дома. Анализ результатов расчетов на ПК «Лира» позволил установить, что определяющим несущую способность стен, зачастую будет являться их работа на устойчивость. В итоге по результатам исследования сделан вывод, что стены дома, выполненного по технологии «Двойной брус» обязательно рассчитывать как на прочность, так и на устойчивость.

Ключевые слова: двойной брус, деревянный дом, деревянные конструкции, устойчивость стен, расчет на устойчивость.

В настоящее время широкое применение в малоэтажном строительстве нашли дома, выполненные по технологии «Двойной брус» [1, 2, 4-8]. Возникла данная технология в Австрии, со временем прошла апробацию в Германии и в Финляндии. Сегодня она широко применяется и в других странах ЕС [1]. В России данная технология появилась сравнительно недавно [2]. Деревянные дома, выполненные по технологии «Двойной брус», могут быть возведены различной конфигурации, с различными пролетами балок. Примеры домов представлены на рис. 1.

Рис. 1. Примеры домов, выполненных по технологии «Двойной брус»

Конструкция стен такого дома представляет из себя полую несущую систему из 2-х брусьев или профилированных досок, поставленных на ребро и собранных в крестообразном соединении, с заполнением пространства между ними утеплителем.

Утеплителем может служить минеральная вата, пенопласты, но наиболее экологичным является эковата – продукт переработки целлюлозы. Эковата – экологически чистый материал с пожаростойкой пропиткой, созданный на основе переработанной макулатуры и добавления боратов [3].

Конструкция стены представлена на рис. 2. Перевязка стен выполняется в углах, при помощи перерубов.

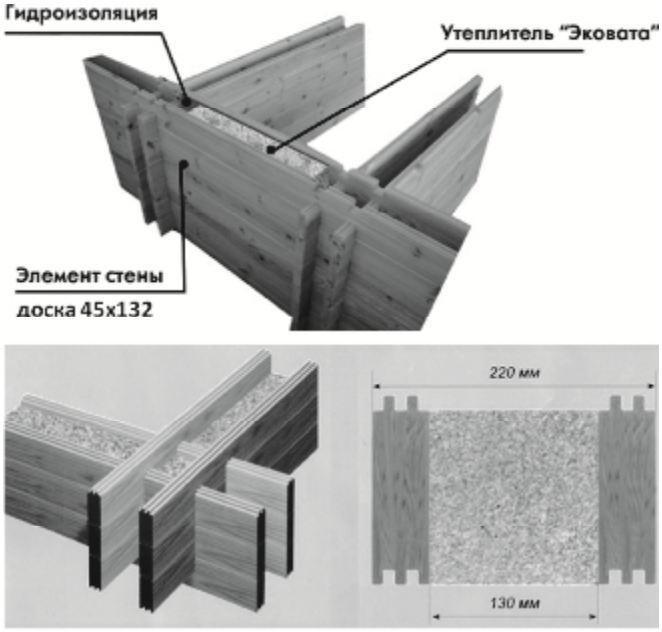


Рис. 2. Схема стены, выполненной по технологии «двойной брус»

Расчет стен такого дома по формулам представленным в СНиП II-25-80 «Деревянные конструкции» возможен только на прочность. Однако определяющим несущую способность стен, по-видимому, будет являться их работа на устойчивость. Расчет на устойчивость хорошо реализован в ПК «Лира».

Трехслойная конструкция стены рассматривается как система пластин с соединениями в местах крепления досок друг к другу шарнирами. Утеплитель, в работу конструкции не включен. Для примера выполнен расчет наружных и внутренних несущих стен длиной 6 м[1].

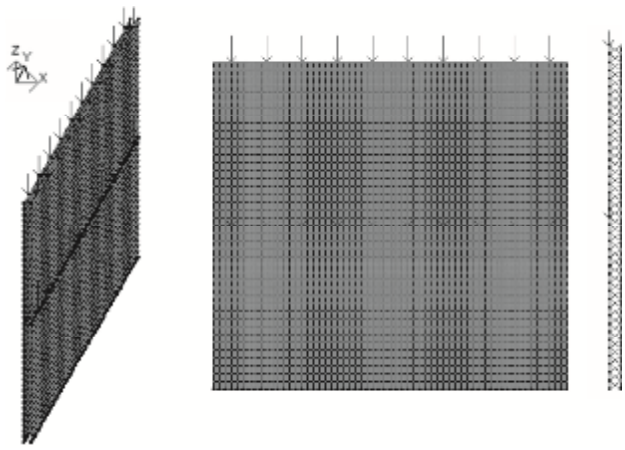


Рис. 3. Расчетная схема несущей стены без проемов

[1] Исследование несущей способности элементов стен и перекрытий деревянного дома, выполненного по технологии «Двойной брус». Отчет по НИР. – Казань: КГАСУ, 2013.

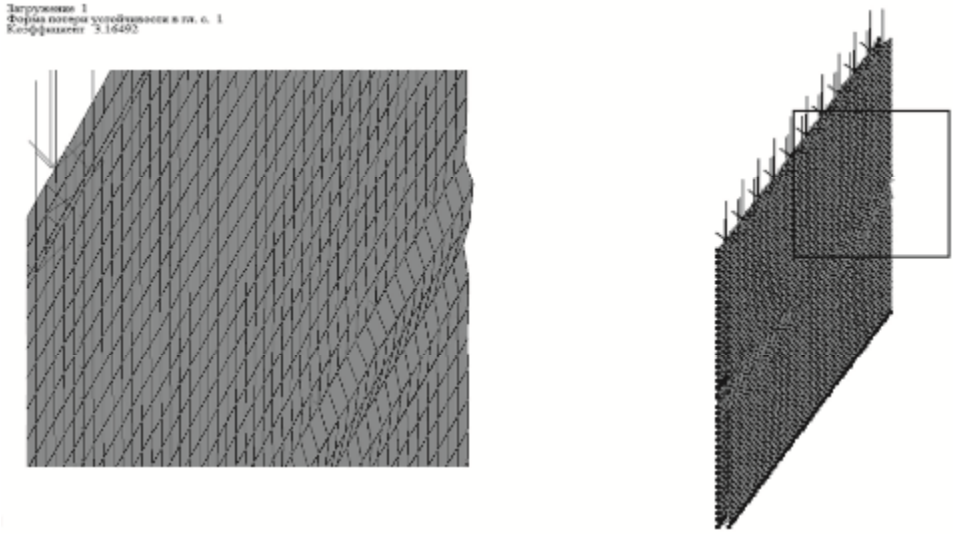
Пример расчетной схемы стены длиной 6 м представлен на рис. 3.

В физических характеристиках пластин учтены разные характеристики древесины вдоль и поперек волокон.

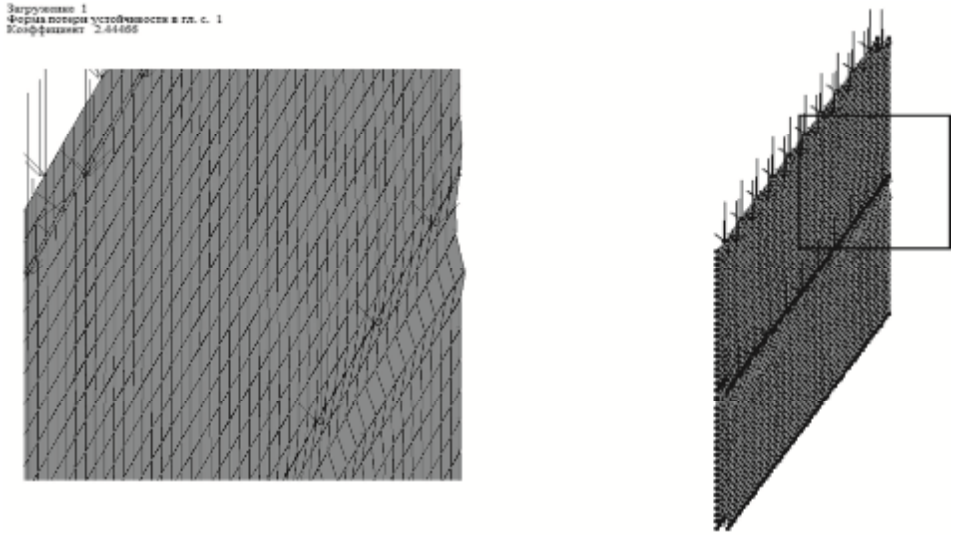
На стену приложены нагрузки от кровли, перекрытий и собственного веса стены от условного пролета 1 м, для IV снегового и для II ветрового района. Нагрузка от кровли с уклоном 30°, составляет 284 кг/м^2, от чердачного перекрытия – 146 кг/м^2, от перекрытия 1-го этажа – 251 кг/м^2. Нагрузка от стен, толщиной 45 мм, составляет 83,2 кг/м^2.

Выполним проверку устойчивости деревянной стены, и определим максимальный пролет с учетом действующих нагрузок от кровли и перекрытий, с учетом шага балок 0,6 м. Расчет выполняем для стен глухих, с оконными и дверными проемами.

Результаты расчетов стен представлены на рис. 4-5.

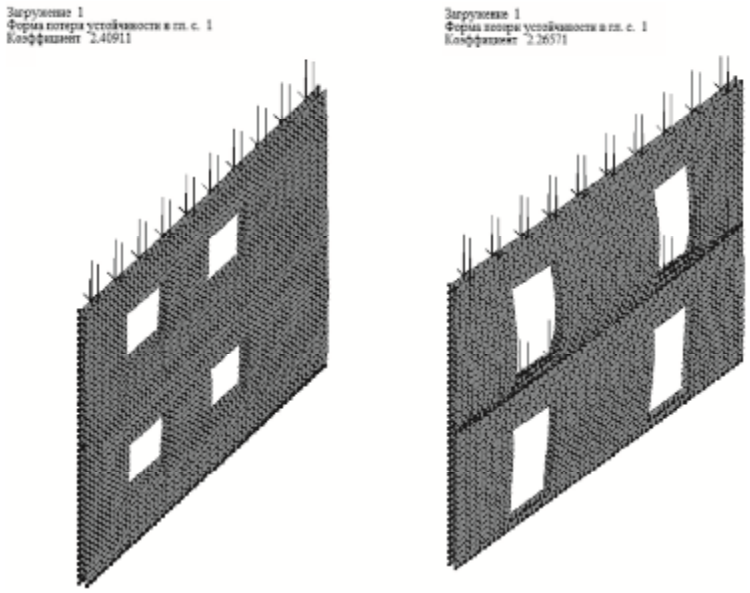


а)



б)

Рис. 4. Форма и коэффициент потери устойчивости:
а – глухой наружной несущей стены; б – глухой средней несущей стены



а) б)

Рис. 5. Форма и коэффициент потери устойчивости несущей стены длиной 6 м с оконными проемами: а – наружной; б – средней

Выводы

Результаты расчета устойчивости показывают, что несущая способность стен длиной 6 м обеспечена для следующих случаев при использовании в угловых зонах перерубов:

– крайней несущей стены с оконными проемами размером 1х1,2 м с простенком 1,0 м, при величине пролета не более 4,8 м (по прочности – 5,6 м);

– крайней несущей сплошной стены (без проемов) при величине пролета не более 6,3 м (по прочности – 11,1 м);

– средней несущей стены с дверными проемами размером 0,9х2,0 м с простенком 2,0 м, при величине пролета не более 4,5 м (по прочности – 6,9 м);

– средней несущей сплошной стены (без проемов) при величине пролета не более 4,88 м (по прочности – 7,6 м).

Анализ результатов расчетов позволил установить, что определяющим несущую способность стен, зачастую будет являться их работа на устойчивость. Таким образом, стены дома, выполненного по технологии «Двойной брус» обязательно рассчитывать как на прочность, так и на устойчивость.

Список библиографических ссылок

1. URL: http://passiveloghomes.com/ (дата обращения: 7.09.2015).
2. URL: http://alphome.ru/doma-iz-dvojnogo-brusa/ (дата обращения: 10.06.2015).
3. Technical Bulletins Association cellulose insulation CIMA (USA). URL: http://www. cellulose.org/BuildersContractors/TechnicalSpecifications.php (дата обращения: 10.06.2015).
4. Райнпрехт Л., Штефко Йозеф. Современное деревянное строительство. Коттеджи. Беседки. Перголы: Ниола-Пресс, 2006.
5. URL: http://dominal.ru/index.php/tekhnologii-proizvodstva/tekhnologiya-dvojnoj-brus (дата обращения: 20.06.2015).
6. Руднев В., Чистяков А. Территория ДОК: Философия загородного домостроения. – М.: DOMUS, 2013. – 104 с.
7. Калугин А.В. Деревянные конструкции. – М.: Ассоциация строительных вузов, 2008. – 288 с.
8. Рекламный буклет Concept house store. Магазин домов. – Казань, 2014. – 16 с.

Khairullin L.R. – candidate of technical sciences, senior lecturer
E-mail: lenar76@rambler.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Investigation of bearing capacity of the walls of wooden houses, made by «Double log» technology

Resume

Wooden houses, made by «Double log» technology – challenging in terms of building, of different sizes, with different spans of girders. The walls of the house are made similarly timbered house building, but is a double wall of timber size 45x132 mm with ligation at the corners with one another, and in another passage through and sever 3-3,5 m. Double log system is a hollow profiled timber, collected in a cross connection, the space between the timbers filled with insulation – ecowool. In determining the actual load-bearing capacity of the walls of the house, using the formulas presented in SNIP II-25-80 «Wooden structures» allows you to perform the strength calculation. However, determining the bearing capacity of the wall, apparently will be blocked on the work stability. Calculation of the stability of a well-implemented in the PC «Lira».

The article describes the design scheme of the walls of a typical home. Analysis of the results of calculations on the PC «Lira» revealed that determining the carrying capacity of the walls will often be on the stability of their work. As a result of the study concluded that the walls of the house, made by «Double log» technology necessarily rely on the strength and the stability.

Keywords: double log, the wooden house, wooden designs, stability of walls, stability analysis.

Reference list

1. URL: http://passiveloghomes.com/ (reference date: 7.09.2015).
2. URL: http://alphome.ru/doma-iz-dvojnogo-brusa/ (reference date: 10.06.2015).
3. Technical Bulletins Association cellulose insulation CIMA (USA). URL: http://www. cellulose.org/BuildersContractors/TechnicalSpecifications.php (reference date: 10.06.2015).
4. Raynpreht L., Shtefko Joseph. Modern wood construction. Cottages. Pavilions. Pergolas: Niola-Press, 2006.
5. URL: http://dominal.ru/index.php/tekhnologii-proizvodstva/tekhnologiya-dvojnoj-brus (reference date: 20.06.2015).
6. Rudnev V., Chistyakov A. DOC Territory: Philosophy of suburban housing. – M.: DOMUS, 2013. – 104 p.
7. Kalugin A. Timber structures. – M.: Associacija stroitel'nyh vuzov, 2008. – 288 p.
8. Brochure Concept house store. Shop houses. – Kazan, 2014. – 16 p.

УДК 624.159.4
Мирсаяпов И.Т. – доктор технических наук, профессор
E-mail: mirsayapov@kgasu.ru
Нуриева Д.М. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: danm_n@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Численные исследования осадок оснований глубоких фундаментов высотных зданий

Аннотация

В работе проведены результаты численных исследований осадок основания фундамента высотного здания. При моделировании здания рассматривалась единая система «здание – фундамент – грунт», в которой податливые свойства грунта учитывались с помощью коэффициентов постели. При вычислении коэффициентов были использованы методы Винклера и Пастернака с учетом изменения модулей объемных и сдвиговых деформаций при режимном нагружении в соответствии с моделью, разработанной И.Т. Мирсаяповым и И.В. Королевой. Расчетные значения осадок были сопоставлены с реальными, полученными в процессе мониторинга здания, проводимого научно-исследовательским институтом оснований и подземных сооружений (НИИОСП) им. Н.М. Герсеванова.

Ключевые слова: осадка, модуль деформации, плитный фундамент, крен, высотное здание, коэффициенты постели, «стена в грунте».

В современных условиях грунтовые основания фундаментов зданий и сооружений подвергаются воздействию разного рода статических и динамических нагрузок при их различных сочетаниях. Существующие методы расчета оснований по деформациям разработаны для случая однократного кратковременного статического нагружения с постоянными параметрами на весь период эксплуатации. В реальных же условиях строительства и эксплуатации нагрузки на грунтовое основание прикладываются поэтапно по мере возведения здания или сооружения. При этом этапы активного нагружения в период строительства переходят в этапы длительной выдержки под нагрузкой. В связи с этим возникает необходимость усовершенствования методики расчета осадок оснований фундаментов при режимных длительных статических нагружениях. Эта задача особенно актуальна для высотных зданий с развитой подземной частью, с основаниями сложенными глинистыми грунтами, напряженно-деформированное состояние которых меняется во времени и зависит от истории предшествующего нагружения. В связи с этим были проведены численные исследования осадок основания фундамента высотного здания с использованием различных расчетных моделей, в том числе модифицированной модели Пастернака на основе расчетной модели грунта при трехосном режимном нагружении [1-3]. Характеристики высотного здания и грунтового основания были представлены организаторами круглого стола К4 «Анализ инженерных кейсов. Расчет фундамента высотного здания» в рамках Международного форума высотного и уникального строительства 100+FORUM RUSSIA, проходившего 23-25 сентября 2015 г. в г. Екатеринбурге [4].

Исследуемое здание имеет каркасно-стеновую систему, выполнено из монолитного железобетона и обладает следующими параметрами: общая высота 144,9 м (39 этажей); количество подземных этажей – 4; глубина заложения фундамента – 15,15 м; площадь плитного фундамента – 1377 м^2; колонны, внутренние и наружные стены подземной части выполнены с применением бетона класса В40, плиты перекрытий - В30, лестничные площадки и марши – В25; здание имеет распределительный технический этаж с плитой перекрытия толщиной 2100 мм, обеспечивающий передачу нагрузки с надземной части на подземную; толщина фундаментной плиты – 2000 мм. Выше подошвы фундамента залегают насыпные грунты (НС), суглинки мягкопластичные (ИГЭ-2); супеси пластичные (ИГЭ-3); пески мелкие средней плотности, рыхлые (ИГЭ-4, ИГЭ-4а); пески гравелистые

средней плотности (ИГЭ-5). Основанием фундамента служат пылеватые плотные пески (ИГЭ-6) и юрские глины (ИГЭ-7, ИГЭ-8, ИГЭ-9). По данным инженерно-геологических изысканий они имеют следующие характеристики (при a = 0,85).

Таблица 1

Характеристики грунтов основания фундамента

№ ИГЭ	Наименование грунта	r, т/м^3	E, МПа	j, град	C, кПа
ИГЭ-6	Пески пылеватые плотные	2,03	32	36	4
ИГЭ-7	Глина полутвердая	1,96	23	23	67
ИГЭ-8	Суглинок тугопластичный	1,94	22	26	43
ИГЭ-9	Глина твердая	1,72	25	19	86

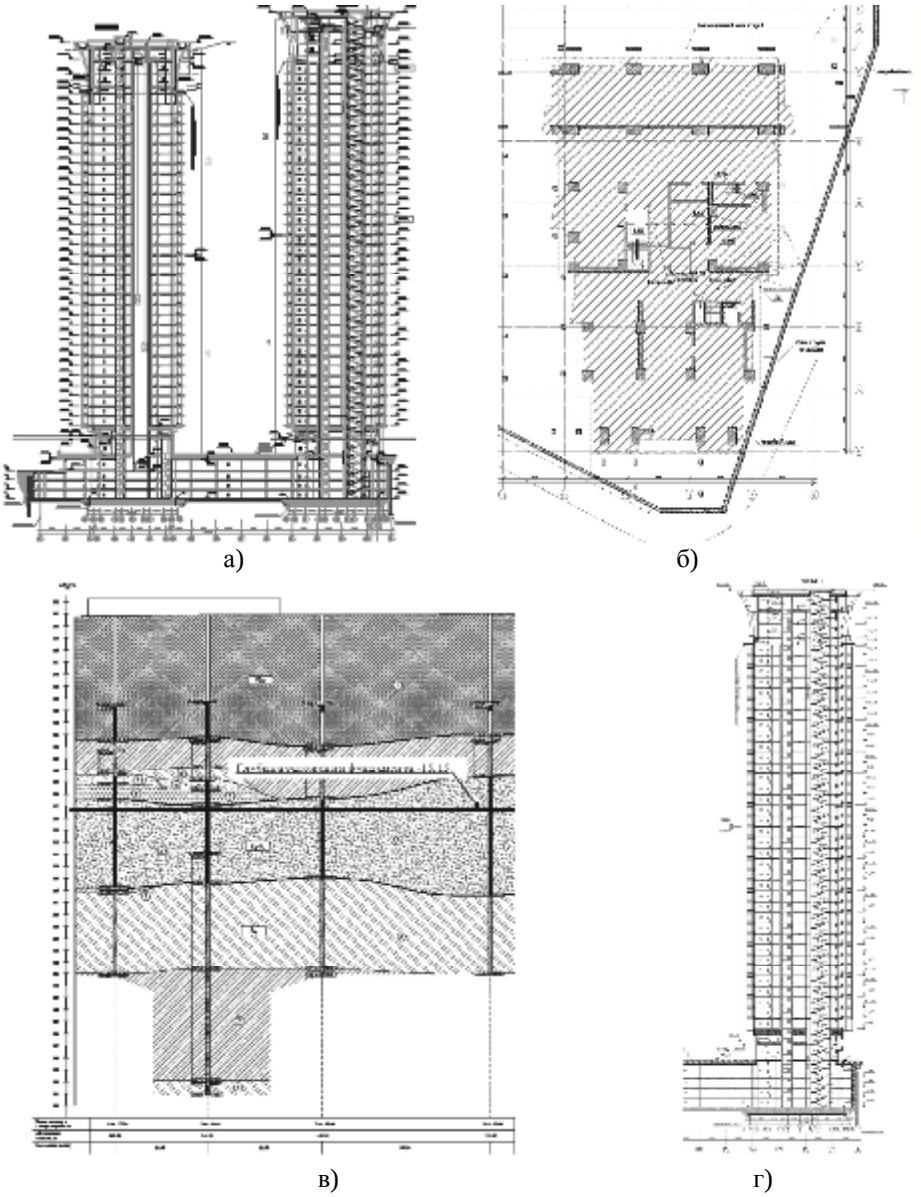


Рис. 1.
а) высотные здания жилого комплекса; б) контур исследуемого здания;
в) характерный геологический разрез площадки строительства; г) разрез здания

Учитывая то, что через 35 месяцев с начала строительства нагрузка от здания составила 75 % от полной, в расчете были приняты следующие нагрузки: нормативная нагрузка на типовой верхний этаж с учетом веса несущих конструкций 13,65 кПа; нормативная нагрузка на подземный этаж с учетом веса несущих конструкций

14,35 кПа; общий вес здания без учета веса фундамента 82620 т; среднее давление по подошве фундамента без учета его веса 60 т/м^2; среднее давление под подошвой фундамента с учетом веса фундамента и пола 64,59 т/м^2. Давление ветра не учитывалось.

При исследовании осадок здания были рассмотрены следующие расчетные модели:

1. Плитный фундамент в виде штампа;

2. Пространственная модель каркаса, включающая в себя только подземные, 1 надземный, технический (распределительный) этажи и фундамент на упругом основании, заданном в виде коэффициентов постели;

3. Пространственная модель полного здания с фундаментом на упругом основании, заданном в виде коэффициентов постели.

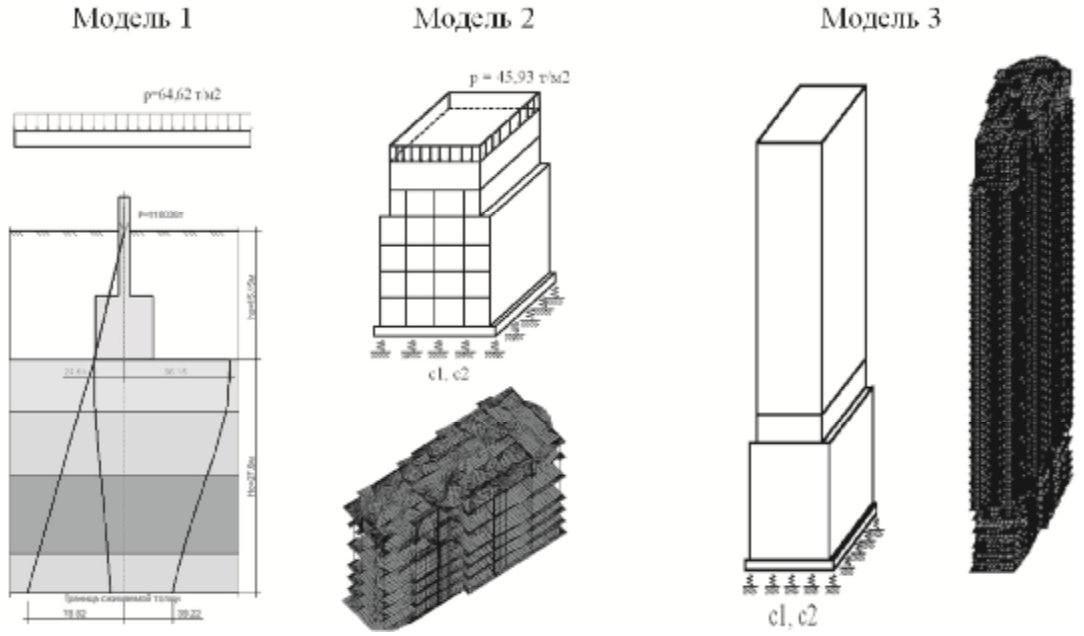


Рис. 2. Рассмотренные расчетные модели

В 1-ой модели расчет фундамента производился как для штампа, загруженного равномерно распределенной нагрузкой 64,62 т/м^2, методом послойного суммирования по схеме линейно-деформируемого полупространства, регламентируемого сводом правил СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений». Во 2-ой и 3-й схемах расчет осадки производился с использованием программного комплекса ЛИРА-САПР 2014, реализующего метод конечных элементов. При этом в структуре программы были созданы пространственные модели всего здания (или его части), в которой колонны моделировались балочными стержневыми элементам, плиты перекрытия (покрытия) элементами оболочки, фундамент и плита перекрытия распределительного этажа – элементами толстой оболочки. Во 2-ой модели рассматривалась только нижняя часть каркаса (включая первый и распределительный этажи), в которой нагрузка от верхней части здания передавалась в виде равномерно распределенного давления p = 45,93 т/м^2, действующего на распределительную плиту технического этажа толщиной 2100 мм на отметке 9.600. В 3-ей модели был создан полный каркас здания, позволяющий автоматически передать нагрузки с верхних этажей на нижние. Данные модели были созданы для оценки влияние жесткости надземной части здания на осадку фундамента. Податливые свойства грунта в обеих моделях учитывались с помощью коэффициентов постели c1 и c2, вычисленных по методам Пастернака, Винклера и модифицированному методу Пастернака. Поскольку напластование грунтов основания в пределах строительной площадки равномерно, коэффициенты были приняты постоянными по всей площади подошвы фундамента.

Как известно, метод Пастернака [5] описывает работу грунта с помощью коэффициента сжатия c1, связывающего интенсивность вертикального отпора грунта с его осадкой, и коэффициента сдвига c2, характеризующего вертикальные силы сдвига,

возникающие в сыпучих и малосвязных грунтах вследствие зацепления и внутреннего трения между его частицами. Эти коэффициенты определялись по формулам:

$$c_1 = \frac{E_{zp}}{H_c\left(1- 2\mu_{zp}\right)},\ c_2 = \frac{c_1 \cdot H_c\left(1- 2\mu_{zp}\right)}{6\left(1+\mu_{zp}\right)}, \quad (1)$$

где средний модуль деформации и коэффициент Пуассона в пределах сжимаемой толщи:

$$E_{zp} = \frac{0.8\sum_{i=1}^{n} \sigma_{zp,i} \cdot h_i}{s},\ \mu_{zp} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \mu_i \cdot h_i}{H_c}. \quad (2)$$

При использовании модифицированного метода Пастернака [6] коэффициенты постели, определялись также по формулам (1), однако для определения среднего модуля деформации вводился поправочный коэффициент u к величине модуля деформации i–го подслоя. Этот коэффициент изменялся по закону квадратной параболы от $u = 1$ на уровне подошвы фундамента до $u = 12$ на уровне уже вычисленной границы сжимаемой толщи и определялся по формуле: $u = \frac{11z^2}{H_c^2} + 1$. При этом модуль деформаций: $E_{zp} = H_c \Big/ \sum_{i=1}^{n} \frac{h_i}{u_i E_i}$.

При использовании метода Винклера [6-8] применялся только коэффициент сжатия:

$$c_1 = \frac{p}{s}. \quad (3)$$

В формулах (2, 3) s – средняя осадка фундамента; в данных исследованиях вычислялась методом послойного суммирования на основе СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений».

Расчеты каждой модели (рис. 2) проводились в двух вариантах. В одном варианте при вычислении коэффициентов постели задавались модули деформации грунтов основания Е, принятые на основании данных инженерно-геологических изысканий (табл. 1). В другом – значения Е1, полученные на основе модели грунта при трехосном режимном нагружении с учетом пространственного напряженно-деформированного состояния грунта в каждой точке основания, этапности нагружения и изменения реологических свойств грунтов, включая ползучесть, разуплотнение и уплотнение при длительном действии нагрузки в соответствии с рекомендациями [1-3]. Коэффициенты постели представлены в табл. 2, результаты расчетов осадок фундамента – в табл. 3-5.

При определении Е1 уравнение изменения модулей деформаций грунта представлялись в виде:

$$K_v(t,\tau) = \frac{\Delta\sigma_v(t,\tau)}{\Delta\varepsilon_v(t,\tau)}; \quad (4)$$

$$G_v(t,\tau) = \frac{\Delta\sigma_i(t,\tau)}{3\Delta\varepsilon_i(t,\tau)}, \quad (5)$$

где $K_v(t,\tau)$, $G_v(t,\tau)$ – объемные модули сжатия и сдвига грунта, соответственно;

$\Delta\sigma_v(t,\tau)$ – приращения средних напряжений;

$\Delta\sigma_i(t,\tau)$ – приращения интенсивности напряжений;

$\Delta\varepsilon_v(t,\tau)$ – приращения объемных деформаций;

$\Delta\varepsilon_i(t,\tau)$ – приращение интенсивности деформаций;

t – время, соответствующее моменту наблюдения;

τ – время, соответствующее началу приложения нагрузки.

Таблица 2

Расчетные коэффициенты постели

Метод расчета	E		E1	
	c1, т/м^3	c2, т/м	c1, т/м^3	c2, т/м
Пастернака	207,4	10177,1	248,9	12212,5
Винклера	233,8	–	280,5	–
Пастернака модифицированный	405,7	19906,4	486,8	21897,1

Таблица 3

Результаты расчет осадки на основе СП 22.13330.2011 методом послойного суммирования по схеме линейно деформируемого полупространства. Модель 1 (штамп)

Модули деформации грунтов	Средняя осадка, S, мм	Мощность сжимаемой толщи Нс, м
E	276	23,4
E1	230	23,4

Таблица 4

Значения осадок и крена фундамента при различных методах вычисления коэффициентов постели. Модель 2 (учтена жесткость подземной части)

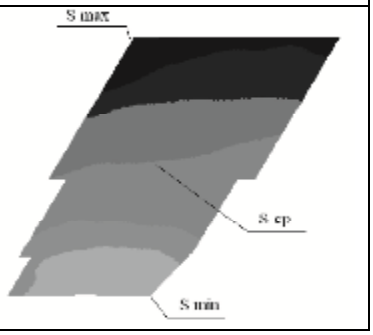
Модули деформации грунта	Осадка фундамента, мм			Крен *i*	Перемещения фундаментной плиты
	S_{max}	S_{min}	S_{cp}		
Метод Пастернака					
E	328	297	312	0,000539	
E1	273	247	260	0,000452	
Метод Винклера					
E	291	263	277	0,000487	
E1	243	219	231	0,000417	
Метод Пастернака модифицированный					
E	169	151	160	0,000312	
E1	141	126	133	0,000260	

Таблица 5

Значения осадок и крена фундамента при различных методах вычисления коэффициентов постели. Модель 3 (учтена жесткость полного каркаса)

Модули деформации грунта	Осадка фундамента, мм			Крен *i*	Деформированное состояние каркаса
	S_{max}	S_{min}	S_{cp}		
Метод Пастернака					
E	334	280	307	0,00093	
E1	275	247	261	0,00484	
Метод Винклера					
E	298	259	278	0,00067	
E1	249	216	232	0,00057	
Метод Пастернака модифицированный					
E	169	151	160	0,00312	
E1	141	126	133	0,0026	

Анализ результатов расчета показал, что значения средних осадок, полученных с использованием метода Винклера, максимально приближены к значениям, полученным методом послойного суммирования, регламентированного сводом правил СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений» (различие не более 0,5 %). Метод Пастернака дает завышенные значения. Анализ также показал, что для получения расчетных осадок, отражающих реальную картину деформирования основания фундаментов, требуется в расчетных моделях учитывать жесткость здания. При этом нет необходимости учитывать влияние жесткости всей конструкции. Достаточно учесть работу нижних подземных этажей. Как видно из таблиц, средние и максимальные осадки, полученные с использованием моделей 2 и 3, очень близки. Поэтому в дальнейших исследованиях в целях упрощения использовалась модель 2, включающая в себя только фундамент, подземные, первый надземный и второй технический распределительный этажи (рис. 2) с применением модифицированного метода Пастернака.

Вблизи исследуемого здания существует ограждающая конструкция в виде монолитной железобетонной «стены в грунте» толщиной 0,8 м и глубинной 35 м, обеспечивающая устойчивость стен котлована в период производства работ нулевого

цикла (рис. 1б). Учитывая, что грунты ниже подошвы фундамента в зоне примыкания «стены в грунте» находятся в стесненных условиях и подвергаются большему боковому давлению в процессе приложения вертикальных нагрузок от здания, можно предполагать, что параметры сжимаемости грунтов будут переменными. В расчете это было учтено путем введения различных коэффициентов постели под основной площадью фундамента и зоной влияния стены (рис. 3 а, б). При этом использовалась вышеизложенная модель грунта при трехосном нагружении с учетом изменения горизонтальных напряжений S_X и S_Y из-за влияния ограждающей стенки котлована. Полученные результаты расчета отображены в табл. 6 и на рис. 3. Анализ результатов показал, что при учете работы «стены в грунте» картина деформирования фундаментной плиты качественно меняется. При этом наблюдается хорошая сходимость расчетных результатов с данными геотехнического мониторинга, проводимого НИИОСП им. Н.М. Герсеванова [4]. На июль 2015 года (35 месяцев с момента строительства) реальная средняя осадка здания составила 132 мм, максимальная осадка – 157 мм, крен 0,00059. То есть отклонение расчетных значений от экспериментальных по средней осадке составила не более 1 %, по максимальной – не более 10 %.

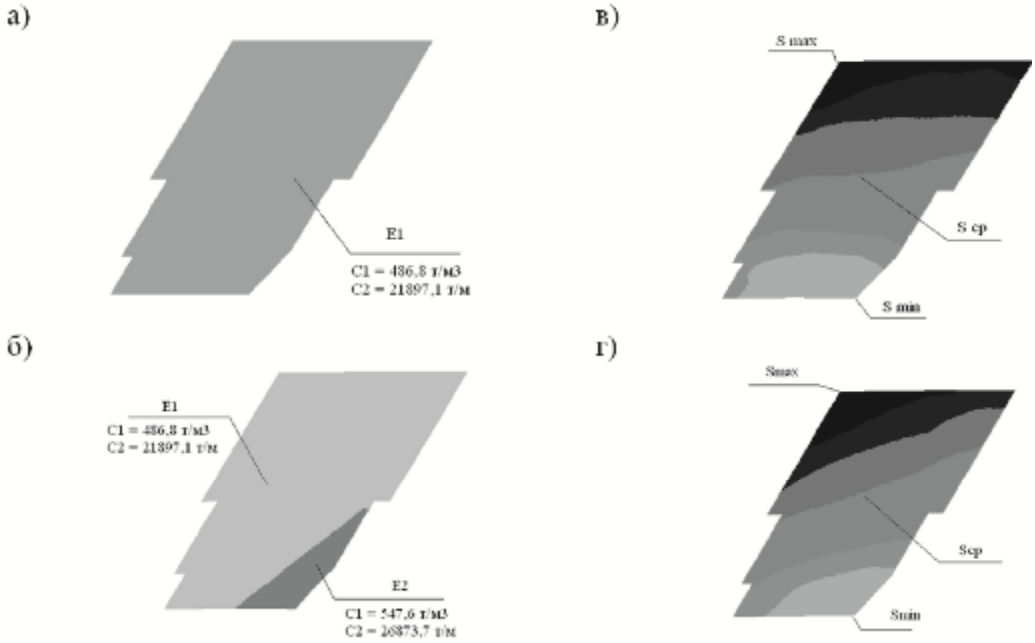


Рис. 3.
а) расчетное распределение коэффициентов постели без учета «стены в грунте»
б) то же с учетом «стены в грунте»
в, г) характерная картина вертикальных перемещений фундаментной плиты и основания без учета и с учетом влияния «стены в грунте»

Таблица 6

Сопоставление расчетных и экспериментальных значений осадок фундамента здания

Методы расчета	Модуль деформаций грунтов	S_{max}, мм	S_{min}, мм	$S_{ср}$, мм
Данные мониторинга	–	157	–	132
Методика СП 22.13330.2011 (штамп)	E	–	–	276 (+109 %)
	E1	–	–	230 (+75 %)
Предлагаемый метод без учета влияния «стены в грунте»	E1	141 (-10,2 %)	126	133 (+0,75 %)
Предлагаемый метод с учетом влияния «стены в грунте»	E1	143 (-9 %)	121	132 (0 %)

*Примечание: в скобках дано отклонение результатов расчета о данных мониторинга;

Е – заложенные в расчет модули деформации грунтов основания фундамента, полученные на основе данных инженерно – геологических изысканий;

Е1 – модули деформации грунтов, полученные на основе модели грунта при трехосном режимном нагружении.

Проведенные численные исследования позволили сделать выводы:

1. Выполненные численные исследования осадок основания фундамента высотного здания на основе предложенной модели позволили получить результаты расчета, имеющие хорошую сходимость с данными мониторинга. Отклонение расчетной средней осадки от реальной составило не более 1 %.

2. Расчет плитного фундамента методом послойного суммирования по схеме линейно-деформируемого полупространства (СП 22.13330.2011) как для штампа (без учета жесткости каркаса) показал завышенные значения средней осадки. Превышение составило 75 % относительно реальных значений.

3. Для получения результатов расчета осадок плитных фундаментов высотных зданий, хорошо согласующихся с реальной картиной деформирования грунтового основания необходимой учитывать жесткость надземных конструкций, а также влияние ограждающих конструкций глубокого котлована. Расчет может производиться с использованием программных комплексов, реализующих метод конечных элементов, позволяющих создавать пространственные модели зданий. При этом расчетная модель здания может включать в себя как всю конструкцию в целом, так и только ее нижнюю (подземную) часть. В расчетных моделях фундамент может рассматриваться как плита на упругом основании. Для учета податливых свойств грунта наиболее оптимальным является использование модифицированного метода Пастернака с учетом изменения модулей объемных и сдвиговых деформаций на основе расчетной модели грунта при трехосном режимном нагружении.

Список библиографических ссылок

1. Мирсаяпов И.Т., Королева И.В. Расчетная модель длительного нелинейного деформирования глинистых грунтов при сложном напряженном состоянии // Известия КГАСУ, 2011, № 2 (16). – С. 121-128.
2. Мирсаяпов И.Т., Королева И.В. Особенности деформирования глинистых грунтов при режимном нагружении // Известия КГАСУ, 2012, № 4 (22). – С. 193-198.
3. Mirsayapov I.T., Koroleva I.V. Bearing capacity and deformation of the base of deep foundations' ground bases // Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground: Proc. intern. symp., Seoul, Korea, 25-27 August 2014. – Lieden: Balkema, 2014. – P. 401-404.
4. Материалы Международного форума высотного и уникального строительства 100+FORUM RUSSIA, 23-25 сентября 2015 г. – Екатеринбург. URL: http://www.forum-100.ru (дата обращения: 08.09.2015).
5. Пастернак П.Л. Основы нового метода расчета на упругом основании при помощи двух коэффициентов постели. – М.: Госстойиздат, 1954. – 56 с.
6. Городецкий А.С., Евзеров И.Д. Компьютерные модели конструкций. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2009. – 360 с.
7. Горбунов-Посадов М.И., Маликова Т.А., Соломин В.И. Расчет конструкций на упругом основании. – М.: Стройиздат, 1984. – 627 с.
8. Коренев Б.Г., Черниговская Е.И. Расчет плит на упругом основании. – М.: Стройиздат, 1984. – 356 с.

Mirsayapov I.T. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: mirsayapov@kgasu.ru
Nurieva D.M. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: danm_n@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Numerical investigations of sediment high-rise building

Resume

Implementation of numerical studies of sediment carried out in relation to the foundation of one of the tall buildings of a residential complex in Moscow. The calculations were performed using the software package LIRA-SAPR 2014. Spatial model of a skeleton represented by a single system «building – base – ground» in which malleable properties of the soil were taken into account by applying the bed, calculated methods of Pasternak, and Winkler modified method Pasternak calculation model with the inclusion of soil under triaxial loading regime, reflecting the peculiarities of soil deformation during the phased construction of the building. The results were compared with monitoring data and showed good agreement with the actual deformation of the base and foundation of the test building. The deviation of the mean sediment using a modified method of Pasternak was not more than 1 %. An analysis of the calculation results showed the need to incorporate in the calculation of sediment bases and foundations of high-rise buildings the stiffness of their above-ground structures, as well as the effect of walling deep pit.

Keywords: sediment deformation modulus, slab foundation, roll, high-rise building, the coefficients of the bed, «slurry wall».

Reference list

1. Mirsayapov I.T., Koroleva I.V. Designed model of long nonlinear deformation of clay soil in a complex stress state // Izvestiya KGASU, 2011, № 2 (16). – P. 121-128.
2. Mirsayapov I.T., Koroleva I.V. Features of deformation of clay soils during loading of regime // Izvestiya KGASU, 2012, № 4 (22). – P. 193-198.
3. Mirsayapov I.T., Koroleva I.V. Bearing capacity and deformation of the base of deep foundations' ground bases // Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground: Proc. intern. symp., Seoul, Korea, 25-27 August 2014. – Lieden: Balkema, 2014. – P. 401-404.
4. Proceedings of the International Forum and the unique high-rise building 100 + FORUM RUSSIA, 23-25 September, 2015. – Ekaterinburg. URL: www.forum-100.ru (reference date: 08.09.2015).
5. Pasternak PL The new method is based on an elastic foundation under Pomo soup - bed two factors – M.: Gosstoyizdat, 1954. – 56 p.
6. Gorodetsky A.S., Evzerov I.D. Computer models of constructions. – M.: Publishing Association building universities, 2009. – 360 p.
7. Gorbunov-Possadov M.I., Malikova T.A., Solomin V.I. Calculation of structures on elastic foundation. – M.: Stroyizdat, 1984. – 627 p.
8. Korenev B.G., Chernigovskaya Ye.I. Calculation of slabs on an elastic foundation. – M.: Stroyizdat, 1984. – 356 p.

УДК 624.152.6
Мирсаяпов И.Т. – доктор технических наук, профессор
E-mail: mirsayapov1@mail.ru
Хасанов Р.Р. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: rubis.hasanov@yandex.ru
Сафин Д.Р. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: d.safin@list.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Исследование ограждающей конструкции котлована подземного пристроя при реконструкции Шамовской больницы г. Казани

Аннотация

В статье освещены мероприятия и технические решения, использованные при проектировании ограждающей конструкции котлована под вновь возводимый подземный пристрой к Шамовской больнице г. Казани, возведенный в котловане глубиной порядка 20 м. Особенностью проектирования является то, что пристрой возводится в непосредственной близости от существующего здания бывшей Шамовской больницы. При проектировании ограждающих конструкций в таких условиях основной задачей является решение проблем, связанных с обеспечением их устойчивости на время разработки грунта, а также совместной работы с несущими конструкциями подземного сооружения.

Ключевые слова: глубокий котлован, ограждающая конструкция котлована, стена в грунте, буроинъекционные сваи, высоконапорная цементация, буронабивные сваи, распорная система, глубокий сдвиг, грунтовая берма, устойчивость.

Здание Шамовской больницы было построено в 1907-1910 гг. в г. Казани на деньги купца Я.Ф. Шамова и названо его именем. Проект здания был разработан казанским архитектором К.С. Олешкевич совместно с врачами. Выполненное в стиле модерн трехэтажное здание стало архитектурным памятником города. В плане здание симметричной Ш-образной формы, с одноэтажными пристройками, выложено из красного кирпича. С 2009 года здание Шамовской больницы закрыто на реконструкцию.

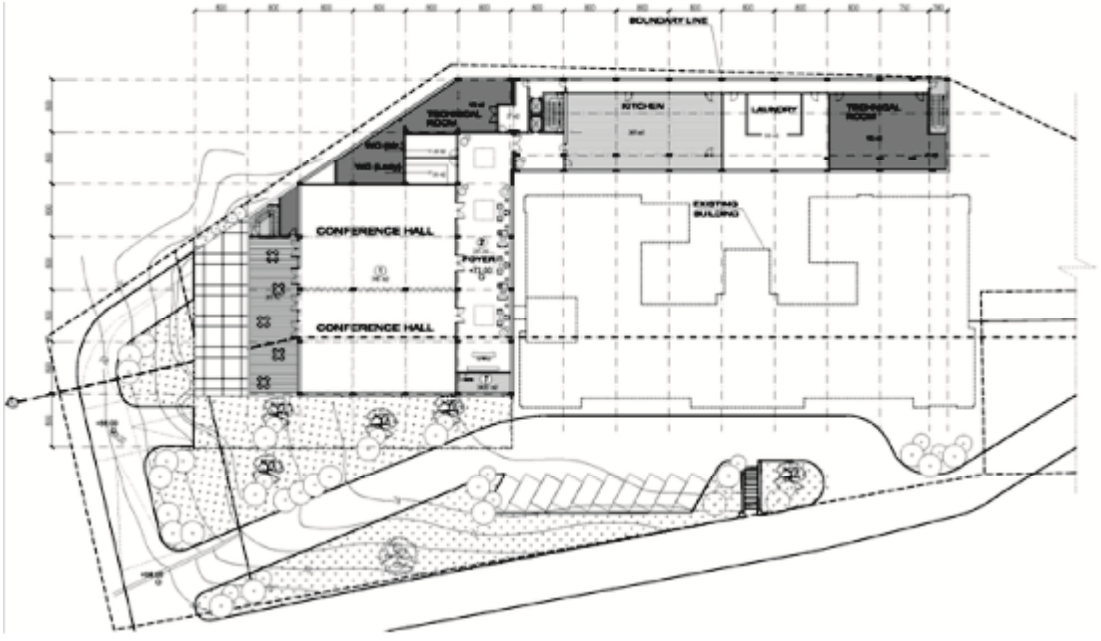


Рис. 1. Схематический план -1 этажа подземного пристроя
к зданию Шамовской больницы

Архитектурный замысел реконструкции здания предполагает переоборудование здания под пятизвездочный отель, в котором будут размещены конференц-зал, спа-комплекс, парковка, рестораны и магазины (рис. 1). Реконструкция здания предполагает строительство 4-х этажного пристроя к существующему зданию в подземном исполнении (рис. 2). При этом прежний облик Шамовской больницы будет сохранен [1].

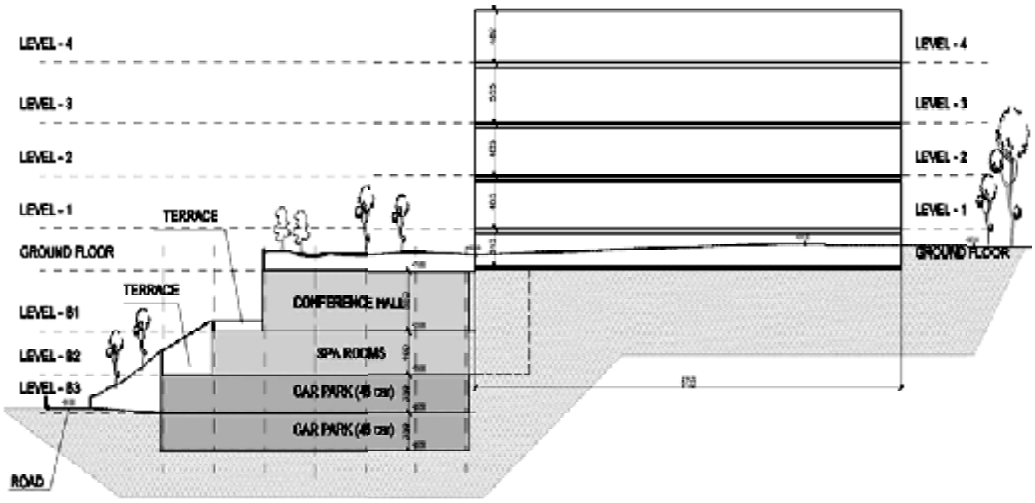


Рис. 2. Схематический разрез по зданию

В геоморфологическом отношении территория здания расположена на аллювиальной средненеоплейстоценовой четвертой левобережной террасе долины р. Волги (df^4Q_{II}), осложненной в районе изысканий эрозионными формами рельефа (овражно-балочная сеть). По данным проходки разведочных скважин (рис. 3) в сфере взаимодействия реконструируемых и проектируемых зданий и сооружений с геологической средой принимают участие четвертичные аллювиально-делювиальные отложения (ad^4Q_{II}), перекрытые сверху современными техногенными грунтами (t_{IV}). Максимальная мощность техногенного слоя составляет 2,2 м. Техногенные грунты распространены с поверхности и представлены, в основном, хаотичной смесью суглинка, супеси, песка, почвы, строительных отходов, древесных и растительных остатков. Под насыпными грунтами залегают четвертичные аллювиально-делювиальные суглинки и пески. Суглинки различные по числу пластичности (от легких до тяжелых) и показателю текучести (от твердых до мягкопластичных), участками известковистые, ожелезненные, с прослойками и линзами песка и супеси. Пески, преимущественно, мелкие, в средней части разреза средней крупности, полимиктовые, реже кварцевые, участками с прослойками суглинка и супеси. В пределах исследуемой площадки отмечается наличие просадочных суглинистых грунтов (ИГЭ № 3) мощностью 0,6-5,6 м. Суглинки полутвердые и твердые, залегающие в активной зоне деформирования грунтов, обладают при замачивании неравномерными просадочными свойствами. Начальное просадочное давление колеблется в пределах 0,103-0,205 МПа [2].

При реализации предложенных архитектурных решений возникает ряд проблем, одна из которых состоит в том, что по результатам обследования технического состояния строительных конструкций здания, несущая способность грунтов основания недостаточна для восприятия эксплуатационных нагрузок, возникающих после реконструкции. К тому же, в кирпичных стенах уже имеются магистральные трещины, происхождение которых вероятно связано также и с близким расположением бровки оврага. Все это требует укрепления грунтов основания здания, при проектировании которого необходимо также учесть и наличие в пределах сжимаемой толщи основания слоя просадочных грунтов ИГЭ № 3.

Вторая, более сложная задача, заключается в том, что 4-х этажный подземный пристрой к существующему зданию, проектируемый в котловане глубиной порядка 20 м, будет находиться в непосредственной близости (на расстоянии 0,5 м) от фундамента торцевой стены здания по оси «1». В связи с этим возникают вопросы сохранения

устойчивости основания фундаментов и самого здания Шамовской больницы как в процессе строительства и реконструкции, так и при ее дальнейшей эксплуатации.

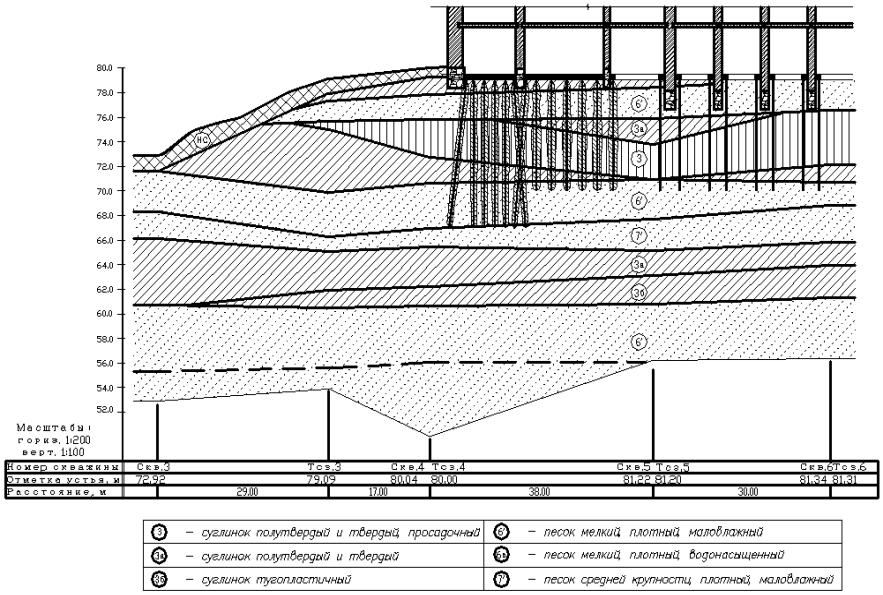


Рис. 3. Инженерно-геологический разрез и усиление существующих фундаментов

Авторами статьи были предложены технические решения усиления оснований и фундаментов существующего здания Шамовской больницы, а также конструкция подпорной стены между существующим зданием и вновь возводимым подземным пристроем в глубоком котловане. Предложенные решения необходимо рассматривать как единый комплекс мероприятий, призванных обеспечить несущую способность и устойчивость оснований, фундаментов и здания Шамовской больницы в целом на время реконструкции и дальнейшей эксплуатации, а также обеспечивающих безопасные условия производства работ при строительстве подземного пристроя.

В рамках выполненного рабочего проекта авторами были решены следующие задачи:

– разработка технического решения по усилению оснований и фундаментов существующего здания Шамовской больницы;

– разработка конструктивного решения ограждающей конструкции котлована;

– разработка мероприятий, обеспечивающих устойчивость ограждения на время разработки грунта в котловане и при дальнейшей эксплуатации;

– разработка технологической последовательности устройства ограждения и разработки грунта в котловане.

Технические решения по усилению оснований фундаментов существующего здания Шамовской больницы позволяют комплексно решать следующие задачи:

1. Пересадить часть здания в осях «1-4» на новый фундамент и тем самым минимизировать влияние технологических процессов по устройству глубокого котлована в непосредственной близости от фундамента стены по оси 1 на техническое состояние несущих и ограждающих конструкций.

2. Уменьшить перемещения стены в грунте, т.к. элементы усиления оснований фундаментов играют роль гравитационного анкера и ограничивают перемещения верхней точки стены в грунте при экскавации грунта из котлована.

3. Уменьшить боковое давление грунта основания существующего здания на ограждающую конструкцию глубокого котлована до 25 % вследствие изменения напряженно-деформированного состояния грунта в пределах призмы обрушения за счет передачи части усилий на армирующие элементы.

4. Разгрузить просадочную толщу грунтов основания фундаментов существующего здания в случае прогнозного замачивания грунтов всего массива склона, на котором располагается площадка строительства.

В целях оптимизации затрат на выполнение работ по усилению оснований и фундаментов существующее здание в плане условно было разбито на 2 части, где были использованы разные конструктивные решения усиления оснований и фундаментов.

Так, на участке в осях «4-14» усиление оснований и фундаментов было решено производить путем частичной передачи нагрузки на вертикальные буроинъекционные сваи Ø 150 мм длиной 9 м. Длина свай принята исходя из необходимости полной прорезки ими слоя просадочного грунта ИГЭ № 3 и передачи нагрузки на мелкие плотные пески (ИГЭ № 6). Сваи объединяются между собой монолитным железобетонным ленточным ростверком сечением 500×500 мм, а передача на них нагрузок от стен здания осуществляется посредством сквозных металлических прокатных балок, обетонированных в бутовой кладке фундаментов.

На участке здания в осях «1-4» было решено пересадить существующие фундаменты здания на железобетонную монолитную фундаментную плиту толщиной 500 мм на укрепленном искусственном основании. Для укрепления грунтов выбрана технология высоконапорной инъекции в грунт цементного раствора в проектном количестве через специальные инъекторы из труб Ø 57 мм, расположенных с определенным шагом как под всей вновь устраиваемой фундаментной плитой, так и под существующими бутовыми фундаментами. Неизвлекаемые трубы-инъекторы, принятые длиной 9 м и 12 м, работают в качестве армирующих элементов. Данный метод укрепления грунтов позволяет создавать в грунте жестко-армированный массив, обладающий малой сжимаемостью, т.к. цементный раствор после твердения становится практически несжимаемым, а грунт вокруг инъектора в процессе нагнетания раствора под большим давлением также уплотняется. Кроме того, наличие армирующих элементов в грунте будет способствовать снижению бокового давления грунта оснований существующего здания на ограждающую конструкцию котлована.

В качестве основных несущих элементов ограждающей конструкции котлована были приняты буронабивные сваи Ø 1000 мм и длиной порядка 33 м, объединенные по верху ленточным ростверком, который соединяется через сквозные арматурные стержни с фундаментной плитой усиления существующего здания. В таком случае при расчете ограждающей конструкции на боковое давление грунта верх стены можно считать закрепленным на уровне фундаментной плиты усиления.

Как отмечалось, глубина котлована достигает 20 м, что диктует необходимость устройства многоярусного крепления подпорной стены по высоте. На данном этапе из двух рассмотренных способов крепления (распорное, анкерное) было выбрано распорное крепление, как наиболее надежное и поддающееся контролю качества выполнения работ.

По причине того, что котлован не имеет противоположной стенки, отсутствовала возможность передачи на нее распорного усилия, поэтому в качестве опорной конструкции было решено использовать частично возведенный в котловане монолитный железобетонный каркас нового здания. Для обеспечения устойчивости ограждающей конструкции до момента установки распорной системы предполагается использовать пассивное давление пригрузочной грунтовой бермы вдоль стены по оси «1» (рис. 4).

Таким образом, в целях обеспечения возможности безопасного возведения подземного пристроя к зданию Шамовской больницы, была предложена следующая технологическая последовательность проведения работ:

– устройство ограждения котлована из буронабивных свай Ø 1000 мм и объединяющего ростверка по верху свай с обеспечением анкеровки с плитным фундаментом усиления здания;

– разработка грунта откоса до отметки подошвы фундамента вновь строящегося здания до отм. -24.900 с оставлением грунтовых берм вдоль стены в грунте (рис. 4);

– частичное (в пределах 4-х пролетов) возведение монолитного ж/б каркаса подземного пристроя;

– поярусная разработка грунта берм в котловане и установка распорной системы крепления ограждающей стенки с передачей усилия от распорок на перекрытия каркаса на отм. -10.750, -15.700, -19.750;

– устройство плитных фундаментов монолитного каркаса подземного пристроя;

– поярусный демонтаж распорной системы с параллельным бетонированием плит перекрытий (рис. 5).

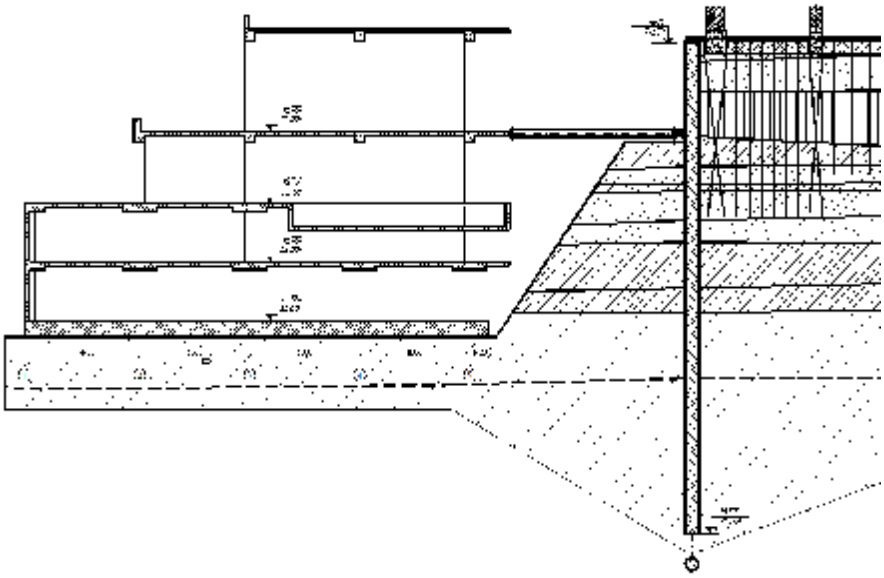


Рис. 4. Установка первого яруса распорной системы с опиранием на монолитный каркас, разрез грунтовой бермы

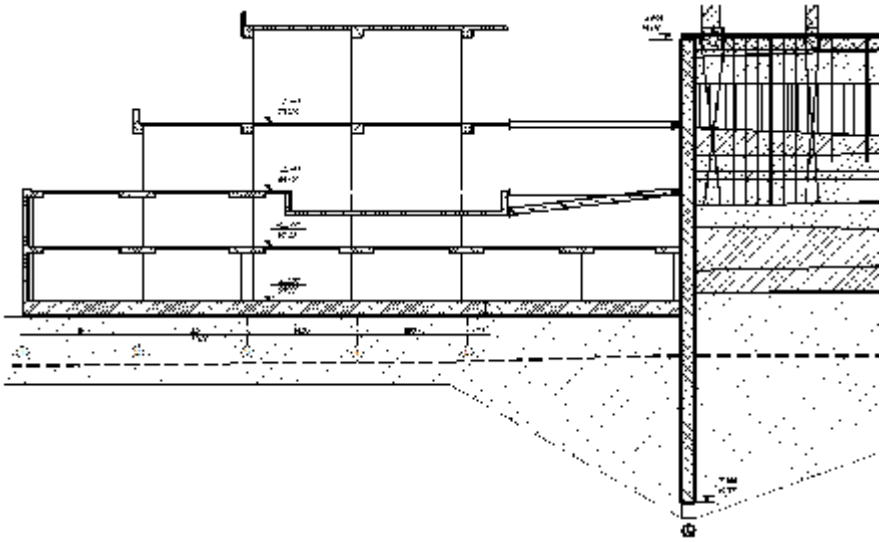


Рис. 5. Демонтаж распорной системы и бетонирование оставшейся части монолитного каркаса

Расчет ограждения котлована из буронабивных свай выполнен в программном комплексе Лира 9.4 для поэтапной (в 4 этапа) разработки грунта в котловане.

Основываясь на опыте проектирования подобных сооружений, глубина заделки стены ниже дна котлована предварительно принята 13 м, при этом общая высота проектируемого ограждения котлована составила 33 м.

Для выполнения расчета ограждающей конструкции были построены эпюры активного σ_a и дополнительного давлений σ_q на ограждение котлована, определяемые по формулам [3]:

$$\sigma_a = \gamma z \lambda_a - \frac{c}{tg\varphi}[1 - \lambda_a], \quad (1)$$

$$\sigma_q = q \lambda_a, \quad (2)$$

где λ_a – коэффициент активного давления грунтов, определяемый по формуле:

$$\lambda_a = \left[\frac{\cos\varphi}{1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta)\sin\varphi}{\cos\delta}}}\right]^2, \quad (3)$$

здесь φ – угол внутреннего трения грунта, δ – угол трения грунта на контакте со стенкой.

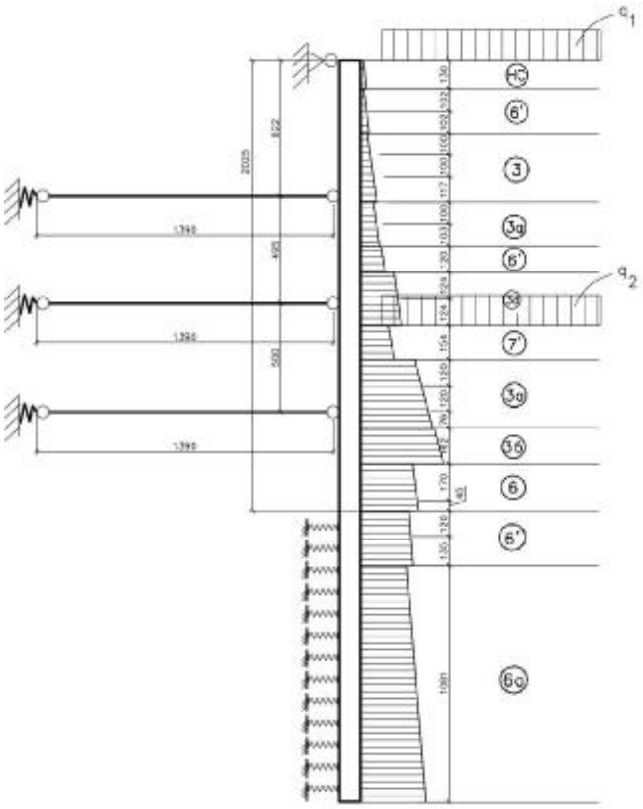


Рис. 6. Расчетная схема ограждающей конструкции на 4 этапе разработки грунта

Дополнительное давление на грунт, передаваемое от фундаментов существующего здания, расположенного в непосредственной близости, принято в виде сплошной равномерно распределенной нагрузки на глубине 12 м (на уровне низа инъекторов усиления существующего здания) интенсивностью q = 108 кПа (рис. 6).

На каждом этапе разработки грунта нижняя часть ограждения котлована, находящаяся ниже промежуточного дна котлована, моделировалась как балка на упругом основании, с использованием соответствующих коэффициентов постели в зависимости от вида грунта и глубины расположения слоя. Распорки из стальных труб передают усилие на монолитный каркас конечной жесткости, поэтому в расчетной схеме опоры приняты податливыми, характеристики которых приняты исходя из податливости железобетонного каркаса на горизонтальную нагрузку (рис. 7).

В результате расчетов получены эпюры внутренних усилий в сечениях ограждающей конструкций котлована, определены усилия в распорках на всех этапах разработки грунта.

Как показали расчеты, качественная и количественная картина изгибающих моментов и усилий в распорках изменяется на каждом этапе. Так, по мере разработки грунта усилия в верхних распорках уменьшаются от 3 до 8 раз. Причем наибольшая концентрация усилий наблюдается всегда в самом нижнем ярусе для любого этапа разработки грунта.

Изгибающие моменты, в свою очередь, при установке очередного яруса распорок меняют свой знак, растянутые и сжатые зоны бетона оказываются то с одной, то с другой стороны ограждающей конструкции котлована. Однако абсолютные значения изгибающих моментов при этом кардинально не изменяются, максимальные значения моментов на каждом этапе отличаются в пределах 1,5-2 раз.

Требуемое армирование ограждающей конструкции из буронабивных свай и сечения распорок из стальных труб подобраны по максимальным значениям внутренних усилий.

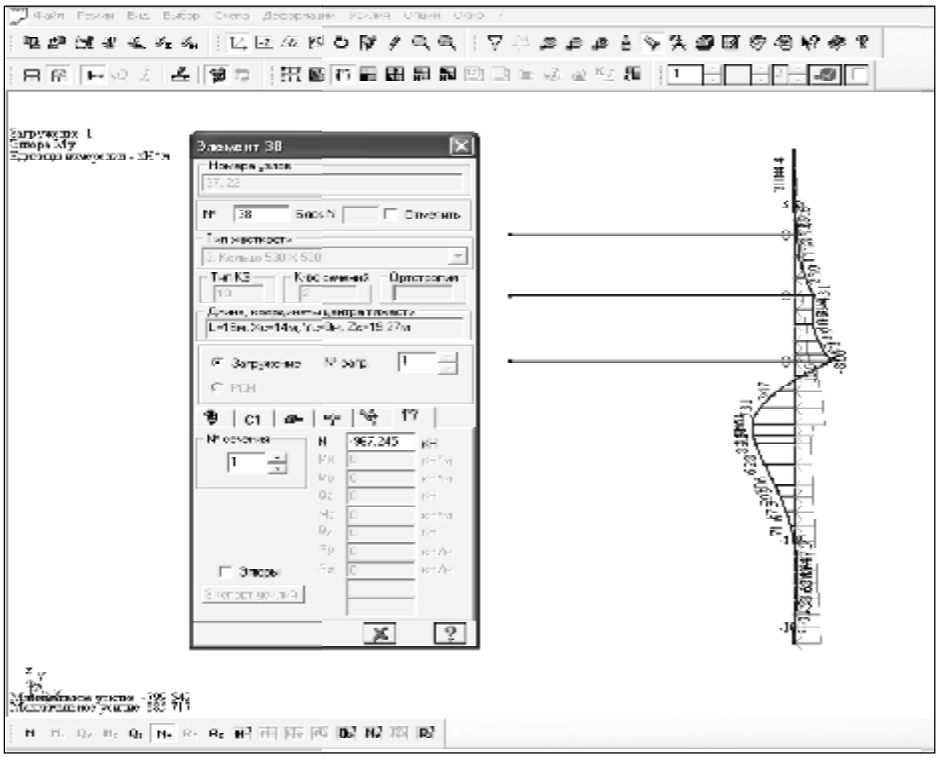


Рис. 7. Эпюра изгибающих моментов в ограждающей конструкции
на 4 этапе разработки грунта

Как известно, круглые сечения в условиях изгиба работают неэффективно, т.к. при равномерном расположении арматуры по периметру сечения стержни, находящиеся около нейтральной линии, практически не участвуют в восприятии изгибающего момента. Поэтому для полученного по результатам расчета значения максимального изгибающего момента на 1 п.м. ограждения для 4-го этапа разработки грунта M_{max}=885,7 кН·м потребовалась установка 20 стержней Ø 28 мм арматуры класса А400.

Распорки запроектированы в 3 яруса с шагом двух верхних ярусов 3 м, для нижнего яруса 2 м при диаметре стальных труб 530 мм. В местах передачи распорного усилия на плиты перекрытия по линии технологического шва бетонирования плит предусмотрена установка закладных элементов в виде двух стальных пластин соединенных прокатным швеллером № 22 для удобства крепления распорок и исключения смятия бетона плит перекрытия от сосредоточенного распорного усилия.

Максимальное смещение стены от прогиба ограждения, сжатия распорок и деформации монолитного каркаса и грунта в зоне заделки по результатам расчетов составило 19 мм, что не превышает допустимое значение.

Достаточность предварительно принятой заделки ограждающей конструкции ниже дна котлована была проверена расчетом устойчивости пригруженного весом здания грунтового массива на глубокий сдвиг, для чего был использован метод круглоцилиндрических поверхностей скольжения. Коэффициент устойчивости грунтового массива составил 1,9 при минимально допустимом 1,3.

Заключение

1. Разработана технологическая последовательность проведения работ в целях обеспечения возможности безопасного возведения подземного пристроя к существующему зданию.

2. Выполнены расчеты несущей способности и устойчивости ограждающей конструкции котлована на всех этапах разработки грунта. Установлены значения перемещений ограждения котлована, требуемое армирование, и разработана конструкция армокаркаса буронабивных свай.

3. Выполнена проверка грунтового массива, ограниченного стеной из

буронабивных свай и пригруженного близко расположенным существующим зданием на потерю устойчивости по круглоцилиндрической поверхности скольжения.

4. Для проведения наблюдения за поведением вновь строящегося и существующего здания, своевременного выявления дефектов, предупреждения и устранения имеющихся отклонений, а также оценки правильности принятых методов расчета и проектных решений необходимо установить геотехнический мониторинг за состоянием строящегося и существующего зданий.

Список библиографических ссылок

1. Проект реконструкции объекта: «Здание Шамовской больницы г. Казани 1908 г., архитектор К.С. Олешкевич». Раздел АС. ООО «НПФ «Рекон+». – Казань, 2015.
2. Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий, выполненных на объекте: «Реконструкция и строительство зданий и сооружений на территории Шамовской больницы по ул. Калинина, 5/24 в г. Казани РТ», Предприятие «МарийскТИСИз». – Йошкар-Ола, 2015.
3. Основания, фундаменты и подземные сооружения / Под общ. ред. Е.А. Сорочана и Ю.Г. Трофименкова. – М.: Стройиздат, 1985. – 480 с.
4. Мирсаяпов И.Т., Хасанов Р.Р. Экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния гибких ограждений с распоркой в процессе поэтапной разработки грунта // Известия КГАСУ, 2011, № 2 (16). – С. 129-135.
5. Мирсаяпов И.Т., Сафин Д.Р. Экспериментальные исследования НДС грунтового массива при совместном деформировании с ограждающей конструкцией консольного типа в процессе поэтапной разработки котлована // Известия КГАСУ, 2011, № 3 (17). – С. 79-84.
6. Мирсаяпов И.Т., Хасанов Р.Р., Сафин Д.Р. Проектирование ограждения глубокого котлована жилого комплекса в условиях стесненной городской застройки // Известия КГАСУ, 2015, № 1 (32). – С. 183-191.
7. Мирсаяпов И.Т., Хасанов Р.Р., Сафин Д.Р. Ограждающая конструкция котлована и конструкции, обеспечивающие устойчивость ограждения здания Шамовской больницы (1908 г., арх. К.С. Олешкевич) РТ, г. Казань, ул. Калинина, д. 5/24. Пояснительная записка к проекту. – Казань, 2015. – 68 с.
8. Мирсаяпов И.Т., Королева И.В. Прогнозирование деформаций оснований фундаментов с учетом длительного нелинейного деформирования грунтов // Основания, фундаменты и механика грунтов, 2011, № 4. – С. 16-23.
9. Mirsayapov I.T., Koroleva I.V. Bearing capacity and deformation of the base of deep foundations' ground bases // Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground: Proc. intern. symp., Seoul, Korea, 25-27 August 2014. – Lieden: Balkema, 2014. – P. 401-404.

Mirsayapov I.T. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: mirsayapov1@mail.ru
Khasanov R.R. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: rubis.hasanov@yandex.ru
Safin D.R. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: d.safin@list.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Research of foundation pit enclosing structure of subterranean additional building during reconstruction of the Shamovskiy Hospital in Kazan

Resume

The article presents the technical solutions for the reconstruction of the Shamovskiy hospital building – an architectural monument, built in 1907-1910 in Kazan. Reconstruction

involves the construction of a fourstoreyed additional building to the existing building in the underground design. With implementation of the proposed architectural solutions, a number of issues related to the sustainability of the base foundations in the development of a deep excavation in the vicinity of the building take place.

The authors proposed solutions to strengthen the bases and foundations of the existing building of the Shamovskiy hospital – the construction of retaining wall. As part of the detailed design, the authors have solved the following problems:

– development of technological solutions to strengthen the bases and foundations of the existing Shamovskiy hospital building;

– development of a constructive solution of foundation pit enclosing structure;

– developing measures to ensure the stability of enclosing structure at the time of excavation of soil in the foundation pit and further exploitation;

– development of technological sequence of fencing and excavation of soil in the foundation pit.

In order to strengthen the base and the foundations of the existing building it is recommended to apply the CFA piles and high-pressure injection of grout into the ground base. Stability of enclosing structure from bored piles is provided by combined system of a dirt berm and a multi-tiered system of the spacer.

Keywords: deep foundation pit, foundation pit enclosing structure, CFA piles, high-pressure grouting, bored piles, spacer system, a profound shift, a soil berm, stability.

Reference list

1. The project of reconstruction of the object: «The building of the Shamovskiy Hospital of Kazan 1908, Arch. K.S. Oleshkevich» Section QOL. Ltd «NPF «Recon +». – Kazan, 2015.
2. Technical report on the geotechnical surveys on the subject: «Reconstruction and construction of buildings and structures on the territory of Shamovskiy Hospital in Kazan, RT», Enterprise «MariyskTISIz». – Kazan, 2015.
3. Bases, foundations and underground structures / Under the general editorship of E.A. Sorochan and Y.G. Trofimenkov. – M.: Stroyizdat, 1985. – 480 p.
4. Mirsayapov I.T., Khasanov R.R. Experimental studies of stress-strain state of flexible barriering design with bracing in the process of the phased excavation of the soil // Izvestiya KGASU, 2011, № 2 (16). – P. 129-135.
5. Mirsayapov I.T., Safin D.R. Experimental surveys of deflected state of soil body consistent with rabbet in the process of graded excavation of ditch // Izvestiya KGASU, 2011, № 3 (17). – P. 79-84.
6. Mirsayapov I.T., Khasanov R.R., Safin D.R. Design fence of deep foundation pit of the residential complex in a congested urban area // Izvestiya KGASU, 2015, № 1 (32). – P. 183-191.
7. Mirsayapov I.T., Khasanov R.R., Safin D.R. Walling excavation and construction of the sustainability of the building fences Shamovskoy Hospital (1908, Arch. K.S. Oleshkevich) RT, Kazan, ul. Kalinina, d. 5/24. The explanatory note to the project. – Kazan, 2015. – 60 p.
8. Mirsayapov I.T., Koroleva I.V. Prediction of deformation of the foundation with the long-term non-linear deformation of soil // Osnovaniya, Fundamenty i Mekhanika Gruntov, 2011, № 4. – P. 16-23.
9. Mirsayapov I.T., Koroleva I.V. Bearing capacity and deformation of the base of deep foundations' ground bases // Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground: Proc. intern. symp., Seoul, Korea, 25-27 August 2014. – Lieden: Balkema, 2014. – P. 401-404.

УДК 624.138.24
Шакиров И.Ф. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: fsrshakirov@mail.ru
Гарифуллин Д.Р. – студент
E-mail: dinar_garifullin@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Исследование несущей способности и деформаций песчаных грунтов, укрепленных напорной цементацией

Аннотация

В статье освещены вопросы исследования песчаных грунтов после их укрепления методом напорной цементации, приводятся результаты лабораторных исследований напряженно-деформированного состояния и характеристик укрепленного массива грунта. Исследования проводились в лабораторных лотках, массив грунта создавался из маловлажного мелкозернистого песка. После инъекции и твердения укрепляющего раствора проводились испытания массива грунта вертикальной статической нагрузкой. В проведенных экспериментах определены закономерности изменения напряжений в массиве при инъекции раствора, зафиксирована зависимость увеличения модуля деформации грунта от объема нагнетаемого раствора и технологии цементации.

Ключевые слова: основание, фундамент, массив грунта, напорная цементация, несущая способность, сжимаемость, грунтоцементные элементы.

В связи с освоением неблагоприятных в инженерно-геологическом отношении территорий, возникает вопрос искусственного улучшения физико-механических свойств слабых грунтов, имеющих невысокую несущую способность и повышенную сжимаемость. Одним из перспективных методов упрочнения грунтов основания является укрепление грунтов путем напорной инъекции цементного раствора. В результате нагнетания укрепляющего раствора в грунт под давлением происходит улучшение его физико-механических характеристик, как за счет его уплотнения, так и за счет образования в грунте армирующих элементов из затвердевшего цементного раствора. Преимуществами данного метода являются техническая простота, возможность применения для любых сжимаемых дисперсных грунтов, при наличии грунтовых вод, в стесненных условиях строительной площадки и т.д. К недостаткам можно отнести сложность прогнозирования характеристик массива после укрепления и контроля качества работ.

Метод напорной цементации сегодня в практике строительства широко применяется, особенно при укреплении оснований существующих зданий и сооружений. В то же время в литературе мало данных о методике определения характеристик грунтового массива, укрепленного этим методом.

В лаборатории кафедры «Основания, фундаменты, динамика сооружений и инженерная геология» Казанского государственного архитектурно-строительного университета были проведены исследования массива песчаного грунта после укрепления методом напорной цементации. Эксперименты проводились в лабораторном лотке с размерами 100х100х100 см, массив грунта создавался из маловлажного мелкозернистого песка. В результате послойной отсыпки с равномерным уплотнением грунт в лотке имел следующие физико-механические характеристики: плотность ρ=1,48г/см^3, влажность W=3 %, коэффициент пористости e=0,843 д.е., угол внутреннего трения φ =26º, модуль деформации E=11,0 МПа. Во время отсыпки грунта был установлен инъектор, изготовленный из пластиковой трубки и имеющий в зоне инъекции (на участке длиной 500 мм) отверстия диаметром 3 мм и шагом 50 мм. На глубине 20 см от поверхности устанавливался плоский штамп с размерами в плане 30х30 см. Для определения напряжений в грунте в ходе испытаний применялись объемные грунтовые датчики. Измерение деформаций поверхности грунта при инъекции раствора производилось индикаторами, установленными на специальной рамке.

Общий вид испытательной установки показан на рис. 1, схема размещения инъектора, штампа и контрольно-измерительных приборов приведена на рис. 2.

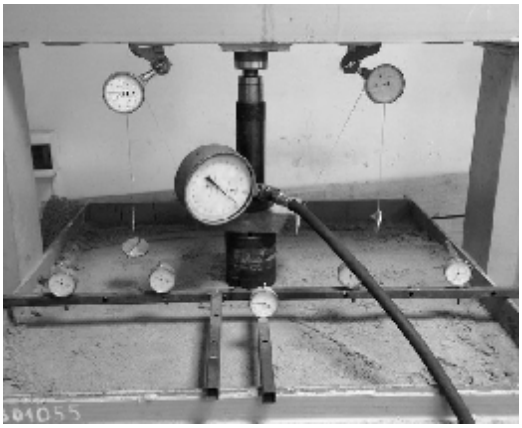


Рис. 1. Общий вид испытательной установки

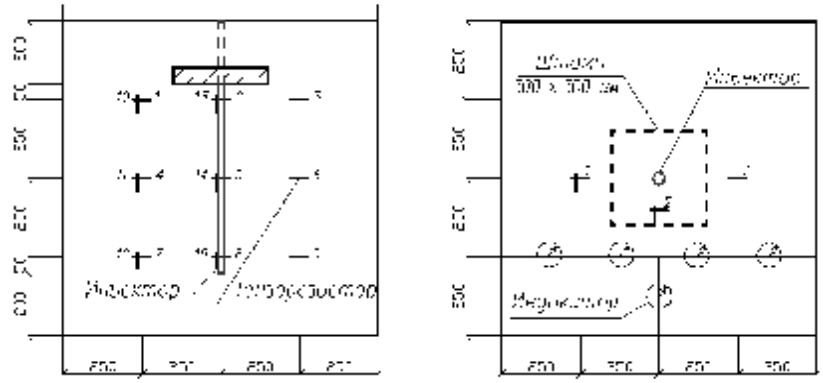


Рис. 2. Схема установки инъектора, штампа и грунтовых датчиков в массиве грунта

В качестве раствора для инъекции был использован цементный раствор с водоцементным отношением 0,7 с добавкой суперпластификатора С-3 в количестве 0,3 % от общего объема цемента. Для приготовления раствора применялся портландцемент марки 400. Приготовление раствора производилось за 5-10 минут до начала инъекции в грунт, при этом раствор постоянно перемешивался. Нагнетание раствора в грунт выполнялось при помощи растворного насоса ШН-6, давление при инъекции плавно увеличивалось до 0,5 МПа.

В ходе исследований было выполнено четыре серии испытаний, отличающиеся объемами инъецируемого раствора и технологией инъекции. Объем цементного раствора в первой серии составил 2 литра на инъектор, во второй, третьей и четвертой – 4, 6 и 8 литров соответственно. Нагнетание раствора производилось порциями по 2 литра, с перерывом на 1,5 часа между инъекциями.

После твердения раствора в течении 7 дней проводились испытания массива грунта вертикальной статической нагрузкой, передаваемой при помощи плоского штампа. Для каждой серии испытаний определялись физико-механические характеристики грунта в разных точках массива, исследовался характер распространения раствора, форма получившегося грунтоцементного элемента и уплотненная зона грунта вокруг элемента.

В результате инъекции цементного раствора в грунт и его твердения в массиве грунта образовывается грунтоцементный столб, имеющие переменное по высоте сечение. Вокруг этого столба происходит значительное уплотнение грунта, эта уплотненная зона выделяется при откопке грунта в виде цилиндрического тела. Форма грунтоцементного элемента и уплотненный грунт вокруг этого элемента, полученные при эксперименте, показаны на рис. 3.

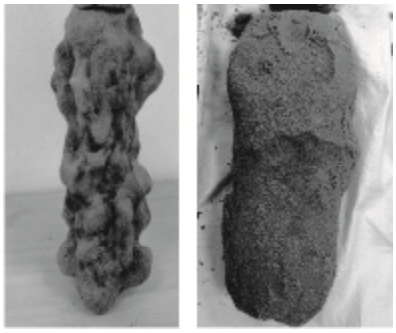


Рис. 3. Форма грунтоцементного элемента и уплотненная зона грунта

По результатам измерения объемов полученных грунтоцементных элементов, а также по их срезу можно заключить, что при инъекции происходит частичное перемешивание раствора с грунтом. Увеличение объема затвердевшего раствора по сравнению с объемом инъецируемого раствора для данных грунтовых условий составляет 35-45 %. Форма грунтоцементного элемента зависит от технологии нагнетания. При плавном возрастании инъекционного давления до 0,5 МПа разрыва грунта практически не происходит, цементный раствор аккумулируется вокруг инъектора, поэтому образовываются вертикальные грунтоцементные элементы. В случае нагнетания раствора отдельными порциями в несколько приемов форма этих элементов получается более равномерным, напоминающим по конфигурации буроинъекционную сваю. При инъекции раствора в один прием наиболее вероятна плоская в вертикальном направлении форма элемента.

По данным показаний датчиков давления, установленных в массиве грунта, после нагнетания раствора во всех точках массива происходит увеличение сжимающих напряжений. Наибольшие напряжения возникают в зонах вблизи образовавшегося грунтоцементного элемента. При нагружении массива вертикальной нагрузкой через штамп происходит перераспределение напряжений, напряжения непосредственно под штампом возрастают, в нижней зоне вблизи грунтоцементного столба уменьшаются. Характер изменения вертикальных напряжений в разных точках массива при инъекции раствора и при нагружении штампа представлены на рис. 4.

Степень уплотнения грунта при цементации зависит от объема нагнетаемого раствора, но до определенных пределов. По показаниям индикаторов при инъекции незначительного объема раствора (2-4 литра) деформации поверхности грунта не происходит, давление раствора приводит только к уплотнению окружающего инъектор грунта. При дальнейшем увеличении объема инъецируемого раствора диаметр уплотненной зоны увеличивается, но при этом также начинается подъем поверхности грунта за пределами контура штампа. Поэтому можно заключить, что для каждого конкретного случая есть свое предельное значение объема раствора, по достижении которого плотность грунта вокруг инъектора имеет максимально возможное значение для данных условий.

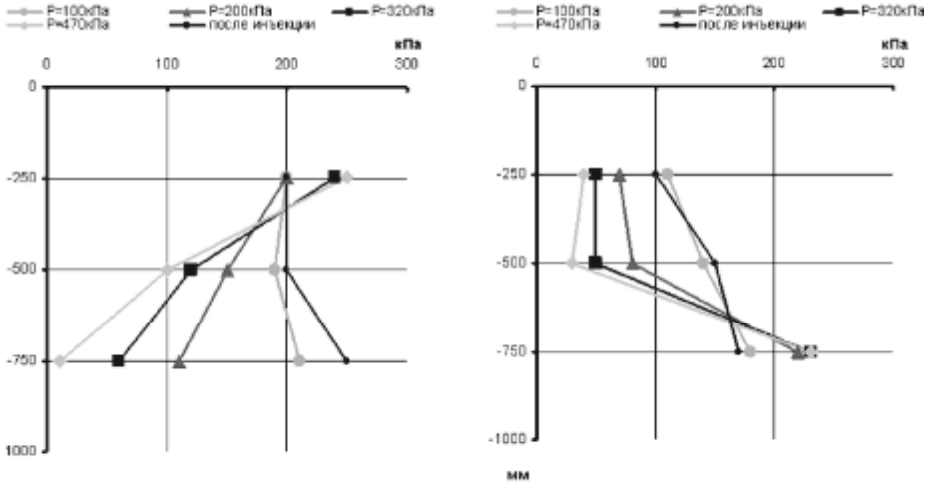


Рис. 4. Вертикальные напряжения в грунте на расстоянии от инъектора 10 и 30 см после инъекции 8 литров раствора и при нагружении штампа

График изменения плотности грунта в зависимости от объема инъецируемого раствора приведены на рис. 5.

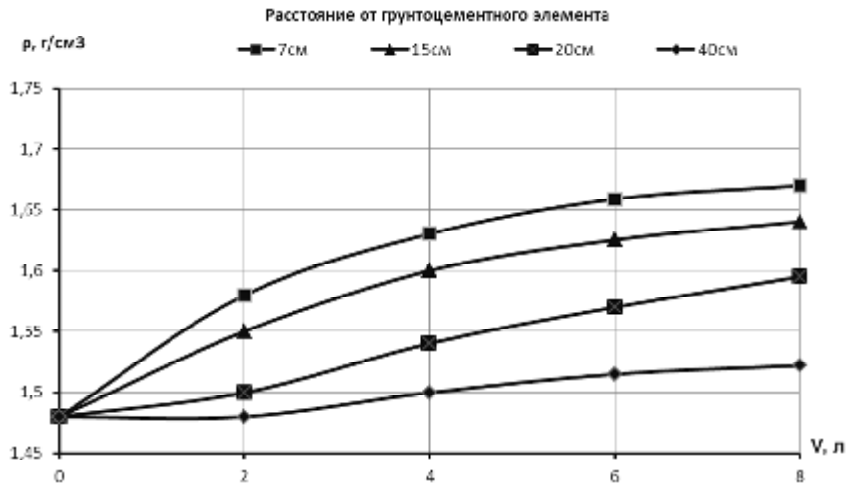


Рис. 5. График изменения плотности грунта в зависимости от объема инъецируемого раствора

Массив грунта после напорной инъекции цементного раствора и образования в нем вертикального грунтоцементного элемента можно рассматривать как сложную композитную систему, состоящую из жесткого вертикального армирующего элемента, области уплотненного грунта вокруг этого элемента и области неуплотненного грунта. Геометрические размеры этих компонентов можно установить исходя из объема инъецируемого раствора и первоначальной плотности песчаного грунта, при этом диаметр уплотненной зоны зависит от диаметра грунтоцементного элемента. В пределах уплотненной зоны в экспериментах зафиксировано увеличение плотности до 14 %, угла внутреннего трения грунта до 30 %. Исходя из полученных результатов испытаний, плотность грунта на расстоянии в пределах двух диаметров грунтоцементного элемента можно определить по формуле:

$$\rho = \rho_o + \kappa \times \ln(V), \quad (1)$$

где ρ_o – первоначальная плотность грунта;
V – объем инъецируемого цементного раствора;
$\kappa = f(d, \rho_o)$;
d – расстояние от грунтоцементного элемента.

Модуль деформации грунта, определенный по результатам штамповых испытаний для всей композитной системы, в зависимости от объема нагнетаемого раствора увеличился от 50 до 100 % по сравнению с массивом грунта до укрепления. График изменения модуля деформации грунта в зависимости от объема раствора приведен на рис. 6.

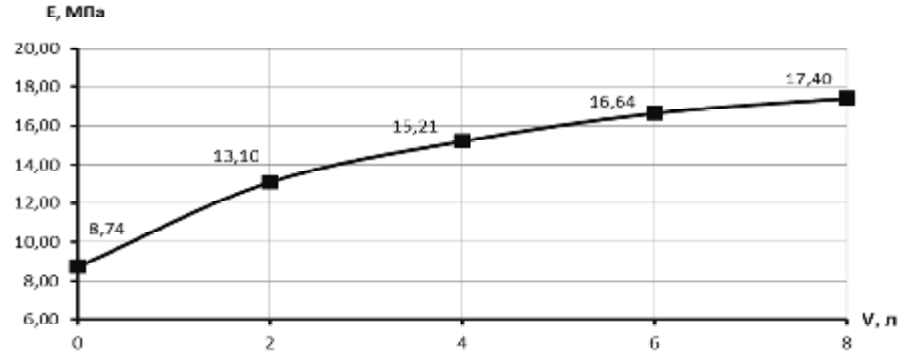


Рис. 6. График изменения модуля деформации грунта
в зависимости от объема инъецируемого раствора по результатам штамповых испытаний

В результате проведенных экспериментов были получены грунтоцементные элементы, по конфигурации аналогичные буроинъекционной свае. Поэтому при определении несущей способности отдельно взятого грунтоцементного элемента можно использовать общеизвестную формулу для расчета несущей способности буронабивной сваи [6], с применением поправочного коэффициента к расчетному сопротивлению по боковой поверхности:

$$F_d = \gamma_c \left(\gamma_{cR} \times R \times A + u \times \sum_{i=0}^{n} \gamma_{cfi} \times \gamma_{ri} \times f_i \times h_i \right), \quad (2)$$

где $\gamma_{\rho i}$ – коэффициент, учитывающий степень уплотнения песчаного грунта при цементации и первоначальную плотность грунта, $\gamma_{\rho i}=f(V, \rho_o)$.

Площадь и периметр поперечного сечения грунтоцементного элемента предлагается определить исходя из среднего диаметра элемента:

$$d_ц = \sqrt{\frac{4 \times V \times \kappa_n \times \kappa_z}{l \times \pi}}, \quad (3)$$

где V – объем инъецируемого цементного раствора;

l – длина перфорированной части инъектора;

κ_n – коэффициент, учитывающий потери раствора при инъекции;

κ_z – коэффициент, учитывающий увеличение объема раствора за счет перемешивания песчаного грунта с цементным раствором, зависящий от консистенции (водоцементного отношения) раствора и характеристик песчаного грунта.

Заключение

1. На основании выполненных экспериментов установлен характер распространения цементного раствора в массиве песчаного грунта при плавном увеличении инъекционного давления.
2. Определены закономерности изменения напряженно-деформированного состояния массива грунта в зависимости от объема инъецируемого раствора.
3. Установлено, что модуль деформации массива песчаного грунта с учетом грунтоцементного элемента, при принятых в экспериментах технологических параметрах упрочнения, увеличивается до 2 раз.

Список библиографических ссылок

1. Шакиров И.Ф., Махпиров Д.А. Экспериментальные исследования песчаных грунтов, укрепленных напорной цементацией // Геотехника. Теория и практика. Общероссийская конференция молодых ученых, научных работников и специалистов // Межвузовский тематический сборник трудов, СПбГАСУ. – СПб., 2013. – С. 57-61.
2. Шакиров И.Ф., Тюркин С.И. Исследование несущей способности висячих свай в массиве грунта, укрепленного напорной цементацией // Перспективные направления развития теории и практики в реологии и механике грунтов. XIV Международный симпозиум по реологии грунтов: КГАСУ. – Казань, 2014. – С. 75-80.
3. Шакиров И.Ф., Гарифуллин Д.Р. Исследование массива грунта, укрепленного напорной цементацией // Актуальные вопросы науки, технологии и производства. VIII Международная научно-практическая конференция. – СПб., 2015. – С. 80-83.
4. Ибрагимов М.Н. Закрепление грунтов цементными растворами // Основания, Основания, фундаменты и механика грунтов, 2005, № 2. – С. 24-28.
5. СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений». Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-83*. Минрегион России. – М.: НИИОСП им. Н.М. Герсеванова, 2011.
6. СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты». Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. Минрегион России. – М.: НИИОСП им. Н.М. Герсеванова, 2011.
7. Мирсаяпов И.Т., Королева И.В. Прогнозирование деформаций оснований фундаментов с учетом длительного нелинейного деформирования грунтов // Основания, фундаменты и механика грунтов, 2011, № 4. – С. 16-23.

8. Mirsayapov I.T., Koroleva I.V. Bearing capacity and deformation of the base of deep foundations' ground bases // Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground: Proc. intern. symp., Seoul, Korea, 25-27 August 2014. – Lieden: Balkema, 2014. – P. 401-404.

Shakirov I.F. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: fsrshakirov@mail.ru
Garifullin D.R. – student
E-mail: dinar_garifullin@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The research of bearing capacity and deformation of sandy ground, reinforced by pressure cementation

Resume

Nowadays, in order to improve the physical and mechanical characteristics of the base ground is often use pressure cementation method, especially in strengthening the base ground of reconstructed buildings. In injecting cement mortar into the low permeability ground under the pressure, mortar enters the weakest zones of array and creates rigid reinforcing elements of the solidified mortar. Zones of array, in which the mortar has not penetrated, are also amplified, contracting and sealing under the influence of the injection pressure.

The authors conducted laboratory studies of the stress-strain state of the sandy grounds reinforced by pressure cementation, taking into account the work of grouting element in ground. Researched the character of spread of the reinforcing cement mortar during a gradual increase of the injection pressure; pattern changing of physical and mechanical properties of the ground array, depending on the amount of injectable mortar. Proposals for determining deformation modulus array of reinforced ground and the calculation of the bearing capacity of grouting element are given.

Keywords: base, foundation, the array of soil, pressure cementation, bearing capacity, compressibility, cement grouting elements.

Reference list

1. Shakirov I.F., Mahpirov D.A. Experimental researches of sandy ground, reinforced by pressure cementation // Geotechnics. Theory and practice. All-Russian Conference of Young Scientists, researchers and specialists // Interuniversity thematic collection of works, SPbSUACE., 2013. – P. 57-61.
2. Shakirov I.F., Tyurkin S.I. Researches of bearing capacity of hanging piles in the array of soil, reinforced by pressure cementation // Perspective directions of development in theory and practice of rheology and soil mechanics. XIV International Symposium on the rheology of soils // KGASU. – Kazan, 2014. – P. 75-80.
3. Shakirov I.F., Garifullin D.R. Researches of the ground array, reinforced by pressure cementation // Actual questions of science, technology and production. VIII International Scientific and Practical Conference. – SPb., 2015. – P. 80-83.
4. Ibragimov M.N. Grouting cement mortars // Bases, foundations and geotechnics, 2005, № 2. – P. 24-28.
5. SP 22.13330.2011 «Foundations of buildings and structures». The updated edition of SNiP 2.02.03-83*. Ministry of Regional Development Russia. – M.: NIIOSP them. N.M. Gersevanova, 2011.
6. SP 24.13330.2011 «Pile foundations.» The updated edition of SNIP 2.02.03-85. Ministry of Regional Development Russia. – M.: NIIOSP them. N.M. Gersevanova, 2011.
7. Mirsayapov I.T., Koroleva I.V. Prediction of deformation of the foundation with the long–term non–linear deformation of soil // Osnovaniya, Fundamenty i Mekhanika Gruntov, 2011, № 4. – P. 16-23.
8. Mirsayapov I.T., Koroleva I.V. Bearing capacity and deformation of the base of deep foundations' ground bases // Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground: Proc. intern. symp., Seoul, Korea, 25-27 August 2014. – Lieden: Balkema, 2014. – P. 401-404.

УДК 532.5:621.694
Мустакимова С.А. – ведущий программист
E-mail: mustakim@kgasu.ru
Золотоносов Я.Д. – доктор технических наук, профессор
E-mail: zolotonosov@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Компьютерное моделирование гидродинамики и теплообмена в пружинно-витых каналах

Аннотация

Статья посвящена компьютерному моделированию гидродинамики и теплообмена при турбулентном течении несжимаемой жидкости в пружинно-витом канале с использованием программы FLUENT.

Показаны геометрическая модель и область течения жидкости в пружинно-витой трубе. Построена конечно-элементная (КЭ) сетка сложной геометрии проточной части рассматриваемой области. Выявлен характер распределения поля скоростей, температур и давлений в предложенном канале.

Проведен анализ эффективности пружинно-витых каналов и гладких труб.

Показана перспективность использования труб с развитой поверхностью теплообмена при проектировании теплообменных аппаратов.

Ключевые слова: теплообмен, гидродинамика, компьютерное моделирование.

Энергоэффективность и энергосбережение являются приоритетными направлениями развития экономики России.

В связи с этим возрастает интерес к разработке нового теплообменного оборудования, обладающего малыми габаритами при высокой энергоэффективности.

Известно [1, 2], что крутка рабочей среды в канале приводит к интенсификации процессов теплообмена, в результате турбулизации рабочей среды, образования вторичных течений у стенки канала с выносом их в ядро потока и отрывом пристенного слоя.

На основании ранее проведенных исследований [3] и работ [4-10] авторами предложены теплообменные элементы с развитой поверхностью теплообмена, обеспечивающих незатухающую крутку рабочей среды (рис. 1).

Рис. 1. Фрагмент трехмерной модели пружинно-витого канала

Однако, широкое внедрение предлагаемых теплообменных элементов сдерживается отсутствием надежных данных по исследованию процессов гидродинамики и теплообмена в пружинно-витых каналах.

В связи с этим авторами предпринята попытка компьютерного моделирования основных процессов в проточной части таких каналов.

Исследование проводилось в турбулентной области течения рабочей среды в интервале 0,6…2 м/с, эквивалентный диаметр исследуемого канала равнялся диаметру гладкой трубы.

Решения выполнялись в программе FLUENT, имеющей широкий набор моделей турбулентности и позволяющей гибко варьировать методами расчета процессов, протекающих в рассматриваемом объекте исследований.

В рассматриваемом диапазоне критериев Re (10000…50000) расчет параметров течения (поля скоростей, температур и давления) проводился с использованием двухпараметрической k-ω модели турбулентности.

Алгоритм компьютерного моделирования включает в себя:

- создание трехмерной модели,
- построение конечно-элементной сетки расчетной области,
- наложение граничных условий,
- выбор модели турбулентности и последующего метода расчета,
- визуализация полей температур, скоростей и давлений, построение графической интерпретации результатов от определяющих параметров.

На рис. 2 представлен фрагмент трехмерной модели области течения жидкости в пружинно-витом канале.

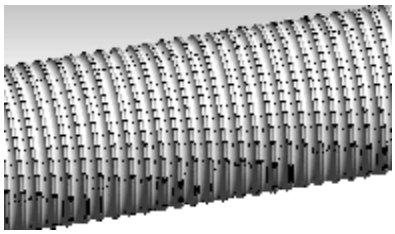
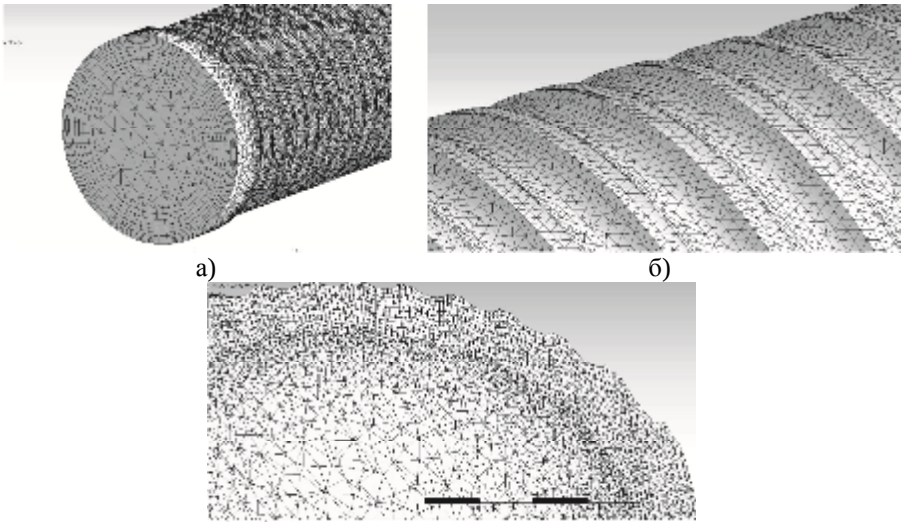


Рис. 2. Фрагмент области течения жидкости в пружинно-витом канале

На рис. 3 показана КЭ сетка исследуемой области течения.



а) б)

в)

Рис. 3. Фрагменты наложения трехмерной КЭ сетки:
а) в проточной части канала; б) на поверхности канала; в) в радиальном сечении канала

Построенная КЭ сетка состоит из 2006248 узлов, 10426613 элементов.

При проведении численных расчетов были приняты допущения: процессы течения жидкости стационарны; температура на поверхности жидкости постоянна; в потоке рабочей среды отсутствуют дополнительные источники тепла; торцевые части канала не влияют на общий теплообмен.

Кроме того приняты условия:
– температура воды на входе – 20 ^{0}C;
– температура воды на поверхности канала – 100 ^{0}C;
– давление на входе;
– на стенках – условия прилипания;
– длина трубы – 0,51 м;
– эквивалентный диаметр проточной части канала – 0,021 м.

В качестве тестирования выбранной модели турбулентности и метода расчета в программе FLUENT дополнительно были проведены теплогидродинамические исследования гладких труб.

На рис. 4-6 показаны результаты компьютерного моделирования процессов гидродинамики и теплообмена в рассматриваемых каналах.

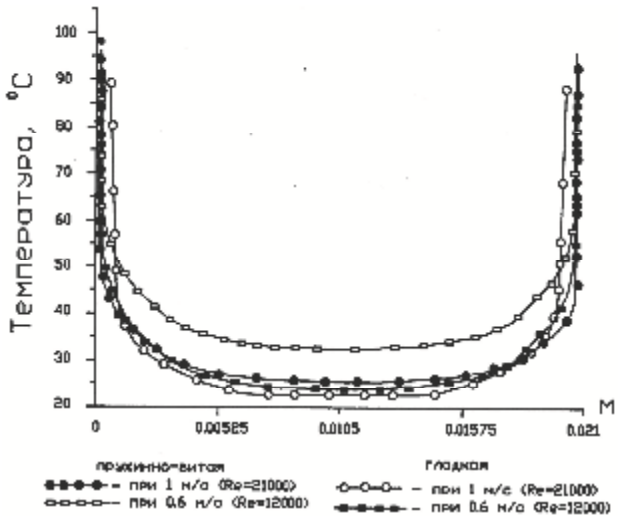


Рис. 4. Профили температур на выходе пружинно-витого
и гладкого каналов при различных режимах течения

На рис. 4 представлены профили температур жидкости в радиальном сечении при различных критериев Рейнольдса.

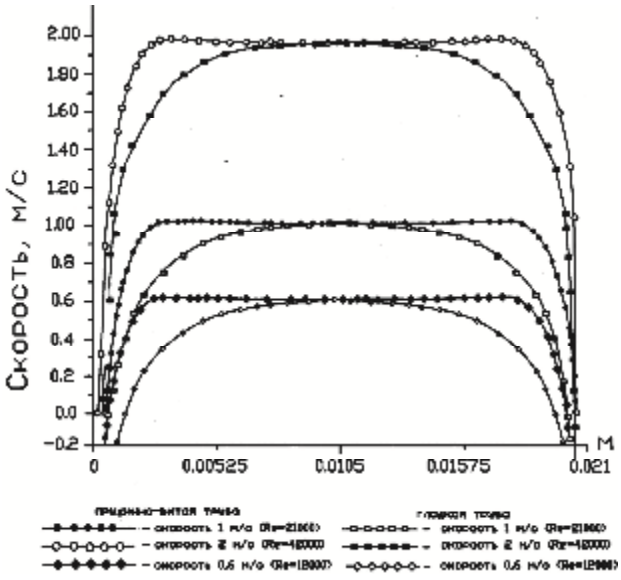


Рис. 5. Профили скорости жидкости на выходе из пружинно-витого
и гладкого каналов при различных режимах течения

На рис. 5 представлены значения скоростей рабочей среды при различных значениях критериев Рейнольдса.

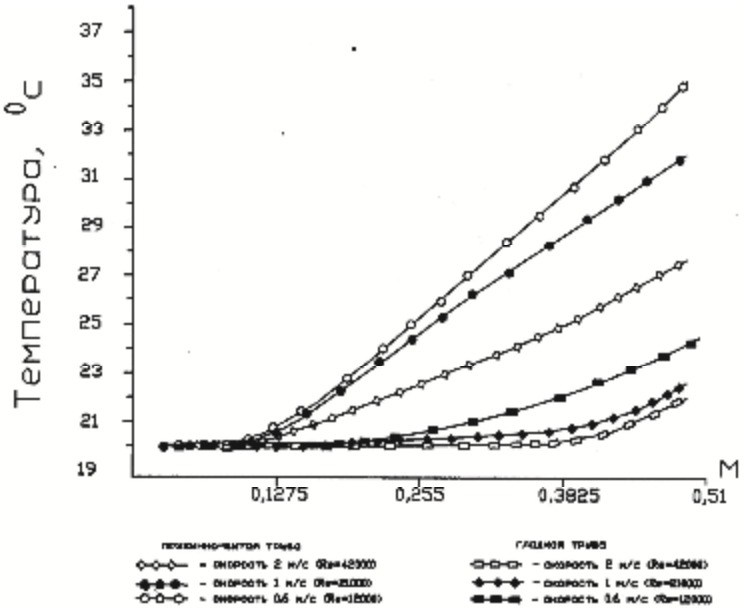


Рис. 6. Профили температур по оси канала в пружинно-витой и в гладкой трубе при различных режимах течения

Как видно из рис. 6 профили изменения температуры по оси канала в пружинно-витой трубе имеет более высокие значения температур в отличие от гладкой трубы. Рост температуры по оси пружинно-витого канала отмечен во второй трети проточной части и достигает пиковых значений на выходе. Гладкая труба имеет менее выраженный профиль и возрастает практически монотонно.

При сравнении значений температур на выходе в центральной части пружинно-витого и гладкого каналов установлено, что температура в предлагаемом канале на 30… 35 %, а гидравлическое сопротивление на 20 % выше по сравнению с гладкой трубой.

Также установлено, что в проточной части пружинно-витого канала имеет место интенсивная циркуляция, вследствие крутки потока, по сравнению с гладкой трубой.

Показано, эффективность теплообмена определяется скоростью течения среды в проточной части канала, так при скорости 0,6…0,8 м/с имеет место интенсивный разогрев жидкости в ядре потока. По мере роста скорости интенсивность теплообмена снижается.

Заключение

В ходе исследования процессов гидродинамики и теплообмена с помощью программы FLUENT получены следующие основные результаты:

- предложены трехмерные модели пружинно-витого канала и области течения жидкости в нем;
- получены значения поля скоростей, температур в трех радиальных сечениях (вход, середина, выход), поле давлений в проточной части рассматриваемых труб;
- определены значения температур на выходе из канала при различных режимах течения;
- выявлены гидродинамические закономерности течения среды в пружинно-витых каналах и проведена оценка тепловой эффективности предлагаемых труб.

Список библиографических ссылок

1. Митрофанова О.В. Гидродинамика и теплообмен закрученных потоков в каналах с завихрителями // Теплофизика высоких температур. – М.: Изд-во МИФИ, 2003, том 41, № 4. – С. 587-633.

2. Халатов А.А. Теория и практика закрученных потоков. – Киев: Наукова думка, 1989. – 192 с.
3. Митрофанова О.В. Методы математического моделирования гидродинамики и теплообмена закрученных потоков в каналах с завихрителями // Дисс…докт. техн. наук. – М., 2002. – 321 с.
4. Багоутдинова А.Г., Золотоносов Я.Д., Мустакимова С.А. Энергоэффективные теплообменные аппараты на базе теплообменных элементов виде пружинно-витых каналов // Известия КГАСУ, 2012, № 3 (21). – С. 86-95.
5. Золотоносов Я.Д., Багоутдинова А.Г., Мустакимова С.А. Геометрическое моделирование сложных поверхностей пружинно-витых каналов теплообменных устройств // Известия КГАСУ, 2011, № 4 (18). – С. 185-193.
6. Багоутдинова А.Г., Золотоносов Я.Д., Мустакимова С.А. Моделирование турбулентного течения в прямых пружинно-витых каналах // Известия КГАСУ, 2012, № 1 (19). – С. 81-88.
7. Золотоносов Я.Д., Багоутдинова А.Г., Мустакимова С.А. Моделирование турбулентного течения и теплообмена в эллиптических пружинно-витых каналах // Математические методы в технике и технологиях ММТТ-25: Труды XXV международной научной конференции, том 9. – Казань: Изд-во КГТУ, 2012 г. – С. 32-35.
8. Мустакимова С.А. Математическое моделирование гидродинамики и теплообмена закрученных течений в пружинно-витых каналах// Известия КГАСУ, 2012, № 2 (20). – С. 105-111.
9. Патент № 113823 на пол. мод. РФ. Теплообменный элемент / Золотоносов Я.Д., Осыка И.И., Никулин В.А. Мустакимова С.А. Заявка № 2011127714/06; заявл. 06.07.11.; опубл. 27.02.012. Бюл. № 6.
10. Патент № 119451 на пол. мод. РФ. Теплообменный элемент / Золотоносов Я.Д., Багоутдинова А.Г., Мустакимова С.А. №2012107379, заявл. 28.02.12 опубл.27.08.2012. Бюл. № 23.

Mustakimova S.A. – leading programmer
E-mail: zolotonosov@mail.ru
Zolotonosov Ya.D. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: mustakim@kgasu.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Computer modeling of hydrodynamics and heat transfer in spring-twisted channels

Resume

The article is devoted to computer modeling of hydrodynamics and heat exchange at turbulent flow of incompressible fluid in the spring-the wit channel using the software package FLUENT. The geometrical model and the area of the fluid flow in the spring-twisted pipe. Built finite element mesh of the complex geometry of the flow region under consideration. Revealed the nature of the distribution of the velocity field, temperatures and pressures in the proposed channel. The study was conducted in the turbulent flow region in the speed range of the working medium from 0.6 m/s to 2 m/s, the equivalent diameter of the channels equal to the diameter of the smooth pipe. In the criteria range of Re (10000...50000) calculation of flow parameters (velocity field, temperature and pressure) were carried out using two-parameter k-ω turbulence model. When comparing the temperature values at the exit in the Central part of spring-twisted and smooth channels the temperature in the proposed channel 30...35 % and the hydraulic resistance is 20 % higher compared with a smooth pipe. It is also established that in the flow path of the spring-twisted channel has an extensive circulation, due to the swirling flow, in comparison with a smooth tube. Shown, the heat exchange efficiency is determined by the speed of the current environment in the flowing part of the channel at a speed of 0.6 m/s...0.8 m/s is intense heating of the fluid in the flow core. With increasing speed the heat transfer rate decreases.

Keywords: heat transfer, fluid dynamics, computer modeling.

Reference list

1. Mitrofanova O.V. Fluid flow and heat transfer of swirling flows in channels with swirlers // Thermal physics of high temperatures. – M.: MEPI, 2003, vol. 41. – P. 587-633.
2. Halatov A.A. Theory and practice of swirling flows. – Kiev: Naukova Dumka, 1989. – 192 p.
3. Mitrofanova O.V. Methods of mathematical modeling of hydrodynamics and heat transfer of swirling flows in channels with swirlers // Diss...doctor. tech. sciences – M., 2002. – 321 p.
4. Bagoutdinova A.G., Zolotonosov Ya.D., Mustakimova S.A. Energy efficient heat exchangers based on the heat exchange elements the form of spring-twisted channels // Izvestiya KGASU, 2012, № 3 (21). – P. 86-95.
5. Zolotonosov Ya.D., Bagautdinova A.G., Mustakimova S.A. Geometric modeling of complex surfaces spring-twisted channels of heat exchangers // Izvestiya KGASU, 2011, № 4 (18). – P. 185-193.
6. Bagoutdinova A.G., Zlotonosov Ya.D., Mustakimova S.A. Modeling of turbulent flow in a direct spring-twisted channels // Izvestiya KGASU, 2012, № 1 (19). – P. 81-88.
7. Zolotonosov Ya.D., Bagoutdinova A.G., Mustakimov S.A. Modeling of turbulent flow and heat transfer in elliptical spring-twisted channels // Mathematical methods in technics and technologies mmtt-25: proceedings of the XXV international scientific conference, vol. 9. – Kazan: KSTU Publishing house, 2012. – P. 32-35.
8. Mustakimova S.A. Mathematical modeling of fluid flow and heat transfer of swirling flows in spring-twisted channels // Izvestiya KGASU, 2012, № 2 (20). – P. 105-111.
9. Patent № 113823 on the floor. mod. Of the Russian Federation. The heat transfer element // Zolotonosov Ya.D., Osyka I.I., Nikulin V.A. Mustakimova S.A. Application № 2011127714/06; Appl. 06,07.11; publ. 27.02.2012, bull. № 6.
10. Patent № 119451 on the floor. mod. Of the Russian Federation. The heat transfer element/ Zolotonosov Ya.D., Bagщutdinova A.G., Mustakimova S.A. № 2012107379, Appl. 06.07.11; publ. 28.02.12, bull. № 23.

УДК 628.8
Посохин В.Н. – доктор технических наук, профессор
E-mail: posohin@kgasu.ru
Сафиуллин Р.Г. – доктор технических наук, доцент
E-mail: safiullin_rinat@mail.ru
Гибадуллин А.А. – студент
E-mail: stiffler_ga@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Экспериментальное исследование характеристик центробежного эжекционного воздухораспределителя

Аннотация

Исследована работа модифицированной конструкции центробежного эжекционного воздухораспределителя, предназначенного для непосредственного смешения теплого воздуха помещения с приточным воздухом и подачи смеси в рабочую зону помещения.

Представлены результаты экспериментального определения сопротивлений и эжектирующей способности воздухораспределителя в зависимости от геометрии последнего. Полученные данные позволяют определить требуемые параметры конструкции, создать методику расчета и подбора из параметрического ряда центробежных эжекционных воздухораспределителей.

Ключевые слова: центробежный воздухораспределитель, эжекция, сопротивление.

Среди воздухораспределителей, применяемых в общественных зданиях, особое место занимают устройства эжекционного типа. Их широкое использование в последнее время объясняется простотой конструкции, надежностью в эксплуатации и относительно низкими удельными энергозатратами [1-4].

Известен ряд конструкций центробежных воздухораспределителей, использующих эффект эжекции для подмешивания рециркуляционного воздуха непосредственно из помещения [5-7]. Применение таких воздухораспределителей позволяет избежать устройства рециркуляционных воздуховодов, а также секций смешения в приточных центрах. Широкому распространению центробежных эжекционных воздухораспределителей препятствует отсутствие данных об аэродинамических характеристиках (коэффициенты местного сопротивления, эжектирующая способность).

В этой статье описаны результаты экспериментального исследования конструкции, схема которой приведена на рис. 1 и, в основном, соответствует серии «Воздухораспределители центробежные типа ВЦ» [8]. К вихревой камере 1 воздух подводится тангенциально через патрубок 2 размером 30´ 75 мм. Закрученный поток выходит затем через насадок 3 диаметром d=150 мм. Типовая конструкция дополнена патрубком с профилированным входом (коллектором) 4, через который воздух из помещения подсасывается внутрь корпуса. Причиной эжекции является разрежение, которое образуется в приосевой зоне вихревой камеры.

Целью исследования является определение аэродинамических характеристик воздухораспределителя, а именно коэффициента эжекции и коэффициента местного сопротивления.

Схема экспериментальной установки показана на рис. 2. Воздух нагнетается в камеру статического давления 1, откуда через профилированный коллектор 2 (d_1 = 100 мм) выходит в воздуховод, к которому присоединен испытуемый воздухораспределитель 3. На верхней крышке последнего имеется отверстие, снабженное профилированным коллектором 4. Диаметр коллектора в опытах меняется (d_2 = 25; 50; 100; 125; 150 мм).

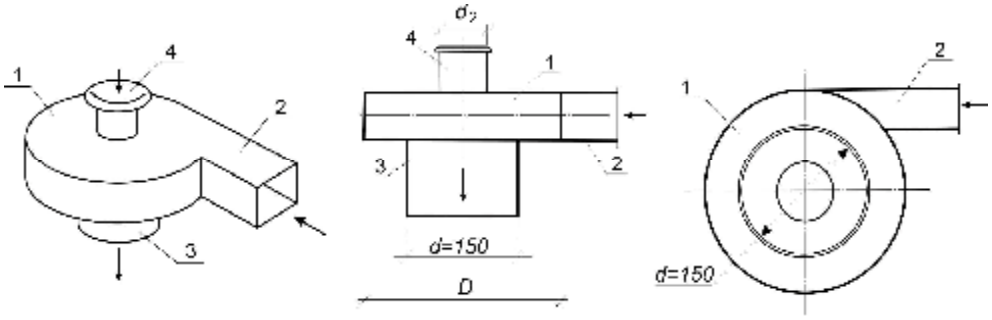


Рис. 1. Схема центробежного эжекционного воздухораспределителя

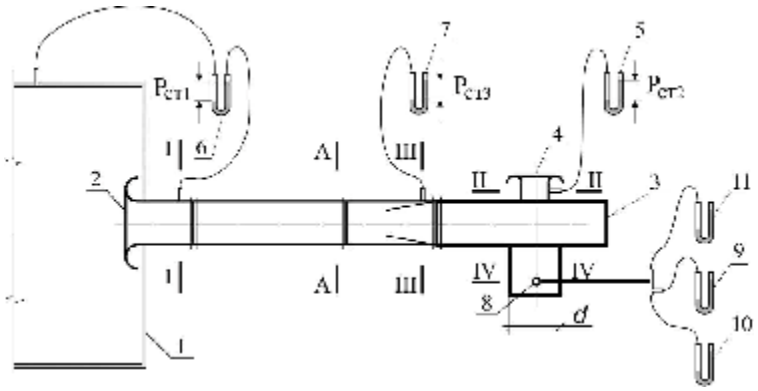


Рис. 2. Схема экспериментальной установки

Присоединительный воздуховод на участке от камеры давления до сечения А-А выполнен круглым диаметром 100 мм, далее – переход на сечение 30´75 мм. Микроманометры 5, 6 предназначены для измерения избыточных статических давлений в патрубках коллекторов ($P_{СТ1}$, $P_{СТ2}$), микроманометр 7 – для измерения статического давления в патрубке перед воздухораспределителем $P_{СТ3}$.

В выходном сечении патрубка воздухораспределителя диаметром d=150 мм профили давлений измеряются пятиканальным шаровым зондом 8, перемещаемым с помощью координатника. Микроманометры 9, 10, 11 фиксируют давления в отверстиях зонда. Предварительная тарировка позволяет затем по этим показаниям определять статическое давление в сечении IV-IV.

Методика измерений и обработки результатов таковы. При фиксированном расходе воздуха снимают показания $P_{СТ1}$, $P_{СТ2}$, $P_{СТ3}$. Вычисляют скорости V и расходы L в сечениях I-I, II-II, III-III:

$$V_1 = m_1\sqrt{\frac{2P_{CT1}}{\rho}},\ L_1 = F_1 \times V_1,\ P_{Д1} = \frac{\rho V_1^2}{2};$$

$$V_2 = m_2\sqrt{\frac{2P_{CT2}}{\rho}},\ L_2 = F_2 \times V_2,\ P_{Д2} = \frac{\rho V_2^2}{2};$$

$$L_3 = L_1,\ V_3 = \frac{L_1}{F_3},\ P_{Д3} = \frac{\rho V_3^2}{2}.$$

где m_1 и m_2 – тарировочные коэффициенты коллекторов (специальными опытами определено m_1 = 0,792, m_2 = 1); $P_{Д1}$, $P_{Д2}$ и $P_{Д3}$ - динамические давления, соответственно, в сечениях I-I, II-II и III-III; F_1, F_2 и F_3 – площади сечений соответствующих патрубков и коллекторов; ρ – плотность воздуха.

Вычисляют коэффициент эжекции:

$$Э = \frac{L_1}{L_2}.$$

Коэффициент местного сопротивления вычисляют по формуле:

$$\zeta_1 = \frac{P_{СТ3} + P_{Д3} - P_{СТ4} - P_{Д4}}{P_{Д3}},$$

или

$$\zeta_2 = \frac{P_{СТ3} + P_{Д3} - P_{СТ4} - P_{Д4}}{P_{Д4}}.$$

Здесь $P_{Д4}$ и $P_{СТ4}$ – давления на выходе из воздухораспределителя в сечении IV-IV. $P_{СТ4}$ определяется по измерениям поля статического давления с помощью шарового зонда с последующим осреднением по площади:

$$P_{Д4} = \frac{\rho V_4^2}{2},\ V_4 = \frac{L_1 + L_2}{F_4}.$$

На рис. 3 представлены результаты измерений, иллюстрирующие связь между расходами первичного L_1 и эжектируемого воздуха L_2 при разных диаметрах входных коллекторов d_1. Как мы видим, эта связь линейна. При d_1 =150 мм характер эжекции существенного меняется. Через центральную часть коллектора воздух поступает в корпус завихрителя, а по периферии выходит из него. Таким образом, можно утверждать, что существует некоторое предельное значение параметра d_2/d близкое к единице, при котором применение воздухораспределителя становится неэффективным.

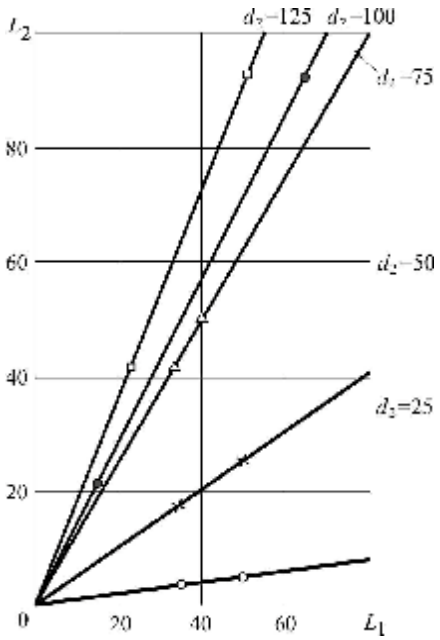


Рис. 3. Связь между количеством первичного и эжектируемого воздуха

На рис. 4а приведена зависимость коэффициента эжекции от параметра d_2/d. Точками на этом графике показаны осредненные значения Э, полученные в опытах. На рисунке 4б представлены результаты измерений коэффициентов местных сопротивлений в зависимости от параметра d_2/d. Значения ζ_1 и ζ_2 отличаются весьма существенно, что свидетельствует о значительной перестройке полей давлений в воздухораспределителе.

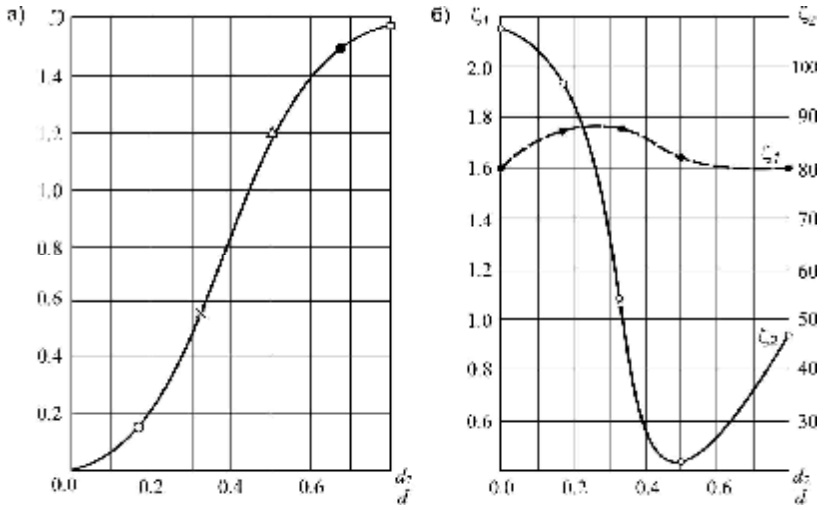


Рис. 4. Влияние параметра d_2/d на характеристики эжекционного воздухораспределителя на: а – коэффициент эжекции; б – коэффициенты местного сопротивления

Список библиографических ссылок

1. Волошин А.И., Коваль С.Н., Пономаренко С.Н. Использование эжекторных закладочных машин в технологиях горного производства // Уголь Украины, 2011, № 4. – С. 40-44.
2. Волошин А.И., Пономаренко С.Н. Особенности движения аэросмеси на загрузочном участке вибропневмотранспортных систем с кольцевым эжектором // Геотехнічна механіка, 2014, № 114. – С. 50-62.
3. Шашин А.В. Теоретические и экспериментальные исследования повышения эффективности работы эжектора в составе вытяжной вентиляции // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Стр-во и архит., 2009, Вып. 13 (32). – С. 109-113.
4. Кокорин О.Я., Родионов Г.В. Обеспечение снижения расходов энергии в системах ВОК при применении отечественных конструкций эжекционных аппаратов // АВОК, 1999, № 6. - С. 34-36.
5. Воздухораспределитель: пат. 2479797 Рос. Федерация. № 2011150060/12; заявл. 08.12.2011; опубл. 20.04.2013. Бюл. № 11. – 7 с.
6. Воздухораспределитель: пат. 2479798 Рос. Федерация. № 2011150057/12; заявл. 08.12.2011; опубл. 20.04.2013. Бюл. № 11. – 7 с.
7. Воздухораспределитель: пат. 2512073 Рос. Федерация. № 2012149671/12; заявл. 21.11.2012; опубл. 10.04.2014. Бюл. № 10. – 8 с.
8. Серия 4.904-52 Воздухораспределители центробежные типа ВЦ. Рабочие чертежи.

Posohin V.N. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: posohin@kgasu.ru
Safiullin R.G. – doctor of technical sciences, associate professor
E-mail: safiullin_rinat@mail.ru
Gibadullin A.A. – student
E-mail: stiffler_ga@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Experimental investigation of the characteristics of a centrifugal ejection air distributor

Resume

At the present time in our country and abroad in order to increase efficiency of air-heating systems, ventilation and air conditioning of public and industrial buildings is widely used

recycled air, which is taken from the room and is filed through the air ducts into the mixing section of the supply center by operating of an additional fan or vacuum, generated by the main supply fan. The proposed air distributor allows the use of warm air of the room to heat the supply air without using of return ducts and fans. The difference between this centrifugal diffuser from the usual is that the air is twisted in a special guide chamber. Coming out of the diffuser the vortex jet injects the ambient air, it moves rapidly and quickly damps. Thereby it can be supplied minimal amount of air into the premise, but more heated or cooled in comparison with conventional diffusers.

The results of experimental determination of the resistance and the ability of ejecting of the centrifugal air distributor depending on its geometry are presented in this paper. The data obtained allow to define the required parameters of the design and to create the method of calculating of air distributors.

Keywords: centrifugal air distributor, ejection, resistance.

Reference list

1. Voloshyn A.I., Koval A.I., Ponomarenko S.N. Prospects of the use of the ducted stowing machines in technologies of mining production // Coal of Ukraine, 2011, № 4. – P. 40-44.
2. Voloshyn A.I., Ponomarenko S.N. Specificity of the air mixture flowing in the feed sector of the vibro-pneumatic transport systems with annular ejectors // Geotehnichna mehanika, 2014, № 114. – P. 50-62.
3. Shashin A.V. Theoretical and experimental studies of increasing the efficiency of the ejector in composition of exhaust ventilation // Vestnik VolgGASU. Ser.: Construction and architecture, 2009, Vol. 13 (32). – P. 109-113.
4. Kokorin O.J., Rodionov G.V. Providing the reducing of energy consumption in the HVAC system at application of domestic designs of ejection apparatus // AVOK, 1999, № 6. - P. 34-36.
5. Air distributor: Pat. 2479797 Russian Federation. № 2011150060/12; appl. 08.12.2011; publ. 04.20.2013. Bull. Number 11. – 7.
6. Air distributor: Pat. 2479798 Russian Federation. № 2011150057/12; appl. 08.12.2011; publ. 04.20.2013. Bull. Number 11. – 7.
7. Air distributor: Pat. 2512073 Russian Federation. № 2012149671/12; appl. 21.11.2012; publ. 04.10.2014. Bull. Number 10. – 8.
8. Series 4.904-52 Air distributors. Centrifugal. Type CC. Working drawings.

УДК 621.77
Таймаров М.А. – доктор технических наук, профессор
E-mail: Taimarovma@yandex.ru
Казанский Государственный Энергетический университет
Адрес организации: 420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51
Садыков Р.А. – доктор технических наук, профессор
E-mail: Sadykov_r_a@mail.ru
Лавирко Ю.В. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: lav.YU55@gmail.com
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Зависимость КПД и тепловых потоков в топках от направления крутки воздуха в горелках

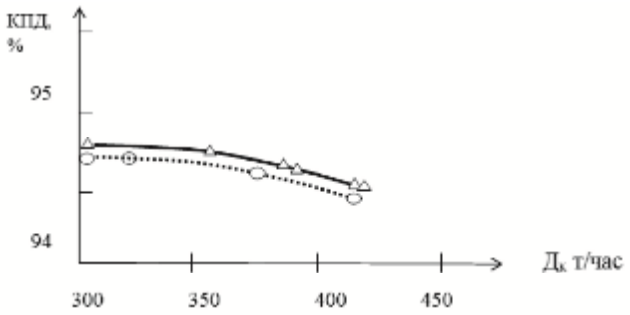
Аннотация

В работе экспериментально получено, что эффект от снижения температуры уходящих газов не так велик, как при изменении крутки воздуха в горелках. В экспериментах преимущественно менялись крутки воздуха в горелках 1-4 нижнего первого яруса. Малые значения углов закручивания воздуха на уровне первого яруса горелок способствовали повышению количества теплоты передаваемой в пароперегревателе. В целом повышение КПД при изменении крутки воздуха объясняется тем, что при изменении крутки происходит изменение конфигурации факела и перераспределение тепловосприятия по поверхностям нагрева в сторону большей доли подводимой теплоты в пароперегреватель.

Ключевые слова: котел, температура, топка, горелка, избыток воздуха, крутка, факел, тепловые потоки.

В данной работе приведены результаты экспериментов по исследованию влияния крутки воздуха в горелках на работу топок котлов. Эксперименты проведены Нижнекамской ТЭЦ (НкТЭЦ) по методике изложенной в [1, 2].

На рис. 1 представлены значения КПД котла №6 ТГМ-84Б НкТЭЦ в зависимости от нагрузки при нормальной и измененной при испытаниях крутке воздуха в горелках с единичной тепловой мощностью 50,2 МВт.



△ – значения при измененной при испытаниях крутке воздуха: 10 лев./5 лев./45 прав./5прав./45прав./45лев. Коэффициенты избытка воздуха при нагрузках 300, 355, 380, 420 т/ч соответственно 1,095, 1,045, 1,042, 1,047. Температура уходящих газов соответственно 113, 117, 128, 130 °С.

◯ – значения при крутке воздуха по режимной карте: 45 прав./45 прав./30 лев./45 лев. /45 прав./45лев. Коэффициенты избытка воздуха при нагрузках 300, 320, 380, 410 т/ч соответственно 1,06, 1,06, 1,055, 1,05. Температура уходящих газов соответственно 120, 123, 131, 133 °С.

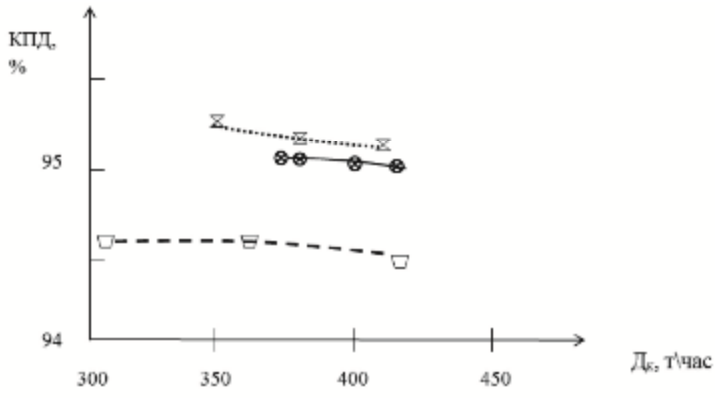
Рис. 1. КПД в зависимости от паропроизводительности Дк при различных крутках воздуха в горелках для котла ТГМ-84Б № 6 НкТЭЦ

Наличие крутки факела по номерам горелок 1-6, считая от нижнего 1-го яруса. Общая запись круток воздуха в горелка идет в последовательности: гор. № 1/гор. № 2/ гор. № 3 /гор. № 4 /гор. № 5 /гор. № 6 (например, крутка обозначена 45 прав. = 45° вправо по часовой стрелке, 10 лев.= 10° влево против часовой стрелки и т.д.)

Приведенные на рис. 1 зависимости КПД от паропроизводительности $Д_к$ при различных крутках воздуха в горелках для котла ТГМ-84Б № 6 НкТЭЦ показывают, что при измененной крутке имеет место некоторое повышение КПД. В целом повышение КПД при изменении крутки объясняется тем, что при изменении крутки происходит изменение конфигурации факела и перераспределение тепловосприятия по поверхностям нагрева в сторону большей доли подводимой теплоты в пароперегреватель.

Значения КПД на графике рис. 1 получены как средние по результатам 2-х полученных значений. Высокие значения КПД при малой нагрузке и нормальной крутке получены для условий наименьших коэффициентов избытка воздуха. При больших нагрузках и измененной крутке имели место повышенные избытки воздуха. Конструкция горелок котла № 11 ТГМ-84Б НкТЭЦ позволяет изменять направление крутки воздуха в горелках, как по часовой стрелке, так и против часовой стрелки в довольно широких пределах.

На рис. 2 приведены результаты экспериментов по исследованию влияния изменения параметров крутки на КПД котла № 11 ТГМ-84Б НкТЭЦ. Как видно из графиков рис. 2, как и в случае экспериментов на котле ТГМ-84Б № 6 НкТЭЦ (рис. 1), крутка воздуха в горелках с параметрами 20 лев./20 лев./45 лев. /45 прав./40 прав./45 лев. является более предпочтительной для повышения КПД котла № 11 ТГМ-84Б по сравнению с круткой 45 прав./45 прав./45 прав./45 лев./40 прав./45 лев. Меньшие значения КПД при крутке 45 прав./45 прав./45 прав./45 лев./40 прав./45 лев. при нагрузках в области 380 т/час обуславливаются также повышенными значениями температуры уходящих газов 123 °С по сравнению с температурой уходящих газов в среднем 120 °С при крутке 20 лев./20 лев./ 45 лев./45 прав./40 прав./45 лев. Однако этот эффект от снижения температуры уходящих газов не так велик, как при изменении крутки воздуха в горелках. В экспериментах преимущественно менялись крутки воздуха в горелках 1-4 нижнего первого яруса. Малые значения углов закручивания воздуха на уровне 1-го яруса горелок способствовали повышению количества теплоты передаваемой в пароперегревателе.



– значения при измененной крутке воздуха: 45 прав./45 прав./45 прав./45 лев./40 прав. /45 лев. Коэффициенты избытка воздуха при нагрузках 376, 380, 400, 420 т/ч соответственно 1,045, 1,085, 1,057, 1,069. Температура уходящих газов соответственно 108, 110, 111, 120 °С.

– значения при измененной крутке воздуха: 20 лев./20 лев./45 лев./45 прав./40 прав./45 лев. Коэффициент избытка воздуха при нагрузках 348, 380, 418 т/ч соответственно 1,055. Температура уходящих газов соответственно 122, 122, 108 °С.

– значения при режимной крутке воздуха: 60 прав./30 лев./60 прав./40 лев./60 прав./ 60 лев. Коэффициент избытка воздуха при нагрузках 300, 360, 420 т/ч равен 1,05. Температура уходящих газов соответственно 120, 125, 128 °С.

Рис. 2. КПД в зависимости от паропроизводительности Дк
при различных крутках воздуха в горелках для котла ТГМ-84Б № 11 НкТЭЦ

Наличие крутки факела по номерам горелок 1-6, считая от нижнего 1-го яруса. Общая запись круток воздуха в горелка идет в последовательности: гор. № 1/ гор. № 2/ гор. № 3/гор. № 4/гор. № 5/гор. № 6 (например, крутка обозначена 45 прав. = 45° вправо по часовой стрелке, 20лев.= 20° влево против часовой стрелки и т.д.).

Большие углы крутки способствовали увеличению количества теплоты передаваемой экранным испарительным поверхностям, что приводило к генерации большого количества пера с высокой влажностью. Уменьшение крутки воздуха в горелках первого яруса в сочетании с малыми коэффициентами избытка воздуха давало заметное увеличение КПД котлов. Из теории котлостроения известно, что оптимальное распределения тепловосприятия между поверхностями нагрева по газоходу котлов осуществляется с учетом давления и температуры перегретого пара (табл. 1).

Таблица 1

Распределение теплоты между поверхностями нагрева котлов

Давление перегретого пара, МПа	Температура перегретого пара, °С	Температура питательной воды, °С	Распределение теплоты между поверхностями нагрева котла, %		
			парообразующие	пароперегревательные	экономайзерные
4	440	145	62	19	19
10	540	215	49	30	21
14	570	230	39	36	25
14	570/570	230	32	46	22
25,5	565/570	260	-	58	42

Из табл. 1 видно, что с ростом давления и температуры перегретого пара повышают температуру питательной воды и снижают количество передаваемой теплоты в испарительных экранных поверхностях и повышают количество передаваемой теплоты в пароперегревателе. Поэтому в барабанных котлах среднего давления обычно экономайзер выполняют кипящего типа, т. е. таким, в котором питательная вода не только подогревается до насыщения, но и частично превращается в пар. В барабанных котлах высокого давления (14 МПа и выше) доля теплоты, используемая на парообразование, в значительной мере снижается (табл. 1), и теплоты, передаваемой в топочной камере, становится достаточно для образования требуемого количества пара, в связи с чем экономайзер выполняют некипящего типа. Прямоточные котлы также имеют некипящие экономайзеры, из которых вода переходит в парообразующие трубы через распределительный коллектор. Подача в коллектор не воды, а пароводяной смеси вызвала бы резко неравномерное ее распределение по параллельным трубам. В барабанных котлах среднего давления для покрытия недостающей парообразующей поверхности нагрева иногда применяют конвективные парообразующие поверхности нагрева – конвективные пучки.

Оптимальные значения кратностей циркуляции приведены в табл. 2. Конвективной парообразующей поверхностью нагрева в прямоточных котлах является переходная зона, вынесенная в конвективный газоход.

Таблица 2

Средние значения кратностей циркуляции в котлах

Тип парогенератора	Давление P, кг/см^2	Производительность D, т/час	Кратность циркуляции K
Парогенераторы сверхвысокого давления	140-185	200-650	8-5
Парогенераторы высокого давления	80-140	80-250	14-6
Парогенераторы среднего давления:			
а) однобарабанные, в том числе секционные;	35-80	40-200	30-20
б) двухбарабанные;	15-35	30-200	65-45
в) трех- и четырех-барабанные	13-35	30-200	55-35

Вынесенная переходная зона по конструкции представляет змеевиковый экономайзер. Ее располагают между пароперегревателем и экономайзером.

В переходной зоне заканчивается парообразование и пар доводится до слабого перегрева (на 10-20°С). Парообразующие поверхности при давлении выше 14 МПа для котлов всех систем почти исключительно располагают в топочной камере в виде топочных экранов, воспринимающих лучистую теплоту. В связи с изложенным, при экспериментах на котлах ТГМ-84Б очень важно оценить теплонапряженность топочного пространства для диагностирования эффективности сжигания топлива и для повышения КПД топки.

Изменение направления и углов крутки воздуха в горелках вызывает перераспределение падающих на экраны тепловых потоков от факела, что вызывает изменение кратности циркуляции и влияет на работу пароперегревателя. На рис. 3-5 приведены результаты измерений падающих от факела лучистых потоков через лючки № 1, 4, 6, 11 (в сечении 2 на отметках 6,6 м и 11,2 м левого и правого экрана) для котла ТГМ-84Б № 6 НкТЭЦ. В большинстве случаев при экспериментах менялось направление и величина крутки воздуха в горелках 1-го яруса.

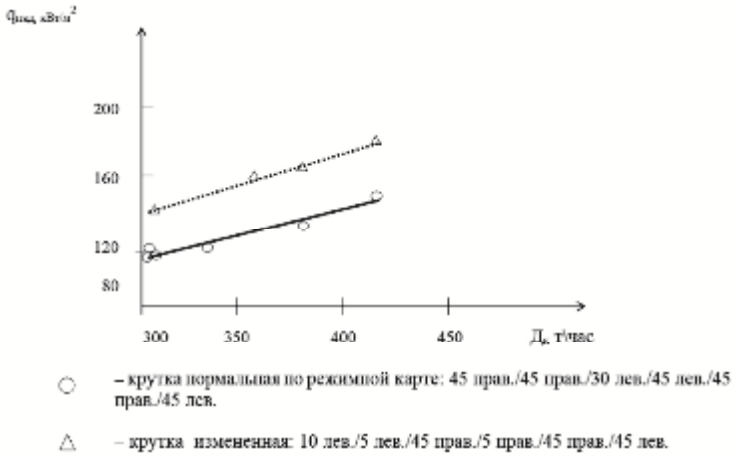


Рис. 3. Зависимость падающего на левый экран теплового потока $q_{пад}$ (кВт/м^2) от направления крутки и паропроизводительности Дк по измерениям через лючок № 1 (ближний к фронтальному экрану в сечении 2) на отметке 6,6 м для котла ТГМ-84Б № 6 НкТЭЦ

Как видно из рис. 3-5, численные значения падающего на экраны теплового потока $q_{пад}$ (кВт/м^2) по измерениям через лючки № 1, 4, 6 возрастают в среднем на 27….65 % при изменении крутки с нормальной по режимной карте: 45 прав./45 прав./30 лев./45 лев./45 прав./45 лев. на крутку: 10 лев./5 лев./45 прав./5 прав./45 прав./45 лев. для номинального значения паропроизводительности $Д_к$=380 т/час. Исключение составляют падающие потоки по измерениям через лючок № 11 правого экрана на отметке 11,2 м.

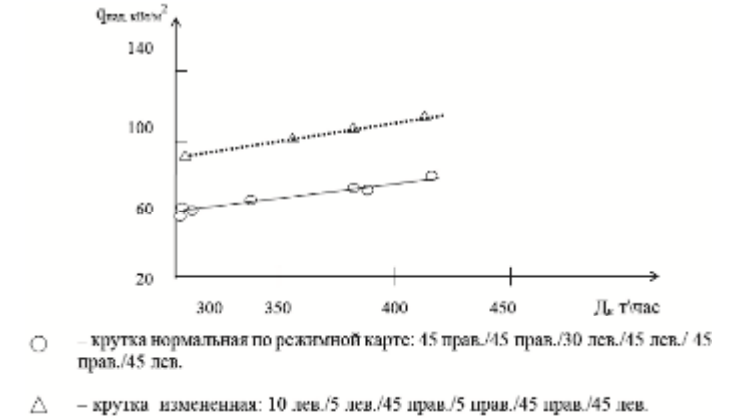


Рис. 4. Зависимость падающего на левый экран теплового потока qпад (кВт/м^2) от направления крутки и паропроизводительности Дк по измерениям через лючок № 6 (ближний к фронтальному экрану в сечении 2) на отметке 11,2 м для котла ТГМ-84Б № 6 НкТЭЦ

По результатам измерений через лючок № 11 правого экрана на отметке 11,2 м измерение направления и величины крутки воздуха с нормальной по режимной карте: 45 прав./45 прав./30 лев./45 лев./45 прав./45 лев. на крутку: 10 лев./5 лев./45 прав./5 прав./45 прав./45 лев. сказывается на увеличении значения падающего от факела на экран теплового потока фактически очень мало.

Увеличение для нагрузки 380 т/час падающего от факела на экран теплового потока составляет около 16 % и уменьшается по мере снижения паропроизводительности $Д_к$. Это можно объяснить тем, что для горелки № 3 первого яруса направление крутки изменилось на противоположное с увеличением угла крутки с 30° по режимной карте до 45°.

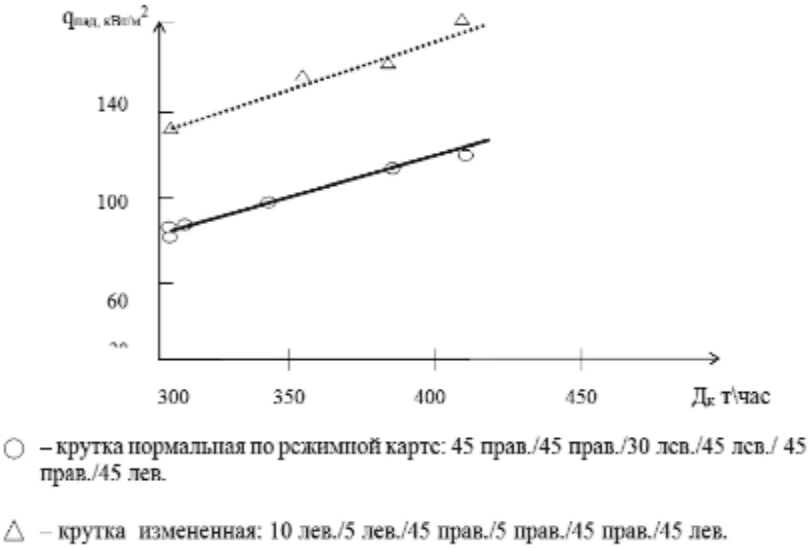


Рис. 5. Зависимость падающего на правый экран теплового потока $q_{пад}$ (кВт/м^2) от направления крутки и паропроизводительности $Д_к$ по измерениям через лючок № 4 (ближний к фронтальному экрану в сечении 2) на отметке 6,6 м для котла ТГМ-84Б № 6 НкТЭЦ

Для горелок № 1 и № 2 уменьшение угла крутки составляло соответственно 35° и 40°, а для горелки № 3 наоборот увеличение угла крутки составило 15° и для горелки № 4 уменьшение угла крутки составило 40°, также как и для горелки № 2.

Список библиографических ссылок

1. Таймаров М.А. Совершенствование сжигания топлив в энерготехнологических агрегатах. – Казань: КГЭУ, 2010. – 136 с.
2. Таймаров М.А. Лабораторный практикум по курсам «Котельные установки и парогенераторы». – Казань: КГЭУ, 2004. – 108 с.
3. Блинов Е.А. Топливо и теория горения. Раздел подготовки и сжигания топлива: Учеб.-методич. комплекс (учебное пособие). – СПб.: Изд.-во СЗТУ, 207. – 119 с.
4. Винтовкин А.А., Ладыгичев М.Т., Голдобин Ю.Н. Технологическое сжигание и использование топлива. – М.: Металлургия, 1998. – 286 с.
5. ГОСТ 29134-91 Горелки газовые промышленные. Методы испытаний. – 21 с.
6. Спейнер В.А., Горбенко А.Д. Повышение эффективности использования газа и мазута в энергетических установках. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 184 с.
7. Винтовкин А.А. Современные газогорелочные устройства. – М.: Машиностроение, 2001. – 496 с.
8. Мурин Т.А. Теплотехнические измерения. – М.: Энергоиздат, 1990. – 554 с.

Taymarov M.A. – doctor of the technical sciences, professor
E-mail: Taimarovma@yandex.ru
Kazan State Power University
The organization address: 420066, Russia, Kazan, Krasnoselskaya st., 51
Sadykov R.A. – doctor of the technical sciences, professor
E-mail: Sadykov_r_a@mail.ru
Lavirko Yu.V. – candidate of the technical sciences, associate professor
E-mail: lav.YU55@gmail.com
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Dependence of efficiency and thermal streams in fire chambers from the direction of a twist of air in torches

Resume

Modes of operation of the boiler TGM-84B with the first tier of burners for small angles of twist peripheral air is preferable to increase the efficiency in comparison with modes at large angles of twist. Small angles of twist of air at the first tier of burners helped to raise the amount of heat transmitted to the superheater. Effect of the air excess factor for efficiency, compared the influence of a twist in the air of the first tier of burners, it affects less. Increasing the exhaust gas temperature of up to 10? C also has an effect in at least a reduction in efficiency, as compared with the increase of the . twist angle of from 20 to 45 Effect of changes in the angle of twist of the two air burners second layer affects the efficiency in the least, as the quantity of air at twisting half, compared with simultaneous twist air burners of the first tier. . In general, higher efficiency when changing the twist due to the fact that when the twist changes the configuration of the torch heat absorption and redistribution by heating surfaces toward a greater proportion of the heat input into the superheater.

Keywords: copper, temperature, fire chamber, torch, excess of air, twist, torch, thermal streams.

Reference list

1. Taymarov M.A. Improvement of burning of fuels in power technological units. Scientific publication. – Kazan: KGEU, 2010. – 136 p.
2. Taymarov M.A. A laboratory workshop on the courses «Boiler Installations and Steam Generators». – Kazan: KGEU, 2004. – 108 p.
3. E.A. Toplivo's pancakes and theory of burning. The section – preparation and burning of fuel: Studies. complex (educational to a posobiya). – SPb.: Prod. in SZTU, 207. – 119 p.
4. Vintovkin A.A., Ladygichev M.T., Goldobin Yu.N. Technological burning and use of fuel. – M.: Metallurgiya, 1998. – 286 p.
5. GOST of 29134-91 Torch the gas industrial. Test methods. – 21 p.
6. Speyner V.A., Gorbenko A.D. Increase of efficiency of use of gas and fuel oil in power stations. – M.: Energoatomizdat, 1991. – 184 p.
7. Vintovkin A.A. Modern gas burner devices. – M.: Mashinostroeniye, 2001. – 496 p.
8. Murin T.A. Heattechnical measurements. – M.: Energoizdat, 1990. – 554 p.

УДК 628.315
Андреева С.А. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: saandreeva@mail.ru
Хузиахметова К.Р. – студент
E-mail: Karina261996@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Комплексный подход к очистке высококонцентрированных сточных вод

Аннотация

Статья посвящена определению условий требуемой глубины физико-химической очистки сточных вод от органических примесей, обеспечивающих повышение их доступности для биодеградации. Показана возможность извлечения из сточных вод фенола и других органических примесей. Предложенная методика экстракционной очистки способствует повышению качества эффективности и интенсивности протекания процесса обезвреживания стоков. Использование методики закисления производственных сточных вод позволяет снизить растворимость органических веществ в воде, упростив тем самым процесс удаление примесей из очищаемой воды.

Ключевые слова: сточные воды, окисление, экстракция, степень очистки, концентрация, химический состав, исследования, сложность компонентного состава, химическое потребление кислорода.

Введение

Вопросы комплексной очистки сточных вод особенно актуальны в последние годы, в связи с тем, что экологические требования к степени очистки используемой воды предприятиями постоянно ужесточаются. Трудности решения вопросов очистки стоков безусловно связаны со сложностью и непостоянностью состава, а также внушительными экономическими затратами на аппаратурное оформление и реагенты. Многообразие систем по химическому составу и условиям образования диктует проведения индивидуальных исследований для каждого конкретного случая. Многокомпонентность состава сточных вод не позволяет применять стандартные технологии водоочистки и требуют комплексного подхода к способам очистки.

Основная часть

Задача очистки промышленных сточных вод от растворенных в воде органических веществ представляет собой одну из наиболее значимых и одновременно труднорешаемых. Вопреки тому, что по данной теме ежегодно публикуется не малое количество и отечественных и зарубежных разработок, данную задачу нельзя считать решенной. Оснований этому несколько. Во-первых, системы очень разнообразны по своему компонентному составу и факторам образования и вызывают необходимость выполнения отдельных изысканий для каждого конкретного случая. Во-вторых, химический состав стоков чаще всего не постоянен, ввиду особенностей технологических процессов и прохождения большого количества побочных реакций. В-третьих, сама технология очистки стоков предполагает соблюдение определенных условий, которые не всегда возможно соблюсти на практике. И еще одна важная причина остростоящего вопроса очистки стоков – это большая затратность реагентов и аппаратурного оформления. Зачастую упускается вопрос экологичности самого процесса очистки стоков, поскольку необходима регенерация используемых реактивов, переработка или захоронение отходов. Совокупность перечисленных причин создает большие сложности в организации процесса полной очистки воды для большинства предприятий. Поэтому поиск новых эффективных, экологичных и экономичных способов очистки промышленных сточных вод является по-прежнему актуальным.

Как правило, в фундаментальных исследованиях по данной проблеме рассматриваются модельные системы, состоящие из воды и основной примеси. Наличие

сопутствующих веществ в стоке, обуславливающих сложность компонентного состава системы в большинстве случаев не учитывается. Трудность оценки и учета взаимного влияния таких компонентов на процессы идущие внутри системы осложняют процесс очистки сточных вод или делают его не возможным на практике. Таким образом, вещества присутствующие в стоках в том или ином количестве, а так же качестве (диссоциированном и недиссоциированном виде) препятствуют применению стандартных технологий водоочистки и требуют комплексного подхода к способам очистки сточных вод сложного состава [1].

Исследуя сточные воды производства стирола, нами была обнаружена не стабильность основных физико-химических характеристик (табл.)

Таблица

Физико-химические характеристики сточной воды производства стирола

№	Показатели	Пробы					
		1	2	3	4	5	6
1	Внешний вид	корич. прозрач. жидкость	корич. жидкость с оранж пленкой на поверхности	красн. мутная жидкость	бесцв. жидкость с темной маслянист. пленкой на поверхности	желто-корич. мутная жидкость	темно-корич. жидкость
2	pH	9,00	9,00	9,52	6,20	9,28	10,96
3	ХПК, гO_2/л	92,30	74,44	94,20	31,22	57,71	892,00
4	ХПК после отделения взвешенных частиц, гO_2/л	92,30	68,47	89,25	27,94	54,35	868,00
5	Сухой остаток, г/л	48,10	32,40	44,70	13,10	18,60	97,00
6	Прокаленный остаток, г/л	17,90	18,70	17,20	6,70	7,50	42,00

Из таблицы видно, что среднее значение показателя химического потребления кислорода (ХПК) изменяется в широких пределах и может достигать 900 г O_2/л, что указывает на наличие высоких концентраций органических компонентов в пробах сточных вод и их многокомпонентности.

Наше исследование посвящено определению условий и требуемой глубины очистки сточных вод, обеспечивающих наибольшую доступность стоков для последующей биодеградации.

Для определения природы компонентного состава сточной воды было проведено разделение примесей путем перегонки стока досуха. Результаты показали, что 30 % от показателя ХПК составляет вклад органических соединений, летучих с водяным паром, а 70 % ХПК формируют примеси органики, содержащиеся в остатке. Остаток перегонки представляет собой вязкую маслянистую массу темно-коричневого цвета. Полученные данные позволяют говорить о том, что большая часть примесей представляет собой органические соединения, имеющие высокую температуру кипения и не образующие с водой азеотропных смесей.

Поиск способа очистки промышленного стока производства стирола проводили путем апробации методов, широко применяемых в технологии очистки сточных вод от эмульгированных и растворенных органических примесей, таких как перегонка, жидкофазное и парофазное окисление, озонирование, экстракция [2]. В промышленности широко применяется энергоемкий метод выпарки при котором из паровой фазы получается концентрат и чистая вода. Температура данного термического парофазного окисления органических примесей равна 800-1000 ^{0}C, при этом испарение сточной воды в реакторе происходит при избытке воздуха, что и делает такой метод экономически затратным. Пользуются таким методом в случае, когда стоки, загрязненные

углеводородами уже имеют необходимую температуру или в тех случаях, когда требуется получать высокочистую воду для специальных целей. Жидкофазное окисление позволяет очищать воду с достаточно высоким диапазоном концентраций от сотен мг/л до нескольких г/л, причем без увеличения времени пребывания в реакторе. Процесс ведется при температуре 200-300 ^{0}С и давлении 10-15 МПа, при этом степень очистки сточных вод может достигать порядка 80-100 %. Однако, наряду с достоинством такого метода – возможностью полного обезвреживания стоков, данный способ очистки предполагает использование сложной аппаратуры, изготовленной из дорогих конструкционных материалов. Кроме того весь тракт высокого давления требует использования высоколегированных сталей. Часто для глубокой очистки сточных вод с малой концентрацией органических веществ используется метод озонирования. Необходимо учитывать, что в таком способе очистки могут оставаться промежуточные продукты окисления углеводородов, если состав органики в сточных водах был более сложным. Данные продукты не поддаются дальнейшему разрушению, а они более опасны и токсичны, чем исходные вещества. При несоблюдении времени контакта очищаемой воды с озоном, реакция окисления идет не до конца, то есть не до образования углекислого газа и воды, и выделяются очень опасные кислородсодержащие органические соединения. В данном случае сточные воды имеют не стабильный химический состав, что делает процесс их очистки озоном невозможным, поскольку описанный процесс имеет высокую чувствительность к составу загрязнений. В промышленности широко применяют экстракцию, которая заключается в разделении смеси твердых или жидких веществ с использованием избирательных (селективных) растворителей. Более эффективна экстракция смесью двух растворителей, чем применение отдельных веществ (синергетический эффект). Для этого используются вещества, выступающие в качестве растворителей органических компонентов состава очищаемой воды. Такими веществами чаще всего выступают бензол, этилбензол, простые и сложные эфиры, антраценовое масло, бутилацетат. Основную роль в процессе экстракции играет водородный показатель (pH) сточной воды, так как он влияет на изменение растворимости веществ и взаимной растворимости органической и водной систем. Достоинством метода экстракции является возможность разделения смесей, состоящих из близкокипящих компонентов, высокая степень очистки (80-90 %), простота аппаратуры и доступность ее автоматизации [3, 4, 5]. Таким образом, проанализировав описанные методы очистки концентрированных сточных вод, нами был выбран метод экстракции с предварительным закислением стока. Именно этот метод представляет практический интерес, поскольку в качестве растворителя может применяться имеющийся на производстве этилбензол.

В процессе проведения экспериментов установлено, что подкисление стока минеральными кислотами позволяет выделить из воды, в отдельную фазу, значительную часть органических составляющих компонентов примесей сточных вод. Эти примеси хорошо растворяются в органических растворителях и растворах щелочей. Количество выделяемой органической фазы зависит от глубины подкисления стока. Вероятно, при высоких значениях pH (щелочная среда) сточной воды эти примеси находятся в диссоциированной форме, а при подкислении переходят в недиссоциированную форму, и обладая малой растворимостью в воде, образуют отдельную фазу.

Для определения природы компонентов, выделяемых из подкисленной сточной воды и остающихся в водной фазе, был выполнен хроматографический анализ. Хроматограммы представлены на рис. 1-2.

Анализ показал, что органическая фаза состоит главным образом из этилбензола (15,138), фенола (18,676), метилфенилкарбинола (21, 747) и ацетофенона (21,802). Водная фаза содержит в основном этанол (3,115), фенол (18,581), пропиленгликоль (9,911) и метилфенилкарбинол (21,408).

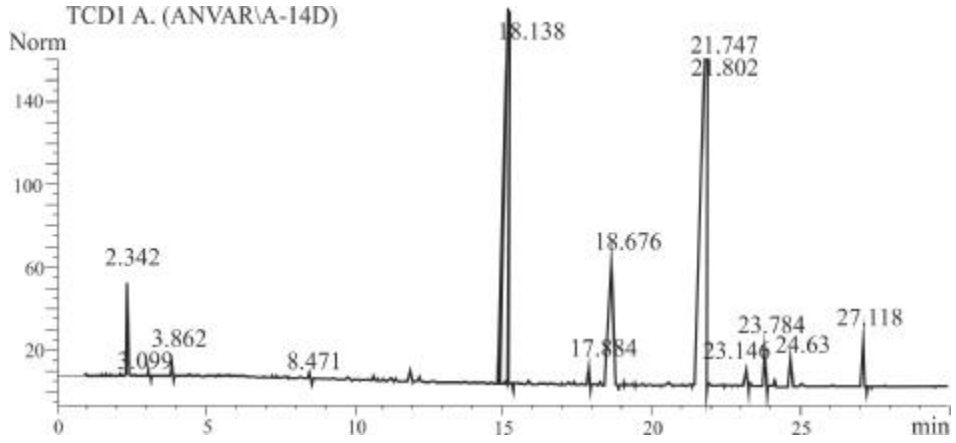


Рис. 1. Хроматограммы примесей сточных вод содержащихся в органической фазе

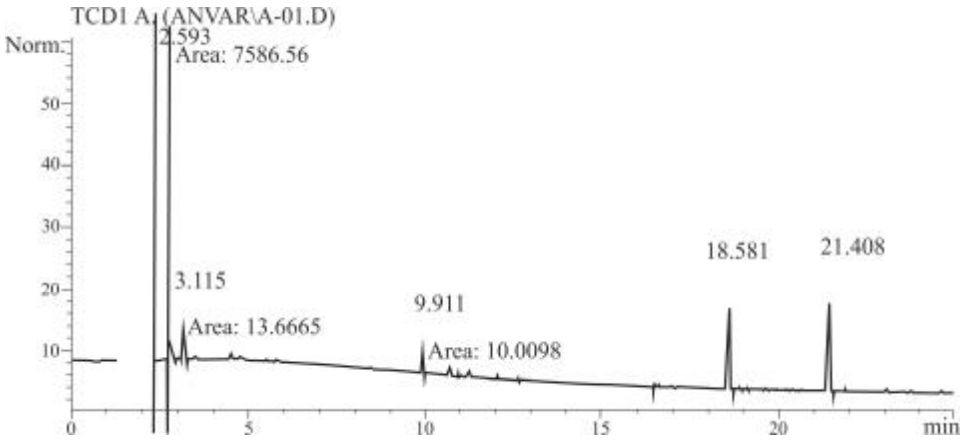


Рис. 2. Хроматограммы примесей сточных вод содержащихся в водной фазе

Обнаружено, что выделяемые из подкисленного стока органические компоненты имеют плотности, незначительно отличающиеся от плотности воды, в связи с этим органические составляющие плохо отделимы от водной фазы простым отстаиванием. В опытах наблюдалось всплывание, прилипание или размазывание по стенкам реакционной емкости выделяемых органических компонентов смеси, что в свою очередь осложняет процесс отделения примесей простым отстаиванием. Для надежного извлечения выделенных компонентов необходимо использовать органические растворители. Из выделенных компонентов фенол является самым токсичным. Фенол оказывает губительное действие на микро и макроорганизмы, поэтому производственные стоки с наличием в них такого компонента с трудом поддаются биологическому обезвреживанию [6, 7]. Содержание фенолов в сточных и природных водах, в воздухе промышленных предприятий строго контролируется. Даже небольшое присутствие канцерогенов фенольного ряда делает вкус и запах воды, а так же и мяса рыб неприятным, вызывая настороженность их использования человеком. При окислении фенолов затрачивается большое количество кислорода растворенного в воде. Заниженное содержание кислорода в водоеме приводит к гибели живущих в нем микроорганизмов, в том числе и активного ила на станциях биологической очистки, вызывая тем самым недоступность таких стоков для биодеградации [8, 9].

Одним из эффективных способов очистки фенольных сточных вод является экстракция фенолов органическими растворителями. Поэтому подбор растворителя вели с учетом возможности максимального извлечения фенолов из сточных вод в целях повышения эффективности дальнейшей биологической очистки. Мы сравнили эффективность очистки стока этилбензолом, октиловым спиртом, бутил и амилацетатом. Принимая во внимание роль подкисления стока в создании условий выделения из воды примесей, мы исследовали влияние глубины подкисления на степень очистки воды и

природы растворителя на эффективность экстракции. Степень очистки стока контролировали по величине ХПК. В ходе эксперимента pH изменяли в широких пределах от 1 до 10. Объем растворителя, приливаемого к сточной воде, составлял 10 % от объема стока. Полученные результаты представлены на рис. 3.

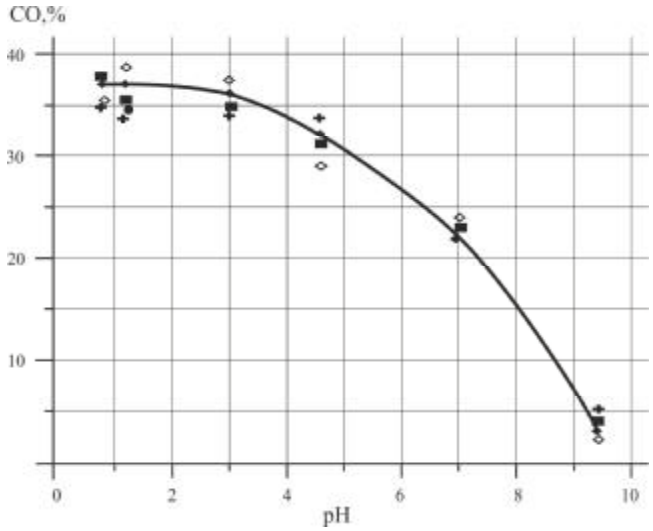


Рис. 3. Зависимость степени очистки по показателю ХПК
от pH сточной воды и природы экстрагента.
Экстрагенты: этилбензол (◊); октиловый спирт (●); бутилацетат (+); амилацетат (♦)

Анализ опытных данных показал, что максимальный эффект очистки достигается в области низких значений pH очищаемых вод. Природа органического растворителя не оказывает существенного влияния на степень очистки стока от трудноокисляемых компонентов примесей стоков. В результате поставленных экспериментов по очистке сточных вод удалось снизить показатель загрязненности трудноокисляемыми органическими веществами (ХПК=40гO_2/л). Возможность достигать такого уровня степени очистки позволяет направлять стоки на дальнейшую доочистку с помощью биологического обезвреживания.

Заключение

1. Очистка сточных вод, загрязненных органическими веществами должна носить комплексный характер, учитывающий многокомпонентность состава.
2. На основании требований предъявляемых к состоянию воды и ее объему подбирается наиболее эффективный и экономичный метод очистки
3. Эффективность экстракционной очистки стоков нагруженных органическими компонентами возрастает с понижением уровня водородного показателя pH (кислотности).
4. Природа органического растворителя – экстрагента не оказывает существенного влияния на степень экстракционной очистки сточных вод.

Список библиографических ссылок

1. Ахметова Р.Т., Строганов В.Ф., Медведева Г.А. Техника и технология утилизации и переработки промышленных отходов в композиционные материалы строительного назначения: Монография. – Казань: Изд-во КГАСУ, 2015. – 164 с.
2. Бродский В.А., Кондратьева Е.С., Якушин Р.В., Курбатов А.Ю., Артёмкина Ю.М. Анализ перспективных физико-химических методов обработки и обезвреживания воды, содержащей высокотоксичные химические вещества и микроорганизмы // Химическая промышленность сегодня, 2013, № 2. – 52 с.

3. Современные технологии очистки природных и сточных вод; библиогр. Список лит. / Научная библиотека ЮЗГУ; сост. Е.И. Колесникова. – Курск: ЮЗГУ, 2011.
4. Будыкина Т.А. Процессы и аппараты защиты гидросферы: учебное пособие. – М.: Академия, 2010. – 288 с.
5. Молоканов Д.А. Комплексный подход к очистке сточных вод // Экология производства, 2011, № 5. – С. 79-81.
6. Новрузов К.М. Основы экстракционной очистки высоконцентрированных сточных вод // Вода: химия и экология, 2009, № 12. – С. 35-39.
7. URL: http://medviki.com/ (дата обращения: 25.10.2015).
8. Михалева М.С., Егуткин Н.Л. Сравнительная эффективность экстрагентов фенола при его извлечении из водных растворов // Башкирский химический журнал, 2013, № 1, том 15. – С. 70-72.
9. Грушко Я. М. Вредные органические соединения в промышленных сточных водах: справочник. – М.: Химия, 1989. – 286 с.

Andreeva S.A. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: saandreeva@mail.ru
Khuziakhmetova K.R. – student
E-mail: Karina261996@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

An integrated approach to the purification of highly concentrated wastewater

Resume

The integrated waste water treatment is particularly relevant in recent years, due to the fact that environmental requirements for the purity of the water used by enterprises are constantly being tightened. Difficulties address wastewater certainly associated with the complexity and instability of the composition, as well as imposing economic costs on hardware design and reagents. The variety of systems on the chemical composition and the conditions of education dictates of individual studies for each case. The multicomponent composition of the wastewater does not allow the use of standard technology of water treatment and require a comprehensive approach to methods of cleaning. The article is devoted to the definition of conditions required depth physical and chemical treatment of wastewater from organic impurities that enhance their accessibility to biodegradation. The possibility of extracting phenol from waste water and other organic impurities. The proposed method of extraction process improves the quality and efficiency of the intensity of the process of neutralization of effluents. Using the techniques of acidification of industrial waste water reduces the solubility of organic substances in the water, thereby simplifying the process of removing impurities from the treated water.

Keywords: wastewater, oxidation, extraction, purification rate, concentration, chemical composition, research, the complexity of the component composition, the chemical oxygen demand.

Reference list

1. Akhmetov R.T., Stroganov V.F., Medvedev G.A. Technique and technology of processing and recycling of industrial waste in composite materials constructions: Monograph. – Kazan: KGASU, 2015. – 164 p.
2. Brodsky V.A., Kondratyev E.S., Jakushin A.V., Kurbatov A.Yu., Artemkina Yu.M. Analysis of promising physical and chemical methods of treatment and disposal of water containing toxic chemicals and microorganisms // Chimiheskaya promishlennost segodnia, 2013, № 2. – 52 p.
3. Current technologies to clean water and sewage; refs. List litas. / Scientific Library SWSU; comp. E.I. Kolesnikova. – Kursk: UZGU, 2011.

4. Budykina T.A. Processes and devices of protection of hydrosphere: educational posobie. M.: The Academy, 2010. – 288 p.
5. Molokanov D.A. An integrated approach to wastewater treatment. // Ecologiya proizvodstva, 2011, № 5. – P. 79-81.
6. Novruzov K.M. Fundamentals of extraction process highly concentrated waste water // Water; chemistry and ecology, 2009, № 12. – P. 35-39.
7. URL: http://medviki.com (reference date: 25.10.2015).
8. Mikhalev M.S., Egutkin N.L. Comparative efficiency of extractants phenol during the extraction from aqueous solutions // Bashkirskiy himicheskiy jurnal, 2013, № 1, Vol. 15. – P. 70-72.
9. Grushko Y.M. Harmful organic compounds in industrial waste waters: a handbook. – M.: Himiya, 1989. – 286 p.

УДК 536.24:532.52
Володин Ю.Г. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: yu.g.volodin@mail.ru
Марфина О.П. – кандидат технических наук
E-mail: o_marfina@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

О границах применения математической модели нестационарного течения несжимаемого газа в осесимметричных каналах

Аннотация

Для математической модели турбулентного пограничного слоя, разработанной с позиций параметрических методов и описывающей нестационарное неизотермическое течение несжимаемого газа в осесимметричных каналах с теплообменом, определены границы применения. В рассмотренной математической модели уравнения движения, неразрывности и энергии, замыкающие соотношения для коэффициентов трения и теплоотдачи при соответствующих краевых условиях позволяют выполнить анализ влияния конкретного воздействия на процессы переноса с последующим синтезом явлений – изучением их совместного воздействия и установления корреляционных связей между ними.

Ключевые слова: границы, нестационарность, неизотермичность, математическая модель, газовый поток, осесимметричный канал.

Математическое моделирование физических явлений является весьма перспективным направлением научных исследований. Однако не всегда та или иная математическая модель адекватно описывает физическое явление. Причины здесь разные. Использование математических моделей для описания физических явлений ограничивается рамками принимаемых допущений, что в итоге описывается границами применения рассматриваемой математической модели.

В работах [1, 2] приведена математическая модель нестационарного неизотермического течения несжимаемого газа в осесимметричных каналах и проведено численное исследование нестационарного неизотермического течения несжимаемого газа в условиях внутренней задачи. На основе выполненных численного исследования и физического эксперимента [2, 3] определим границы применимости приведенной математической модели.

При выполнении численного исследования показано, что ускорение потока приводит к увеличению, а замедление – к уменьшению относительного коэффициента трения Y_S. Причем, $\bar{\tau}'_w$ – обобщающий параметр трения, аккумулирует воздействие продольного градиента давления и нестационарности, т. е. ускорение или замедление потока, обусловленные изменением геометрии обтекаемой поверхности либо переменными во времени параметрами потока, формирующими один из видов нестационарности. Известно, что в диффузорах при больших углах раскрытия происходит отрыв пограничного слоя.

Согласно [4] обобщающий параметр трения равен:

$$\bar{\tau}'_w = -\frac{2\delta}{C_f}\times\frac{1}{w_0^2}\frac{\partial w_0}{\partial t} - \frac{2\delta}{C_f}\times\frac{1}{w_0}\frac{\partial w_0}{\partial x} - \frac{\delta}{r_0} = z + \Lambda - \frac{\delta}{r_0}. \qquad (1)$$

При отрыве пограничного слоя:

$$\bar{\tau}'_{w0} = 2Y_S + \Lambda_0 + z_0 - \frac{d}{r_0}Y_S. \qquad (2)$$

Здесь Λ_0 – параметр продольного градиента давления, z_0 – параметр динамической нестационарности. В точке отрыва величина Y_S стремится к нулю и $\bar{\tau}'_{w0} \to \bar{\tau}'_{w0кр}$. В рассматриваемом случае нестационарного течения отрыв потока может произойти не за счет пространственного изменения характера течения обтекаемой поверхности, а в

результате временных его эволюций. Действительно, величина параметра продольного градиента давления Λ_0 в конфузорном канале и на начальном участке цилиндрического канала отрицательна всегда, так как $\frac{\partial w_0}{\partial x} > 0$. В тоже время параметр динамической нестационарности z_0 при $\frac{\partial w_0}{\partial t} < 0$ положителен. Может сложиться ситуация, когда $|z_0|$ много больше $|\Lambda_0|$ и параметр $\tau_{w0} \to \tau_{w0кр}$, т.е. причиной отрыва будет являться нестационарность. Тогда проинтегрируем выражение (3):

$$\sqrt{\frac{C_f}{C_{f_0}}} = \sqrt{Y_S} = \frac{2\chi(1-w_1)\ln\xi_{10}}{(1-w_{10})\left[1+\sqrt{\varphi_h+(1-\varphi_h)w_1}\right]A}. \quad (3)$$

Здесь $A = \int_{x_1}^{1} \sqrt{\tau/\tau_0}\,\frac{\partial x}{x}$, w_{10} *и* x_{10} значения относительной скорости на границе вязкого подслоя и его толщина в стандартных условиях. Из выражения (3) видно, что конечная реализация зависимости связана с распределением касательных напряжений (4-5) [4, 5]:

$$\frac{\tau}{\tau_0} = 1 + \frac{\tau_w' x}{Y_S(1+2\chi)};\ \tau_{w0}' \geq 0; \quad (4)$$

$$\frac{\tau}{\tau_0} = 1 + \frac{(Y_S+\tau_{w0}')x}{(1-\chi)Y_S} - \frac{(Y_S+\tau_{w0}')x^d}{(1-\chi)Y_S};\ \tau_{w0}' \leq 0, \quad (5)$$

Соотношения (3)-(5) совместно с зависимостями для относительных толщин вязкого подслоя и скорости на его границе [4]:

$$\xi_1 = 11{,}6\left\{\mathrm{Re}_w^{**}\frac{\delta}{\delta^{**}}\sqrt{\frac{C_f}{2}\left(1+\tau_w'\frac{\xi_1}{2}\right)}\right\}^{-1} \quad (6)$$

и

$$w_1 = \mathrm{Re}_w^{**}\frac{d}{d^{**}}\left\{\frac{C_f}{2}\chi_1\left(1+\tau_w'\frac{x_1}{2}\right)\right\} \quad (7)$$

образуют систему уравнений, которая при заданных значениях Re^{**}, τ_{w0}', φ_h и $\frac{d}{r_0}$ позволяет рассчитать эволюцию относительного коэффициента трения.

Разрешая полученный результат относительно $\tau_{w0кр}'$ при $Y_{\text{å}} = 0$, находим:

$$\tau_{w0кр}' = 2\left\{\frac{2\chi(1-\omega_{1кр})}{\left[1+\sqrt{\varphi_h+(1-\varphi_h)\omega_{1кр}}\right]\sqrt{C_{f0}/2}\,\ln|C|}\right\}^2, \quad (8)$$

где

$$C = 2\left(1+\sqrt{\frac{3}{2}}\right)^2\left(\sqrt{1+2\xi_{1кр}}-\sqrt{2\xi_{1кр}}\right)^2, \quad (9)$$

$$w_{1кр} = \mathrm{Re}^{**}\left(\frac{d}{d^{**}}\right)_{кр}\frac{C_{f0}}{2}\frac{\chi_{1кр}^2}{2}\tau_{w0кр}', \quad (10)$$

$$\xi_{1кр} = \sqrt{\frac{2\mathrm{Re}\left(\mathrm{Re}_w^{**}\left|\frac{d}{d^{**}}\right|_{кр}\right)^{-2}}{\frac{C_{f0}}{2}\tau_{w0кр}'}}, \quad (11)$$

$$\left(\frac{d^{**}}{d}\right)_{кр} = \int_0^1 \frac{r}{r_0} w(1-w)\left(1-\frac{y}{r_0}\cos\alpha\right)dx, \quad (12)$$

$$w_{i\text{кр}} = 1 + \frac{1 - \varphi_h}{2c^2}\frac{C_{f0}}{2}D_{i\text{кр}} - \sqrt{\left(1 + \frac{1 - \varphi_h}{2c^2}\frac{C_{f0}}{2}D_{i\text{кр}}\right)^2 - 1 + \frac{\varphi_h}{c^2}\frac{C_{f0}}{2}D_{i\text{кр}}}, \quad (13)$$

$$D_{i\text{кр}} = \sqrt{\frac{\bar{\tau}_{w0кр}}{2}}\ln\left|2\left(1 + \sqrt{\frac{3}{2}}\left(\sqrt{1 + 2x_i} - \sqrt{2x_i}\right)^2\right)\right|. \quad (14)$$

Решая (8)-(14), получим критическую величину параметра трения. Результаты решения аппроксимированы в виде логарифмической зависимости для случая $\varphi_h = 1$ и $\mathrm{Re}^{**} > 500$.

$$\bar{\tau}_{w0кр} = 23{,}21\ln\mathrm{Re}^{**} - 50{,}34, \quad (15)$$

$$w_{i\text{кр}} = x_{ikp}^{0{,}43}. \quad (16)$$

На рис. 1 приведены результаты математического эксперимента по определению критического параметра трения в функции числа Рейнольдса, построенного по толщине потери импульса, с увеличением величины которого устойчивость потока к внешнему возмущению возрастает, и величина параметра трения увеличивается. Увеличивается величина параметра трения и с уменьшением энтальпийного фактора f_h. Отсюда следует, что путем охлаждения поверхности отрыв потока можно затянуть.

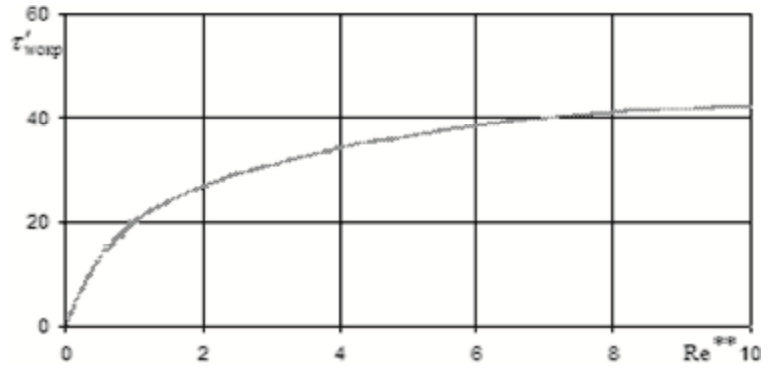


Рис. 1. Зависимость критического параметра трения в функции числа Re^{**}

Ускорение потока возникает при изменении геометрии обтекаемой поверхности (например, конфузор), при изменении во времени скорости потока (или расхода), при резком увеличении температуры рабочего тела и т. д. Известно, что при сильном ускорение потока формируется явление ламинаризации турбулентного пограничного слоя (ТПС). Количественная оценка границ явления ламинаризации чаще выполняется по величине параметра ускорения $K = -\frac{\nu}{w_0^2}\times\frac{\partial w_0}{\partial x}$, который иногда представляют в виде

$$K = \frac{\nu}{\rho_0 w_0^3}\times\frac{\partial P}{\partial x}. \quad (17)$$

Используя уравнение движения, записанное для области потенциального ядра:

$$\rho_0\frac{\partial w_0}{\partial t} + \rho_0 w_0\frac{\partial w_0}{\partial x} = -\frac{\partial P}{\partial x}, \quad (18)$$

приведем параметр K к виду:

$$K = -\frac{\nu}{w_0^2}\times\frac{\partial w_0}{\partial x} - \frac{\nu}{w_0^3}\times\frac{\partial w_0}{\partial t}. \quad (19)$$

Из выражения (19) следует, что причиной ламинаризации ТПС может являться не только пространственное ускорение, но и временное – нестационарность.

С другой стороны параметр трения $\bar{\tau}_w$, как обобщающий параметр, учитывающий влияние продольного градиента давления (пространственное ускорение) через параметр

l и влияние динамической нестационарности (временное ускорение) через параметр *z*, согласно [4] имеет вид:

$$\bar{\tau}_w' = l + z = -\frac{2\delta}{C_f}\frac{1}{w_0}\frac{\partial w_0}{\partial x} - \frac{2\delta}{C_f}\frac{1}{w_0^2}\frac{\partial w_0}{\partial t}. \quad (20)$$

В правых половинах выражений (19 и 20) присутствуют похожие слагаемые. Перепишем (19) в виде:

$$K = -\frac{\nu}{w_0}\left(\frac{1}{w_0}\times\frac{\partial w_0}{\partial x} + \frac{1}{w_0^2}\times\frac{\partial w_0}{\partial t}\right), \quad (21)$$

и (20) в виде:

$$\bar{\tau}_w' = -\frac{2\delta}{C_f}\left(\frac{1}{w_0}\frac{\partial w_0}{\partial x} + \frac{1}{w_0^2}\frac{\partial w_0}{\partial t}\right). \quad (22)$$

Слагаемые в скобках выражений (21 и 22) имеют одинаковый вид, тогда:

$$K\frac{w_0}{\nu} = \bar{\tau}_w'\frac{C_f}{2\delta}, \quad (23)$$

или

$$K = \bar{\tau}_w'\frac{\nu}{\delta w_0}\frac{C_f}{2} = \bar{\tau}_w'\frac{1}{\mathrm{Re}_\delta}\frac{C_f}{2}, \quad (24)$$

где $\mathrm{Re}_\delta = \frac{\delta w_0}{\nu}$. Таким образом, параметр ускорения *K* является функцией обобщающего параметра трения $\bar{\tau}_w'$, числа Re_δ и коэффициента трения C_f. С позиций параметрической теории ТПС параметр трения $\bar{\tau}_w'$ является обобщающей функцией, позволяющей учитывать воздействие различных дестабилизирующих факторов (нестационарность, продольный градиент давления и др.) через соответствующие факторам параметры.

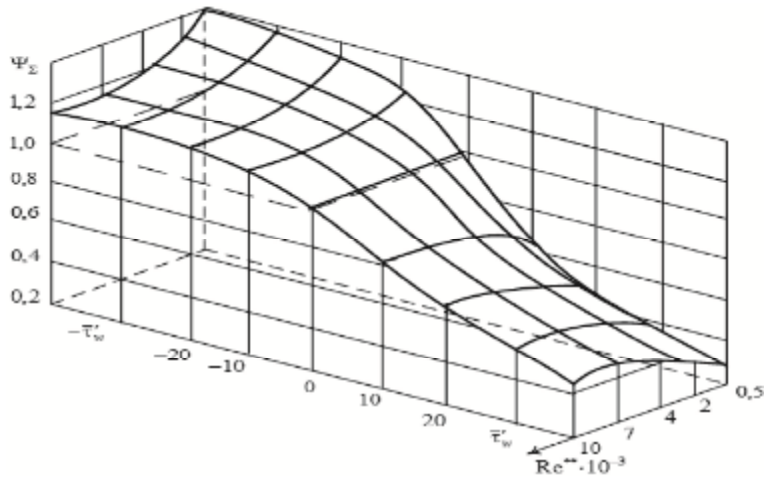


Рис. 2. Влияние параметра трения $\bar{\tau}_w'$ и числа Re^{**}
на относительный коэффициент трения в изотермических условиях

В работах [6, 7, 8], показано влияние обобщающего параметра трения $\bar{\tau}_w'$ на характеристики динамического пограничного слоя и коэффициент трения, на характеристики теплового пограничного слоя и коэффициент теплоотдачи, а также влияние изменения величин чисел Re, Re^{**}, Re_h^{**}. На рис. 2 показаны такие зависимости.

В ряде работ, посвященных ламинаризации ТПС, указываются числовые значения параметра ускорения *K*, определяющие границу области ламинаризации, а в (25) приводится обобщающая зависимость:

$$K_{кр} = 1{,}2\cdot 10^{-6} + 1{,}1\cdot 10^{-10}\cdot \mathrm{Re}^{**} + 10^{-13}(\mathrm{Re}^{**})^2. \quad (25)$$

Переходя от параметра K к параметру $\bar{\tau}'_w$ имеем:

$$\bar{\tau}'_w - \frac{K\,\mathrm{Re}_\delta}{C_f/2}. \qquad (26)$$

Если подставим в (26) значения критической величины K, то получим границу области ламинаризации ТПС на поверхности $\Psi = \frac{C_f}{C_{f0}} = f(\bar{\tau}'_w, \mathrm{Re}_\delta)$.

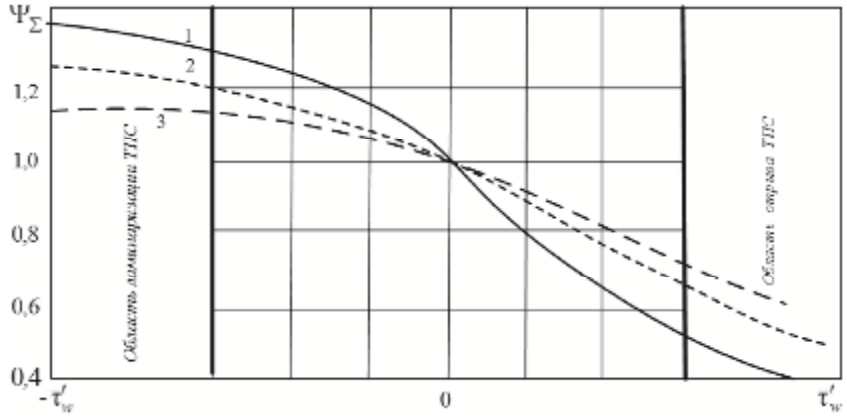


Рис. 3. Зависимость относительного коэффициента трения Ψ от обобщающего параметра трения $\bar{\tau}'_w$ и характерного числа Re^{**}: 1 – Re^{**}=400, 2 – Re^{**}=2000, 3 – Re^{**}=4000

Здесь C_{f0} определяется как $C_{f0} = \frac{0{,}0256}{\mathrm{Re}^{**0{,}25}}$. Из проведенного анализа следует, что параметр ускорения K является характеристикой динамического пограничного слоя и обозначим его через $K_{\text{дин}}$.

На рис. 3 показана зависимость относительного коэффициента трения Ψ от обобщающего параметра трения $\bar{\tau}'_w$ и характерного числа Re^{**}, а также нанесены условные границы области отрыва ТПС и области ламинаризации ТПС. Граница области отрыва ТПС определяется по выражению (8), а граница области ламинаризации ТПС по выражению (26).

Вывод

Подводя итог, следует отметить, что приведенная в [1, 2] математическая модель адекватно описывающая нестационарное неизотермическое течение с теплообменом несжимаемого газа в осесимметричных каналах в пределах, которые определяются явлением отрыва ТПС при замедлении потока и явлением ламинаризации при ускорении потока. Для определения границ применимости данной математической модели приводятся соответствующие выражения, констатирующие одно (8) либо другое (26) явления.

Список библиографических ссылок

1. Марфина О.П., Володин Ю.Г. Математическое моделирование нестационарного течения несжимаемого газа с теплообменом в осесимметричных каналах технологического оборудования. // Известия КГАСУ, 2014, № 1. − С. 155-163.
2. Володин Ю.Г., Марфина О.П. Математическое моделирование пусковых режимов энергетических установок. – СПб.: Изд. «Инфо-да», 2007. – 128 с.
3. Володин Ю.Г., Яковлев М.В. Нестационарность и ламинаризация ТПС в пусковых режимах энергетических установок. – СПб.: Изд. «Инфо-да». 2008. – 160 с.
4. 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.
5. Федяевский К.К., Гиневский А.С., Колесников А.В. Расчет турбулентного пограничного слоя несжимаемой жидкости. − Л.: Судостроение, 1973. − 256 с.

6. Володин Ю.Г., Марфина О.П. Расчет коэффициентов трения и теплоотдачи при нестационарном неизотермическом течении несжимаемого газа в осесимметричных каналах // Изв. ВУЗов. Машиностроение, 2007, № 3. – С. 21-26.
7. Володин Ю.Г., Марфина О.П. Расчет нестационарного неизотермического течения несжимаемого газа в оссесимметричных каналах энергетических установок // Изв. ВУЗов: Машиностроение, 2007, № 5. – С. 39-42.
8. Володин Ю.Г. Исследование теплообмена при пуске энергоустановки. // Теплоэнергетика, 2007, № 5. – С. 61-63.
9. Нэш-Уэббер, Оутс. Инженерный метод расчета ламинаризации течения в сопле // Теоретические основы инженерных расчетов. Сер. Д., 1972, Т. 94, № 4. − С. 205-213.

Volodin Yu.G. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: yu.g.volodin@mail.ru
Marfina O.P. – candidate of technical sciences
E-mail: o_marfina@mail.Ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

On the limits of the application of a mathematical model of unsteady compressible gas flow in axisymmetric channels

Resume

A mathematical modeling of the physical phenomena is very perspective direction of scientific researches. However not always one or another mathematical model describes the physical phenomenon adequately. Reasons are different. The use of mathematical models for description of the physical phenomena is limited to the scopes of the accepted assumptions, that in the total is described by the borders of application of the examined mathematical model. The presented mathematical model of turbulent frontier layer, for that the borders of application are certain, describes the unsteady-state non-isothermal flow of incompressible gas in axle symmetric channels with a heat exchange. Research is built on the basis of numeral decision of non-stationary equalizations of frontier layer with the use of closing correlations for the coefficients of friction and heat emission at corresponding regional.

Keywords: restrictions, unsteady-state, non-isothermal, mathematical model, gaseous flow, axle symmetric canal.

Reference list

1. Marfina O.P., Volodin Yu.G. Mathematical model the unsteady-state current non-compressible gas with heat transfer in the axle symmetric canals of technological equipment. // Izvestiya KGASU, 2014, № 1. − P. 155-163.
2. Volodin YU.G., Marfina O.P. Mathematical modeling of starting regimes at the energy plants. – SPb.: Publishing house «Info-yes», 2007. – 128 p.
3. Volodin Yu.G., Yakovlev M.V. The unsteady-state and laminarization TBL into starting regimes at the energy plants. – SPb.: Publishing house «Info-yes», 2008. – 160 p.
4. 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.
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.
6. Volodin Yu.G., Marfina O.P. Calculation coefficients friction and heat delivery at the unsteady-state non-isothermal current non-compressible gas in the axle symmetric canals. // Izvestiya vuzov. Machine construction, 2007, № 3. – P. 21-26.
7. Volodin Yu.G., Marfina O.P. Calculation the unsteady-state non-isothermal current of non-compressible gas in axle symmetric channels at the energy plants // Izvestiya vuzov. Machine construction, 2007, № 5. – P. 39-42.
8. Volodin Yu.G. Research heat transfer at the start of energy plant // Heat power engineering, 2007, № 5. – P. 61-63.
9. Nesh-Webber, Outs. Engineering method of calculation laminarization current into nozzle // Trans. ASME. Ser. D., 1972, Vol. 94, № 4. – P. 190-198.

УДК 69.027.1
Володин Ю.Г. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: yu.g.volodin@mail.ru
Марфина О.П. – кандидат технических наук
E-mail: o_marfina@mail.ru
Цветкович М.С. – аспирант
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Газодинамические характеристики отводящих стволов дымовых труб

Аннотация
В статье приведены газодинамические характеристики отводящих стволов промышленных дымовых труб. Показано, что избыточные давления внутри ствола дымовой трубы по отношению к атмосферному давлению способствуют разрушению стенок трубы. Приводятся методы расчета газодинамических характеристик потоков дымовых газов, а также результаты расчетов по одномерной и трехмерной моделям течения.
Ключевые слова: дымовая труба, дымовые газы, отводящий ствол, газодинамические характеристики, математическое моделирование.

Современная дымовая труба, как правило, состоит из несущей конструкции-оболочки, газоотводящего ствола или футеровки и фундамента. Оболочка дымовой трубы должна обеспечивать высокую прочность сооружения к воздействию собственного его веса, к ветровой нагрузке, а также к сейсмическим и метеорологическим воздействиям. В качестве оболочек для дымовых труб современных теплоэлектростанций (ТЭС) исключительное применение получили конструкции из монолитного железобетона конической формы с изменяющейся по высоте толщиной стенки. Иногда верхнюю часть трубы на определенной высоте делают цилиндрической.

Рис. 1. Сквозные отверстия в стенке. Коррозия арматуры

Выбор конструкции дымовой трубы зависит от агрессивности дымовых газов, от их состава и точки росы, от мощности электростанции и ее типа. Агрессивность дымовых газов определяется содержанием агрессивных компонентов и влаги в топливе, разностью между температурой точки росы и температурой стенки газоотводящего ствола. Основными агрессивными компонентами дымовых газов считаются серные и сернистые ангидриды. При эксплуатации монолитных железобетонных труб с кирпичной футеровкой не редко наблюдаются ситуации, когда дымовые газы, проникнув через неплотности кладки и соединившись на бетонной оболочке со сконденсировавшимися водяными парами, образуют агрессивную жидкость, которая затем диффундирует в тело бетона, достигает металлической арматуры и таким образом, осуществляет разрушающее воздействие на все сооружение (рис. 1).

В работе [1] указывается, что до последнего времени причины проникновения газов наружу ствола были недостаточно изучены. Главной из них считалась диффузия газов за счет разности концентраций агрессивных компонентов внутри трубы и снаружи. Однако, исследования, проведенные рядом авторов [2] показали, что не менее существенно на процесс проникновения газов через стенку ствола дымовой трубы влияют газодинамические факторы. Доказано, что при наличии самотяги в нижней части трубы в определенных случаях (при увеличении нагрузки на трубу) на отдельных участках внутри ствола наблюдаются избыточные статические давления, которые стимулируют и ускоряют процесс фильтрации газов наружу.

Для выявления факта наличия избыточных статических давлений внутри ствола Л.А. Рихтером [3] предложен специальный критерий:

$$R = \frac{(\lambda + 8i)p_{до}}{g\Delta\rho D_0}, \quad (1)$$

где λ – коэффициент гидравлического сопротивления ствола (для труб с кирпичной футеровкой λ обычно принимается равным 0,05); i – уклон образующей стенки ствола трубы; $p_{до}$ – динамический напор в устье ствола, Па; D_0 – диаметр устья, м; $\Delta\rho$ – разница плотностей воздуха и дымовых газов, кг/м^3 (плотность газов принимается неизменной по высоте трубы); g – ускорение свободного падения, м/с^2.

Считается, что если R меньше или равен 1, то вся труба находится под разрежением и проникновение агрессивных газов наружу невозможно. Если R больше 1, то на некоторых участках трубы возникает избыточное статическое давление на стенку, и это способствует усилению фильтрации агрессивных газов через футеровку. Проходя через швы, неплотности кладки и через поры кирпича, содержащиеся в газах водяные пары охлаждаются, конденсируются и, соединяясь с содержащимися в газах SO_2 и SO_3, образуют серную кислоту, которая, как уже отмечалось, действует на железобетонную оболочку разрушающим образом.

Из сказанного следует, что для увеличения долговечности дымовых труб необходимо изучать и создавать условия, препятствующие возникновению и развитию указанного процесса.

Газоотводящие стволы дымовых труб образуются тем или иным сочетанием конфузоров, участков постоянного поперечного сечения и диффузоров, которые обычно составляют выходную часть газоотводящих стволов. Газодинамический расчет газоотводящих труб обычно сводится к определению давлений, действующих на стенку изнутри со стороны дымовых газов с целью определения участков, где разница между этими давлениями и атмосферным давлением приобретает положительный знак. При этом создаются условия более интенсивного проникновения агрессивных компонентов дымовых газов в железобетонную оболочку, вызывая соответствующие разрушения.

Существующие методы расчета газодинамических характеристик потоков дымовых газов строятся при следующих упрощающих допущениях:

– течение изотермическое;

– рабочая среда (дымовые газы) несжимаемая ($\rho = const$);

– стенки канала непроницаемы и адиабатически изолированы;

– течение в трубе полностью сформировавшееся и стабилизированное, т.е. его характеристики по продольной координате не изменяются;

– температура дымовых газов постоянна по длине канала.

В газовыводящем тракте выделяется элементарный участок высотой dH с входным сечением f и выходным – (f+df). Разность между статическим давлением p_0 газов в устье ствола и барометрическим давлением B_0 на той же отметке равна нулю ($\Delta p_0 = 0$). В качестве линейного масштаба принимается диаметр устья D_0, а в качестве масштаба давления скоростной напор газов в устье $p_{до} = \rho w_0^2/2$ (ρ и w_0 – плотность газов и скорость их в устье).

Уравнение закона сохранения энергии для потока в стволе в случае необратимого адиабатического течения (с учетом трения газа о стенки ствола, но при отсутствии теплообмена с внешней средой и при отсутствии технической работы) записывается в виде:

$$p_1 + \left(\frac{\rho w_1^2}{2}\right) + \rho g H_1 \cong p_2 + \left(\frac{\rho w_2^2}{2}\right) + \rho g H_2 + \rho \Delta E_{т.м} \quad (2)$$

или

$$p_1 + \left(\frac{\rho w_1^2}{2}\right) - p_2 + \left(\frac{\rho w_2^2}{2}\right) + \rho g(H_2 - H_1) + \Delta p_{тр}, \quad (3)$$

где p и w – статическое давление и среднерасходная скорость в сечениях ствола с координатами H_1 и H_2. $\Delta E_{т.м}$ – потери энергии потока на преодоление трения и местных сопротивлений; $\Delta p_{тр}$ – потери давления на трение.

Разность статических давлений в стволе и барометрического давления в сечениях 1 и 2 получается равной:

$$\Delta p_1 = p_1 - B_1, \quad (4)$$

$$\Delta p_2 = p_2 - B_2, \quad (5)$$

при этом:

$$B_1 = B_1 + \rho_в g(H_2 - H_1), \quad (6)$$

где $\rho_в$ – плотность окружающей среды. С учетом выражений (4) и (6), (3) преобразуются к виду:

$$\Delta p_1 + B_1 + \rho_в g \Delta H + \left(\frac{\rho w_1^2}{2}\right) = \Delta p_2 + B_2 \left(\frac{\rho w_2^2}{2}\right) + \rho g(H_2 - H_1) + \Delta p_{тр}. \quad (7)$$

Приращение разности статических давлений на участке $\Delta H = H_2 - H_1$ канала:

$$\Delta p_1 - \Delta p_2 = \left(\frac{\rho w_2^2}{2}\right) - \left(\frac{\rho w_1^2}{2}\right) - \Delta\rho g(H_2 - H_1) + \Delta p_{тр}, \quad (8)$$

где $\Delta\rho = \rho_в - \rho$ – разность плотностей окружающего воздуха и газов в стволе.

Запишем (8) в дифференциальной форме:

$$\partial(\Delta p) = \rho w \partial w - \Delta p g \partial H + (\Delta p_{тр}), \quad (9)$$

а для $\Delta p_{тр}$ принимают:

$$\Delta p_{тр} = \frac{C_f \rho w_2^2}{2}, \quad (10)$$

где под C_f понимается локальный коэффициент трения, обусловленный тормозящим действием стенки канала, вязкостью протекающей среды и неравномерным распределением скорости в поперечном сечении потока, в общем случае переменный по длине газоотводящего ствола и существенно зависящий от режима течения, от распределения скоростей в сечениях канала, от шероховатости обтекаемой поверхности, от геометрии ствола и от целого ряда внешних возмущающих воздействий на поток.

Поделив обе части выражения (9) на $\rho w_2^2/2$ и принимая во внимание очевидные соотношения и $(w + \partial w)/w_0 = f_0/(f + \partial f)$, с учетом выражения (10) получим:

$$\partial(\Delta\bar{p}) = \partial\Theta - \partial S. \quad (11)$$

Здесь $\partial(\Delta\bar{p}) = \partial(\Delta p)/(\rho w_0^2)/2$ – относительное приращение разности статического и барометрического давлений; $\partial\Theta$ – приращение форм-параметра на участке ствола ∂H, а ∂S – относительная самотяга на том же участке:

$$\partial\Theta = -\frac{f_0^2 \partial f}{f^3} + \frac{f_0^2}{f^2}\partial C, \quad (12)$$

$$\partial S = \Delta p g \partial H/(\rho w_0^2/2) = 2\mathrm{Ar}_0(\partial H/D_0), \quad (13)$$

где Ar_0 – критерий Архимеда:

$$\mathrm{Ar}_0 = \Delta\rho \partial g D_0/\rho w_0^2.$$

После интегрирования выражения (11) по высоте газоотводящего ствола получается:

$$\Delta\bar{P} = \Theta - S = \Theta - 2\mathrm{Ar}_0 \bar{H}, \quad (14)$$

где $\bar{H} = H/D_0$ – относительная высота трубы.

Из формулы (14) видно, что форм-параметр характеризует распределение относительного перепада статического давления по высоте газоотводящего ствола при $\Delta\rho = 0$, которое зависит только от геометрических характеристик газоотводящего ствола и от состояния его внутренней поверхности.

Вопрос о режиме работы трубы решается в зависимости от величины и знака отношения:

$$\varphi = \frac{\Theta}{S} = \frac{\Theta}{2\bar{H}_к \mathrm{Ar}_0}. \qquad (15)$$

В работе [1] величина φ названа критерием газодинамического режима работы газоотводящего ствола, который представляет собой отношение суммы удельного приращения средней кинетической энергии потока и ее диссипации на участке между рассматриваемым сечением и устьем трубы к работе, совершаемой на этом участке единичным объемом газа под действием архимедовой силы. По мнению автора [1] значение j , определенного для устья газоотводящего ствола, дает ответ на вопрос: существует ли избыточное давление в верхней части ствола?

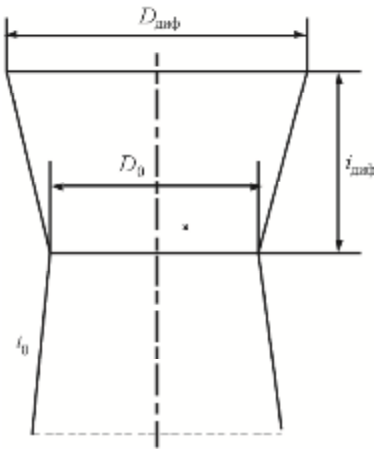


Рис. 2. Схема диффузора над устьем дымовой трубы:
$D_{диф}$ – диаметр диффузора, D_0 – диаметр устья дымовой трубы,
$l_{диф}$ – высота диффузора, i_0 – i-ая секция дымовой трубы

При необходимости для борьбы с избыточными статическими давлениями в дымовых трубах с газоотводящим стволом конической формы на выходе его рекомендуется устанавливать диффузор (рис. 2). В этом случае нулевая разность статических давлений имеет место на выходе из диффузора, а в узкой его части, примыкающей к стволу, образуется разрежение и на эту величину уменьшаются перепады между статическими давлениями газов в стволе и атмосферным давлением воздуха по высоте трубы.

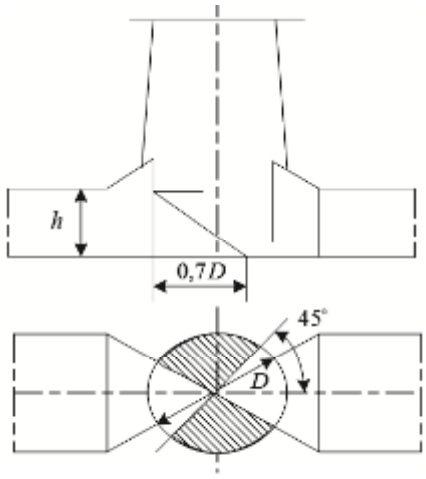


Рис. 3. Типовой цоколь газоотводящего ствола конической формы
с двухсторонним вводом газоходов:
D – диаметр основания газоотводящего ствола, h – высота газохода

Важным элементом дымовой трубы является также цокольная часть, где происходит сопряжение ствола с газоходами. При выполнении цокольной части дымовых труб должны быть обеспечены минимальные гидравлические потери при вводе, отсутствие золовых отложений и созданы условия для их изготовления индустриальными методами. При двухстороннем вводе газоходов в газоотводящие стволы конической формы рекомендуется устанавливать цоколь, представленный на рис. 3. В сечении устья $\Theta = 0$ и $S = 0$. Выражение для φ приобретает форму, полученную Л.А. Рихтером в работе [4] другим путем:

$$R_0 = \lambda_y / 2\,\mathrm{Ar}_0, \qquad (16)$$

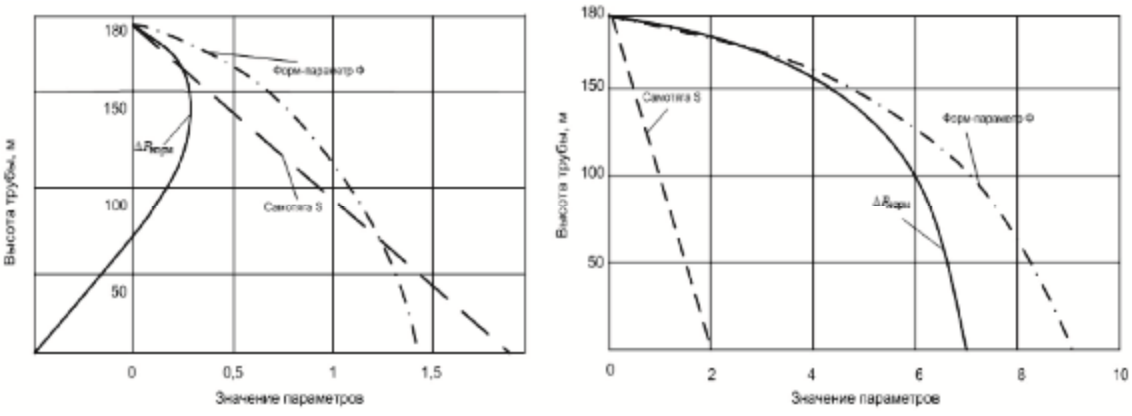
где λ_y – коэффициент сопротивления трения некоторого условного ствола, эквивалентного по своим геометрическим характеристикам участку, которым заканчивается рассматриваемый ствол. Из выражения (8) следует, что для определения газодинамических характеристик газоотводящих стволов, необходимо наряду с их геометрией знать коэффициенты потерь C_fпри движениях потоков газов в стволах.

В отводящих стволах конфузорной формы с консольными выступами для опирания футеровки местные сопротивления, обусловленные дополнительным сужением сечений ствола в местах указанных выступов, а затем внезапным расширением потока после них, предлагается учитывать, принимая увеличенным коэффициент сопротивления трения. При расчете потерь на трение на участке отводящего ствола длинной l и диаметром D пользуются обычно известной формулой Дарси-Вейсбаха [5]:

$$\Delta p_{\text{тр}} = \lambda(\rho w^2/2)\cdot(l/D), \qquad (17)$$

которая определяет потери энергии в цилиндрическом канале при стабилизированном течении жидкости через него.

Но стабилизированное течение, как известно, начинается на значительном расстоянии от входного сечения: с того места, где происходит смыкание динамического пограничного слоя и устанавливается развитый турбулентный профиль скорости. Это сечение обычно находится на расстоянии 30-50 диаметров от входа в канал (т.е. на расстоянии, соизмеримом с высотой типовой промышленной дымовой трубы). А в области начального участка картина течения (а, следовательно, и процессов тепломассообмена) существенно отличается от стабилизированного течения [5, 6, 7].



а) б)

Рис. 4. Эпюры распределения параметров $D\bar{p}$, *S*, Ф
для дымовой трубы высотой 180 метров рассчитанных:
а) по одномерной модели течения и б) по трехмерной модели течения.

$\Delta\bar{p} = \frac{\Delta p \cdot 2}{\rho_0 w_0^2}$ – перепад давления на стенку ствола со стороны дымовых газов и барометрическим давлением в соответствующем поперечном его сечении;

$S = \frac{2g\Delta\rho h}{\rho w_0^2}$, – относительная самотяга;

$\Phi = \Delta\bar{p} + S$ – форм-параметр газоотводящего канала дымовой трубы

Для описания течения дымовых газов в рабочем пространстве отводящего ствола промышленной дымовой трубы предложена трехмерная математическая модель [8], основанная на осредненных по Фавру полных уравнениях Навье-Стокса, замкнутых k-ε – моделью турбулентности с применением улучшенных пристеночных функций. Это обстоятельство позволило составить детальную физическую картину изучаемого процесса, установить наличие в значительной части внутреннего объема ствола интенсивных вторичных течений, вихревых зон, которые оказывают существенное влияние на кинематическую структуру всего потока, на характер распределения скоростей в различных его поперечных сечениях, а также на трение, теплоотдачу и массоперенос в пристеночных областях.

Вопрос о том, каковы величины давлений на стенку газоотводящего ствола дымовой трубы в различных его поперечных сечениях весьма важен при прогнозировании мест расположения наиболее уязвимых к коррозии зон его внутренней поверхности. Считается, что этот процесс особенно интенсивно протекает в тех случаях и в тех местах, где давление газов внутри ствола превышает атмосферное. Построение эпюр давлений и нахождение их характерных точек дает возможность более целенаправленно подходить к выбору геометрии газоотводящего канала при разработке проекта трубы, а также легко анализировать условия работы действующих дымовых труб при изменении режимов работы подключенного к ним оборудования. Результаты расчетов, полученные на базе одномерной модели течения дымовых газов, при построении которой был принят ряд упрощающих допущений, и которые в принципе (по причине одномерности) не способны адекватно учитывать особенности поведения потока на очень важном входном участке ствола, где течение имеет явно выраженный трехмерный характер, и от этого течения во многом зависят характеристики потока на других участках газоотводящего ствола дымовой трубы.

Главной причиной различия результатов расчетов, выполненных по одно и трехмерной моделям течений, являются закрутки в виде крупных вихрей и существенная трансформация кинематической структуры по высоте ствола. Вследствие вращательного движения потока дымовых газов в стволе появляются центробежные силы, которые создают дополнительное (к статическому) динамическое давление на его стенку. По мере продвижения потока дымовых газов к устью ствола вращательное движение ослабевает на некоторой высоте (в данном примере ≈ 30 метров) и далее постепенно вырождается. Направление движения потока становится полностью осевым с практически равномерным по сечению распределением скорости.

Трансформация кинематической структуры дымовых газов, происходящая по мере продвижения по отводящему стволу дымовой трубы, является причиной существенных неравномерностей в распределениях давлений, температуры, а также кинетической энергии турбулентности в рабочем пространстве ствола, ответственной за интенсивность протекания тепло- и массообменных процессов в трубе.

Из приведенных результатов расчетов следует вывод о том, что для обеспечения газодинамического режима в стволе, способствующего повышению коррозионной устойчивости его стенок, необходимо проведение мероприятий по предотвращению или максимальному ослаблению закрутки потоков дымовых газов в цокольной части дымовой трубы.

Список библиографических ссылок

1. Дужих Ф.П., Осоловский В.П., Ладыгичев М.Г. Промышленные дымовые и вентиляционные трубы. – М.: Теплотехник, 2004. – 464 с.
2. Рихтер Л.А. Тепловые электрические станции и защита атмосферы. – М.: Энергия, 1975. – 312 с.
3. Рихтер Л.А., Елизаров Д.П., Лавыгин В.М. Вспомогательное оборудование тепловых электростанций. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 216 с.
4. Рихтер Л.А. Аэродинамические характеристики дымовых труб // Электрические станции, 1968, № 4. – С. 11-14.
5. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя / пер. с немец. – М.: Наука, 1969. – 712 с.

6. Володин Ю.Г., Марфина О.П. Математическое моделирование пусковых режимов энергетических установок. – СПб.: Изд. «Инфо-да», 2007. – 128 с.
7. Марфина О.П., Володин Ю.Г. Математическое моделирование нестационарного течения несжимаемого газа с теплообменом в осесимметричных каналах технологического оборудования // Известия КГАСУ, 2014, № 1 (27). − С. 155-163.
8. Володин Ю.Г., Марфина О.П., Цветкович М.С. Численное моделирование турбулентного течения газов в промышленной дымовой трубе // Приволжский научный вестник, 2014, № 6. − С. 33-35.

Volodin Yu.G. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: yu.g.volodin@mail.ru
Marfina O.P. – candidate of technical sciences
Tsvetkovich M.S. – post-graduate student
Kazan State University of Architecture and Engeneering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The gas dynamic characteristics for the deferent trunks at the smoke pipes

Resume

A modern smoke pipe is complex special engineering building of tower type, consisting of bearing reinforce-concrete shell and gas-outlet barrel. The choice of construction of flue depends on a number of technological parameters among that leading position is occupied by sulphuric corrosion. Development of this process is assisted by the presence of surplus static pressures into a barrel, that stimulate and accelerate the process of filtration of smoke gases outside. For the increase of longevity of flues it is necessary to study and create terms impedimental to the origin and development of the indicated process. In the article the methods of calculation of gas-dynamic descriptions of gas streams into the taking barrel of flue are driven. In addition, shown the results of calculations on unidimensional and three-dimensional to the models of flow of smoke gases to industrial smoke pipe.

Keywords: smoke pipe, smoke gases, deferent trunk, gas dynamics characteristics, mathematical modeling.

Reference list

1. Dugeh F.P., Osolovskey V.P., Ladegichev M.G. The industrial smoke and ventilation pipes. – M.: Heat technician, 2004. – 464 p.
2. Rihter L.A. Heat electrical stations and defence atmosphere. – M.: Energy, 1975. – 312 p.
3. Rihter L.A., Elizarov D.P., Lavegin V.M. Auxiliary equipment heat electrical stations. – M.: Energy atom publishing house, 1987. – 216 p.
4. Rihter L.A. The aerodynamic characteristics of the smoke pipe // Electrical stations 1968, № 4. − P. 11-14.
5. Schlihting H. Theory on the boundary layer. – M.: Science, 1969. – 712 p.
6. Volodin Yu.G., Marfina O.P. Mathematical modeling of starting regimes at the energy plants. – SPb.: Publishing house «Info-yes», 2007. – 128 p.
7. Marfina O.P., Volodin YU.G. Mathematical model the unsteady-state current non-compressible gas with heat transfer in the axle symmetric canals of technological equipment // Izvestiya KGASU, 2014, № 1 (27). − P. 155-163.
8. Volodin Yu.G., Marfina O.P., Tsvetkovich M.S. Numerical modeling turbulent current gases in the industrial smoke pipe // About Volga scientific bulletin, 2014, № 6. − P. 33-35.

УДК 629.5.06
Мизгирев Д.С. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: mizgirevds@ya.ru
Курников А.С. – доктор технических наук, профессор
E-mail: kaftkm@vgavt-nn.ru
Волжский государственный университет водного транспорта
Адрес организации: 603950, Россия, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, д. 5
Катраева И.В. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: lab4-5@mail.ru
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 603950, Россия, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д. 65

Использование гидродинамических кавитаторов для обеззараживания воды

Аннотация

В статье представлены результаты исследований, в ходе которых были определены основные гидравлические характеристики и эжектирующая способность гидродинамического кавитатора при различных режимах его работы, определены оптимальные рабочие параметры гидродинамического кавитатора, а также оценена его способность к обеззараживанию природных вод в комплексе с эжектированием озоно-воздушной смеси из озонообразующей лампы УФ-излучения.

Ключевые слова: кавитаторы гидродинамические, характеристики гидравлические, режимы работы гидродинамических кавитаторов, обеззараживание природных вод, эжектирование озоно-воздушной смеси.

В настоящее время актуальной задачей является создание технологий очистки природных и сточных вод, позволяющих обеспечить высокую эффективность обработки при одновременном снижении энергозатрат и массогабаритных показателей сооружений.

С целью решения данной задачи были проведены исследования по использованию гидродинамических кавитаторов для доочистки и обеззараживания воды.

В общем случае под кавитацией понимают явление разрыва капельной жидкости под действием растягивающих напряжений, обусловленных изменением характеристик полей скоростей и давлений, возникающих при разрежении в рассматриваемой точке жидкости. При разрыве капельной жидкости образуются полости – кавитационные пузырьки (каверны), заполненные паром, газом или их смесью [1].

Каверны образуются в тех местах, где давление в жидкости p становиться ниже критического $p_{кр}$. (часто совпадает с давлением насыщенных паров $p_н$ при данной температуре).

По природе образования кавитационные явления делят на акустические (вызванные прохождением акустических волн) и гидродинамические (если давление снижается вследствие возрастания скорости потока жидкости) [1].

Классификация существующих устройств для генерации кавитационных каверн и суперкаверн, их конструкция и принцип действия подробно описаны в литературе [1, 2, 3, 4].

В настоящее время практическое применение акустической кавитации ограничено сложностью и высокой стоимостью оборудования, его значительным энергопотреблением, высокими затратами на эксплуатацию и обслуживание.

В связи с отмеченными недостатками предпочтительными в технологии обработки вод являются специальные устройства, генерирующие гидродинамическую кавитацию в потоке обрабатываемой жидкости.

Явления здесь подразделены на два основных типа [3, 4]:

- профильная кавитация, которая наблюдается на хорошо обтекаемых поверхностях элементов местных сопротивлений. Возникает она из зародышей, находящихся на твердых стенках. Развившиеся на поверхности обтекаемого элемента каверны схлопываются непосредственно на самом элементе или сразу за ним;

- срывная кавитация. Возникает в основном в вихрях за плохо обтекаемыми элементами гидравлических устройств. В этом случае каверны развиваются как из ядер, находящихся как на твердой стенке, так и в потоке.

Выделяют три стадии развития кавитации [1]:

- первая стадия соответствует началу появления отдельных пузырьков на входной кромке насадки, стенки, вблизи местного сопротивления;
- вторая стадия характеризуется изменением гидравлических характеристик потока (изменение пропускной способности аппарата);
- третья стадия кавитации может быть определена по началу прекращения прироста расхода при увеличении перепада давления.

Из всех известных конструкций наибольший интерес представляют гидродинамические струйные аппараты с использованием тороидальной камеры. Их применение обеспечивает интенсификацию и равномерность прохождения технологических процессов в жидких средах.

Особый интерес представляет применение аппаратов, в которых в едином устройстве одновременно осуществляются профильная и срывная гидродинамическая кавитация с эжекцией жидкого или газообразного потока, что придает конструкции дополнительные функции струйного насоса (эжектора) и смесителя [4].

Принципиальная схема гидродинамического кавитатора с торообразной камерой представлена на рис. 1.

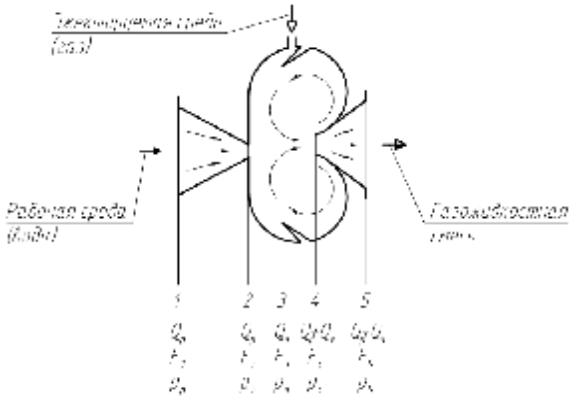


Рис. 1. Схема кавитатора гидродинамического:
$Q_р$, $Q_э$ – объемная скорость рабочей и эжектируемой сред, м^3/с;
$F_1 \ldots F_5$ – площади сечений 1…5, м^2; $p_1 \ldots p_5$ – давления в сечениях 1 … 5, кПа

По расчетным данным был изготовлен экспериментальный аппарат, внешний вид которого представлен на рис. 2. и лабораторный стенд, представляющей собой комплекс из электронасосного агрегата, гидродинамического кавитатора и лампы УФ-излучения озонообразующей (УФИО). Схема лабораторного стенда представлена на рис. 3.

Рис. 2. Внешний вид рабочей камеры гидродинамического кавитатора

Предварительные исследования производились на водопроводной воде с температурой $T_в$ = 15 °С при температуре окружающего воздуха $T_э$ = 23 °С. При испытаниях варьировался перепад давлений жидкости Δp до и после кавитатора и определялись расходы рабочей $Q_р$ и эжектируемой $Q_э$ сред.

Выполнены две серии экспериментов: с исходной конструкцией гидродинамического кавитатора и после установки перед входным соплом аппарата закручивающего струенаправляющего турбулизатора [5].

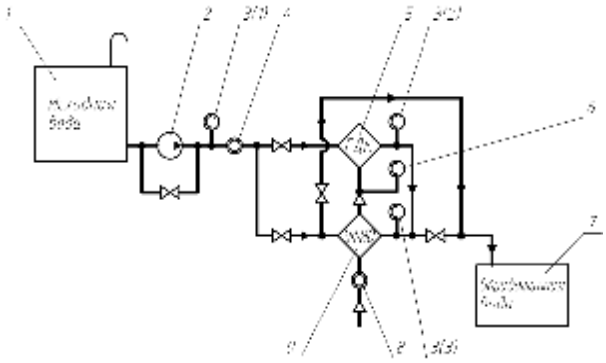


Рис. 3. Принципиальная схема лабораторного стенда: 1 – емкость исходной воды; 2 – электронасос; 3 – манометр; 4 – расходомер; 5 – кавитатор гидродинамический; 6 – мановакуумметр; 7 – ёмкость обработанной воды; 8 – ротаметр; 9 – УФИО

Полученные гидравлические характеристики работы аппарата представлены на рис. 4 и рис. 5.

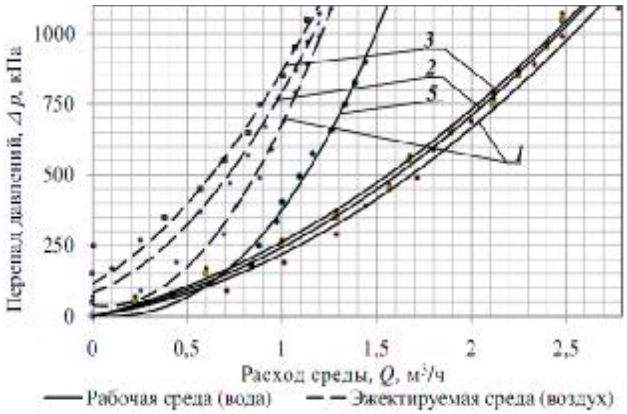


Рис. 4. Характеристики гидродинамического кавитатора без струенаправляющего турбулизатора: 1 – при противодавлении p_5 = 10 кПа; 2 – при p_5 = 30 кПа; 3 – при p_5 = 50 кПа; 5 – критическая характеристика аппарата (срыв эжекции газа)

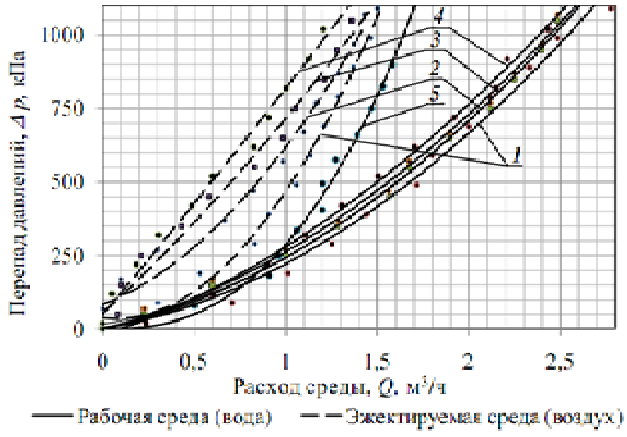


Рис. 5. Характеристики гидродинамического кавитатора после установки турбулизатора: 1 – при противодавлении p_5 = 10 кПа; 2 – при p_5 = 30 кПа; 3 – при p_5 = 50 кПа; 4 – при p_5 = 80 кПа; 5 – критическая характеристика аппарата (срыв эжекции газа)

Результаты опытов доказали целесообразность применения турбулизатора, так как применение данного устройства позволило не только стабилизировать работу аппарата, но и повысить эжекцию газа на 12÷15 %.

Следует отметить, что гидродинамический кавитатор работал стабильно, развивая эжекцию в интервале давлений p_p = (500 … 900) кПа. Такие параметры могут обеспечить

распространенные и сравнительно дешевые общепромышленные насосы, следовательно, нет необходимости в замене насосных агрегатов при установке кавитаторов при модернизации существующих систем обработки вод.

После проведения предварительных испытаний и определения оптимальных режимов работы гидродинамического кавитатора были проведены исследования по обеззараживанию природных вод с использованием данного аппарата.

Определение кишечной палочки проводилось экспресс методом по ТУ 6-091-85 [6].

Забор проб воды производился по ГОСТ Р 51592-2000 [7] в районе паромной переправы г. Н. Новгород – г. Бор (р. Волга). Анализу подвергалась исходная вода (проба № 1), обработанная в гидродинамическом кавитаторе без добавления реагентов (проба № 2), а также обработанная в кавитаторе с эжектированием озоно-воздушной смеси из УФИО (проба № 3). Результаты экспериментов представлены в таблице.

Таблица

Результаты микробиологического экспресс анализа речной воды до и после обработки в установке

	Проба № 1	Проба № 2	Проба № 3
Количество колоний, шт.	94	9	3
Количество бактерий, шт./см^2	18 800	1800	600

Проведенные исследования показали работоспособность аппарата с тороидальной камерой и целесообразность его применения в составе сооружений очистки природных и сточных вод. Экспериментально доказан высокий эффект обеззараживания, достигаемый кавитацией в отдельности, а также предпосылки возникновения синергетического эффекта при одновременном воздействии кавитации и озона. Кроме того, использование гидродинамических кавитаторов позволяет отказаться от насосов-дозаторов реагентов т.к. эти аппараты, во-первых, позволяют осуществлять первичное обеззараживание вод кавитацией, во-вторых, являются высокоэффективными смесителями, в-третьих, представляют собой струйные аппараты, стабильно эжектирующие как газообразные (озоно-воздушная смесь), так и жидкие рабочие среды (коагулянты, флокулянты).

Список библиографических ссылок

1. Рождественский В.В. Кавитация. – Л.: Судостроение, 1977. – 248 с.
2. Иванов А.Н. Гидродинамика развитых кавитационных течений. – Л.: Судостроение, 1980. – 238 с.
3. Арзуманов Э.С. Кавитация в местных гидравлических сопротивлениях. – М.: Энергия, 1978. – 304 с.
4. Иванов Л.А. О применении кавитаторов (обзорная статья) // Энергосбережение / Энергосберегающие технологии для промышленных предприятий. – Миасс, 2008. – С. 28-38.
5. Промтов М.А. Кавитация // Вестник Тамбовского государственного технического университета Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2011, № 4. – С. 28-36.
6. Курников А.С. Исследование и разработка методики проектирования судовых систем приготовления озона // Автореф. дисс. канд. техн. наук. – Л., 1985. – 22 с.
7. Бумага индикаторная для определения кишечной палочки в молоке, молочных продуктах и смывах с оборудования: ТУ 6-09-1-85. – М.: Стандартинформ, 2000. – 18 с.
8. Вода. Общие требования к отбору проб: ГОСТ Р 51592-2000. Введ. 20.04.2000. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 46 с.

Mizgiryov D.S. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: mizgirevds@ya.ru
Kurnikov A.S. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: kaftkm@vgavt-nn.ru
Volga State University of Water Transport
The organization address: 603950, Russia, Nizhny Novgorod, Nesterova st., 5
Katraeva I.V. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: lab4-5@mail.ru
Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
The organization address: 603950, Russia, Nizhny Novgorod, Ilyinskaya st., 65

The use of hydrodynamic cavitators for water disinfection

Resume

The article presents the results of studies, in which the main hydraulic characteristics and ejecting ability of a hydrodynamic cavitator at different modes of operation were identified, optimal operating parameters of the hydrodynamic cavitator were determined, and its ability to disinfect natural waters in combination with the ejection of ozone-air mixture from a UV lamp was evaluated.

An installation consisting of a pump, a hydrodynamic cavitator and an ozone generating UV lamp was used for the researches.

Two series of experiments were carried out: with a hydrodynamic cavitator of standard design and after the installation before the inlet of a vortex generator. The use of a tabulator made the work of the hydrodynamic cavitator more stable and increased gas ejection by 12-15 %.

The researches showed that hydrodynamic cavitators may be used for water disinfection; they are effective mixers allowing stable ejection of both gas and liquid media.

Keywords: hydrodynamic cavitators, hydraulic characteristics, hydrodynamic cavitator modes of operation, natural water disinfection, ozone-air mixture ejection.

Reference list

1. Rozhdestvenskiy V.V. Cavitation. – L.: Sudostroenie, 1977. – 248 p.
2. Ivanov A.N. Hydrodynamics of developed cavitation flows. – L.: Sudostroenie, 1980. – 238 p.
3. Arzumanov E.S. Cavitation in local hydraulic resistance. – M.: Energiya, 1978. – 304 p.
4. Ivanov L.A. About cavitators use (review) // Energosberezhenie. Energosberegayuschie tekhnologii dlya promyshlennykh predpriyatiy. – Miass, 2008. – P. 28-38.
5. Promtov M.A. Cavitation. // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – Tambov: Izd-vo Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta, 2011, № 4. – P. 28-36.
6. Kurnikov A.S. Study and development of methods of designing ship systems of ozone production // Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk. – L., 1985. – 22 p.
7. Test-paper for identification of colon bacillus in milk, milk products and rinse water from equipment: TU 6-09-1-85. – M.: Standartinform, 2000. – 18 p.
8. Water. General requirements for sampling: GOST R 51592-2000. Vved. 20.04.2000. – M.: Izd-vo standartov, 2000. – 46 p.

УДК 628.334.5.336.43
Урмитова Н.С. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: urmitova@mail.ru
Абитов Р.Н. – кандидат педагогических наук, доцент
E-mail: a_runar@mail.ru
Хисамеева Л.Р. – доцент
E-mail: KhisameevaLiliya@ mail.ru
Низамова А.Х. – старший преподаватель
E-mail: Anizamova@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Математическое моделирование процессов коалесценции капель нефти в коалесцирующих насадках с крупнозернистой загрузкой

Аннотация

В данной статье математически поставлены и решены задачи по моделированию процесса коалесценции капель нефти в крупнозернистых коалесцирующих загрузках.

При движении нефтесодержащих сточных вод через крупнозернистую коалесцирующую загрузку снизу вверх в нижних слоях загрузки происходит разрушение бронирующих оболочек на глобулах эмульгированной нефти и дробление капель. Для количественной оценки процесса коалесценции капель нефти в крупнозернистой загрузке рассматривается теоретическая модель столкновения капель нефти в турбулентном потоке.

В коалесцирующем фильтре с крупнозернистой загрузкой некоторые доли потока могут задерживаться в аппарате, а другие наоборот проскакивать, что непосредственно связано со временем контакта капель нефти и, следовательно, с процессом их укрупнения.

На выходе из загрузки имеет место полидисперсная система. В результате обработки опытных данных были построены гистограммы дифференциальных функций распределения капель нефти по крупности в эмульсии до загрузки и после загрузки.

Оптимальные значения коэффициента эффективности столкновений и числа ячеек идеального перемешивания в дифференциальной функции распределения капель нефти по крупности для полидисперсной системы на выходе из загрузки фильтра, определялись по величине суммы квадратов, разницей между теоретической и экспериментальной кривых.

Ключевые слова: моделирование, коалесцирующая насадка, бронирующие оболочки, нефтяные частицы, оценка сил, набегающий поток жидкости, дробление и коалесценция, адсорбционные слои, гранулы, турбулентный режим, полидисперсная система.

При фильтрации нефтесодержащей сточной воды (НСВ) через коалесцирущую насадку из гранулированной крупнозернистой загрузки в фильтрационном потоке наблюдаются различного рода деформации поля скоростей, образование проточных и непроточных зон завихрения и вторичных течений, диссипативные процессы, а действия сил инерции приводят к дополнительным потерям энергии [1]. В случае создания благоприятного режима фильтрации указанные обстоятельства могут быть реализованы в процессах укрупнения нефтяных частиц, эмульгированных в НСВ. В гидродинамических насадках частицы нефти под действием энергии турбулентных пульсаций фильтрационного потока контактируют друг с другом, сливаются и из насадки выходят более крупными [2, 3].

При движении НСВ через крупнозернистую коалесцирующую загрузку снизу вверх в нижних слоях загрузки происходит разрушение бронирующих оболочек на глобулах эмульгированной нефти и дробление капель. Эти процессы являются следствием лобового соударения глобулы нефти с гранулой загрузки, а также наличием сдвиговых напряжений, обусловленных градиентами скорости. Укрупнение образовавшихся капель с так называемой «свежей поверхностью» происходит в поровых каналах и вихревых зонах под действием турбулентных пульсаций скорости. В турбулентном потоке величины пульсационных скоростей и масштабы турбулентных пульсаций изменяются в

широких пределах от макро- до микромасштабных. Максимальным значением пульсационных скоростей в потоке отвечает и максимальный масштаб пульсаций $\lambda=l$, определяемый размером области, в которой происходит течение. Они являются носителями основной части кинетической энергии турбулентного потокам в процессах укрупнения капель нефти участия не принимают, а только переносят капли из одного положения в другое, гак как диаметры исходных капель эмульгированной нефти составляют $d_k^0 \approx 10$ мкм [3, 4].

Внутренний масштаб турбулентности λ_0 [2] при интенсивном перемешивании жидкости (Re > 1000) имеет порядок 10÷100 мкм, следовательно, процесс коалесценции капель будет происходить в области малых масштабов ($\lambda_0 < \lambda < l$), для которых в потоках с градиентом скорости соблюдаются условия однородности и изотропности [3] и величина пульсационной составляющей скорости v'_λ определяется из соотношения:

$$v'_\lambda \approx (\varepsilon_0 \lambda)^{1/3}, \quad (1)$$

где ε_0 – удельная величина диссипации энергии в турбулентном потоке.

Для количественной оценки процесса коалесценции капель нефти в крупнозернистой загрузке рассматривается теоретическая модель столкновения капель в турбулентном потоке с учетом следующих предположений [2, 3]:

- имеет место полное увлечение капель нефти турбулентными пульсациями того масштаба, который играет основную роль в механизме столкновения капель;

- вокруг каждой капли существует сферическая поверхность $R_c=1{,}5d_k$, при попадании в которую всякая другая капля обязательно столкнется и сольется с выделенной каплей;

- радиус сферы R_c весьма мал по сравнению с масштабом турбулентности λ.

Если имеется поглощающая сфера, концентрация капель на которой равна нулю, вблизи ее возникает градиент концентрации капель и соответствующий ему диффузионный поток, равный среднему числу капель n, пересекающих эту поверхность вследствие турбулентного движения, распределение которых характеризуется диффузионным уравнением [2, 3]:

$$div\,(D_{турб} \cdot grad\, n) = 0, \quad (2)$$

где $D_{\text{турб}}$ – коэффициент турбулентной диффузии, зависящий от масштаба пульсаций и изменяющийся от точки к точке; n – число капель в единице объема. Граничные условия для уравнения (2) следующие:

$$\text{при } r = R_c\, n = 0; \qquad \text{а при } r \to \infty\ n = n_0. \quad (3)$$

Коэффициент турбулентной диффузии для случая однородной изотропной турбулентности находится из теории размерности [3] при $\lambda > \lambda_0$:

$$D_{\text{турб}} \approx v'_\lambda \cdot \lambda \approx (\varepsilon_0\, \lambda)^{1/3} л. \quad (4)$$

Полагая, что перенос дисперсной фазы к фиксированной капле осуществляется пульсациями, масштаб которых сопоставим с расстоянием между сталкивающимися каплями r, можно записать:

$$D_{\text{турб}} \approx (\varepsilon_0 r)^{1/3} r. \quad (5)$$

В результате решения уравнения (2) с учетом (5) и граничных условий (3) получим:

$$n = n_0 \left[1 - \left(\frac{R_c}{r}\right)^{\frac{7}{3}}\right]. \quad (6)$$

Поток j капель на 1 см^2 поверхности сферы $r = R_c$ определится из соотношения:

$$j = D_{\text{турб}} \cdot \left(\frac{dn}{dr}\right) \cdot r \to R_c. \quad (7)$$

Полное число актов эффективной коалесценции в единицу времени, обусловленных турбулентным перемешиванием, или скорость коалесценции будет равна:

$$N = j \cdot \pi \cdot R_c^2 \cdot \theta \cdot n_0, \quad (8)$$

где θ – коэффициент эффективности столкновения капель.

Связь между числом капель в единице объема и объемным содержанием дисперсной фазы определяется по формуле:

$$\varphi = \frac{\pi d_к^3}{6} \cdot n = \frac{\pi (d_к^0)^2}{6} n_0. \quad (9)$$

Тогда учитывая эту связь скорость коалесценции или уменьшение числа капель во времени определяется из соотношения:

$$\frac{dn}{dr} = -125\,\varphi^{\frac{7}{9}} \cdot \varepsilon_0^{\frac{1}{3}} \cdot \theta. \qquad (10)$$

Решая уравнение (10) с учетом (9) и граничных условий: при $\tau = 0$; $n = n_0$, определяется время τ, необходимое для укрупнения капель нефти от d_k^0 до d_k :

$$\tau = 0{,}068\,\frac{d_к^{\frac{2}{3}} - (d_к^0)^{\frac{2}{3}}}{\varphi^{\frac{5}{9}} \cdot \varepsilon_0^{\frac{1}{3}} \cdot \theta}. \qquad (11)$$

Соотношение (11) справедливо для процесса укрупнения капель при одинаковом времени пребывания их в потоке.

На практике в фильтре с крупнозернистой загрузкой некоторые доли потока могут задерживаться в аппарате, а другие наоборот проскакивать, что непосредственно связано со временем контакта капель нефти и, следовательно, с процессом их укрупнения. Учитывая это обстоятельство, на выходе из загрузки фильтра будет иметь место полидисперсная система, распределение по крупности капель в которой будет зависеть от гидродинамических свойств фильтра [5].

Основываясь на физическом представлении движения жидкости в загрузке фильтра, можно представить объем загрузки как некоторое количество m ячеек идеального перемешивания. Дифференциальная функция распределения времени пребывания жидкости в этом объеме $c(\tau)$ запишется в виде [6]:

$$c(\tau) = \frac{Q_0}{W} \cdot \frac{m^m}{(m-1)} \cdot \left(\frac{Q_0}{W}\tau\right)^{m-1} \cdot e^{m\frac{Q_0}{W}\tau}, \qquad (12)$$

где Q_o – начальный расход жидкости, W – объем одной ячейки, m – количество ячеек, τ – время пребывания жидкости в объеме загрузки фильтра.

Дифференциальная функция $c(d_k)$ распределения капель нефти по крупности для полидисперсной системы на выходе из загрузки фильтра имеет вид [7]:

$$c(d_k) = c[\tau = f(d_k)] \cdot \frac{d\tau}{d(d_k)}. \qquad (13)$$

С учетом (11) и (12) уравнение (13) имеет вид:

$$c(d_k) = \frac{0{,}045}{\varphi^{\frac{5}{9}} \cdot \varepsilon_0^{\frac{1}{3}} \cdot d_0^{\frac{1}{3}} \cdot \theta} \cdot \frac{Q_0}{W} \cdot \frac{m^m}{(m-1)} \cdot \left(\frac{Q_0}{W} \cdot \tau\right)^{m-1} \cdot e^{m\frac{Q_0}{W}\tau}, \qquad (14)$$

где τ – определяется из уравнения (11).

Проверка и подтверждение результатов теоретического исследования процесса коалесценции капель нефти в загрузке фильтра проводилась на экспериментальной установке, которая состояла из фильтра с коалесцирующей загрузкой слоем 0,8 м, фракции 10-15 мм, узла подготовки и подачи НСВ, узла анализа дисперсного состава нефти в воде [3, 8].

Исследования проводились для следующих исходных данных: плотность исходной воды $\rho = 0{,}998$ г/см^3; концентрация эмульгированной нефти в исходной воде $\varphi = 209$ и 512 мг/л, скорость фильтрования $U = 100$ м/ч.

В результате количественной обработки данных опытов были построены гистограммы дифференциальных функций распределения капель нефти по крупности в эмульсии до загрузки (кривая 1) и после загрузки (кривая 2), представленные на рис. 1-2 [3, 8].

На рис. 1-2 пунктирными линиями нанесены гистограммы распределения по крупности капель нефти, построенные по уравнению (14).

Оптимальные значения коэффициента эффективности столкновений и числа ячеек m идеального перемешивания в уравнении (14) определялись по величине суммы квадратов, разностей между теоретической кривой и экспериментальной. Расчеты показали, что для данных условий работы фильтра оптимальными являются $\theta = 0{,}0003$ и $m = 4$.

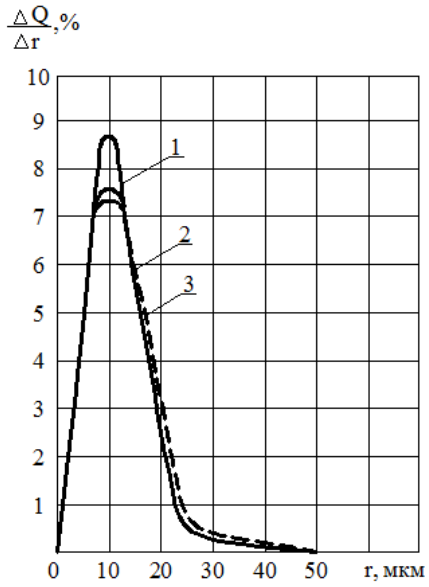


Рис. 1

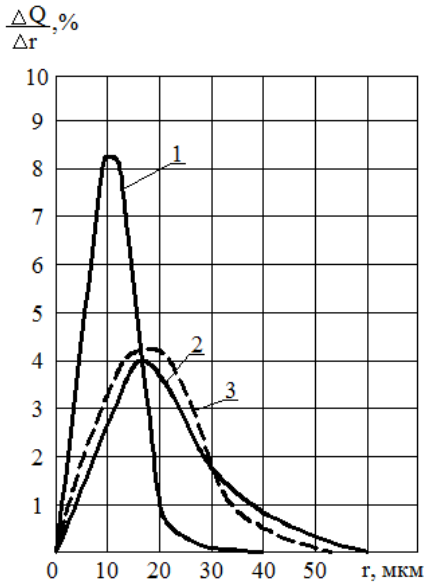


Рис. 2

Полученную математическую модель, очевидно, можно применить для проведения качественных расчетов или же для изучения модельных задач, то есть в случае небольшого количества типа частиц (и, следовательно, уравнений) путем вычислительного эксперимента можно выявить закономерности взаимовлияния различных технологических параметров. Далее с учетом полученных результатов, но на основе более простых математических моделей, разрабатывается методика инженерного расчета коалесцирующих насадок.

Список библиографических ссылок

1. Адельшин А.Б., Потехин Н.И. Математическое моделирование процессов коалесценции капель нефти в насадках с крупнозернистой загрузкой. Гидромеханика отопительно-вентиляционных устройств: Межвуз. сб. науч. трудов. – Казань. 1993. – С. 51-56.
2. Урмитова Н.С, Абитов Р.Н., Хисамеева Л.Р., Низамова А.Х. Оценка сил, способствующих разрушению частиц нефти в коалесцирующей насадке // Известия КГАСУ, 2015, № 2 (32). – С. 226-230.
3. Адельшин А.Б., Урмитова Н.С. Использование гидродинамических насадок с крупнозернистой загрузкой для интенсификации очистки нефтесодержащих сточных вод. Монография. – Казань: КГАСУ, 1997. – 249 с.
4. Адельшин А.А., Адельшин А.Б., Урмитова Н.С. Гидродинамическая очистка нефтепромысловых сточных вод на основе применения закрученных потоков: Монография. – Казань: КГАСУ, 2011. – 245 с.
5. Адельшин А.А., Адельшин А.Б., Урмитова Н.С. установки очисток нефтепромысловых сточных вод на основе применении закрученных потоков. Учебное пособие. – Казань: КГАСУ, 2010. – 92 с.
6. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химической технологии. – М.: Химия, 1985. – 448 с.
7. Корн Г. и Корн Т. Справочник по математике. – М. Наука, 1987. – 832 с.
8. Урмитова Н.С. Интенсификация процессов очистки нефтесодержащих сточных вод на основе применения гранулированных коалесцирующих материалов. Дис…канд. техн. наук. – Казань: КИСИ, 1993. – 252 с.

Urmitova N.S. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: urmitova@mail.ru
Abitov R.N. – candidate of pedagogic sciences, associate professor
E-mail: a_runar@mail.ru
Khisameeva L.R. – associate professor
E-mail: KhisameevaLiliya@mail.ru
Nizamova A.Kh. – senior teacher
E-mail: Anizamova@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Mathematical modeling of coalescence of oil drops coalescing into a nozzle with a coarse-grained load

Resume

In this article problems of modeling the process of oil droplets coalescence in coarse-grained coalescing loads are mathematically posed and solved.

When moving upwards oily wastewater through a coarse coalescing load the armoring shells destruction on the globules of emulsified oil and drops fragmentation are taking place in the lower layers of the load. To quantify the coalescence of oil droplets in the coarse-grained load a theoretical model of the oil droplets collision in a turbulent flow is considered.

In the coalescing filter with the coarse-grained load some flow fractions may be retained in the machine, while others conversely slip, which is directly related to the time of contact of oil droplets and, hence, the process of their enlargement.

There is polydisperse system on the outlet of the load. The processing of the experimental data resulted in plotting histograms of the differential distribution functions of the oil droplets size in the emulsion before and after the load.

Optimal values of the collision efficiency coeeficient, and the number of ideal mixing cells in the differential distribution function of the oil droplets size for a polydisperse system at the outlet of the filter's load were determined from the sum of squares of the difference between the theoretical and experimental curves.

Keywords: modeling, coalescing nozzle, armoring shells, oil particles, evaluation of forces, the incoming flow of liquid, fragmentation and coalescence, adsorption layers, granules, turbulent regime, polydisperse system.

Reference list

1. Adelshin A.B., Potekhin N.I. Mathematical modeling of the oil droplets coalescence processes in the nozzles with a coarse load. Hydromechanics of the heating and ventilation systems: Interuniversity proc. – Kazan, 1993. – P. 51-56.
2. Urmitova N.S., Abitov R.N., Khisameeva L.R., Nizamova A.Kh. Evaluation of the forces contributing to to the oil particles destruction in a coalescing nozzle // Izvestiya KGASU, 2015, № 2 (32). – P. 226-230.
3. Adelshin A.B., Urmitova N.S. Using of a hydrodynamic nozzle with a coarse load for oily wastewater treatment intensification. Monograph. – Kazan: KGASU, 1997. – 249 p.
4. Adelshin A.A., Adelshin A.B., Urmitova N.S. Hydrodynamic cleaning of oilfield wastewater by applying swirling flows. Monograph. – Kazan: KGASU, 2011. – 245 p.
5. Adelshin A.A., Adelshin A.B., Urmitova N.S. Oilfield wastewater treatment facilities based on the swirling flows' application. Study guide. – Kazan: KGASU, 2010. – 92 p.
6. Kafarov V.V. Cybernetics methods in a chemical technology. – M.: Chemistry, 1985. – 448 p.
7. Korn G., Korn T. Mathematical handbook. – M.: Nauka, 1987. – 832 p.
8. Urmitova N.S. Intensification of oily wastewater treatment by applying granular coalescing materials. Candidate of Engineering Sciences Thesis. – Kazan: KIEC, 1993. – 252 p.

УДК 691.16
Аюпов Д.А. – кандидат технических наук, старший преподаватель
E-mail: Ayupov_Damir@rambler.ru
Мурафа А.В. – кандидат технических наук, доцент
Потапова Л.И. – кандидат химических наук, доцент
E-mail: ludmilapo@mail.ru
Ягунд Э.М. – кандидат химических наук, доцент
E-mail: yagund1962@mail.ru
Макаров Д.Б. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: Makarov@kgasu.ru
Казакулов Р.И. – инженер
E-mail: rauf-kazakulov@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1
Хакимуллин Ю.Н. – доктор технических наук, профессор
Казанский национальный исследовательский технологический университет
Адрес организации: 420015, Россия, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 72

Эпоксидированный силан как сшивающий агент между битумом и полимерным модификатором

Аннотация

Осуществлена модификация битума сополимером этилена с винилацетатом. В качестве сшивающего агента применен 3-глицидилоксипропилтриметоксисилан. Для подтверждения химического взаимодействия эпоксидных групп эпоксидированного силана и карбоксильных групп битума, а также метоксисилановых групп эпоксисилана с ацетильными фрагментами сэвилена были сняты ИК-спектры исходных компонентов, а также их смесей. Изучено раздельное влияние эпоксидированного силана и сополимера этилена с винилацетатом на битум.

Ключевые слова: битум, модификация битума, полимербитумный, битумполимерный, реакционноспособный модификатор.

Применение полимер-модифицированных битумов вместо обычных битумных вяжущих при производстве кровельных и дорожных битумных строительных материалов признаётся эффективным способом увеличения их срока службы. Известно [1] , что температурный интервал пластичности битумполимерных вяжущих (БПВ), позволяющий им сохранять эксплуатационные свойства, выше, чем у обычных битумов. Основные заботы производителей битум-полимерных вяжущих связаны обычно с достиженеим их свойств, регламентированных требованиями ГОСТ 52056. Всё чаще сегодня задаются вопросами долговечности строительных материалов на основе БПВ. Однако существует ещё одна проблема, доставляющая производителям существенные неудобства: большинство битум-полимерных вяжущих склонны к расслоению, что накладывает ограничения на их хранение и транспортировку. Склонность БПВ к расслаиваемости объясняется тем, что большинство из них представляют собой не истинные растворы, а коллоидные, о чём свидетельствуют их термодинамическая и агрегативная неустойчивость, а также уменьшение степени дисперсности во времени.

Получение нерасслаивающихся вяжущих до последнего времени связывали с явлением «временной пластификации» [2], то есть применением олигомерных пластификаторов, отверждаемых впоследствии непосредственно в расплаве битума. Получающиеся вяжущие обладают высокой твёрдостью и имеют узкую область применения.

Впервые реакционноспособный полимерный модификатор получил крупный американский химический концерн «Dupont», разработав «Elvaloy 4170» (Элвалой), представляющий собой сополимер этилена с бутилакрилатом и глицидилметакрилатом. В результате химической реакции между эпокси-группой Элвалоя и карбоксильной группой битума получалось однородное БПВ с повышенным комплексом свойств [3].

Недостатком получающейся композиции была невысокая гибкость при пониженной температуре. По этой причине попытки Элвалоя закрепиться на российском рынке имеют на сегодняшний день ограниченный успех, хотя он приобрел широкую популярность в Северной Америке и Западной Европе и даже начал применяться на Украине.

Достижения концерна «Dupont» подтолкнули французскую фирму «Arkema» к созданию аналогичного модификатора «Lotader», отличающегося от Элвалоя тем, что вместо бутилакрилата сополимером этилена с глицидилметакрилатом выступил метакрилат. Разработанный модификатор широкого применения пока не получил.

Отмечено [4], что применяемые для модификации битумов гомофункциональные полимеры: глицидилметакрилаты, смеси стирол-этилен-бутилен-стирола с малеиновым ангидридом и т.п. требуют тщательного подбора количества модификатора и времени реакции ввиду возможности получения нерастворимых сетчатых структур.

Нами для получения нерасслаивающихся БПВ в качестве полимерного модификатора был применён сополимер этилена с винилацетатом (СЭВ, сэвилен) марки 11708-210, содержащий 26-28 вес. % винилацетата.

В качестве сшивающего агента был использован 3-глицидилоксипропилтриметоксисилан (эпоксисилан, ЭС), представляющий собой телехелатное гетерофункциональное вещество, эпоксидная группа которого может химически взаимодействовать с карбоксильной группой битума [5], а метоксисилановые группы способны реагировать с ацетильными фрагментами сэвилена [6-8] (рис. 1).

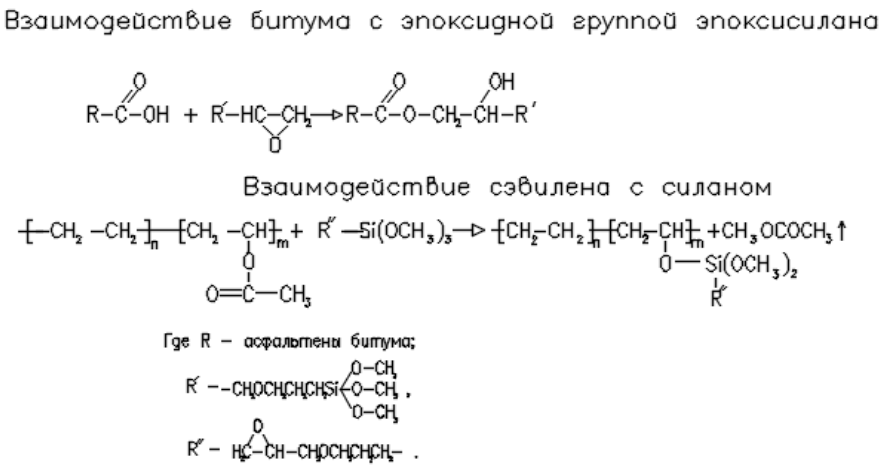


Рис. 1. Механизм сшивания битума с сэвиленом

Гетерофункциональность сшивающего агента позволяет двум описанным реакциям протекать независимо, что исключает гелеобразование в битуме.

В нагретый до 165°С битум при постоянном перемешивании одновременно вводились сэвилен и эпоксисилан. Перемешивание осуществлялось в течение 6 часов.

Для выявления химического взаимодействия эпоксидных групп эпоксисилана и карбоксильных групп битума, а также метоксисилановых групп эпоксисилана, с ацетильными фрагментами сэвилена были сняты ИК-спектры исходных компонентов (рис. 2), а также их смеси (рис. 3).

Регистрация ИК-спектров производилась с помощью приставки НПВО Miracle ATR (кристалл ZnSe) в области 4000-650 $см^{-1}$ на спектрофотометре Perkin Elmer FT-IR Spectrometer model Spectrum 65 при стандартных условиях регистрации. Обработка спектров производилась с помощью прилагаемого программного обеспечения.

В спектре эпоксисилана (рис. 2а) ярко выражены четыре полосы: 2840, 1191, 1076 и 800-850 $см^{-1}$, характеризующие колебания $SiOCH_3$. Хорошо видна также эпоксидная группа: частота 909 $см^{-1}$.На спектре сэвилена (рис. 2б) четко прослеживается пик на частоте 1737 $см^{-1}$, характерный для колебаний карбонильных групп ацетильного фрагмента.

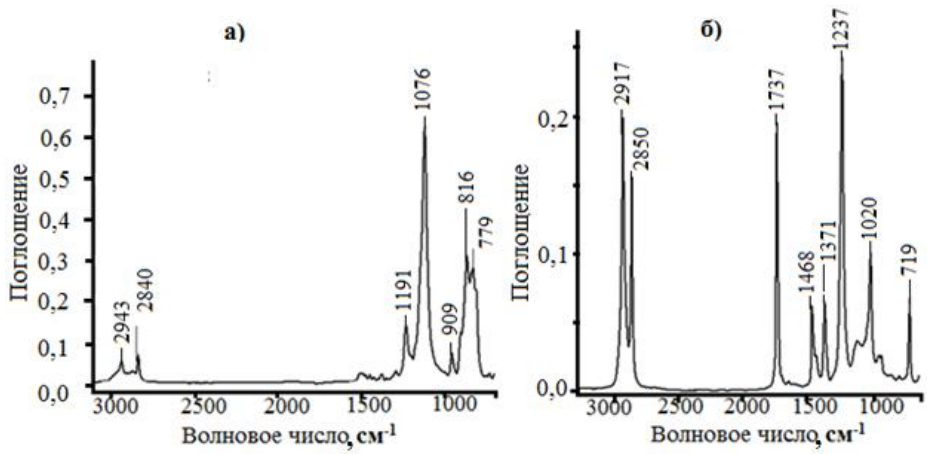


Рис. 2. ИК-спектр эпоксисилана (а); ИК-спектр сэвилена (б)

ИК-спектр смеси всех трёх компонентов показан на рис. 3(а). В спектре хорошо видно наличие битума как доминирующего компонента, ввиду явного дублета на частотах 2800-3000 $см^{-1}$. Однако присутствие битума значительно затрудняет идентификацию новообразований. Поэтому было решено построить спектр смеси за вычетом спектра битума. На рис. 3 (б) показан ИК-спектр смеси компонентов за вычетом спектра битума.

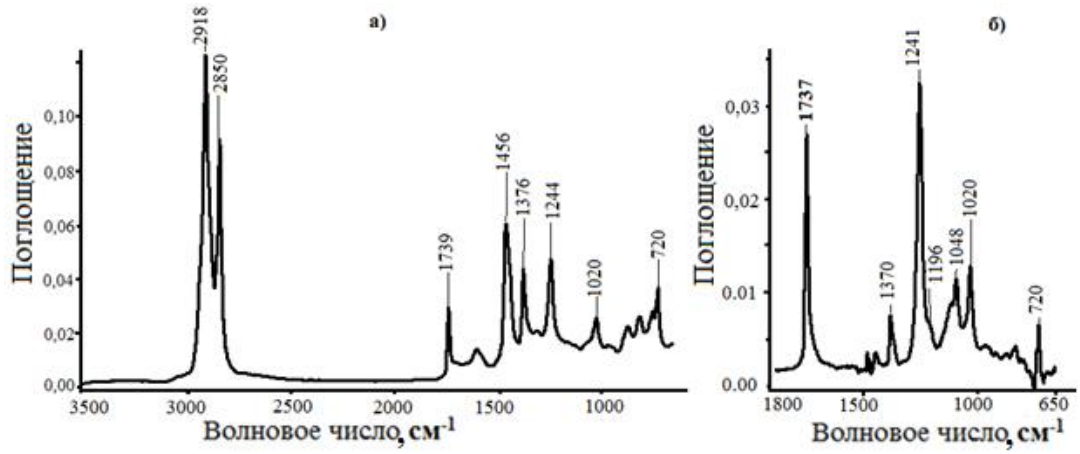


Рис. 3. ИК-спектр смеси битума с сэвиленом и эпоксисиланом (а);
ИК-спектр смеси битума с сэвиленом и эпоксисиланом за вычетом битума (б)

В спектре смеси происходят существенные изменения, позволяющие судить о химическом взаимодействии компонентов:

1. Исчезают или смещаются пики на частотах 2840, 1191, 1076 и 800-850 $см^{-1}$, характеризующих валентные колебания связей Si-O-C, что обусловлено замещением метоксигрупп силана значительно менее полярным полиэтиленовым фрагментом СЭВ.

2. На частоте 1241 $см^{-1}$ (рис. 3б) происходит расщепление пика, обусловленное валентными колебаниями С-О связи в сложноэфирных группах и характеризующее замещение ацетильного фрагмента винилацетата на остаток кремнеорганического модификатора, что известно из работ С.Н. Русановой и О.В. Стоянова [6-8].

3. На спектре сохраняется полоса 1737 $см^{-1}$, хотя содержащий ее продукт реакции – метиловый эфир уксусной кислоты (температура кипения 57 ^{o}C) улетучивается из смеси при высокотемпературном перемешивании. Это обусловлено излишком сэвилена в смеси.

4. Исчезает эпоксигруппа – 909 $см^{-1}$, что подтверждает взаимодействие битума с эпоксидной группой эпоксисилана.

Таким образом, эпоксисилан действительно является сшивающим агентом между битумом и полимерным модификатором – сэвиленом.

Раздельное вляияние добавок на свойства битума показано в таблице.

Таблица

Основные характеристики разработанных битумполимерных вяжущих

Составы, м.ч.	Температура размягчения, ^{0}C	Пенетрация при 25 ^{0}C, 0,1 мм	Дуктильность при 25 ^{0}C, см	Эластичность, см	Индекс пенетрации
Битум	46	89	>100	-	-0,8257
Битум 100 СЭВ 1	49	84	>100	-	-0,0398
Битум 100 СЭВ 2	51	80	>100	-	0,8755
Битум 100 СЭВ 3	52	79	>100	-	1,2507
Битум 100 СЭВ 4	52	78	92	39,13	0,4378
Битум 100 ЭС 1	49	87	>100	-	-0,5363
Битум 100 ЭС 2	50	83	>100	-	-0,3069
Битум 100 ЭС 3	48	88	>100	-	-0,2755
Битум 100 ЭС 4	46	90	>100	-	-0,7975

Как видно, при добавлении СЭВ в битум в количестве 3-4 м.ч. температура размягчения увеличивается с 46 до 52 ^{o}C. Пенетрация при этом закономерно уменьшается. Дуктильность при введении 1-3 % СЭВ остается значительной и становится меньше 100 лишь при 4 %. Эластичность при этом равна 39 %. Индекс пенетрации изменяется экстремально с максимумом при 3 %. В целом, влияние СЭВ на битум типично для полимерных модификаторов.

При добавлении ЭС в битум температура размягчения увеличивается экстремально с максимумом при 2 % ЭС. Это коррелирует с данными пенетрации. Дуктильность при вводе ЭС всегда остается больше 100. Индекс пенетрации максимален при 3 % ЭС. Как видно, связующий агент мало влияет на свойства битума и необходим лишь для придания нерасслаиваемости БПВ. При этом необходимо учитывать, что избыток эпоксисилана (более 3 м.ч.) нежелателен ввиду пластификации битума.

Выводы по проделанной работе:

1. Расслаиваемость битумполимерных вяжущих накладывает существенные ограничения на процессы их хранения и транспортировки.
2. Сополимер этилена с винилацетатом может быть химически «подшит» к битуму через связующий агент – эпоксисилан.
3. Эпоксисилан представляет собой телехелатное гетерофункциональное вещество, что позволяет ему химически реагировать одновременно с битумом и сэвиленом.
4. Эпоксисилан мало влияет на свойства битума и необходим лишь для придания нерасслаиваемости БПВ.
5. Избыток эпоксисилана в смеси ведёт к нежелательной пластификации битума.

Список библиографических ссылок

1. Лукьянова М.А., Вахьянов Е.М. Обоснование рационального состава битумных вяжущих модифицированных резиновой крошкой // Вестник Кузбасского государственного технического университета, 2015, № 4 (110). – С. 143-147.
2. Беляцкий В.Н., Кривогуз Ю.М. Особенности отверждения олигомерных продуктов из отходов полиуретанов и их применение на практике // Наука и техника, 2012, № 2. – С. 70-72.

3. Щепетева Л.С., Семенов С.С. Об эффективности применения полимерно-битумных вяжущих в асфальтобетонных смесях для строительства покрытий автомобильных дорог // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология, 2014, № 4. – С. 138-152.
4. Vargas M.A., Manero O. Rheological characterization of the gel point in polymer-modified asphalts // Journal of applied polymer science, 2011, № 4 (119). – P. 2422-2430.
5. Аюпов Д.А., Потапова Л.И., Мурафа А.В., Фахрутдинова В.Х., Хакимуллин Ю.Н., Хозин В.Г. Исследование особенностей взаимодействия битумов с полимерами // Известия КГАСУ, 2011, № 1 (15). – С. 140-146.
6. Русанова С.Н., Стоянов О.В., Ремизов А.Б., Янаева А.О., Герасимов В.К., Чалых А.Е. ИК-спектроскопическое исследование силанольной модификации сополимеров этилена // Вестник Казанского технологического университета, 2010, № 9. – С. 346-352.
7. Русанова С.Н., Стоянов О.В., Ремизов А.Б., Янаева А.О., Герасимов В.К., Чалых А.Е. ИК-спектроскопическое исследование взаимодействия этилсиликата и сополимеров этилена с акрилатами // Вестник Казанского технологического университета, 2010, № 9. – С. 318-328.
8. Русанова С.Н., Темникова Н.Е., Мухамедзянова Э.Р., Стоянов О.В. Модификация сополимеров этилена аминотриалкоксисиланом // Вестник Казанского технологического университета, 2010, № 9. – С. 353-355.

Ayupov D.A. – candidate of technical sciences, senior lector
E-mail: Ayupov_Damir@rambler.ru
Murafa A.V. – candidate of technical sciences, associate professor
Potapova L.I. – doctor of chemical sciences, associate professor
E-mail: ludmilapo@mail.ru
Yagund E.M. – doctor of chemical sciences, associate professor
E-mail: yagund1962@mail.ru
Makarov D.B. – candidate of technical sciences, senior lector
E-mail: Makarov@kgasu.ru
Kazakulov R.I. – engineer
E-mail: rauf-kazakulov@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1
Khakimullin Y.N. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: Hakim123@rambler.ru
Kazan National Research Technological University
The organization address: 420015, Russia, Kazan, K. Marks st., 72

Epoxidized silane as a crosslinking agent between bitumen and polymer modifier

Resume

Most of bitumen-polymer binders are prone to delamination, which imposes restrictions on their storage and transportation. The preparation of unstratifying binders has been associated with the phenomenon of «temporary plasticizing» for a long time. This meant the use of oligomeric plasticizers curable later directly in bitumen melt. The resulting binders usually have a high hardness and a narrow field of application. We performed the modification of bitumen with the copolymer of ethylene and vinyl acetate. 3-glycidyloxypropyltrimethoxysilane was used as the crosslinking agent. IR spectra of the starting components as well as mixtures thereof were taken off to confirm the chemical interaction between the epoxy groups of epoxidized silane and carboxyl groups of bitumen and also between epoxysilane's metoksisilan groups and acetyl fragments of sevilene. It is proved, that copolymer of ethylene with vinyl acetate can be chemically connected with bitumen through the binding agent – epoxysilane. We studied the separate effects of epoxidized silane and ethylene vinyl acetate copolymer on bitumen.

Keywords: bitumen, asphalt modification, polymer bitumen, bitumen polymer, reactive modifier.

Reference list

1. Lukjanova M.A., Vakhjanov E.M. The justification of bituminous binders modified by rubber crumb rational composition // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta, 2015, № 4 (110). – P. 143-147.
2. Belyatskiy V.N., Krivoguz Y.M. Properties of the oligomeric products from polyurethane wastes curing and their application in practice // Nauka i tehnika, 2012, № 2. – P. 70-72.
3. Schepeteva L.S., Semenov S.S. The effectiveness of the use of polymer-bitumen binder in asphalt mixtures for the road surfaces construction // Transport. Transportnye sooruzhenija. Ecologiya, 2014, № 4. – P. 138-152.
4. Vargas M.A. Manero O. Rheological characterization of the gel point in polymer-modified asphalts // Journal of applied polymer science, 2011, № 4 (119). – P. 2422-2430.
5. Ayupov D.A., Potapova L.I., Murafa A.V., Fakhrutdinova V.H., Khakimullin Y.N., Khozin V.G. Research of the bitumen-polymer interaction // Izvestiya KGASU, 2011, № 1 (15). – P. 140-146.
6. Rusanova S.N., Stoyanov O.V., Remizov A.B., Yanaeva A.O., Gerasimov V.K., Chalyh A.E. IR spectroscopic investigation of silanol modified ethylene copolymers // Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta, 2010, № 9. – P. 346-352.
7. Rusanova S.N., Stoyanov O.V., Remizov A.B., Yanaeva A.O., Gerasimov V.K., Chalyh IR-spectroscopic study of the interaction of ethyl silicate and copolymers of ethylene with acrylates // Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta, 2010, № 9. – P. 318-328.
8. Rusanova S.N., Temnikova N.E., Muhamedzyanova E.R., Stoyanov O.V. Modification of ethylene by aminothreealkoxisilan // Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta, 2010, № 9. – P. 353-355.

УДК 691.545
Ермилова Е.Ю. – аспирант
E-mail: lizabeta_91@list.ru
Камалова З.А. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: zlesik@mail.ru
Рахимов Р.З. – доктор технических наук, профессор
E-mail: rahimov@kgasu.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Глина Кощаковского месторождения РТ как компонент гибридной добавки в композиционный портландцемент

Аннотация

Разработаны составы композиционного портландцемента с гибридной добавкой на основе термоактивированной полиминеральной глины Кощаковского месторождения, трепела и золы-уноса с помощью метода математического планирования эксперимента. Показана возможность замены метакаолина термоактивированной глиной в составе гибридной добавки. Получены сравнительные результаты использования гибридных добавок с использованием метакаолина и глины. Исследованы физико-химические свойства полученных композиционных портландцементов с гибридными добавками.

Ключевые слова: композиционный портландцемент, гибридные добавки, глина, минеральные добавки.

Введение

Композиционные портландцементы являются одним из путей решения вопросов энерго- и ресурсосбережения, защиты окружающей среды. Что касается Республики Татарстан, то проблема отсутствия собственного производства портландцемента, делает их разработку и исследования необходимыми для данного региона. Они позволяют не только сэкономить портландцемент, но и получать цементы со специальными свойствами.

Производство композиционных портландцементов стандартизовано ГОСТом 31108-2003, согласно которому допускается использовать до трех минеральных добавок различного состава и происхождения. Однако, на практике использование такого количества добавок является трудноосуществимым в связи с непредсказуемостью последствий влияния на свойства получаемых материалов и изделий, возникающих при различных их сочетаниях.

Как показывают исследования [1-8], эффективность минеральных добавок повышается при введении в портландцемент одновременно 2-х и более разновидностей активных минеральных добавок. Проведенные нами ранее исследования [9-10] по созданию композиционных портландцементов с гибридными добавками на основе метакаолина, золы-уноса и трепела, позволили установить, что введение такой добавки позволяет заменить до 30 % портландцемента без существенной потери прочности. Вместе с тем, месторождения метакаолина территориально ограничены, а его стоимость в 2-3 раза выше стоимости портландцемента. В последнее время в мировом строительном материаловедении расширились исследования по выявлению эффективности использования термоактивированных глин в качестве пуццолановых добавок в портландцементу [11]. В связи с этим, на базе кафедры строительных материалов проводятся исследования по возможности замены метакаолина термоактивированными глинами РТ в качестве активной минеральной добавки в портландцементы. Ранее нами были опубликованы результаты экспериментов по подбору оптимального температурного режима обжига полиминеральной глины Кощаковского месторождения РТ [12], которые позволили установить, что введение глин, термоактивированных при температуре 400 ˚С и 700 ˚С, в количестве до 25 % от массы портландцемента дают аналогичный эффект, как и добавка метакаолина, оптимальная степень замещения которого составляет всего лишь 3-10 % [12].

В связи с этим, **целью** наших исследований явилась разработка гибридной добавки с использованием термоактивированной полиминеральной глины и оценка ее влияния на свойства получаемого композиционного портландцемента.

Экспериментальная часть. Исследования проводились на портландцементе (ПЦ) ОАО «Вольскцемент» марки Д0500 (табл. 1). Химический состав представлен в табл. 2.

Таблица 1

Характеристики Вольского портландцемента ПЦ 500-Д0-Н

Прочность на сжатие МПа		**Свойства**	
3 суток	33,5	Уд.поверхность (по Блейну)	3450 $см^2/г$
28 суток	51,0	Насыпная плотность	1000 г/л
После пропаривания	42,0	Нормальная густота	26 %
		Начало схватывания	2:50 ч:мин
		Конец схватывания	4:10 ч:мин
Минералогический состав			
Алит C_3S	Белит C_2S	Алюминаты C_3A	Алюмоферриты C_4AF
67,0	11,0	4,0	15,0

В качестве первого компонента гибридной добавки была взята полиминеральная глина Кощаковского месторождения РТ, размолотая до удельной поверхности 300 $кг/м^2$ и термоактивированная при температурах 400 ˚С в течение 4 часов и 700 ˚С в течение 2 часов, согласно результатам исследований, проведенных ранее [11]. Химический состав глины представлен в табл. 2. Минеральный состав глины приведен в табл. 3.

Таблица 2

Химический состав экспериментальных материалов

Химический состав (%)	**ПЦ 500-Д0-Н**	**Глина Кощаковского месторождения РТ**	**Зола-уноса Троицкой ГРЭС**	**Трепел месторождения «Мурачевская гора», Калужская область**
CaO	63,0	2,16	1,4	1,43
SiO_2	20,5	64,5	56,5	86
Al_2O_3	4,5	13,96	33,5	7,14
Fe_2O_3	4,5	7,30	4,52	3,3
MgO	-	2,18	1,12	0,834
SO_3	3,0	< 0,05	0,2	0,0102
Na_2O	-	0,98	-	0,8892
K_2O	-	1,97		-
TiO	-	0,88	-	0,387
ZrO	-	-	-	0,0096
MnO	-	2,18	0,135	-
P_2O_5	-	0,11	-	-

Таблица 3

Минеральный состав, % глины Кощаковского месторождения РТ

Каолинит	Кварц	Ортоклаз	Плагиоклаз	Смешанно-слоисто-глинистый минерал	Хлорид
-	34	5	14	40	1

В качестве двух других компонентов были взяты кремнеземистая зола-уноса Троицкой ГРЭС и трепел месторождения «Мурачевская гора» Калужской области. Химический состав материалов представлен в табл. 2.

Для проведения экспериментов были приняты два вида гибридных добавок (ГД):

1. Глина, термоактивированная при температуре 400 ˚С 4 часа + зола-уноса + трепел;
2. Глина, термоактивированная при температуре 700 ˚С 2 часа + зола-уноса + трепел.

Для оптимизации составов гибридных добавок в композиционный портландцемент был применен метод математического планирования эксперимента. В качестве переменных факторов были приняты: термоактивированная глина – Гл (X_1), зола-унос – ЗУ (X_2), трепел – Тр (X_3) (табл. 4).

Таблица 4

Кодированные и натуральные переменные факторы

ПЕРВЫЙ ФАКТОР	ВТОРОЙ ФАКТОР	ТРЕТИЙ ФАКТОР
X_1–Глина–Гл	X_2 –Зола-уноса–ЗУ	X_3–Трепел–Тр
Основное значение X_{1o}	Основное значение X_{2o}	Основное значение X_{3o}
10	10	6
Интервал варьирования ΔX_1	Интервал варьирования ΔX_2	Интервал варьирования ΔX_3
5	4	2

В качестве параметров оптимизации У (функций отклика) приняты:

$У_1$ – предел прочности цементного камня на сжатие в возрасте 7 суток, МПа;

$У_2$ – предел прочности цементного камня на сжатие в возрасте 28 суток, МПа.

Уравнения регрессии представлены в виде полинома второй степени:

- для первой гибридной добавки с глиной, термоактивированной при температуре 400 ˚С:

$$У_1^1 = -9{,}51 + 3{,}63 \times X_1 + 2{,}06 \times X_2 + 9{,}37 \times X_3 - 0{,}008 \times X_1 \times X_2 + 0{,}11 \times X_1 \times X_3 - 0{,}03 \times X_2 \times X_3 - 0{,}22 \times X_1^2 - 0{,}09 \times X_2^2 - 0{,}84 \times X_3^2;$$

$$У_2^1 = 42{,}24 + 3{,}80 \times X_1 - 2{,}85 \times X_2 + 7{,}58 \times X_3 + 0{,}02 \times X_1 \times X_2 + 0{,}09 \times X_1 \times X_3 - 0{,}08 \times X_2 \times X_3 - 0{,}22 \times X_1^2 + 0{,}11 \times X_2^2 - 0{,}89 \times X_3^2.$$

Расчетные значение F-критерия Фишера (оценка адекватности) для функций $У_1^1$, $У_2^1$ равны соответственно 3,31; 4,53, т.е. меньше табличного, которое при уровне значимости 5 % равно 5,05. Это свидетельствует о том, что полученные уравнения регрессии адекватны.

- для второй гибридной добавки с глиной, термоактивированной при температуре 700 ˚С:

$$У_1^2 = 1{,}63 + 1{,}45 \times X_1 + 2{,}05 \times X_2 + 7{,}67 \times X_3 - 0{,}09 \times X_1 \times X_2 - 0{,}03 \times X_1 \times X_3 - 0{,}06 \times X_2 \times X_3 - 0{,}04 \times X_1^2 - 0{,}05 \times X_2^2 - 0{,}81 \times X_3^2;$$

$$У_2^2 = -36{,}04 + 4{,}37 \times X_1 + 5{,}65 \times X_2 + 16{,}72 \times X_3 + 0{,}007 \times X_1 \times X_2 + 0{,}21 \times X_1 \times X_3 + 0{,}009 \times X_2 \times X_3 - 0{,}31 \times X_1^2 - 0{,}22 \times X_2^2 - 1{,}72 \times X_3^2.$$

Расчетные значение F-критерия Фишера для функций $У_1^2$, $У_2^2$ равны соответственно 3,31; 4,53. Это также свидетельствует об адекватности уравнений.

Испытания проводились на образцах кубах цементного камня 2х2х2 см, которые после 24 часов твердения в нормальных влажностных условиях, расформовывались и погружались в воду. Образцы испытывались на прочность при сжатии в возрасте 7 и 28 суток.

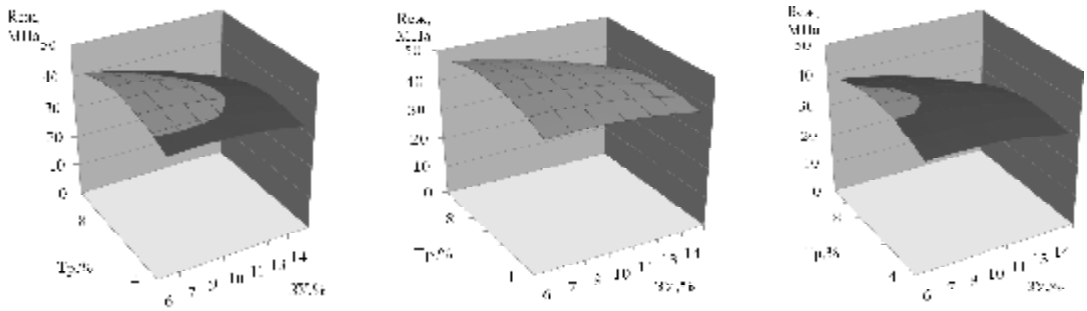
На рис. 1-2 представлены полученные результаты экспериментов испытаний прочности на сжатие в возрасте 7 суток от содержания трепела и золы-уноса при содержании термоактивированной глины 5, 10, 15 % от массы портландцемента.

Из рис. 1-2 видно, что для обеих гибридных добавок оптимальное содержание трепела составляет 4-6 % от массы ПЦ. Оптимальное содержание золы-уноса с гибридной добавкой ГД№1 – 6-10 %, а для гибридной добавки ГД № 2 – 10-14 %. Наибольшая прочность достигается для ГД № 1 при содержании термоактивированной глины – 5-15 % от массы ПЦ. Для ГД № 2 оптимальное содержание термоактивированной глины – 5-8 %. В обоих случаях прочность получаемого композиционного цементного камня составляет 65-75 % прочности контрольного образца, при степени замещения портландцемента гибридной добавкой в обоих случаях – 15-30 %.

Как видно из рис. 1-4, оптимальными составами для гибридных добавок следует считать:

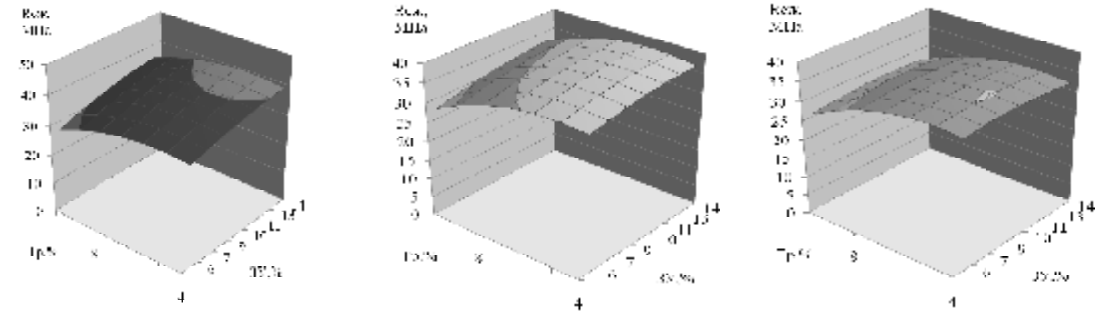
- для гибридной добавки с глиной, термоактивированной при температуре 400 ˚С – ГД № 1: глины – 10 %; зола-уноса – 6 %; трепела – 6 %;

- для гибридной добавки с глиной, термоактивированной при температуре 700 ˚С – ГД № 2: глины – 10 %; зола-уноса – 14 %; трепела – 6 %.



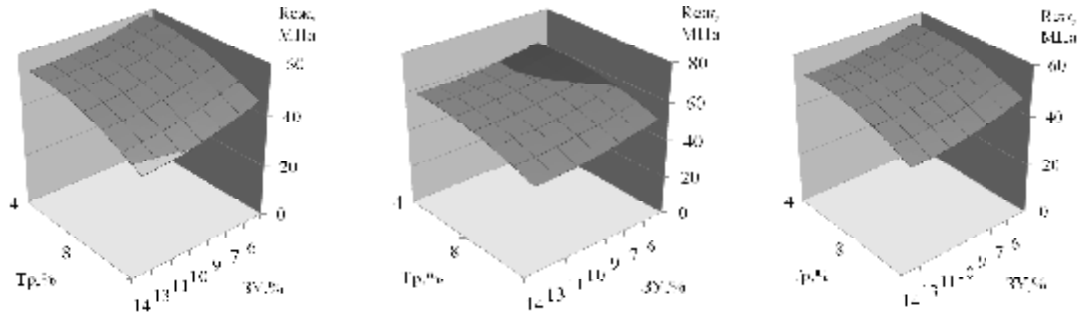
а) б) в)

Рис. 1. Зависимости предела прочности композиционного цементного камня на сжатие в возрасте 7 суток от содержания Тр и ЗУ, при содержании глины, термоактивированной при температуре 400 ˚С: а) 5 %, б) 10 %; в) 15 %



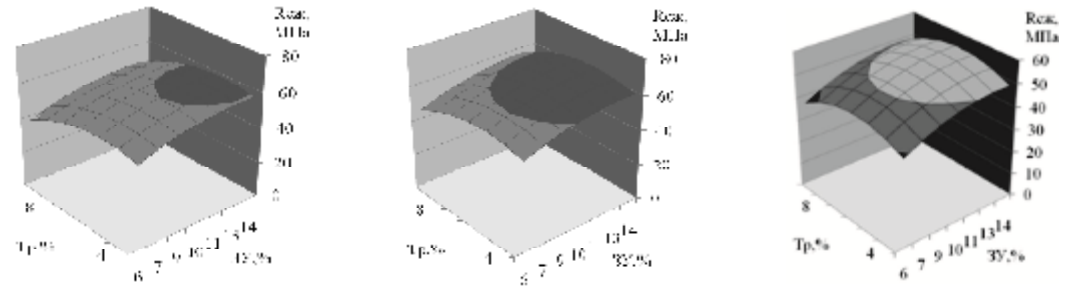
а) б) в)

Рис. 2. Зависимости предела прочности композиционного цементного камня на сжатие в возрасте 7 суток от содержания Тр и ЗУ, при содержании глины, термоактивированной при температуре 700 ˚С: а) 5 %, б) 10 %; в) 15 %



а) б) в)

Рис. 3. Зависимости предела прочности композиционного цементного камня на сжатие в возрасте 28 суток от содержания Тр и ЗУ, при содержании глины, термоактивированной при температуре 400 ˚С: а) 5 %, б) 10 %; в) 15 %



а) б) в)

Рис. 4. Зависимости предела прочности композиционного цементного камня на сжатие в возрасте 28 суток от содержания Тр и ЗУ, при содержании глины, термоактивированной при температуре 700 ˚С: а) 5 %, б) 10 %; в) 15 %

Вместе с тем, ранее нами было установлено [9, 10], что оптимальным составом для гибридной добавки на основе метакаолина был принят: метакаолин – 8 %; зола-уноса – 14 %; трепел – 8 %. При этом, полученные нами результаты [9, 10] показали, что при замене 30 % портландцемента гибридной добавкой, прочность в возрасте 7 суток составила 60 %, в возрасте 28 суток – 81 % от прочности бездобавочного состава. Кроме того, также было замечено, что при уменьшении дозы метакаолина, дозу золы-уноса можно было увеличить, т.е. наблюдался эффект взаимозаменяемости этих добавок.

Из рис. 3-4 следует, что для гибридной добавки ГД № 1 наблюдается обратная зависимость содержания глины от содержания золы-уноса, т.е. для глины, термоактивированной при температуре 400 ˚С в составе гибридной добавки требуется меньшее количество золы-уноса, в то время, как для гибридной добавки ГД № 2 с глиной, термоактивированной при температуре 700 ˚С наблюдается прямая зависимость между содержанием этих компонентов. В связи с этим, гибридная добавка ГД № 2 позволяет сэкономить до 30 % портландцемента, без существенной потери прочности, в то время, как первая (с глиной, термоактивированной при температуре 400 ˚С) всего лишь 22 % без существенной потери прочности. В обоих случаях прочность составила – 90 % от прочности контрольного состава без добавок.

На основе проведенного сравнительного анализа можно заключить о том, что гибридная добавка – ГД № 2 дает лучший эффект по сравнению с ГД № 1. Причем эффективность последней аналогична применению гибридной добавки на основе метакаолина в составе композиционного портландцемента. Стоит также отметить, что возможная степень замещения портландцемента гибридной добавкой ГД № 2, больше степени замещения ГД № 1. Кроме того, в составе гибридной добавки с глиной, термоактивированной при температуре 700 ˚С (ГД № 2) наблюдается эффект зависимости между соотношением глины и золы-уноса, т.е. при увеличении первой, требуется увеличение количества второй до определенных пределов.

В связи с этим, по сравнению с гибридной добавкой на основе метакаолина применение глины, термоактивированной как при температуре 400 ˚С, так и при 700 ˚С в составе гибридной добавки позволяет не только добиться более высоких прочностных показателей композиционного портландцемента, но увеличить степень замещения портландцемента гибридной добавкой.

Выводы

1. Выявлено положительное влияние в составе гибридных добавок термоактивированных при 400 ˚С и 700 ˚С полиминеральных глин РТ на физико-механические свойства получаемых композиционных портландцементов.

2. Сравнительные исследования полученных оптимальных составов гибридных добавок, позволяют заключить о целесообразности замены метакаолина в составе гибридной добавки на термоактивированные глины, при этом прочность композиционных портландцементов составляет 90 % от прочности бездобавочного образца, что на 10 % выше по сравнению с применением гибридных добавок с метакаолином. При этом экономия портландцемента составляет 30-35 %.

3. Как показали результаты экспериментов, введение гибридной добавки на основе глины РТ, термоактивированной при температуре 700 ˚С, позволяет сэкономить до 35 % портландцемента, а введение гибридной добавки на основе глины, термоактивированной при температуре 400 ˚С – 15 %. При этом в обоих случаях получаются композиционные портландцементы одинаковой прочности.

Список библиографических ссылок

1. Bagheri Ali Reza, Zanganeh Hamed, Moalemi Mohamad Mehdi. Mechanical and durability properties of ternary concretes containing silica fume and low reactivity blast furnace slag // Cement & Concrete Composites, 2012, № 34. – P. 663-670.
2. Morsy M.S., Al-Salloum Y.A., Abbas H., Alsayed S.H. Behavior of blended cement mortars containing nano-metakaolin at elevated temperatures // Construction and Building Materials, 2012, № 35. – P. 900-905.

3. Wongkeo W., Thongsanitgarn P., Chaipanich A. Compressive strength and drying shrinkage of fly ash-bottom ash-silica fume multi-blended cement mortars // Materials and Design, 2012, № 36. – P. 655-662.
4. Radlinski M., Olek J.. Investigation into the synergistic effects in ternary cementitious systems containing portland cement, fly ash and silica fume // Cement & Concrete Composites, 2012, Vol. 34. – P. 451-459.
5. Vance K., Aguayo M., Oey T., Sant G., Neithalath N. Hydration and strength development in ternary portland cement blends containing limestone and fly ash or metakaolin // Cement & Concrete Composites, 2013, № 39. – P. 93-103.
6. Chindaprasirt P., Rukzon S. Strength, porosity and corrosion resistance of ternary blend Portland cement, rice husk ash and fly ash mortar // Construction and Building Materials, 2008, № 22. – P. 1601-1606.
7. Antoni M., Rossen J., Martirena F., Scrivener K. Cement substitution by a combination of metakaolin and limestone // Cement and Concrete Research, 2012, Vol. 42. – P. 1579-1589.
8. De Weerdt K., Kjellsen K.O., Sellevold E., Justnes H. Synergy between fly ash and limestone powder in ternary cements // Cement & Concrete Composites, 2011, Vol. 33. – P. 30-38.
9. Ermilova E.U., Kamalova Z.A., Rakhimov R.Z. Composite Portland cement with complex mineral additive and hyperplasticizer // The 14th International Congress on the Chemistry of Cement (ICCC 2015) during 13-16 October, 2015, Beijing, China. – 253 p.
10. Ermilova E.U., Kamalova Z.A., Rakhimov R.Z. Composite Portland cements with hibrid mineral additives and hyperplasticizer // Ibausil 2015, 16-19 September 2015, Weimar, Deutschland, Band 2. – P. 589-595.
11. ICCC 2015. The 14th International Congress on the Chemistry of Cement. Abstruct book. Vol. 2. 13~16 October 2015, Beijing, China.
12. Ермилова Е.Ю., Камалова З.А., Рахимов Р.З., Стоянов О.В., Савинков С.А. Термически-активированная глина как альтернативная замена метакаолина в композиционных портландцементах // Вестник Казанского технологического университета, 2015, т. 18, № 4. – С. 175-179.

Ermilova E.U. – post-graduate student
E-mail: lizabeta_91@list.ru
Kamalova Z.A. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: zlesik@mail.ru
Rakhimov R.Z. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: rakhimov@kgasu.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The clay of Koschakovsky field of Tatarstan Republic as a component of hybrid additive to blended portland cement

Resume

Our earlier studies of the creation of blended cements with hybrid additives based on metakaolin, fly ash and tripoli, were allowed to save up to 30 % of the Portland cement (PC) without compromising strength. However, deposits of metakaolin are geographically limited, and its cost is higher than the cost of PC in 2-3 times. Recently in the global science of building materials the research to identify the effectiveness of using calcined clays as pozzolanic additives in the PC has expanded. Our previously conducted experiments were established that the introduction of clays, calcined at a temperature of 400 ˚C and 700 ˚C, in an amount up to 25 % by weight of PC, yields a similar effect as metakaolin, which the optimal substitution degree is only 3-10 %. So, we have attempted to create a hybrid additive on the based on the calcined polymineral clays of Koschakovsky field, tripoli, and fly ash were developed with using the method of mathematical planning of the experiment. The paper shows the possibility of metakaolin replacement by calcined clay in the hybrid additive. The comparative results of the

using of hybrid additives with metakaolin and clay was obtained. The physico-chemical properties of the blended cements with hybrid additives were investigated.

Keywords: blended portland cement, hybrid additives, clay, mineral additives.

Reference list

1. Bagheri Ali Reza, Zanganeh Hamed, Moalemi Mohamad Mehdi. Mechanical and durability properties of ternary concretes containing silica fume and low reactivity blast furnace slag // Cement & Concrete Composites, 2012, № 34. – P. 663-670.
2. Morsy M.S., Al-Salloum Y.A., Abbas H., Alsayed S.H. Behavior of blended cement mortars containing nano-metakaolin at elevated temperatures // Construction and Building Materials, 2012, № 35. – P. 900-905.
3. Wongkeo W., Thongsanitgarn P., Chaipanich A. Compressive strength and drying shrinkage of fly ash-bottom ash-silica fume multi-blended cement mortars // Materials and Design, 2012, № 36. – P. 655-662.
4. Radlinski M., Olek J.. Investigation into the synergistic effects in ternary cementitious systems containing portland cement, fly ash and silica fume // Cement & Concrete Composites, 2012, Vol. 34. – P. 451-459.
5. Vance K., Aguayo M., Oey T., Sant G., Neithalath N. Hydration and strength development in ternary portland cement blends containing limestone and fly ash or metakaolin // Cement & Concrete Composites, 2013, № 39. – P. 93-103.
6. Chindaprasirt P., Rukzon S. Strength, porosity and corrosion resistance of ternary blend Portland cement, rice husk ash and fly ash mortar // Construction and Building Materials, 2008, № 22. – P. 1601-1606.
7. Antoni M., Rossen J., Martirena F., Scrivener K. Cement substitution by a combination of metakaolin and limestone // Cement and Concrete Research, 2012, Vol. 42. – P. 1579-1589.
8. De Weerdt K., Kjellsen K.O., Sellevold E., Justnes H. Synergy between fly ash and limestone powder in ternary cements // Cement & Concrete Composites, 2011, Vol. 33. – P. 30-38.
9. Ermilova E.U., Kamalova Z.A., Rakhimov R.Z. Composite Portland cement with complex mineral additive and hyperplasticizer // The 14th International Congress on the Chemistry of Cement (ICCC 2015) during 13-16 October 2015, Beijing, China. – 253 p.
10. Ermilova E.U., Kamalova Z.A., Rakhimov R.Z. Composite Portland cements with hibrid mineral additives and hyperplasticizer // Ibausil 2015, 16-19 September 2015, Weimar, Deutschland, Band 2. – P. 589-595.
11. ICCC 2015. The 14th International Congress on the Chemistry of Cement. Abstruct book. Vol. 2. 13~16 October 2015, Beijing, China.
12. Ermilova E.U., Kamalova Z.A., Rakhimov R.Z., Stoyanov O.V., Savinkov S.A. Calcined clay as an alternative replacement of metakaolin in blended cements // Vestnik of Kazanskogo technologicheskogo Universiteta, 2015, V. 18, № 4. – P. 175-179.

УДК 539.3
Каюмов Р.А. – доктор физико-математических наук, профессор
E-mail: kayumov@mail.ru
Страхов Д.Е. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: strahov@kgasu.ru
Шакирзянов Ф.Р. – кандидат физико-математических наук, старший преподаватель
E-mail: faritbox@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Определение сдвиговых характеристик армированных пластиков

Аннотация
Разработана методика экспериментального определения сдвиговых характеристик армированных пластиков. Сначала построены экспериментальные зависимости напряжений от деформаций вдоль и поперек армирования при простом растяжении стандартных образцов. Определены механические характеристики (модули Юнга, коэффициенты Пуассона). После этого модуль сдвига определен путем решения обратной задачи изгиба длинных и коротких балок. Полученные характеристики проверены на контрольных образцах.
Ключевые слова: композитные материалы, армированные пластики, полимерные матрицы, сдвиговые характеристики, методы испытания.

Современные технологии техники и промышленности постоянно развиваются, что сказывается на развитии новых композитных материалов. Постоянное улучшение свойств и показателей армированных пластиков, не может не сказаться на технологиях их испытания, подчас не удовлетворяющих возросшим механическим показателям разрабатываемых материалов.

Одним из таких направлений определения упругих и прочностных характеристик является испытание на сдвиг. Следует отметить, что при нагружениях в определенных направлениях, свойство материала в основном определяется свойствами полимерной матрицы. Низкие сдвиговая прочность и жесткость являются определяющими при выборе того или иного композитного материала. Данное свойство армированных пластиков является существенным недостатком современных перспективных материалов со слоистой и волокнистой структурой.

Таким образом, при постоянном росте количества новых полимерных матриц и армирующего материала необходимы технологии правильного и простого определения сдвиговых характеристик данных композитов. Данная проблематика рассматривалась в предыдущих работах авторов и других исследователей [1-10].

Целью работы являлась разработка экономичного и универсального способа определения сдвиговых характеристик армированных пластиков.

1. При определении модуля сдвига при изгибе, рассмотрим задачу о нагружении короткой балки (рис. 1). Тогда прогиб будет происходить не только от изгибающего момента, но и от сдвига под действием поперечной силы. Таким образом, по теории Тимошенко:

$$w_{\max} = w^{\text{изг}} + w^{\text{сдв}} = \frac{Pl^3}{48EJ^{\text{изг}}} + \frac{Pla}{G_{12}A}, \qquad a = 0{,}3. \tag{1.1}$$

Поскольку EJ^{bend}, G_{12} неизвестны, то необходимо сформулировать математическую задачу для их определения. Для этого нужно испытать не менее двух серий образцов с различными геометрическими характеристиками, у которых отличаются l, J_x и площади A. Запишем эти соотношения для экспериментальных данных:

$$\begin{aligned} w_1 &= \frac{P_1 l_1^3}{48EJ_1^{\text{изг}}} + \frac{P_1 l_1 a}{G_{12}A_1} \\ w_2 &= \frac{P_2 l_2^3}{48EJ_2^{\text{изг}}} + \frac{P_2 l_2 a}{G_{12}A_2} \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ w_n &= \frac{P_n l_n^3}{48EJ_n^{\text{изг}}} + \frac{P_n l_n a}{G_{12}A_n} \end{aligned} \tag{1.2}$$

Задача идентификации G_{12} формулируется следующим образом. Составим невязку уравнений:

$$\Delta^2 = \left[w_1^{expr} - \left(\frac{P_1 l_1^3}{48 E J_1^{изг}} + \frac{P_1 l_1 a}{G_{12} A_1} \right) \right]^2 + \left[w_2^{expr} - \left(\frac{P_2 l_2^3}{48 E J_2^{изг}} + \frac{P_2 l_2 a}{G_{12} A_2} \right) \right]^2 + \ldots \quad (1.3)$$

При известных из экспериментов значениях величин *b, H, l, P, w* необходимо найти G_{12} из условия минимума невязки Δ^2.

2. Основной трудностью в этом подходе является то, что экспериментально определенная изгибная жесткость балки $EJ^{изг}$ для композитных материалов, как правило, меньше той, которая вычисляется с помощью модуля Юнга E^+, определенного при растяжении этих образцов, т.е.:

$$EJ^{изг} < E^+ J .$$

Это можно объяснить тем, что при сжатии диаграмма деформирования отличается от диаграммы растяжения. В таких случаях часто используют упрощенную модель деформирования, а именно модель разномодульного материала с модулями Юнга E^+ и E^-. Для определения E^- целесообразно использовать эксперименты на изгиб длинных балок. Рассмотрим задачу об изгибе балки из разномодульного материала при центральном нагружении.

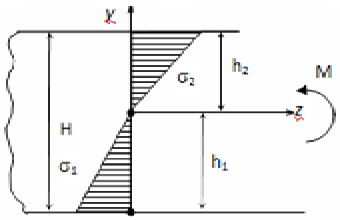


Рис. 1

Примем гипотезу плоских сечений. Тогда получим соотношение для деформаций:

$$\varepsilon = -\kappa y . \quad (2.1)$$

Уравнение равновесия для части балки $\sum F_z = 0$ имеет вид:

$$\int_{A_1} \sigma_1 dA + \int_{A_2} \sigma_2 dA = 0 .$$

Если балка имеет прямоугольное сечение ширины *b*, высоты *H*, то:

$$\sigma_1 = -E^+ y\kappa, \quad \sigma_2 = -E^- y\kappa , \qquad b\int_{-h_1}^{0} E^+ y\kappa dy + b\int_{0}^{H-h_1} E^- y\kappa dy = 0 . \quad (2.2)$$

Отсюда вытекает уравнение:

$$-E^+ h_1^2 + E^- (H - h_1)^2 = 0 . \quad (2.3)$$

Связь E^- и h_1 примет вид:

$$\frac{(\sqrt{E^+ E^-} - E^-)}{E^+ - E^-} H - h_1 = 0 . \quad (2.4)$$

Уравнение для *w* получают обычным путем. Сначала запишем связь напряжений с изгибающим моментом, учитывая, что балка имеет прямоугольное сечение:

$$b\int_{0}^{H-h_1} \sigma\, y\, dy + b\int_{-h_1}^{0} \sigma\, y\, dy = -M . \quad (2.5)$$

На основе гипотезы плоских сечений получим:

$$b\int_{-h_1}^{0} E^+ y^2 \kappa dy + b\int_{0}^{H-h_1} E^- y^2 \kappa dy = M . \quad (2.6)$$

Отсюда следует зависимость:

$$\kappa = -\frac{M}{E^+ J_1 + E^- J_2}, \quad J_1 = \frac{b h_1^3}{3}, \quad J_2 = \frac{b h_2^3}{3} . \quad (2.7)$$

Поскольку кривизна c при малых поворотах представляет собой вторую производную прогиба *w*, то получим уравнение в виде:

$$w'' = -\frac{M}{(EJ)^{изг}}, \quad (2.8)$$

где $(EJ)^{изг}$ – изгибная жесткость балки:

$$(EJ)^{изг} = E^{+} J_1 + E^{-} J_2 . \quad (2.9)$$

В нашем случае решение уравнения (2.8) известно и выражение для экспериментального значения изгибной жесткости $(EJ)^{изг}$ примет вид:

$$(EJ)^{изг}_{\exp} = \frac{1}{w^{\exp r}_{\max}} \frac{Pl^3}{48} . \quad (2.10)$$

Тогда формула для определения E^{-} примет вид:

$$E^{-} = 3E^{+}(EJ)^{изг} / (3(EJ)^{изг} - 2\sqrt{3E^{+}(EJ)^{изг} bH}\sqrt{H} + bE^{+}H^3) . \quad (2.11)$$

После этого можно вычислять $(EJ)^{изг} = E^{+} J_1 + E^{-} J_2$ для любых размеров балок и подставлять в выражение для D^2.

3. Приведем данные некоторых экспериментов и результаты их обработки. При испытании на изгиб пултрузионных стеклопластиков образцы изготавливались путем вырезания из плиты с размерами 300x400x10 (мм) вдоль армирования. После изготовления образцы выдерживались не менее суток при температуре 24 градуса и влажности 45 %. Испытания проводились (рис. 2) при температуре 24 градуса и влажности 45 %.

После измерения размеров осуществлялось жесткое нагружение вплоть до разрушения (рис. 3) с пошаговым измерением нагрузки и прогиба. Диаграммы деформирования при изгибе для угла укладки 0° см. на рис. 4, 5. Таблицы определения механических характеристик табл. 1-4.

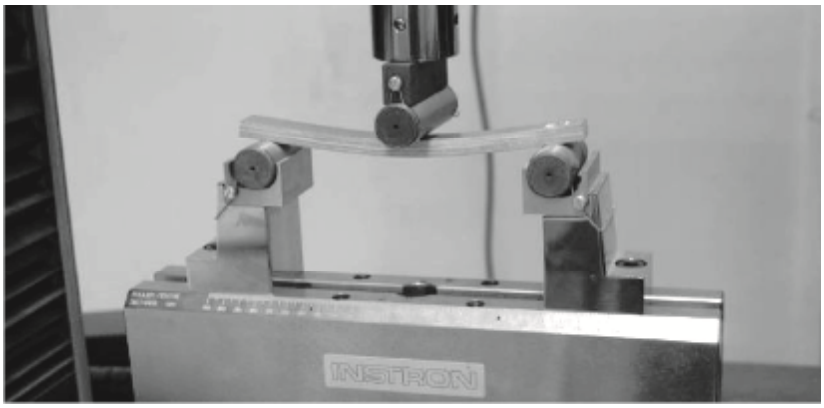


Рис. 2. Испытание пултрузионного стеклопластика

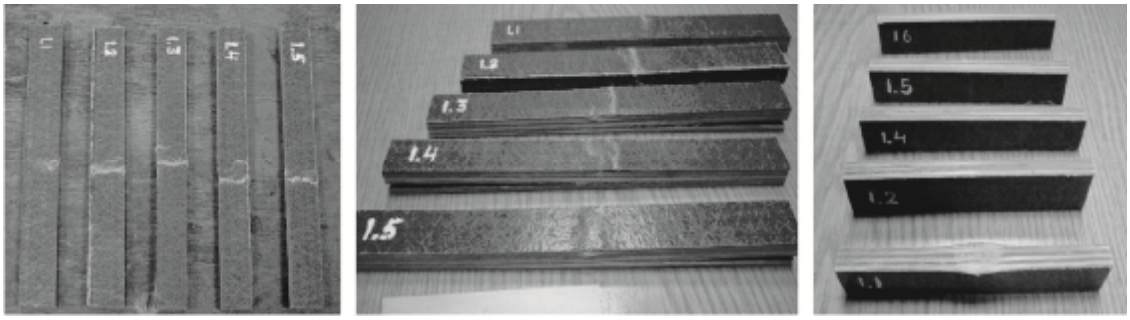


Рис. 3. Образцы пултрузионного стеклопластика с армированием 0° после разрушения при изгибе

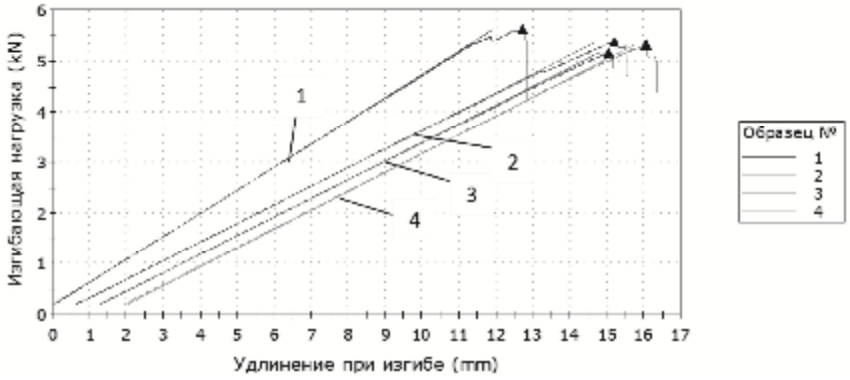


Рис. 4. Диаграммы деформирования при изгибе поперек плоскости образца при угле укладки 0°

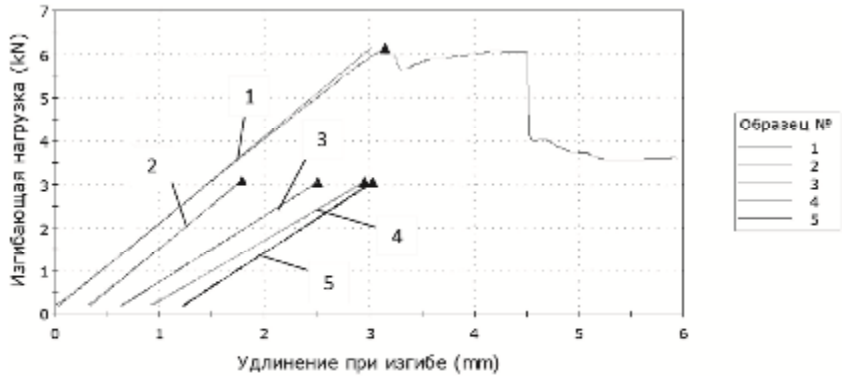


Рис. 5. Диаграммы деформирования при изгибе в плоскости образца при угле укладки 0°

Таблица 1

Испытание образцов на изгиб поперек плоскости образца, 0°

№	Расстояние между опорами (мм)	Толщина (мм)	Ширина (мм)	Максимальная изгибающая нагрузка P (кН)	Изгибный модуль Юнга (ГПа)	Прогиб при максимуме нагрузки (мм)
1.1	170,0	9,8	23,1	5,614	25,85	12,7187
1.2	170,0	9,8	20,4	5,373	23,58	14,5427
1.3	170,0	9,8	20,1	5,169	23,95	13,7596
1.4	170,0	9,8	20,5	5,3169	23,73	14,147
Максимум				5,61	25,85	14,543
Минимум				5,17	23,58	12,719
Среднее				5,37	24,28	13,792
Диапазон				0,45	2,27	1,824
Коэф. вар.				3,45	4,36	5,682
Стандарт. отклонение				0,19	1,06	0,784

Таблица 2

Испытание коротких образцов на изгиб в плоскости образца

№	Расстояние между опорами (мм)	Толщина (мм)	Ширина (мм)	Изгибающая максимальная нагрузка (кН)	Модуль Юнга (ГПа)
1.3	80,00	24,30	9,80	4,39795	7,84805
1.8	80,00	20,85	9,80	3,07000	9,46986
1.9	80,00	21,43	9,80	3,06382	9,23293
1.10	80,00	20,60	9,80	3,11209	10,42970
1.11	80,00	21,00	9,80	3,03831	10,45063

Таблица 3

Испытание коротких образцов на изгиб в плоскости образца

№	Прогиб при максимуме нагрузки (мм)	Напряжение при максимуме изгибающей нагрузки (МПа)
1.3	0,5815	91,19961
1.8	0,4747	86,47325
1.9	0,5097	81,69111
1.10	0,4538	89,79942
1.11	0,4189	84,36236
Максимум	0,5815	91,1996
Минимум	0,4189	81,6911
Среднее	0,48772	86,7052
Диапазон	0,1626	9,5085
Коэф. вар.	12,6949	4,48385
Стандарт. отклонение	0,0619154	3,88773

Таблица 4

Испытание образцов на изгиб в плоскости образца

№	Расстояние между опорами (мм)	Толщина (мм)	Ширина (мм)	Изгибающая максимальная нагрузка (кН)	Модуль Юнга (ГПа)	Прогиб при максимуме нагрузки (мм)
1.1	170,0	22,9	9,8	6,1508	20,829	3,153
1.2	170,0	23,1	9,8	3,0844	20,497	1,486
1.3	170,0	20,4	9,8	3,0591	22,695	1,921
1.4	170,0	20,1	9,8	3,0482	21,86	2,063
1.5	170,0	20,5	9,8	3,046	23,131	1,852
Максимум				6,151	23,131	3,153
Минимум				3,046	20,497	1,486
Среднее				3,678	21,802	2,095
Диапазон				3,105	2,634	1,667
Коэф. вар.				37,594	5,238	30,005
Стандарт. отклонение				1,383	1,142	0,629

В результате обработки результатов экспериментов на изгиб в плоскости балок получены следующие характеристики материала:

$$E^{+} = 30 \text{ ГПа}, E^{-} = 18{,}894 \text{ ГПа}, G_{12} = 1, 445 \text{ ГПа}.$$

Для проверки правильности определения E^{-} были использованы эксперименты на изгиб балок поперек их плоскости. Были вычислены их прогибы с использованием уже найденных модулей Юнга при растяжении и сжатии. Расчетные значения w отличались от экспериментальных на величины не более 4 %, что говорит о применимости модели разномодульного материала для определения модуля сдвига из экспериментов на изгиб длинных и коротких балок.

Список библиографических ссылок

1. Гребенюк С.Н. Модуль сдвига волокнистого композита с трансверсальноизотропными матрицей и волокном // Прикладная математика и механика, 2014, Т. 78, № 2. – С. 270-276.
2. Янкин А.С., Словиков С.В., Бульбович Р.В. Определение динамических механических свойств низкомолекулярных вязкоупругих композитов при бигармоническом законе нагружения // Механика композиционных материалов и конструкций, 2013, Т. 19, № 1. – С. 141-151.
3. Лурье С.А., Соляев Ю.О., Андрюнина М.А., Лыскова Е.Д. Оптимизация демпфирующих характеристик слоистых композитных материалов, содержащих

волокна с вязкоупругим покрытием // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика, 2012, № 3. – С. 98-119.
4. Каюмов Р.А. Расширенная задача идентификации механических характеристик материалов по результатам испытаний конструкций из них // Известия РАН. Механика твердого тела, 2004, № 2. – С. 94-103.
5. Закиров И.М., Алексеев К.А., Каюмов Р.А., Гайнутдинов И.Р. Пути повышения прочностных характеристик складчатых заполнителей, выполненных из листовых композиционных материалов // Авиационная техника, 2009, № 3. – 5 с.
6. Воронцов Г.В., Плющев Б.И., Резниченко А.И. Определение приведенных упругих характеристик армированных композитных материалов методами обратных задач тензометрирования // Мех. композ. мат., 1990, № 4. – С. 733-747.
7. Каюмов Р.А. Связанная задача расчета механических характеристик материалов и конструкций из них // Известия РАН. Механика твердого тела, 1999, № 6. – С. 118-127.
8. Терегулов И.Г., Каюмов Р.А., Бутенко Ю.И., Сафиуллин Д.Х. Определение механических характеристик композитов по результатам испытаний многослойных образцов // Механика композитных материалов. – Рига, 1995, Т. 31, № 5. – С. 607-615.
9. Суворова Ю.В., Добрынин В.С., Статников И.Н., Барт Ю.Я. Определение свойств композита в конструкции методом параметрической идентификации // Мех. композ. мат., 1989, № 1. – С. 150-157.
10. Алфутов Н.А., Зиновьев П.А., Попов Б.Г. Расчет многослойных пластин и оболочек из композиционных материалов. – М.: Машиностроение, 1984. – 263 с.

Kayumov R.A. – doctor of physical and mathematical sciences, professor
E-mail: kayumov@mail.ru
Strahov D.E. – candidate of technical scinces, associate professor
E-mail: strahov@kgasu.ru
Shakirzyanov F.R. – candidate of physical and mathematical sciences, senior lecturer
E-mail: faritbox@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Determination of shear performance of reinforced plastics

Resume

Modern technologies of equipment and industry is constantly evolving, which affects the development of new composite materials. Continuous improvement of the properties and performance of reinforced plastics, can not affect the technology of testing, often do not meet the increased mechanical characteristics of developed materials.One such area of elastic and strength characteristics of a shear test.

The technique of experimental determination of shear performance of reinforced plastics. First constructed experimental stress-strain along and across the reinforcement in simple tension of standard samples. Defined mechanical properties (Young's modulus, Poisson's ratio). After that, the shear modulus is determined by solving the inverse problem of the bending of long and short beams. The characteristics obtained for the control samples tested.

Keywords: composite materials, reinforced plastics, polymer matrix, the shear characteristics, testing methods.

Reference list

1. Grebenyuk S. The shear modulus of the fibrous composite transversalnoizotropnymi matrix and fiber // Applied Mathematics and Mechanics, 2014, T. 78, № 2. – P. 270-276.
2. Yankin A.S., Slovic S.V., Bulbovich R.V. Determination of dynamic mechanical properties of low molecular weight viscoelastic composites at Biharmonic law loading // Mechanics of composite materials and structures, 2013, T. 19, № 1. – P. 141-151.

3. Lurie S.A., Sol J.O., Andryunin M.A., Liskova E.D. Optimization of the damping characteristics of the layered composite material comprising fibers coated with a viscoelastic // Bulletin of Perm National Research Polytechnic University. Mechanics, 2012, № 3. – P. 98-119.
4. Kayumov R.A. Extended problem of identification of mechanical properties of materials based on the results of these test structures // Proceedings of the Academy of Sciences. Mechanics of rigid body, 2004, № 2. – P. 94-103.
5. Zakirov I.M., Alexeev K.A., Kayumov R.A., Gainutdinov I.R. Ways to improve the strength characteristics of folded fillers made of composite sheet materials // Aviation equipment, № 3, 2009. – 5 p.
6. Vorontsov G.V., Plushev B.I., Reznichenko A.I. Definitions of the elastic characteristics of reinforced composite materials by means of inverse problems of strain measurement // Mech. Composite. Math., 1990, № 4. – P. 733-747.
7. Kayumov R.A. A related problem of calculating the mechanical properties of materials and structures are // Izvestiya RAN. Mechanics of rigid body, 1999, № 6. – P. 118-127.
8. Teregulov I.G., Kayumov R.A., Butenko Yu., Safiullin D.H. Determination of mechanical properties of composites based on the results of tests of multilayer samples // Mechanics of Composite Materials. – Riga, 1995, T. 31, № 5. – P. 607-615.
9. Suvorov Y., Dobrynin V.S., Statnikov I.N., Bart Y.Y. Defining the properties of the composite construction method of parametric identification // Mech. Composite. Math., 1989, № 1. – P. 150-157.
10. Alfutov N.A., Zinoviev P.A., Popov B.G. Calculation of laminated plates and shells made of composite materials. – M.: Engineering, 1984. – 263 p.

УДК 541.64:543.422.4
Кузнецова Л.М. – старший преподаватель
E-mail: kharakhash@mail.ru
Потапова Л.И. – кандидат химических наук, доцент
E-mail: ludmilapo@mail.ru
Ягунд Э.М. – кандидат химических наук, доцент
E-mail: yagund1962@mail.ru
Яхин Р.Г. – доктор технических наук, профессор
E-mail: rojyakhin@yandex.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Изучение влияния углеродных нанотрубок на конверсию эпоксидных групп в эпоксиаминных композициях

Аннотация

Методами ИК-спектроскопии и оптической микроскопии исследовано влияние нативных и функционализированных углеродных нанотрубок на кинетику формирования и степень конверсии эпоксигрупп в эпоксиаминных композициях. Показано, что в системах с функционализированными нанотрубками достигается более высокая конверсия эпоксидных групп, чем в немодифицированной композиции и в композициях с нативными нанотрубками.

Ключевые слова: эпоксидные олигомеры, углеродные нанотрубки, метод ИК-спектроскопии.

Введение

В настоящее время эпоксидные смолы широко используются при производстве конструкционных и функциональных композитных материалов различного назначения, адгезивов, герметиков. В связи с этим, задача повышения их физико-механических и эксплуатационных характеристик является крайне актуальной. Одним из направлений, в рамках которого может быть решена поставленная задача, является модификация эпоксидных матриц углеродными нанотрубками (УНТ) [1-4]. Эффективного влияния УНТ на полимерную матрицу и полного раскрытия их потенциальных свойств можно добиться только при условии равномерного распределения их в матрице полимера и при обеспечении максимальной прочности связи полимер-УНТ, для чего применяются различные способы модификации внешней поверхности нанотрубок [2]. При этом существенным оказывается влияние модифицированных УНТ на кинетику отверждения эпоксидных олигомеров и степень конверсии функциональных групп в образующихся композитах.

Экспериментальная часть

В данной работе методом ИК-спектроскопии исследовано влияние нативных (необработанных) и функционализированных многослойных углеродных нанотрубок (ф-УНТ) на кинетику формирования и конечную степень конверсии эпоксигрупп в композиции на основе эпоксидианового олигомера ЭД-20, отверждаемого аминным отвердителем − полиэтиленполиамином (ПЭПА). В работе были использованы три типа нанотрубок: нативные нанотрубки, полученные на лабораторном плазмотроне, описанном в работе [5] (УНТ-1), промышленные нативные многослойные нанотрубки марки «Таунит» (производитель ООО «НаноТехЦентр», г. Тамбов) (УНТ-2) и функционализированные многослойные нанотрубки производства французской корпорации Arkema (УНТ-3). Образец УНТ-1 представлял собой комковатый порошок черного цвета, а УНТ-2 являлись сыпучим порошком черного цвета. УНТ-3 представляли из себя черные гранулы, поставляемые под торговой маркой «Graphistrength CS1-25». По данным ресурса rusnanonet.ru, углеродный наноматериал «Таунит» (УНТ-2) представляет собой одномерные наномаштабные нитевидные образования поликристаллического графита длиной более 2 мкм с наружными диаметрами от 15 до 40 нм, с

преимущественно конической формой графеновых слоев. Общий объем примесей, в том числе аморфный углерод, менее 1,5 %, насыпная плотность 0,4-0,6 г/см^3. Характеристики УНТ-3 приведены на интернет-ресурсе graphistrength.com. По данным сайта, гранулы содержат 25 масс.% функционализированных многослойных нанотрубок, предварительно диспергированных в среде диглицидилового эфира бисфенола А (ДГЭБА), что делает их совместимыми с большинством эпоксидно-диановых смол. Поскольку нанотрубки изначально диспергированы в среде мономера, то при введении их в композиты отпадает необходимость в применении ультразвуковых диспергирующих устройств, а достаточно смесителя с достаточно большой частотой вращения.

В работе изучалась кинетика реакции отверждения композиций, содержащих от 0 до 1 масс.% УНТ в среде эпоксиолигомера ЭД-20, отверждаемого стехиометрическим количеством ПЭПА, в течение суток при комнатной температуре, после чего образцы доотверждались в термошкафу при 100 ^{0}С в течение 4 часов. При подготовке образцов на основе УНТ-1 и УНТ-2 сухие нанотрубки предварительно перетирались вручную в агатовой ступке до полной ликвидации комочков, после чего необходимое их количество по массе вводилось в ЭД-20 на водяной бане при 80 ^{0}С в течение 6 часов. При подготовке образцов на основе УНТ-3 масса гранул, пересчитанная на необходимое количество УНТ, вводилась в ЭД-20 и выдерживалась в термошкафу при 80 ^{0}С в течение 12 часов. За это время происходило полное набухание и частичное растворение гранул в эпоксидной смоле. После этого композиция перемешивалась также на водяной бане при 80 ^{0}С в течение 6 часов. Стехиометрическое количество ПЭПА вводилось в охлажденную до комнатной температуры композицию непосредственно перед измерением ИК-спектров.

Регистрация ИК-спектров производилась на Фурье ИК-спектрофотометре фирмы Perkin-Elmer, модель Spectrum 65, с помощью приставки НПВО Miracle ATR (кристалл ZnSe) в области 4000-650 см$^{-1}$ при стандартных условиях регистрации. Жидкие композиции (до затвердевания) наносились непосредственно на элемент НПВО. Твердые отвержденные образцы в виде дисков диаметром 2 см и толщиной около 2 мм прижимались к кристаллу специальным прижимом, входящим в комплект приставки. Для подготовки твердых образцов жидкая композиция, включающая олигомер, УНТ и отвердитель отливалась в специальную форму из фторопласта и затем отверждалась по указанному выше режиму. Поскольку адгезия эпоксиполимера к фторопласту практически отсутствует, образцы легко извлекались из форм после отверждения. Эти же образцы использовались и для проведения микроскопических исследований. Кинетические измерения проводились по методике [6]. Долю непрореагировавших эпоксидных групп определяли нормированием интегральной интенсивности (площади) полосы 915 см$^{-1}$ эпоксидного кольца [7] в момент t_i на интенсивность этой же полосы в момент t_0. За t_0 принималось время первого измерения (приблизительно 5 мин после введения отвердителя в смесь ЭД-20 с УНТ). Для контроля оптического контакта образца с кристаллом, от которого сильно зависит качество спектра НПВО, использовали полосу «внутреннего стандарта» − характерный дублет 1606-1581 см$^{-1}$ бензольных ядер эпоксиолигомера [7]. Эта полоса имела равную интенсивность во всех измеренных спектрах. Математическая обработка спектров производилась с помощью прилагаемого программного обеспечения. После регистрации автоматически осуществлялась НПВО-коррекция и перевод спектра в шкалу оптической плотности. Интегральная интенсивность (площадь) полосы поглощения эпоксидных групп 915 см$^{-1}$ рассчитывалась в границах 890-926 см$^{-1}$ для всех измеренных спектров.

Для оценки степени агломерации УНТ в композициях были проведены микроскопические исследования предельно отвержденных образцов на оптическом микроскопе Биомед-4**,** снабженном цифровой приставкой DCM-510 разрешением 5 Мпкс для получения микрофотографий.

Результаты и их обсуждение

Кинетика отверждения эпоксиаминных композиций содержащих УНТ, в том числе и с применением метода ИК-спектроскопии в средней и ближней области, ранее изучалась в ряде работ [8-11]. Однако эти исследования в значительной мере ограничивались модельными системами на основе ДГЭБА и низкомолекулярных ди- или моноаминов [9-11].

В нашей работе были использованы промышленные продукты: эпоксиолигомер ЭД-20 и аминный отвердитель ПЭПА, широко применяемые на практике.

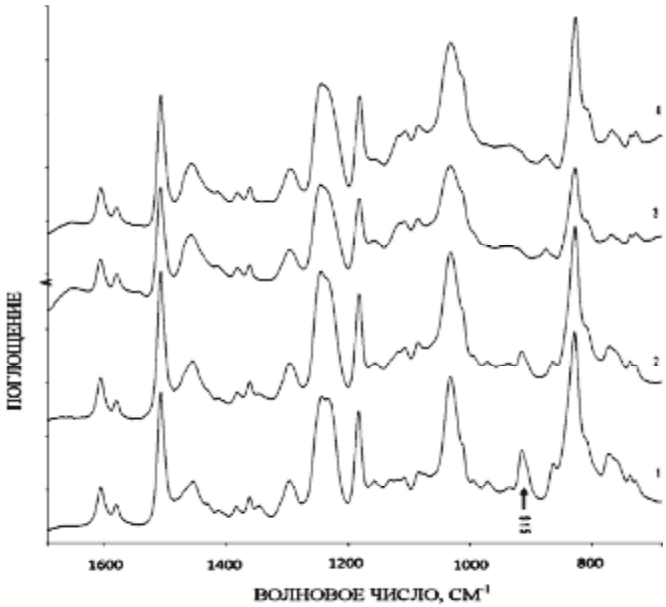


Рис. 1. ИК-спектры системы, содержащей 0,2 масс.% УНТ-3:
до отверждения (1); после отверждения в течение 4 час. (2); 1 сут. (3);
после доотверждения при 100 ^{0}С в течение 4 час. (4)

Качественные изменения в ИК-спектрах при отверждении композиции, содержащей 0,2 масс.% УНТ-3 показаны на рисунке 1. Как видим, за сутки отверждения при комнатной температуре происходит весьма значительное уменьшение интенсивности полосы 915 см$^{-1}$, а после доотверждения при 100 ^{0}С практически полное исчезновение ее в спектре, что говорит о высокой степени конверсии эпоксигрупп. В то же время, для композиции, не содержащей нанотрубок, степень конверсии эпоксигрупп через сутки не превышала 60 %, о чем можно судить по конверсионной кривой, приведенной на рисунке 2*б* (график 1). По приведенным графикам (рис. 2*б*) видно, что увеличение концентрации УНТ-3 от 0 до 0,5 % приводит к монотонному увеличению степени раскрытия эпоксигрупп. Дальнейшее увеличение концентрации УНТ-3 до 1 масс.% уже не оказывает значительного влияния на протекание реакции, т.к. графики 3 и 4 на рисунке 2*б* практически совпадают. При этом степень конверсии эпоксигрупп остается высокой (не менее 90 % через сутки при комнатной температуре для всех систем с УНТ-3 и практически 100 % для термотвержденных образцов).

Однако полученный результат был характерен только для образцов с функционализированными УНТ-3. При введении в системы сухих нативных УНТ-1 и УНТ-2 конверсионные кривые практически совпадали друг с другом и с кривой для системы без УНТ (рис. 2*а*, графики 2, 3 и рис. 2*б*, график 1). Конверсии функциональных групп в предельно отвержденных образцах не была полной и составляла около 64 % для систем с УНТ-1 и 75 % для систем с УНТ-2. Это свидетельствовало о том, что нативные нанотрубки не оказывают заметного влияния на кинетику реакции отверждения при комнатной температуре и даже в ряде случаев препятствуют полному раскрытию эпоксигрупп в термоотвержденных образцах. Известны работы [12-14], где обнаружено влияние УНТ на скорость и конечную конверсию эпоксигрупп при отверждении эпоксидных смол. В частности, в работе [12] методом ДСК показано, что при отверждении эпоксидных смол в присутствии 0-5 % многослойных функционализированных УНТ, конверсия, соответствующая максимальной скорости, возрастала с повышением концентрации УНТ, т.е. с увеличением общей площади поверхности модификатора. Похожий результат был получен в работе [13], в которой изучалось влияние малых добавок ф-УНТ на свойства эпоксиполимера, отвержденного диаминодифенилсульфоном.

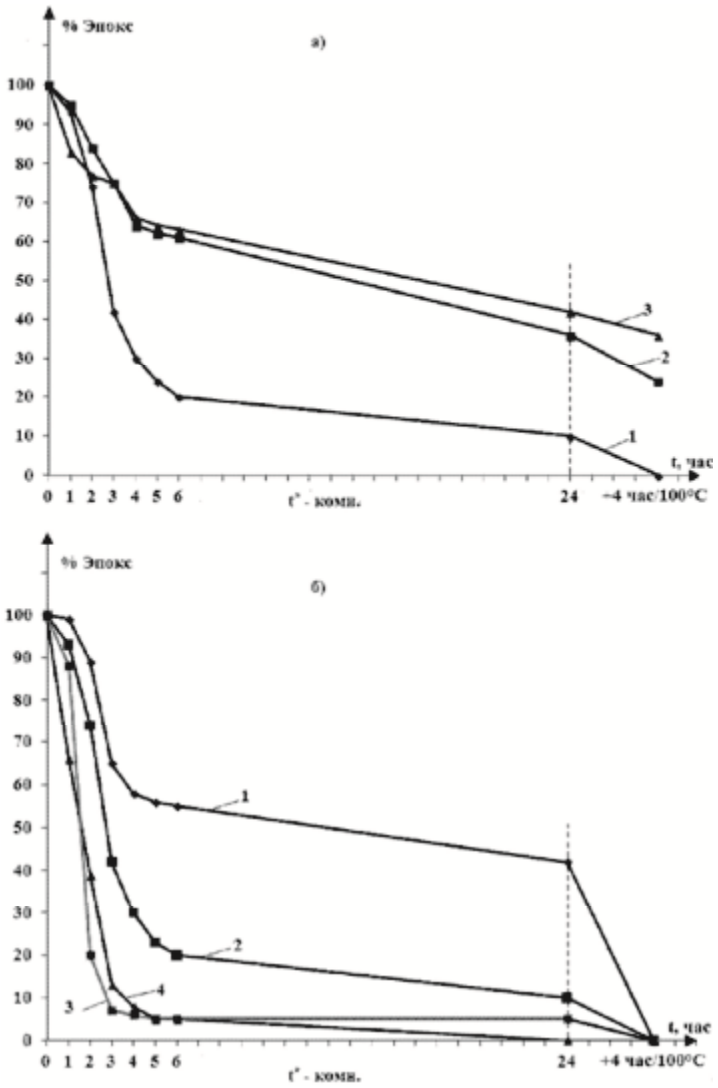
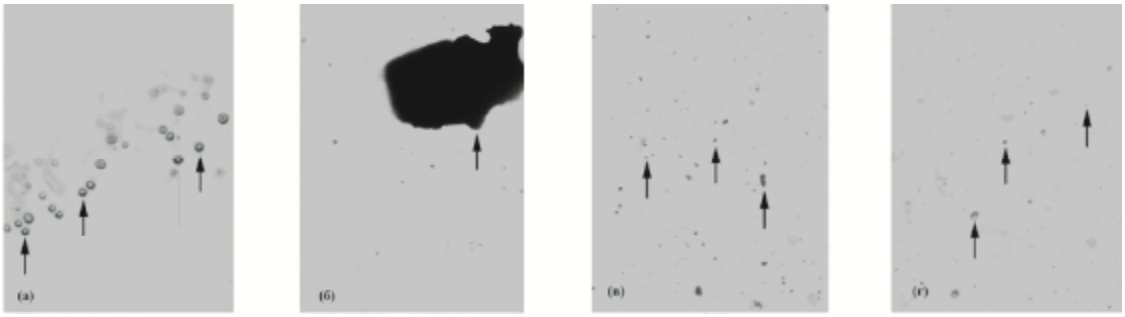


Рис. 2. Временные зависимости концентрации эпоксигрупп в системе, содержащей:
1 − 0,2 % УНТ-3, 2 − 0,2 % УНТ-2 и 3 − 0,2 % УНТ-1 (а);
1 – 0 %, 2 − 0,2 % УНТ-3, 3 − 0,5 % УНТ-3 и 4 – 1 % УНТ-3 (б)

Установлено, что в области концентраций УНТ 0,01 – 0,5 масс.% обнаруживается экстремальная зависимость динамического модуля упругости и температуры стеклования от концентрации модификатора. Объясняется такое выраженное влияние функционализированных УНТ на процессы отверждения в [13] тем, что благодаря наличию на поверхности ф-УНТ большого количества кислородсодержащих групп (гидроксильных, карбоксильных и др.) реакция отверждения приобретает каталитический характер, и скорость ее может быть в 3-4 раза выше, чем не каталитической [15]. Другим дополнительным фактором, влияющим на скорость реакции и конверсию эпоксигрупп согласно [8], может быть образование большого числа Н-связей между функциональными группами эпоксиолигомера с поверхностью модификатора. Напротив, необработанные нанотрубки, вследствие большой поверхностной энергии и, возможно, статического заряда, склонны к образованию агломератов. Нативные нанотрубки могут образовывать лишь слабые ван-дер-ваальсовы взаимодействия с эпоксиолигомером и не способны катализировать реакцию. Агломераты нанотрубок способны также оказывать стерические затруднения аминолизу эпоксигрупп при повышенных температурах. Функционализированные же УНТ имеют на поверхности значительное количество активных групп (преимущественно карбоксильных), непосредственно участвующих в реакции с эпоксигруппами, что и обусловливает более высокую глубину протекания реакции как при комнатной температуре, так и при термоотверждении систем.



а) б) в) г)

Рис. 3. Микрофотографии композиций, содержащих 0 % (а); 0,1 % УНТ-1 (б); 0,1 % УНТ-2 (в); 0,1 % УНТ-3 (г)

Для оценки степени агломерации функционализированных и нативных нанотрубок в композитах были проведены микроскопические исследования образцов. Образцы с содержанием УНТ свыше 0,3 % являлись практически непрозрачными, поэтому измерения были ограничены системами, содержащими 0, 0,1 и 0,2 масс.% УНТ. Микрофотографии с увеличением 400^x немодифицированной композиции и систем, содержащих 0,1 % УНТ каждого типа, показаны на рисунке 3. Для немодифицированной композиции, представленной на рисунке 3(*а*), на фото видны микропузырьки воздуха (отмечены стрелками). Для систем, содержащих УНТ, на фото хорошо различимы агломераты нанотрубок, причем размер агломератов для нативных УНТ-1 был гораздо (рис. 3*б)*, а для УНТ-2 существенно больше (рис. 3*в*), чем для функционализированных УНТ-3 (рис. 3*г*). Очевидно, функционализация нанотрубок положительно сказывается на степени их диспергирования в полимерной матрице, что в конечном итоге приводит к более высокой конверсии эпоксигрупп.

Заключение

Таким образом, в работе проведено исследование влияния концентрации и функционализации углеродных нанотрубок на степень конверсии эпоксидных групп в эпоксиаминных композициях на основе ЭД-20 и ПЭПА. Показано, что увеличение концентрации функционализированных УНТ от 0 до 0,5 % приводит к увеличению степени конверсии эпоксигрупп при отверждении при комнатной температуре. Дальнейшее увеличение концентрации до 1 % не сказывается на кинетике реакции. Для нативных УНТ не установлено такой зависимости. Объясняется такое выраженное влияние ф-УНТ на кинетику реакции аминолиза и конечную степень конверсии эпоксигрупп, по-видимому, каталитическим влиянием кислородсодержащих групп (гидроксильных, карбоксильных и др.), привитых к поверхности УНТ, и их непосредственным участием в реакции. Методом оптической микроскопии показано, что размеры агломератов нанотрубок были существенно выше в системах с нативными, чем в системе с функционализированными нанотрубками. Данные результаты могут быть существенны при разработке рецептур эпоксикомпозитов, модифицированных наночастицами.

Авторы выражают благодарность Ш.М. Хакимову за помощь при проведении и представлении результатов микроскопических измерений.

Список библиографических ссылок

1. Irzhac V.I. Epoxy Composite Materials with Carbon Nanotubes // Russ.Chem.Rev., 2011, V. 80, № 8. − P. 787-806.
2. Badamshina E.R., Gafurova M.P., Estrin Ya.I. Modification of Carbon Nanotubes and Synthesis of Polymeric Composites Involving the Nanotubes // Russ.Chem.Rev., 2010, V. 79, № 11. − P. 945-979.
3. Du J-H., Bai J., Cheng H-M. The present status and key problems of carbon nanotube based polymer composites // J. Express Polym. Letters, 2007, V. 1, № 5. − P. 253-273.

4. Каблов Е.Н., Кондрашов С.В., Юрков Г.Ю. Перспективы использования углеродсодержащих наночастиц в связующих для полимерных композиционных материалов // Российские нанотехнологии, 2013, Т. 8, № 3-4. − С. 24-42.
5. Ганиева Г.Р., Тимеркаев Б.А., Яхин Р.Г., Ягунд Э.М., Потапова Л.И. Технология разложения тяжелых углеводородов дуговым разрядом // Инновационная наука. Уфа. Изд-во ООО «Аэтерна», 2015, Т. 2, № 4. − С. 14-16.
6. Ягунд Э.М., Маклаков Л.И., Строганов В.Ф., Савченко В.Н. Определение степени превращения функциональных групп непосредственно в зоне контакта адгезива с субстратом // Тезисы докладов VI Всесоюзного координационного совещания по спектроскопии полимеров. Минск, 1989. − С. 140.
7. Mertzel E., Koenig J. // Epoxy Resins and Composites. Part II. Application of FT-IR and NMR to Epoxy Resins. – Berlin, 1986, V. 2. − P. 73-112.
8. Semoto T., Tsuji Y., Tanaka H., Yoshizawa K. Role of Edge Oxygen Atoms on the Adgesive Interaction between Carbon Fiber and Epoxy Resins // J. Phys.-Chem., Part C, 2013, V. 117. − P. 24830-24835.
9. Rigail-Cedeno A., Sung Chong S.P. Fluorescence and IR Characterization of Epoxy Cured with Aliphatic Amines // Polymer, 2005, V. 46, № 22. − P. 9378-9384.
10. Gonzales M.G., Cabanelas J.C., Baselga J. Application of FTIR on Epoxy Resins – Identification, Monitoring the Curing Process, Phase Separation and Water Uptake // Infrared Spectroscopy – Materials Science, Ingineering and Technology, 2012, Ch. 13. − P. 261-284.
11. Nicolic G., Zlatcovic S., Cacic M., Cacic S., Lacnjevac C., Rajic Z. Fast Fourier Trasform IR Characterization of Epoxy Systems Crosslinked with Aliphatic and Cycloaliphatic Polyamine Adducts // Sensors, 2010, V. 10. − P. 684-696.
12. Xongfeng Xie, Binghua Liu, Zuanru Yuan, Jianyi Shen, Rongshi Cheng. Cure kinetics of carbon nanotube-tetrafunctional epoxy nanocomposites by isothermal scanning calorimetry // J. Polym. Sci., Part B. Polym. Physics. 2004, V. 42. − P. 3701-3712.
13. Кондрашов С.В., Грачев В.П., Акатенков Р.В., Алексашин В.Н., Деев И.С., Аношкин И.В., Раков Э.Г., Иржак В.И. Модифицирование эпоксидных полимеров малыми добавками углеродных нанотрубок // Высокомолек. соед., Сер. А, 2014, Т. 56, № 3. − С. 316-322.
14. Visco A., Calabrese L., Milone C. Cure Rate and Mechanical Properties of a DGEBA Epoxy Resins Modified with Carbon Nanotubes // J. Reinforced Plastics and Composites, 2009, V. 28. − P. 937-949.
15. Rozenberg B.A. Donor-Acceptor Interactions in Polycondensation Processys // Russ. Chem. Rev., 1991, V. 60, № 7. − P. 751-761.

Kuznetsova L.M. – senior lecturer
E-mail: kharakhash@mail.ru
Potapova L.I. – candidate of chemical sciences, associate professor
E-mail: ludmilapo@mail.ru
Yagund E.M. – candidate of chemical sciences, associate professor
E-mail: yagund1962@mail.ru
Yakhin R.G. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: rojyakhin@yandex.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Research of the influence of carbon nanotubes on the conversion of epoxy groups in epoxy-aminogen compositions

Resume

The effects of the concentration and functionalization of carbon nanotubes on the degree of conversion of epoxy groups in epoxy-aminogen compositions based on ED-20 and the PEPA are studied. It has been shown that increasing the concentration of functionalized carbon nanotubes

(CNT) from 0 to 0,5 % increases the degree of conversion of the epoxy groups during curing at a room temperature. Further increase in concentration CNT of up to 1 % does not affect the reaction kinetics. For native CNT such a relationship is not established. Explains such a pronounced effect on the f-CNT aminolysis reaction kinetics and ultimate degree of conversion of epoxy groups, apparently, the catalytic effect of oxygen-containing groups (hydroxyl, carboxyl, and others) grafted to the surface of CNTs and their direct involvement in the reaction. By optical microscopy showed that the size of the agglomerates of nanotubes were substantially higher than in the native systems than in the system with the functionalized nanotubes. These results may be important in the development of creation epoxycomposites modified by nanoparticles.

Keywords: epoxy oligomers, carbon nanotubes, IR-spectroscopy method.

Reference list

1. Irzhac V.I. Epoxy Composite materials with carbon nanotubes // Russ. Chem. Rev., 2011, V. 80, № 8. − P. 787-806.
2. Badamshina E.R., Gafurova M.P., Estrin Ya.I. Modification of carbon nanotubes and synthesis of polymeric composites involving the nanotubes // Russ.Chem.Rev., 2010, V. 79, № 11, − P. 945-979.
3. Du J-H., Bai J., Cheng H-M. The present status and key problems of carbon nanotube based polymer composites // J. Express Polym. Letters, 2007, V. 1, № 5. − P. 253-273.
4. Cablov E.N., Condrashov S.V., Yurkov G.Yu. Prospects for the use of carbon nanoparticles in the polymeric binders for composite materials // Rossiskie Nanotecnologii, 2013, V. 8, № 3-4. − P. 24-42.
5. Ganieva G.R., Timerkaev B.A., Yakhin R.G., Yagund E.M., Potapova L.I. Technology decomposition of heavy hydrocarbons arc dicharge. // Innovative Science. – Ufa.: Publishers «Aeterna Ltd», 2015, V. 2, № 4. − P. 14-16.
6. Yagund E.M., Maklakov L.I., Stroganov V.F., Savchenko V.N. Determining the degree of conversion of functional groups directly into the zone of contact with substrate and adgesive // Proceedings of VI All-Union Coordination Meeting for the Spectroscopy of Polymers. – Minsk, 1989. − P. 140.
7. Mertzel E., Koenig J. // Epoxy resins and composites. Part II. Application of FT-IR and NMR to epoxy resins. – Berlin, 1986, V. 2. − P. 73-112.
8. Semoto T., Tsuji Y., Tanaka H., Yoshizawa K. Role of edge oxygen atoms on the adgesive interaction between carbon fiber and epoxy resins // J. Phys.-Chem., Part C, 2013, V. 117. − P. 24830-24835.
9. Rigail-Cedeno A., Sung Chong S.P. Fluorescence and IR characterization of epoxy cured with aliphatic amines // Polymer, 2005, V. 46, № 22. − P. 9378-9384.
10. Gonzales M.G., Cabanelas J.C., Baselga J. Application of FTIR on epoxy resins – identification, monitoring the curing process, phase separation and water uptake // Infrared spectroscopy // Materials science, Ingineering and technology, 2012, Ch. 13. − P. 261-284.
11. Nicolic G., Zlatcovic S., Cacic M., Cacic S., Lacnjevac C., Rajic Z. Fast fourier trasform ir characterization of epoxy systems crosslinked with aliphatic and cycloaliphatic polyamine adducts // Sensors, 2010, V. 10. − P. 684-696.
12. Xongfeng Xie, Binghua Liu, Zuanru Yuan, Jianyi Shen, Rongshi Cheng. Cure kinetics of carbon nanotube-tetrafunctional epoxy nanocomposites by isothermal scanning calorimetry // J. Polym.Sci., Part B. Polym.Physics, 2004, V. 42. – P. 3701-3712.
13. Kondrashov S.V., Grachev V.P., Akatenkov R.V., Aleksashin V.N., Deyev I.S., Anoshkin I.V., Rakov E.G., Irzhak V.I. Modification of epoxy polymers small additions of carbon nanotubes // Visokomolek. soed., Ser. A, 2014, V. 56, № 3. − P. 316-322.
14. Visco A., Calabrese L., Milone C. Cure rate and mechanical properties of a dgeba epoxy resins modified with carbon nanotubes // J. Reinforced plastics and composites, 2009, V. 28. − P. 937-949.
15. Rozenberg B.A. Donor-Acceptor interactions in polycondensation processys // Russ. Chem. Rev., 1991, V. 60, № 7. − P. 751-761.

УДК 665.775
Макаров Д.Б. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: makarov@kgasu.ru
Ягунд Э.М. – кандидат химических наук, доцент
E-mail: yagund1962@mail.ru
Аюпов Д.А. – кандидат технических наук, старший преподаватель
E-mail: Ayupov_Damir@rambler.ru
Мурафа А.В. – кандидат технических наук, доцент
Фасхутдинов К.А. – студент
E-mail: faskhutdinovkamil@mail.ru
Хозин В.Г. – доктор технических наук, профессор
E-mail: khozin@kgasu.ru
Яхин Р.Г. – доктор технических наук, профессор
E-mail: rojakhin@yandex.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Изучение битумно-полимерных вяжущих, модифицированных смесевыми термоэластопластами, методом ИК-спектроскопии

Аннотация

Исследована природа взаимодействий, происходящих между компонентами смесевого термоэластопласта и матрицей битумов нефтяных дорожных. Доказано химическое взаимодействие смесевого термоэластопласта с матрицей битума по непредельным С=С связям с образованием редкосшитого полимера внутри битумно-полимерного вяжущего. Введение полимеров в качестве модифицирующих добавок приводит к значительному изменению физико-механических и реологических свойств полученных битумно-полимерных систем.

Ключевые слова: битум**,** битумно-полимерное вяжущее, термоэластопласт**,** адгезионная добавка, ИК-спектроскопия, каучук.

Модификация нефтяных битумов полимерами признана необходимым технологическим способом получения высокоэффективных строительных материалов [1-3]. Установлено, что наиболее эффективными модификаторами битумов по комплексу технологических и эксплуатационных свойств являются синтетические термоэластопласты (ТЭП) [4-6]. Вместе с тем, наиболее применяемый среди них модификатор битумов – дивинистирольный термоэластопласт (ДСТ), обладает рядом недостатков, в т.ч. неудовлетворительной стойкостью к климатическим воздействиям. В связи с этим, была поставлена цель – создать термоэластопласт, обладающий достоинствами ДСТ, но лишенный его недостатков и проявляющий максимальный модифицирующий эффект.

Основными предпосылками создания смесевого ТЭП явились исходные свойства их компонентов: этилен-пропиленовый каучук (СКЭПТ) обладает хорошей эластичностью, морозостойкостью, стойкостью к УФ-облучению и озону; изопреновый каучук (СКИ) и сэвилен (СЭВА) позволяют улучшить адгезию модифицированного битума к армирующей основе и минеральным наполнителям; полиэтилен высокого давления (ПЭВД) отличается высокой стойкостью к УФ и озону, теплостойкостью, хорошей прочностью, но недостаточной морозостойкостью.

В состав разработанного смесевого ТЭП возможно включение адгезионной добавки Азол, который представляет собой жидкую композицию из амидоаминов и имидазолина кислот таллового масла в высококипящем углеводородном растворителе. Введение Азола придает модифицированному битуму пластичность, уменьшает его старение после прогрева, существенно увеличивает сцепление битума с поверхностью минеральных материалов [7].

В данной работе методом ИК-спектроскопии было изучено взаимодействие смесевого термоэластопласта с битумом марки БНД 60/90, применяемым в дорожном строительстве [8].

Регистрация ИК-спектров производилась с помощью приставки нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) Miracle ATR (кристалл ZnSe) в области 4000 – 650 $см^{-1}$ на ИК-Фурье спектрофотометре фирмы Perkin-Elmer, модель Spectrum 65, при стандартных условиях регистрации. Обработка спектров производилась с помощью прилагаемого программного обеспечения. Спектры образцов битумов регистрировались при комнатной температуре в виде вязких капель, наносимых непосредственно на кристалл НПВО. Спектры образцов модифицирующих добавок регистрировались в виде гранул, прижимаемых к элементу НПВО специальным прижимом, входящим в комплект приставки.

Целью данной работы явилось установить природу взаимодействий, происходящих между компонентами смесевого ТЭП и матрицей битумов нефтяных дорожных (БНД). Введение полимеров в качестве модифицирующих добавок приводит к значительному изменению физико-механических и реологических свойств битумно-полимерных вяжущих (БПВ). Для дальнейшего изучения эффекта модификации, нами получены три сочетания смесевых ТЭП:

- ТЭП-1: СКЭПТ + СКИ + ПЭВД;
- ТЭП-2: СКЭПТ + СКИ + ПЭВД + СЭВА;
- ТЭП-3: СКЭПТ + СКИ + ПЭВД + Азол.

Известно, что битум является сложной органо-минеральной системой, состоящей из большого числа предельных алифатических и ароматических углеводородов. На рисунке 1 приведен ИК-спектр исходного битума БНД 60/90 без модифицирущих добавок. Спектр характеризуется наличием полос, отвечающих валентным (2960, 2920, 2851 $см^{-1}$) и деформационным (1456, 1378 и 721 $см^{-1}$) колебаниям CH_2 и CH_3 групп. Ароматическим структурам соответствует полоса 1601 $см^{-1}$ и пики в низкочастотной области 868, 810 и 745 $см^{-1}$.

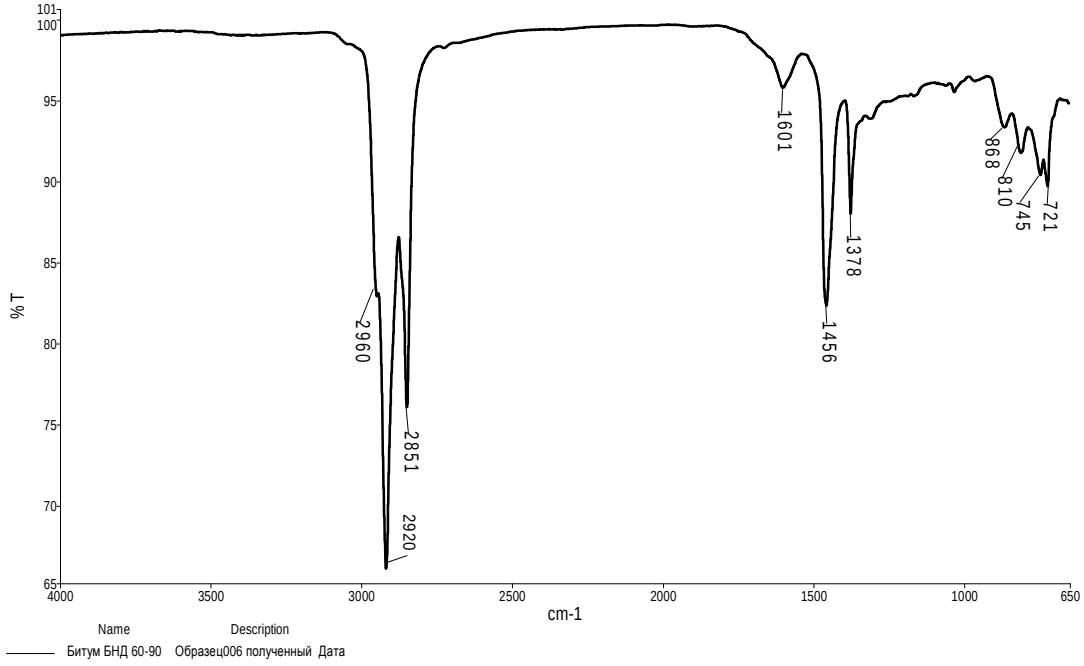


Рис. 1. ИК-спектр битума БНД 60/90

На рис. 2 приведены ИК–спектры ТЭП-1 (кривая 1) и ТЭП-2 (кривая 2). Спектры во многом схожи, в обоих присутствуют отмеченные выше полосы, отвечающие колебаниям метильных и метиленовых групп. Необходимо также отметить наличие карбонильных групп С=О (пик 1740 $см^{-1}$) и непредельных С=С связей (пик 1665 $см^{-1}$), причем карбонильных групп в ТЭП-2 больше, а непредельных винильных групп меньше, чем в ТЭП-1, что объясняется особенностями соотношения между компонентами смеси полимера.

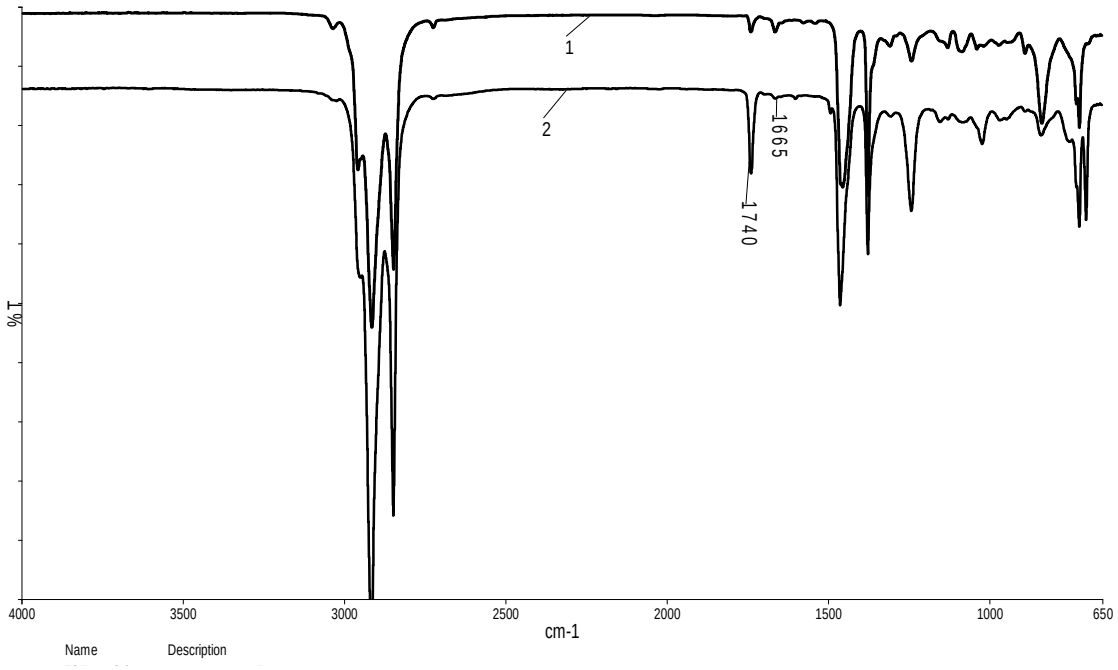


Рис. 2. ИК-спектры ТЭП-1 (кривая 1) и ТЭП-2 (кривая 2)

В соответствии со структурой смесевых ТЭП можно предположить, что химическое взаимодействие полимера с матрицей битума возможно по непредельным С=С связям, входящим в состав СКИ. Объяснить это предположение можно при помощи использования методики вычитания спектров.

На рис. 3 приведен разностный спектр между битумно-полимерным вяжущим с ТЭП-1 (4 %) и исходным битумом БНД 60/90 (кривая 1). На этом же рисунке приведен спектр ТЭП-1 (кривая 2).

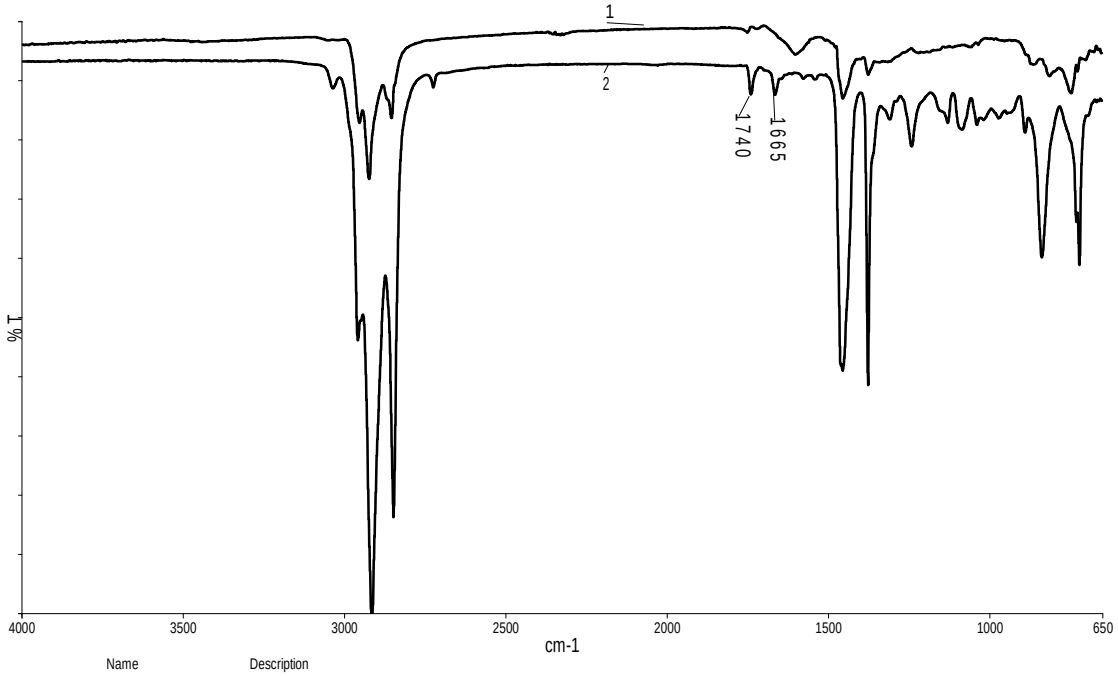


Рис. 3. Разностный спектр между БПВ с ТЭП-1 и БНД 60/90 (кривая 1)
и ИК-спектр ТЭП-1 (кривая 2)

Как видим, разностный спектр, повторяя спектр ТЭП-1 в области валентных и деформационных колебаний CH_2 и CH_3 групп, а также в области C=O при 1740 $см^{-1}$, не фиксирует полосы C=C связей при 1665 $см^{-1}$. Это говорит о том, что при введении ТЭП-1 в горячий битум возможно раскрытие непредельных винильных групп с образованием редкосшитого полимера внутри матрицы БНД 60/90. Предположительно, этот процесс катализируется сернистыми соединениями, входящими в состав битума. Как известно, вулканизация каучуков происходит именно посредством атомов серы с образованием серных мостиков C-S-C. Идентефицировать полосу колебания ν(C-S) в спектрах модифицированных составов не удалось вследствие ее низкой интенсивности и малого содержания ТЭП-1 в составе БПВ (4%). Добавим, что получить удовлетворительный разностный спектр между ТЭП-2 и исходным битумом не удалось из-за того, что в спектре ТЭП-2 полоса C=C изначально очень слаба, как это указывалось выше.

В состав ряда изученных смесевых ТЭП была введена адгезионная добавка Азол в количестве 0,4 % от массы БПВ. С введением Азола в смесевой термоэластопласт улучшается технологический параметр – время смешения битумно-полимерного вяжущего. При температуре в 165 ºС для получения однородного состава БПВ в диспергаторе необходимо затратить 2 часа, что на 30% меньше, чем при использовании смесевого ТЭП без Азола (3 часа).

Спектр жидкого Азола приведен на Рисунке 4 (кривая 1), который, будучи вторичным амином, характеризуется наличием валентных (полоса 3290 $см^{-1}$) и деформационных колебаний N-H групп (полоса 1546 $см^{-1}$), а также достаточно интенсивной полосой связи C=N при 1650 $см^{-1}$, характерной для имидозолинов. На данном рисунке (кривая 2) приведен спектр ТЭП-1 с введенным в него Азолом в количестве 0,4 % от массы БПВ, а также разностный спектр между ними (кривая 3). Как видно, разностный спектр практически в точности повторяет структуру ТЭП-1, включая наличие карбонильных C=O (1740 $см^{-1}$) и винильных C=C (1665 $см^{-1}$) связей. Из этого с большой степенью вероятности можно утверждать, что химического взаимодействия между ТЭП и адгезивом не происходит.

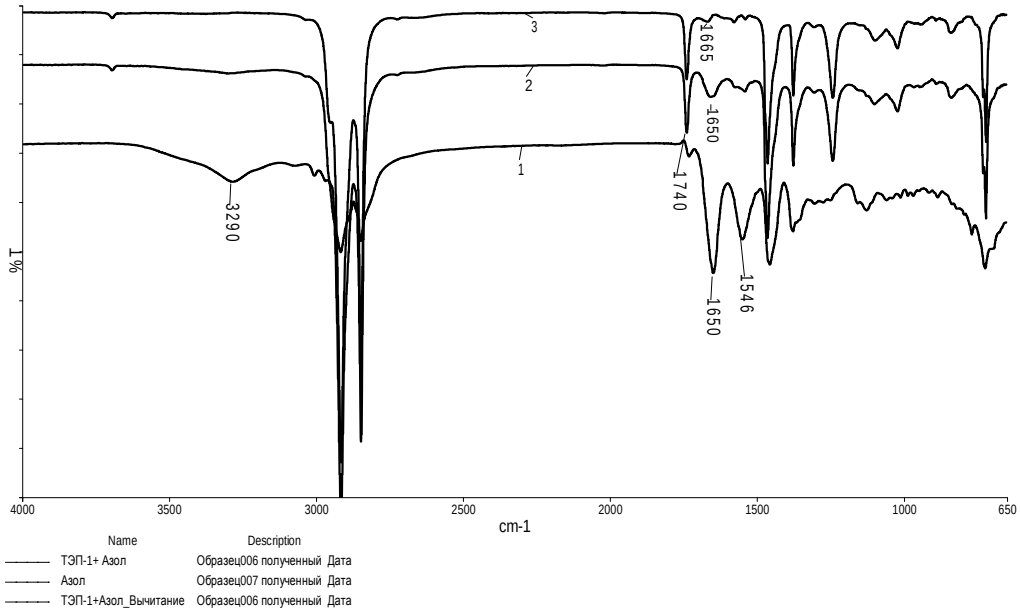


Рис. 4. ИК-спектры Азола (кривая 1), ТЭП-1+ Азол (кривая 2) и их разностный спектр (кривая 3)

С введением смесевого ТЭП в битум происходит химическое взаимодействие ТЭП с матрицей битума по непредельным C=C связям с образованием редкосшитого полимера внутри матрицы БПВ. Таким образом, нестабильные двойные C=C связи переходят в атмосферостойкие C-S-C связи, в результате чего мы получаем битумно-полимерное вяжущее, обладающее повышенной атмосферостойкостью и стабильностью основных эксплуатационных характеристик.

С введением Азола в смесевой ТЭП не происходит химического взаимодействия компонентов, поэтому Азол сохраняет свойства адгезионной добавки в БПВ. При этом сокращается время получения битумно-полимерного вяжущего, полученная композиция в меньшей степени подвергается термодеструкции, что в дальнейшем продлит срок службы БПВ.

Кроме того представляет интерес исследование влияния адгезионной добавки (АД) на структуру и свойства БПВ, полученного на основе дорожного битума марки БНД 60/90, модифицированного 4 % смесевого термоэластопласта (ТЭП). Адгезионная добавка вводилась в количестве 1,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10 % от массы смесевого ТЭП.

Как показано выше с введением АД в смесевой термоэластопласт улучшается технологический параметр – время смешения битумно-полимерного вяжущего. При температуре 165 ºС для получения однородного состава БПВ в лабораторном диспергаторе необходимо затратить 2 часа, что на 30 % меньше, чем при использовании смесевого ТЭП без АД (3 часа). В данном случае не только сокращается время получения битумно-полимерного вяжущего, но и полученная композиция в меньшей степени подвергается термодеструкции, что в дальнейшем продлит срок службы не только вяжущего, но и асфальтобетона на его основе.

Характеристики свойств БПВ, модифицированных смесевыми термоэластопластами с добавлением АД, представлены в таблице.

Таблица

Основные свойства битумно-полимерных вяжущих

№	Составы/Свойства	$П_{25}$, 0,1 мм	$П_0$, 0,1 мм	Тр, °С	Тхр, °С	$Э_{25}$, %	$Д_{25}$, см	τ, час	ΔТр, °С
1	БНД 60/90	76,5	21,7	48	-17	10	100	-	4
2	БНД 60/90 + 4% ТЭП	62,2	20,0	58	-22	60	45	3	2
3	БНД 60/90 + 4% ТЭП (с 1% АД)	67,2	25,2	58	-22	54	37	2,5	2
4	БНД 60/90 + 4% ТЭП (с 2,5% АД)	68,1	32,5	58	-23	53,5	40	2,5	2
5	БНД 60/90 + 4%ТЭП (с 5% АД)	68,7	35,6	58	-25	52	41	2	3
6	БНД 60/90 + 4% ТЭП (с 7,5% АД)	69,0	36,0	57	-25	50	43	2	3,5
7	БНД 60/90 + 4% ТЭП (с 10% АД)	71,5	38,3	56	-26	48	45	2	4
8	ГОСТ Р 52056-2003 Марка БПВ 60	не менее 60	не менее 32	не менее 54	не менее -25	не менее 80	не менее 25	-	не более 5
9	ГОСТ 22245-90 БНД 60/90	61-90	не менее 20	не менее 47	не менее -15	-	не менее 55	-	не более 5

Как видно из таблицы, введение в смесевой термоэластопласт адгезионной добавки с 1 % до 5 % не приводит к изменению температуры размягчения, в случае увеличения концентрации АД более 5 % в среде полимера приводит к незначительному уменьшению температуры размягчения с 58 °С до 56 °С. Вероятно, содержание АД более 5 % является избыточным и играет роль пластификатора. Однако композиции по абсолютным значениям превышают гостированные требования как к «чистому» битуму, так и к полимерно-битумному вяжущему.

Изменения пенетрации ($П_0$, $П_{25}$) имеют одинаковый характер: с увеличением концентрации АД значения пенетрации увеличиваются. При 0 °С пенетрация немного возрастает с увеличением процентного содержания АД. Это объясняется, вероятно, снижением температурной чувствительности БПВ, т.е. при пониженной температуре битум-полимерное вяжущее приобретает некоторую деформативность и соответственно повышенную работоспособность в дорожных покрытиях в зимнее время. При 25 °С пенетрация также увеличивает свои значения, что облегчает технологию переработки

БПВ в асфальтобетонной смеси. При этом не происходит снижение показателей температуры размягчения.

Показатели дуктильности при 0 ºС у составов с разной концентрацией АД существенно не изменяются, следует отметить, при содержании АД более 5 % незначительно увеличиваются с 10,5 см до 14,0 см. Дуктильность при 25 ºС также возрастает с увеличением концентрации АД в составе смесевого ТЭП: с 37 см до 45 см, при 1 % и 10 % АД соответственно. Однако все композиции по абсолютным значениям в два раза превышают требования стандарта на полимерно-битумное вяжущее.

Эластичность при 25 ºС снижается с увеличением концентрации АД в составе смесевого ТЭП: с 54 % до 48 %, при 1 % и 10 % АД соответственно. Все композиции по абсолютным значениям существенно превышают (в 4–5 раз) по показателю эластичности значения «чистого» битума, однако уступают требованиям ГОСТ Р 52056-2003 на полимерно-битумное вяжущее, что объясняется самой природой смесевого ТЭП.

Температура хрупкости БПВ с введением смесевого ТЭП снижается с минус 17 ºС до минус 22 ºС. С добавлением адгезионной добавки в БПВ наблюдается дальнейшее снижение данного показателя до минус 26 ºС при 10 % содержании АД в полимере. Это доказывает эффективность совместной модификации битума полимером, в составе которого присутствует АД. Также необходимо отметить, что значения температуры хрупкости БПВ соответствуют требованиям ГОСТ Р 52056-2003 на полимерно-битумное вяжущее и существенно превосходят показатели «чистого» битума.

Величина адгезии у битумно-полимерного вяжущего, модификатором которого является смесевой термоэластопласт с АД, существенно превышает значения данного показателя «чистого» битума и битумно-полимерных композиций с использованием смесевого ТЭП без адгезионной добавки. Это свидетельствует о том, что адгезионая добавка Азол, входящая в смесь полимера, не только способствует более быстрому совмещению полимера с битумом, но и увеличивает адгезию самого битумно-полимерного вяжущего к поверхностям каменных материалов мрамору и песоку.

Таким образом, введение адгезионной добавки Азол в смесевой термоэластопласт может быть весьма эффективным для получения асфальтобетона для дорожных покрытий с наилучшими эксплуатационно-техническими характеристиками.

Исследование выполнено в рамках государственного задания (конкурсная часть) № 7.1955.2014/К «Разработка научно-технологических основ малотоннажной строительной химии как отрасли строительной индустрии России».

Список библиографических ссылок

1. Чирков А.С. Производство битумов в России: проблемы и задачи // Строительные материалы, 2008, № 5. – С. 45-47.
2. Шульженко Ю.П. Полимерные строительные материалы // Строительные материалы, 1998, № 11. – С. 8-10.
3. Илиополов С.К. Органические вяжущие для дорожного строительства. – М.: Юг, 2003. – 428 с.
4. Макаров Д.Б., Мурафа А.В., Аюпов Д.А., Хозин В.Г. Compatibility Studies of Mixed Thermoplastic Rubber with Road Bitumen // The Open Civil Engineering Journal, 2014, № 8. – P. 124-129.
5. Вольфсон С.И. Динамически вулканизованные термоэластопласты. – М.: Наука, 2004. – 172 с.
6. Лукша О.В., Опанасенко О.Н., Крутько Н.П., Лобода Ю.В. Модифицирование окисленного битума стирол-будадиен-стирольными сополимерами различного строения // Журнал прикладной химии, 2006, Т. 79, № 6. – С. 1030-1034.
7. Кудрявцева С.В. Влияние вида полимера и поверхностно-активных веществ на сцепление битума с минеральной подложкой // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета, 2008, № 40. – С. 36-39.
8. Купцов А.Х., Жижин Г.Н. Фурье-КР и Фурье-ИК спектры полимеров. – М.: Физматлит, 2001. – 656 с.

Makarov D.B. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: makarov@kgasu.ru
Yagund E.M. – candidate of chemical sciences, associate professor
E-mail: yagund1962@mail.ru
Ayupov D.A. – candidate of technical sciences, senior lecturer
E-mail: Ayupov_Damir@rambler.ru
Murafa A.V. – candidate of technical sciences, associate professor
Faskhutdinov K.A. – student
E-mail: faskhutdinovkamil@mail.ru
Khozin V.G. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: khozin@kgasu.ru
Yakhin R.G. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: rojyakhin@yandex.ru
Kazan State University of Architecture and Construction
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Study of bitumen-polymer binders, modified by mixed thermoplastic elastomer by the method of IR-spectroscopy

Resume

The subject of research is the nature of the interactions that take place between the components of the composite elastomer and the matrix of the road petroleum bitumen. The chemical interaction of the composite elastomer with the bitumen matrix by means of C=C olefinic functionality resulting in the lightly crosslinked polymer formation within the bitumen-polymer binder has also been proven in the course of the study. The adding of the polymers as modifiers results in a significant change in the material stress-strain properties and rheological properties of the bitumen polymer systems.

With the introduction of Azole adhesive additives in thermoplastic mixtures is no chemical interaction between components, so Azole retains the properties of the adhesive additive. This reduces the time of receipt of bitumen-polymer binder, the resulting composition is less subject to thermal degradation, which further extends the life of asphalt concrete pavement.

Thus, the introduction of adhesive additives Azole in thermoplastic mixtures can be highly effective for asphalt concrete paving with the best operational and technical specifications.

Keywords: bitumen, bitumen polymer binders, thermoplastic, plasticizer adhesive, IR absorption, rubber.

Reference list

1. Chirkov A.S. Production of bitumen in Russia: Problems and objectives // Stroitelnye materialy, 2008, № 5. – P. 45-47.
2. Shulzhenko Y.P. Plastic building materials // Stroitelnye materialy, 1998, № 11. – P. 8-10.
3. Iliopolov S.K. Organic binders for road construction. – M: Yug, 2003. – 428 p.
4. Makarov D.B., Murafa A.V., Ayupov D.A., Khozin V.G. Compatibility Studies of Mixed Thermoplastic Rubber with Road Bitumen // The Open Civil Engineering Journal, 2014, № 8. – P. 124-129.
5. Wolfson S.I. The dynamically vulcanized thermoplastic elastomeric block copolymers. – M.: Nauka, 2004. – 172 p.
6. Luksha O.V., Opanasenko O.N., Krutko N.P., Loboda Y.V. Modification of oxidized bitumen budadien styrene-butadiene copolymer with different structures // Jurnal prikladnoy chimii, 2006, T. 79, № 6. – P. 1030-1034.
7. Kudryavtseva S.V. Influence of the type of polymer and surfactant in the grip of bitumen with mineral substrate // Bulletin of Kharkiv national automobile and highway university, 2008, № 40. – P. 36-39.
8. Kuptsov A.Kh., Zhizhin G.N. The Fourier transform infared technique and the fourier transform raman spectroscopy of polymers. – M.: Fizmatlit, 2001. – 656 p.

УДК 691.17
Смирнов Д.С. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: Denis27111974@yandex.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Разработка методики оценки свойств и долговечности водонабухающей резины

Аннотация

Негативное развитие внешнеполитических отношений между Россией и Западом, принятие санкций в отношении ряда организаций и предприятий, привело к необходимости развития или увеличения объемов производства отдельных видов товаров и изделий, ранее импортируемых из-за рубежа. Так, на ЗАО «Кварт» освоено производство пакеров из водонабухающей резины, взамен импортируемых из США. Натурные испытания показали возможность их применения. Однако остается вопрос о сохранности свойств резины в течение длительного времени.

С этой целью было разработано оборудование и методика оценки степени и времени набухания резины, величины напряжений возникающих процессе набухания, а также способ прогнозирования сохранности упруго-эластичных свойств резины с использованием температурно-временной аналогии.

Ключевые слова: резина, водонабухающая резина, долговечность резины, упруго-эластичные свойства резины, напряжения в резине.

Сложившаяся в последнее время внешнеполитическая ситуация между Россией и Западом остро ставит вопрос импортозамещения [1]. В отдельных отраслях промышленности это требует серьезных вложений связанных с техническим переоснащением, в других затраты значительно ниже, но практически по всем видам импортозаменяемых товаров отмечается отсутствие адаптированной к Российским условиям нормативной базы регламентирующей качество продукции и методику её оценки. Данная проблема возникла и в нефтедобывающей отрасли. Одним из элементов конструкции при разработке нефтеносных месторождений являются пакера выполняемые из набухающей резины и располагаемые в стволе скважины с целью предотвращения попадания пластовых вод в нефтеносный слой [2-5]. Основными поставщиками данного вида продукции до недавнего времени являлись такие компании как: Tan International, Halliburton, Baker oil tools с долей рынка 30, 35 и 15 % соответственно. Сегодня производство пакеров осваивается на ЗАО «Кварт». В настоящей работе приводятся данные о способах оценки физико-механических свойств набухающей резины для пакеров и методике оценки их долговечности.

Методика определения периода сохранности упруго-эластичных свойств набухающей резины включает следующие этапы: изготовление образцов, определение периода набухания резины, определение сохранности упругих и эластичных свойств набухающей резины после снятия напряжения и прогнозирование сохранности упругих и эластичных свойств набухающей резины на период 15 лет.

Период набухания определяли путем водонасыщения образцов резины в специальных формах с перфорацией (рис. 1) с последующим периодическим контролем размера образцов в первую неделю с периодичностью 1 сутки.

После достижения образцом максимального объема и завершения процесса набухания определили величину приращения объема образца. Результаты приведены в табл. 1. Период с момента начала испытания до момента, когда образец перестал увеличиваться в размерах, считается временем набухания.

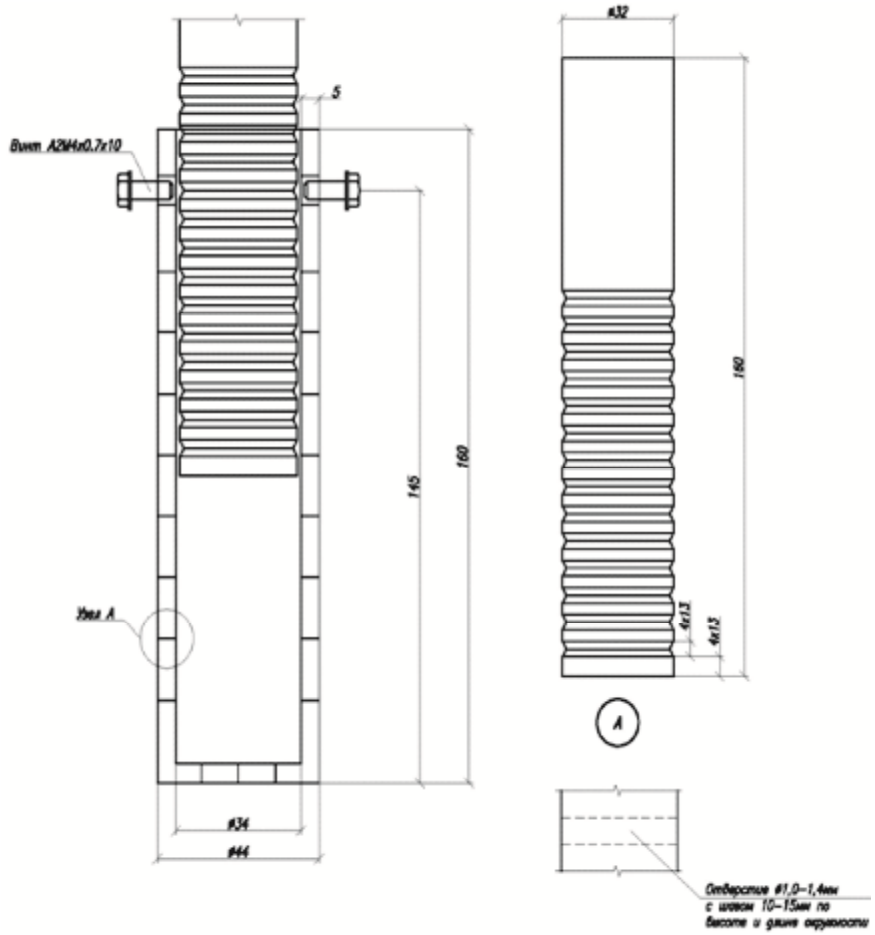


Рис. 1. Формы для определения набухания резины

Таблица 1

Результаты испытания набухания резины

Контролируемые параметры	Время набухания, сутки												
	До исп.	1	2	3	4	5	8	17	20	25	27	29	30
Расстояние от кромки формы до верхней плоскости пуансона, мм	43,4	47	47,7	48,8	49,7	50,6	52,6	58,7	60,7	63,1	65,1	66,6	67,2
Приращение высоты, мм	0	3,6	4,3	5,4	6,3	7,2	9,2	15,3	17,3	19,7	21,7	23,2	23,8
Высота образца, мм	37,5	41,1	41,8	42,9	43,8	44,7	46,7	52,8	54,8	57,2	59,2	60,7	61,3

Объем пакера (рис. 2) до и после набухания можно рассчитать по формулам 1 и 2. При этом предполагаем, что высота пакера h величина постоянная и в процессе набухания не меняется:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} \cdot h - \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \cdot h, \quad (1)$$

$$V_2 = \frac{\pi \cdot D_2^2}{4} \cdot h - \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \cdot h, \quad (2)$$

где, d_1 – внутренний диаметр пакера, а D_1 и D_2 – внешние диаметры до и после набухания. Внутренний диаметр пакера d_1 соответствует диаметру трубы, а внешний диаметр D_2 при набухании ограничивается диаметром ствола скважины.

Таким образом, объем пакера, в рабочем (проектном) положении, увеличился в K_n раза:

$$\frac{V_2}{V_1} = K_n. \quad (3)$$

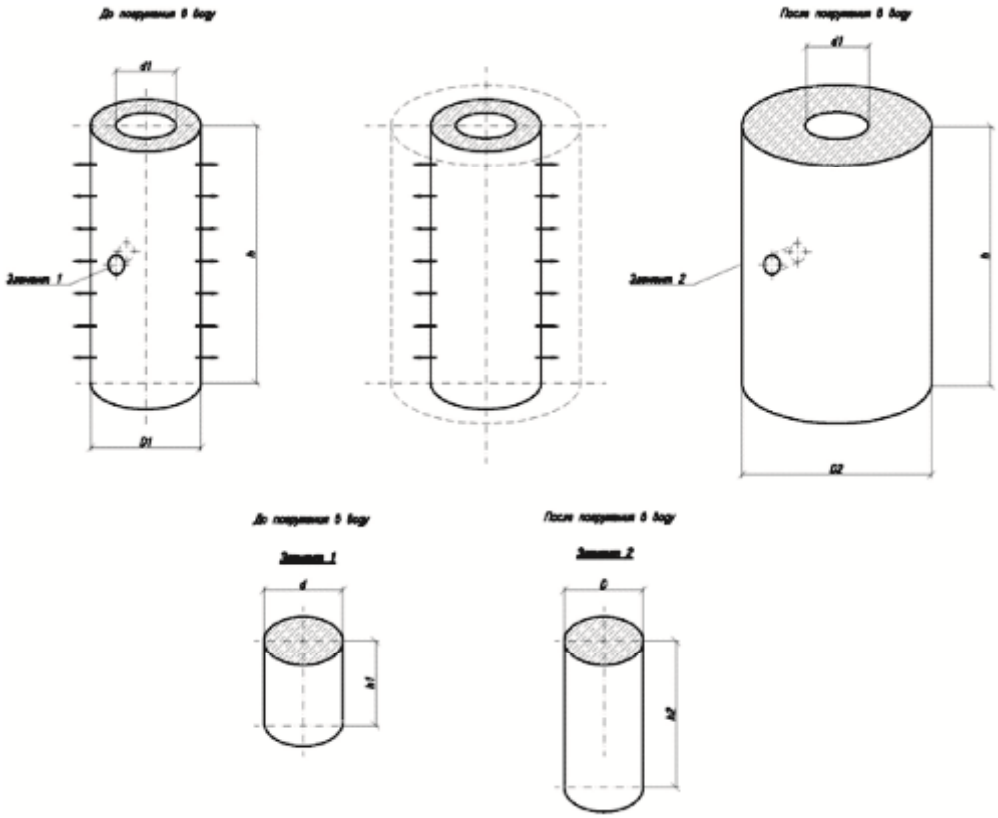


Рис. 2. Деформация образца резины при набухании

Образец (рис. 2) для испытаний имеет диаметр d = 32 мм и высоту h_1 = 37, 5 мм, т.е. площадь образца до испытания S_1 = 803,8 мм^2, а объем V_1' = 30144 мм^3.

$$V_1' = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h_1 = S_1 \cdot h_1. \quad (4)$$

Учитывая, что объем пакера после набухания увеличился в K_n раза, значит, объем образца после набухания V_2' должен составить $V_2' = K_n \cdot 30144$ мм^3. Диаметр формы D_2 = 34 мм, следовательно после набухания площадь образца S_2 составит 907,5 мм^2:

$$V_2' = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h_2 = S_2 \cdot h_2. \quad (5)$$

Необходимо фиксировать высоту образца после набухания таким образом, чтобы приращение объема образца соответствовало приращению объема пакера:

$$K_n \cdot V_1' = V_2', \quad (6)$$

$$K_n \cdot S_1 \cdot h_1 = S_2 \cdot h_2, \quad (7)$$

$$h_2 = \frac{S_1 \cdot h_1 \cdot K_n}{S_2}. \quad (8)$$

Результаты расчетов представлены в табл. 2.

На следующем этапе планируется произвести прогнозирование сохранности упругих и эластичных свойств набухающей резины на период 15 лет. Анлогичные работы ранее уже выполнялись в КГАСУ кафедрой строительных материалов, тогда определялась долговечность уплотнительных прокладок предназначенных для тоннелей Казанского метрополитена [6, 7]. Оценивалось изменение упругого отпора уплотнительных прокладок при их ускоренном старении, с прогнозом на 50 лет. Результатом работы позволили заменить дорогостоящие уплотнительные прокладок фирмы «Lovat» на отечественные, производство которых освоили на ЗАО «Кварт».

Таблица 2

Изменение размеров образцов резины и пакеров при набухании

Диаметры пакера до испытаний		Внешний диаметр пакера после испытаний D_2, мм	Площадь поперечного сечения пакера		Увеличение объема	Диаметры образца		Высота образца	
Внешний D_1, мм	Внутренний d_1, мм		До испытаний, S_1, мм^2	После испытаний, S_2, мм^2		До испытаний d, мм	После испытаний D, мм	До испытаний, h_1, мм	После испытаний h_2, мм
114,3	102	124	2088,5	3903,02	1,869	32	34	37,5	62,1
133	114	144	3684,0	6075,9	1,649	32	34	37,5	54,8
146	114	156	6531,2	8901,9	1,363	32	34	37,5	45,3
206	146	216	16579,2	19891,9	1,2	32	34	37,5	39,85
206	168	216	11156,4	14469,12	1,297	32	34	37,5	43,1

Герметичность, которую должен обеспечивать пакер в течении длительного времени, будет нарушаться тогда, когда давление воды P достигнет давления σ пакера на трубу (рис. 3). Подстановка P вместо σ в соотношение (13) дает уравнение для определения долговечности пакера. При этом могут быть учтены и изменения температуры пакера и другие экслуатационные условия:

$$P_p = \frac{F}{S_1}, \quad (9)$$

где P_p – давление воды при испытании:

$$F = P_p \cdot S_1, \quad (10)$$

где S_1 – площадь основания образца после набухания:

$$\sigma = K_{тр} \cdot F \cdot S_2, \quad (11)$$

где S_2 – площадь боковой поверхности образца после набухания, σ – боковое давление, $K_{тр}$ – коэффициент трения:

$$\sigma > P_ф \cdot К_з, \quad (12)$$

где $P_ф$ – давление воды на пакер (фактическое давление) при эксплуатации.

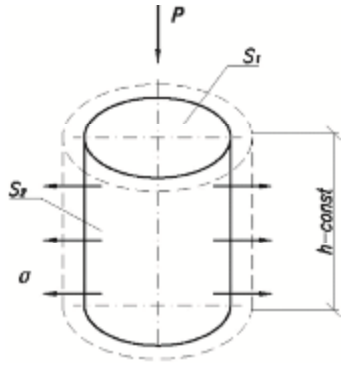


Рис. 3. Схема распределения напряжений в образце резины

Предлагаемая модель расчета долговечности резины для пакера:

$$\varepsilon = \varepsilon^{elast} + \varepsilon^{cr}, \quad (13)$$

где

$$\varepsilon^{elast} = \frac{\sigma}{E}, \quad (14)$$

а

$$\varepsilon^{cr} = \int_0^t \frac{C \cdot \sigma(t)}{(t-\tau)^{\alpha}} d\tau. \quad (15)$$

Эксперименты позволят найти регрессионные функции, описывающие поведение полимерного материала.

Согласно принципу температурно-временной аналогии [8], температура и время деформирования взаимосвязаны и взаимно эквивалентны , а деформация определяется по следующей формуле:

$$\varepsilon^{cr} = \int_0^{t^*} \frac{C(T_0) \cdot \sigma(\tau^*)}{(t^* - \tau^*)^{\alpha}} d\tau^*, \quad (16)$$

$$t^* = \frac{t}{a_t}. \quad (17)$$

Для аппроксимации коэффициента температурно-временной редукции была выбрана зависимость в виде:

$$\ln(a_t) = \frac{a_1 \cdot (T - T_0)}{a_2 + (T - T_0)}. \quad (18)$$

По модели, построенной по результатам проведенных экспериментов, можно прогнозировать поведение полимера при различных температурах и длительном времени эксплуатации.

Список библиографических ссылок

1. Татарстан будет продвигать импортозамещающий пакер. // Информационное агентство «Девон». URL: http://iadevon.ru/news/oilservice/tatarstan_budet_prodvigat_importozameshchayushchiy_paker-2121/ (дата обращения: 23.09.2015).
2. Абдулов М.А. Пакеры. – М.: Недра, 2001. – 159 с.
3. Kube O. (Zeon Europe GmbH),Nakajima K., Sandland N., Rau P., Files E.. Second Generation Low HNRB Gradec. IRC 2000. – Helsinki, 12-15.06, 2000.
4. Sparling D.D. Water invasion control in producing wells. Application polyacrylamide // Word Oil, 1984, № 1. – P. 29-33.
5. Литвинов В.М. Упругое деформирование уплотнителя // Сборник научных трудов СевКавГТУ. Серия «Нефть и газ». Вып. 2. – Ставрополь: СевКавГТУ, 1999. – С. 192-202.
6. Рахимов Р.З., Смирнов Д.С., Хайретдинов М.Г., Рахимов М.М. Резиновые уплотнительные прокладки железобетонных блоков обделки тоннеля метрополитена // Проблемы развития транспортных и инженерных коммуникаций. Научно-технический альманах. – М.: ТИМР, 2001, № 2-3. – С. 29-35.
7. Смирнов Д.С., Рахимов Р.З., Габидуллин М.Г., Каюмов Р.А., Стоянов О.В. Испытания и прогнозная оценка долговечности уплотнительной резины герметизирующих стыков блоков обделки метро // Вестник Казанского технологического университета. – Казань, 2014, Т. 17, № 15.
8. Уржумцев Ю.С. Прогнозирование длительного сопротивления полимерных материалов. – М., 1982. – 222 с.

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

Development of methods for the assessment of properties and durability of water-swellable rubber

Resume

Because of the current foreign policy situation between Russia and the West there is the need to replace some of the imported goods. Before you make such products you should be convinced of their quality. This requires research and development. The aim of this work is to study the properties and characteristics of the new product or material, to ensure the product quality. To do this it is necessary to compare the properties and characteristics of the new product with the properties of the replaced products. In this paper considered the method of estimating the basic characteristics of rubber of packer to oil wells. They are intended to

retention of reservoir water from getting into the oil-bearing layer. Manufacturing of such products mastered at JSC «Quart».

The specialists of JSC « Quart » and employees of KSUAE developed unique equipment. It is intended to assess the degree of swelling rubber and determine the stresses arising in the course of swelling rubber. Conducted an assessment of the extent and time of the swelling rubber. Installed the degree of expansion of rubber in packer. Using temperature-time analogy developed a method for predicting changes in the elastic-elastic properties of rubber for the period of 15 years. The purpose of the application of the developed method is a guarantee of the well safety for a long time.

Keywords: rubber, water-swellable rubber, durable rubber, elastic-elastic properties of rubber, tension in the rubber.

Reference list

1. «Tatarstan will promote import-substituting packer» // Information Agency «Devon». URL: http://iadevon.ru/news/oilservice/tatarstan_budet_prodvigat_importozameshchayushchiy_paker-2121/ (reference date: 23.09.2015).
2. Abdulov A.M. Packers. – M.: Nedra, 2001. – 159 p.
3. Kube O. (Zeon Europe GmbH), Nakajima K., Sandland N., Rau P., Files E. Second Generation Low HNRB Gradec. IRC 2000. – Helsinki. Finland, 12-15.06, 2000.
4. Sparling D.D. Water invasion control in producing wells. Application polyacrylamide. // Word Oil, 1984, № 1. – P. 29-33.
5. Litvinov V.M. Elastic deformation of the seal // Proceedings of SevKavGTU. A series of «Oil and gas». Vol. 2. – Stavropol: Sevkavgtu,1999. – P. 192-202.
6. Rakhimov R.Z., Smirnov D.S., Khairetdinov M.G., Rakhimov M.M. Rubber gasket reinforced concrete blocks lining the subway tunnel // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. Kazan Scientifically-technical anthology. – M.: TIMRA, 2001, № 2-3. – P. 29-35.
7. Smirnov D.S., Rakhimov R.Z., Gabidoullin M.G., Kayumov R.A., Stoyanov O.V. Testing and predictive assessment of the durability of the sealing rubber sealing joints of the lining blocks metro station // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. – Kazan, 2014, Vol. 17, № 15.
8. Urzhumtsev Yu.S. Prediction of long resistance of polymeric materials. – M., 1982. – 222 p.

УДК 691.175.5/.8
Строганов В.Ф. – доктор химических наук, профессор
E-mail: svf08@mail.ru
Амельченко М.О. – аспирант
E-mail: colbasa-disabled@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Влияние термической активации каолина на защитные свойства водно-дисперсионных стирол-акриловых покрытий

Аннотация

Установлено что, введение термоактивированного каолина способствует увеличению ряда защитных характеристики стирол-акриловых полимерных покрытий. Показана возможность увеличения уровня защитных характеристик стирол-акриловых лакокрасочных покрытий при введении термоактивированных наполнителей. Установлено, что повышенное содержание метакаолина в защитном покрытии приводит к увеличению когезионной прочности.

Ключевые слова: термическая активация, защитные покрытия, стирол-акриловые сополимеры, водно-дисперсионные лакокрасочные материалы.

Известно, что приоритетным направлением в лакокрасочной промышленности является разработка композиций на водной основе. Однако данные ЛКМ уступают по ряду технологических и эксплуатационных характеристик органорастворимым. Нивелировать данный недостаток можно введением различных наполнителей, но не все они способны к активному межмолекулярному взаимодействию (ММВ) с полимерной матрицей. Одним из доступных и распространенных способов является активация минерального наполнителя при высоких температурах (650-700 ^{o}C). В этой связи актуальными является исследования по активации наполнителей с целью увеличения ММВ, и как следствие, повышение уровня защитных характеристики лакокрасочных покрытий.

Методы и объекты исследования

В качестве объектов исследования использовали полимерные стирол-акриловые дисперсии марки «Лакротэн®»: Э-21, Э-25 и Э-244 (ООО ПКФ «Оргхимпром»). Для наполнения выбран каолин исходный (ТУ 5729-016-48174985-2003), а также каолин термообработанный (Т-каолин). Получение Т-каолина заключалось в выдержке его при 650-700 ^{o}C в течение 2 часов (переход в метакаолин).

Для подтверждения влияния активированного наполнителя (АН) на свойства защитных покрытий проводили частичную замену исходного каолина в рецептуре ЛКМ на 25, 50, 75 и 100 %.

Основные характеристики защитных покрытий определяли согласно методикам ГОСТ: укрывистость (ГОСТ 8784-75), смываемость (ГОСТ 52020-2003), водо- и влагопоглощение (ГОСТ 21513-76), когезионная прочность (ГОСТ 27890-88). Измерение адгезии защитных покрытий проводили на адгезиметре ПСО-5МГ4С (грибок 50х50 мм) и к различным субстратам: цементно-песчаный раствор (ЦПР) и сталь марки 3 (Ст3).

Результаты и обсуждение

Наполнение защитных композиций Т-каолином позволяет снизить значение укрывистости (табл.) на 50 % при 50 % наполнении. Затем происходит увеличение данного показателя до первоначальных значений, что очевидно, происходит в связи со сближением частиц друг с другом, что соответствует литературным данным [2, 3].

Таблица

Укрывистость защитных композиций на Т-каолине

Дисперсия	Укрывистость, г/м^2				
	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
Э-21	136,03	100,23	71,91	82,26	92,32
Э-25	107,69	84,56	75,68	79,13	83,82
Э-244	111,34	95,22	79,73	92,78	104,51

Исследование смываемости (рис. 1) защитных покрытий показало, что замена исходного каолина свыше 25-30 % метакаолином приводит к ее повышению, что, как отмечалось выше, обусловлено сближением частиц. Содержание Т-каолина в количестве 75-100 % приводит к выравниванию значений смываемости по отношению друг к другу. Это, очевидно, можно объяснить тем, что первоначально происходит нарушение сплошности полимерной матрицы, а затем более твердого наполненного слоя, что и объясняет выравнивание значений. При этом стоит отметить, что результаты защитных покрытий на Э-25 и Э-21 свидетельствуют об усиленном межмолекулярном взаимодействии с активированным наполнителем.

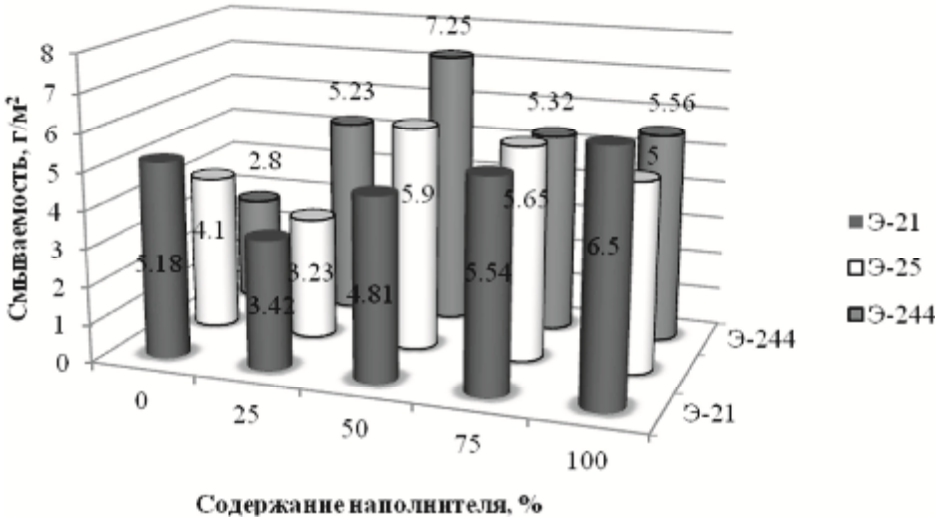


Рис. 1. Смываемость защитных покрытий наполненных Т-каолином

Анализ результатов водопоглощения ($W_п$) защитных покрытий на водной дисперсии Э-21 и Э-244 показал (рис. 2), что повышение значения $W_п$, а затем замедление, характеризуемое выходом на «плато» может свидетельствовать об образовании более плотной структуры препятствующей ускоренному проникновению воды.

Влагопоглощение ($W_{пл}$) защитных покрытий (рис. 3) снижается при замене исходного каолина на Т-каолин, а затем происходит выход на постоянное значение. Стоит отметить, что наиболее заметное влияние активированный наполнитель оказывает на ЗПк на дисперсии Э-25 – снижение $W_п \approx 17$ %, а $W_{пл} \approx 70$ %, что, по-видимому, обусловлено аморфной структурой Т-каолина [4, 5] и химическим строением самой дисперсии, которые способствуют образованию более плотной структуры при повышенном содержании в покрытии АН.

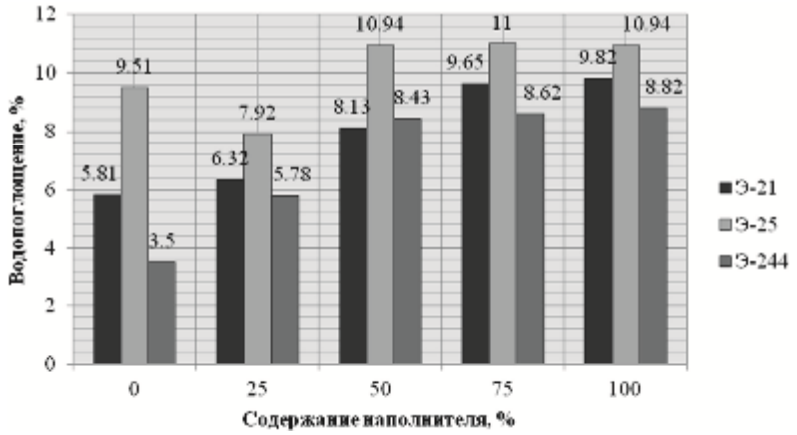


Рис. 2. Водопоглощение защитных покрытий наполненных Т-каолином

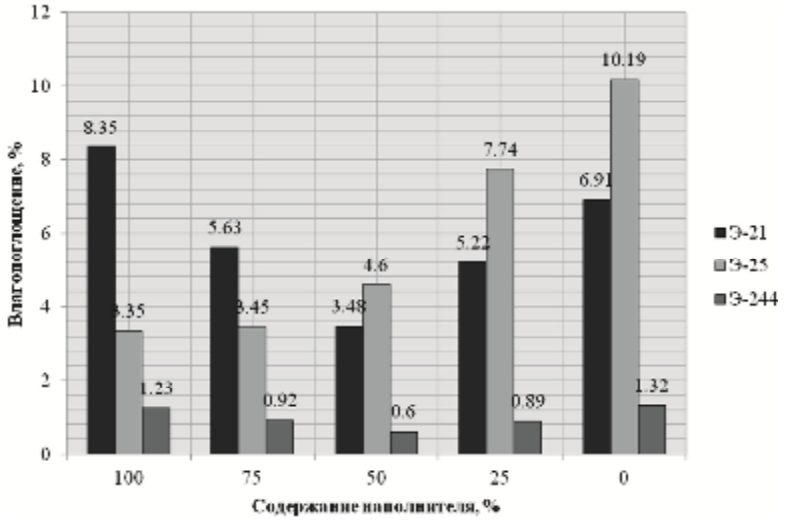


Рис. 3. Влагопоглощение защитных покрытий наполненных Т-каолином

Анализ результатов исследования адгезионной прочности защитных покрытий к цементно-песчаному раствору показал (рис. 4), что для ЗПк на дисперсии Э-25 максимальное значение адгезии наблюдается при 25 % наполнении, для ЗПк на Э-21 – при 100 %. Менее заметен эффект от введения Т-каолина у защитных покрытий на дисперсии Э-244. Объяснить такое поведение кривых можно проанализировав результаты испытаний по определению адгезионной прочности к субстрату другой природы.

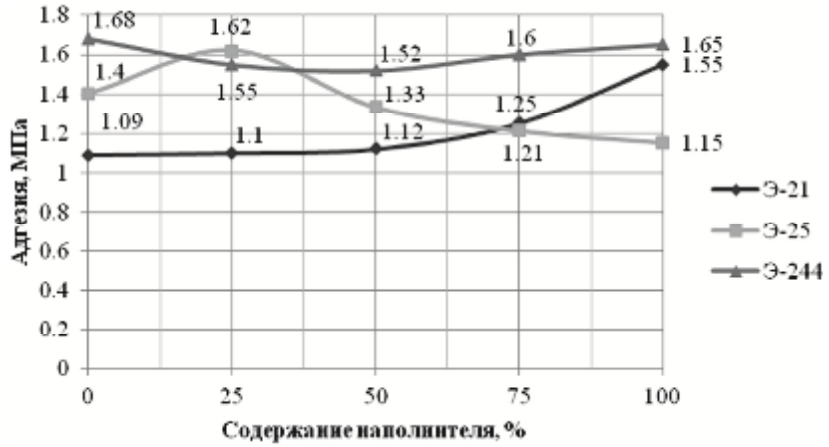


Рис. 4. Адгезионная прочность модифицированных образцов защитных покрытий к ЦПР

Кривые зависимости адгезионной прочности к Ст-3 от содержания в защитных покрытиях активированного наполнителя (рис. 5) в полимере имеют экстремальный характер: 50-60 % (для ЗПк на Э-21) и 60-70 % (для ЗПк на Э-25 и Э-244).

Известно [6, 7], что контакт между защитным покрытием и полимерной матрицей происходит по атомам металла и функциональным группам полимерной матрицы, а введение активированного наполнителя, по-видимому, приводит к «переориентации» функциональных групп полимера к активным центрам наполнителя (т.е. увеличение когезионной прочности материала), что как следствие приводит к понижению адгезионного контакта.

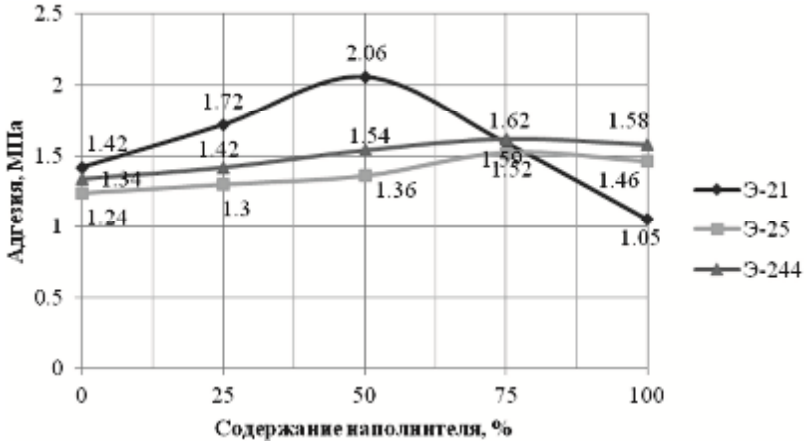


Рис. 5. Адгезионная прочность модифицированных образцов защитных покрытий к Ст3

Для подтверждения предположения о «переориентации» функциональных групп полимера к активным центра АН, при увеличении его содержания, проводили испытания по определению когезионной прочности (рис. 6) защитных покрытий. На графиках можно заметить, что понижение адгезионной прочности характеризуется повышением когезионной (σро), при этом стоит отметить, что значения σро превышают значения адгезионной прочности, что может свидетельствовать о значительном влиянии активированных наполнителей на формирование защитных покрытий.

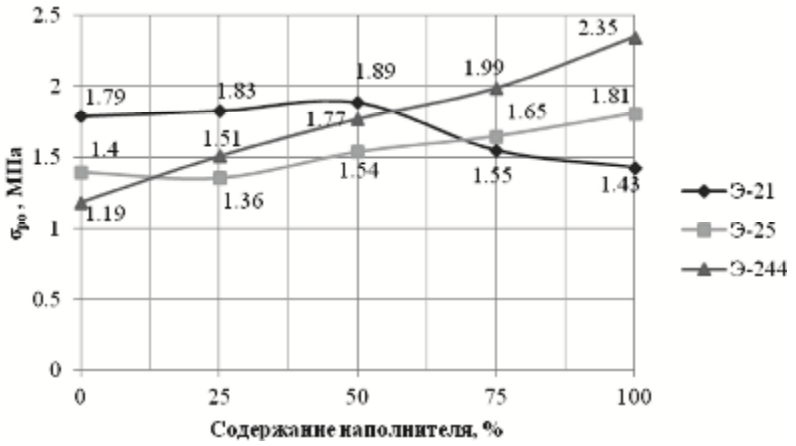


Рис. 6. Когезионная прочность модифицированных защитных покрытий

Таким образом, по проделанной работе можно сделать следующие выводы:

1. Частичная замена исходного каолина на Т-каолин позволяет улучшить ряд защитных характеристик покрытий (водо- и влагопоглощение), а также снизить значение показателя укрывистости на 50 %.

2. Наиболее оптимальный интервал наполнения при частичной замене ~30-40 %. Ввиду однородности размеров частиц в композиции превышение данного интервала

приводит к укрупнению – агрегации (учитывая высокую активность АН) и, как следствие, к формированию дефектов в защитном покрытии, в виде микротрещин.

3. Наполнение Т-каолином оказывает значительное влияние на адгезионную прочность к исследованным субстратам: цементно-песчаным растворам и Ст3. Установлено, что понижение адгезионной прочности связано с повышением когезинного разрыва, что обуславливается вовлечением функциональных групп полимерной матрицы в межмолекулярное взаимодействие с активными центрами на поверхности наполнителя, ввиду повышенного их содержания в полимере.

Список библиографических ссылок

1. Скороходова О.Н. Итоги работы предприятий лакокрасочной отрасли в 2014 г. // Лакокрасочная промышленность, 2015, № 4. – С. 10-13.
2. Орлова О.В., Фомичева Т.Н. Технология лаков и красок. – М.: Химия, 1990. – 384 с.
3. Ламбурн. Р. Лакокрасочные материалы и покрытия. Теория и практика. – СПб.: Химия, 1987. – 512 с.
4. Либау Ф. Структурная химия силикатов. – М.: Мир, 1988. – 412 с.
5. Пустовгар А.П., Бурьянов А.Ф., Васильев Е.В. Применение метакаолина в сухих строительных смесях // Строительные материалы, 2010, № 10. – С. 78-81
6. Степин С.Н., Николаева Т.В., Катнов В.Е. Водная стирол-акриловая дисперсия для антикоррозионных покрытий // Лакокрасочные материалы и их применение, 2014, № 7. – С. 29-31.
7. Николаева Т.В., Родионов Д.А., Степин С.Н. Новая дисперсия ООО ПКФ «Оргхимпром» для производства высококачественных антикоррозионных грунтовок // Лакокрасочная промышленность, 2008, № 6. – С. 7-10.

Stroganov V.F. – doctor of chemical sciences, professor
E-mail: svf08@mail.ru
Amelchenko M.O. – post-graduate student
E-mail: colbasa-disabled@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Effect of kaolin thermal activation on the protective properties of styrene-acrylic water-borne coatings

Resume

It is known that the priority direction in paint industry is development of water-based compositions. However water-based paints concede on a number of technical and operational characteristics solvent-borne paints. It is possible to level this shortcoming introduction of various fillers, but not all of them are capable to active intermolecular interaction with a polymeric matrix. One of available and widespread ways is activation of mineral filler at high temperatures (650-700 ^{o}C). In this regard increase of level protective characteristics of protective coatings is actual researches on activation of fillers for the purpose of increase intermolecular interaction as a result.

It is established that, introduction of the thermoactivated kaolin promotes increase in a row protective characteristics styrene-acrylic polymeric coverings. Possibility of increase in level of protective characteristics styrene-acrylic paint and varnish coverings is shown at introduction of the thermoactivated fillers. It is established that the raised maintenance of a metakaolin in protective coatings leads to increase in cohesive durability.

Keywords: thermal activation, protective coatings, styrene-acrylic copolymers, water-borne paints.

Reference list

1. Skorohodova O.N. The outcome of the coatings industry enterprises in 2014 // Paint & coatings industry, 2015, № 4. – P. 10-13.
2. Orlova O.V., Fomicheva T.N. Technology of paints and lacquers materials. – M.: Himiya, 1990. – 384 p.
3. Lambourne R. Paints and surface coatings: theory and practice. – SPb.: Himiya, 1987. – 512 p.
4. Liebau F. Structural chemistry of silicates: structure, bonding, and classification. – M.: Mir, 1988. – 412 p.
5. Pustovgar A.P., Bur'yanov A.F., Vasil'ev E.V. The application of metakaolin in dry mixes // Construction materials, 2010, № 10. – P. 78-81.
6. Stepin S.N., Nikolaeva T.V., Katnov V.E. Water styrene-acrylic dispersion for anticorrosion coatings // Russian coatings journal, 2014, № 7. – P. 29-31.
7. Nikolaeva T.V., Rodionov D.A., Stepin S.N. New dispersion of PKF «Orghimprom» for the production of high-quality anti-corrosion primers // Paint & coatings industry, 2008, № 6. – P. 7-10.

УДК 691.175.5/.8
Строганов В.Ф. – доктор химических наук, профессор
E-mail: svf08@mail.ru
Амельченко М.О. – аспирант
E-mail: colbasa-disabled@mail.ru
Сундуков В.И. – кандидат физико-математических наук, доцент
E-mail: v.sundukov@mail.ru
Сундукова Е.Н. – кандидат химических наук, доцент
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Исследование стирол-акриловой полимерной матрицы для лакокрасочных материалов

Аннотация

В статье изучен ряд стирол-акриловых дисперсий, для производства лакокрасочных материалов марки «Лакротэн®». Методом ядерного магнитного резонанса установлено, что наибольшей подвижностью макромолекул в цепи обладают сополимеры дисперсии Э-244. Дериватографическим методом установлена температура деструкции и косвенно подтверждено увеличенное содержание стирольной составляющей в сополимерах. Проведено исследование адгезионной прочности ненаполненных и наполненных пленок к различным субстратам: цементно-песчаный раствор и сталь марки Ст3.

Ключевые слова: дериватография, стирол-акриловый сополимер, метод ядерного магнитного резонанса, водно-дисперсионные лакокрасочные материалы.

Ранее нами рассмотрена возможность применения активированных наполнителей в стирол-акриловых защитных водно-дисперсионных лакокрасочных материалах [1, 2, 3]. Однако в этих работах не исследовались особенности полимерных дисперсий, используемых в качестве полимерной основы защитных покрытий, в связи, с чем актуальным является изучение молекулярной подвижности, термостабильности и адгезионной прочности стирол-акриловых сополимеров.

Методы и объекты исследования

В качестве объектов исследования выбраны стирол-акриловые сополимеры марки «Лакротэн®» Э-244 и Э-25 производства ООО ПКФ «Оргхимпром» (РФ, Нижегородская область, г. Дзержинск).

Определение подвижности макромолекул цепи полимерной матрицы проводили методом ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Исследования проводили на ЯМР релаксометре «Протон 20М-Т». Частота резонанса на протонах составляла 20 МГц, время 90° импульса 2,5 мкс, время «парализации» – 10 мкс. Измерения проводились при температуре 36°С.

Поведение образцов стирол-акрилового сополимера при дифференциально-термическом анализе (ДТА) изучали на дериватографе Q-1500D (чувствительность 200 мг, скорость нагрева 10 ^{o}С).

Определение адгезионной прочности ненаполненной полимерной пленки к образцам цементно-песчаного раствора (ЦПР) и стали марки Ст3 проводили на адгезиметре ПСО-5МГ4С (размер грибка 50х50 мм).

Обсуждение результатов

Исследование подвижности цепей макромолекул показало (рис. 1), что наибольшей подвижностью обладают макромолекулы стирол-акрилового сополимера марки Э-244, что можно объяснить соотношением стирольной и акриловой части. Однако ввиду малого отличия (~ 10 %) содержания компонентов дисперсий (стирольной и акриловой составляющих) проявление подвижности по данным ядерного-магнитного резонанса отличается незначительно.

Известно, что в силу химического строения (стерических препятствий – фенольных ядер) материалы с большим содержанием стирола будут отличаться большей жесткостью, чем на основе акрилатов. Однако результаты ЯМР-спектроскопии свидетельствуют о незначительном различии в подвижности цепей макромолекул. Это можно объяснить тем, что водородные связи могут быть как внутри-, так и межмолекулярные (рис. 2). Поэтому, чем больше содержание в цепи макромолекул акрилатных звеньев, тем больше вероятность образования таких связей (пунктирные линии), которые обуславливают снижение подвижности макромолекул в цепи.

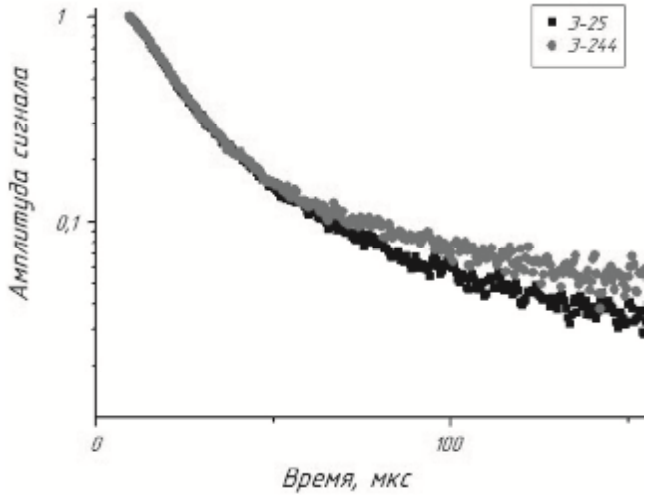


Рис. 1. Результаты ЯМР-спектроскопии образцов стирол-акриловых сополимеров

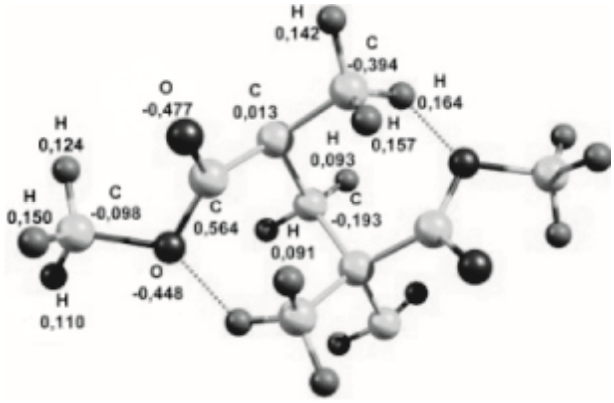


Рис. 2. Квантово-химический расчет полиметилметакрилата

Известно [4, 5], что при повышении содержания стирола в полимере > 60-70 % приводит к повышению температуры деструкции. Исследование поведения образцов дисперсий при нагревании показал (рис. 3-4), что температура их деструкции находится в интервале 250-300 ^{o}C: Э-25 ≈ 260 ^{o}C, Э-244 ≈ 300 ^{o}C. Температура стеклования (по паспортным данным) для пленок из Э-25 = 12 ^{o}C, Э-244 = 8 ^{o}C, что также свидетельствует о том, что в Э-25 акриловой составляющей содержится больше (по отношению к стиролу), чем в сополимере дисперсии Э-244.

Одной из важных функций связующего вещества в лакокрасочной композиции является обеспечение прочного адгезионного соединения между субстратом и защитным покрытием (ЗПк). В связи с этим проводилось определение адгезионной прочности (АП) к одним из наиболее распространенным материалам применяемым в строительной отрасли: металлу (Ст3) и бетону (ЦПР).

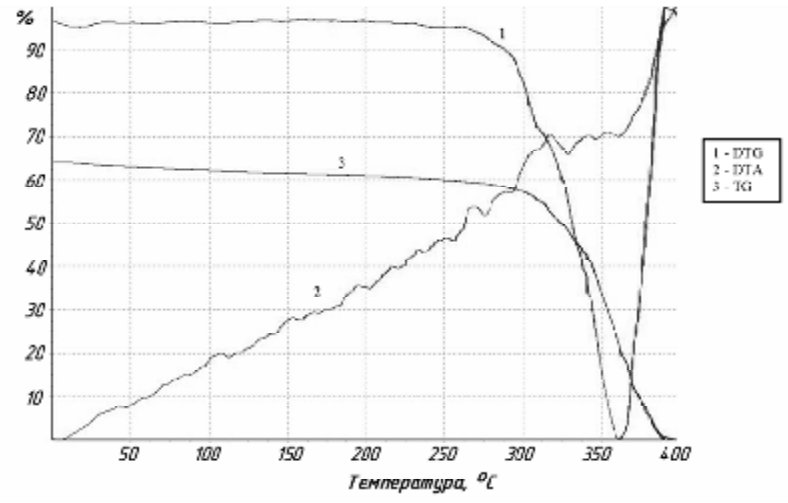


Рис. 3.Результаты дериватографических исследований образца стирол-акрилового сополимера дисперсии Э-25

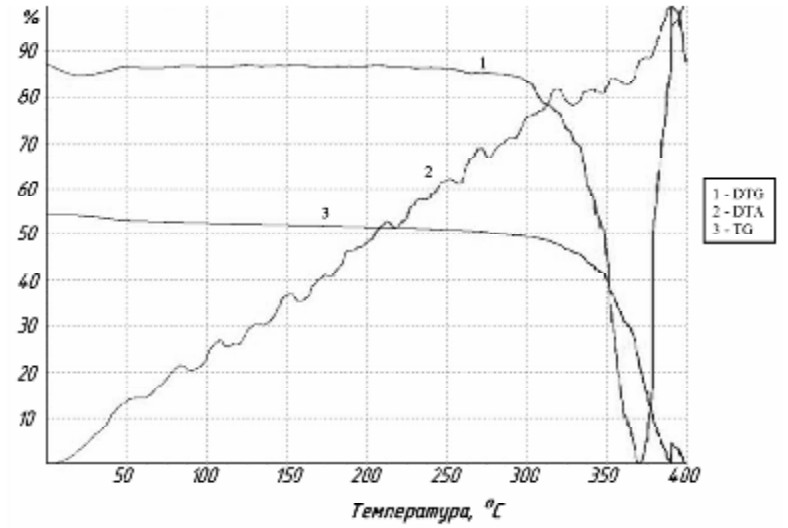


Рис. 4. Результаты дериватографических исследований образца стирол-акрилового сополимера дисперсии Э-244

Результаты испытаний приведены в таблице, из которых видно, что наибольшей адгезией к образцам ЦПР обладают покрытия ненаполненной стирол-акриловой дисперсии Э-244, а к Ст3 – Э-25. Далее проводилось наполнение полимерной матрицы, в результате чего установлено, что введение наполнителей способствует понижению адгезии к цементно-песчаному раствору на 13-16 %, и увеличению АП на 5-7 % к стальной поверхности. Кроме того также исследовалась возможность наполнения полимерной матрицы активированными наполнителями, что позволило увеличить значения адгезионной прочности на 10-30 %, в сравнении с обычным наполнителем [6].

Таблица

Адгезионная прочность ненаполненных и наполненных стирол-акриловых защитных покрытий

Дисперсия	Ст3	ЦПР
Э-25	1,21/1,26	1,61/1,40
Э-244	1,20/1,34	2,01/1,68

*без наполнения / с наполнением

Таким образом, установлено, что наибольшей подвижностью макромолекул в цепи обладают сополимеры дисперсии Э-244, что обусловлено соотношением стирольной и акриловой частей, а более высокая подвижность макромолекул способствует повышению уровня адгезионной прочности, наполнение дисперсий приводит к понижению АП на 13-16 % для цементно-песчаного раствора и повышению ее к стальной поверхности на 5-7 %. Также установлено, что температура деструкции образцов находится в интервале 250-300 ^{o}C.

Список библиографических ссылок

1. Строганов В.Ф., Амельченко М.О., Сабахова Г.И. Исследование основных прочностных и технологических характеристик наполненных водно-дисперсионных защитных покрытий // Вестник КХТИ, 2013, № 22. – С. 31-33.
2. Строганов В.Ф., Амельченко М.О. Исследование влияние кислотной активации каолина на свойства водно-дисперсионных защитных покрытий // Известия КГАСУ, 2014, № 4 (30). – С. 284-290.
3. Строганов В.Ф., Амельченко М.О. Исследование влияния модифицированного наполнителя на защитные свойства ВД-ЛКМ // Полимеры в строительстве: научный Интернет-журнал, 2014, № 2 (2). – С. 116-124.
4. Шорыгина Н.В. Стирол, его полимеры и сополимеры. – М.-Л.: Государственное научно-техническое издательство химической литературы, 1950. – 124 с.
5. Лосев И.П., Тростянская Е.Б. Химия синтетических полимеров. – М.: Химия, 1971. – 616 с.
6. Строганов В.Ф., Амельченко М.О. Адгезия защитных покрытий наполненных модифицированным наполнителем // Клеи. Герметики. Технологии, 2015, № 6. – С. 25-28.

Stroganov V.F. – doctor of chemical sciences, professor
E-mail: svf08@mail.ru
Amelchenko M.O. – post-graduate student
E-mail: colbasa-disabled@mail.ru
Sundukov V.I. – candidate of physical and mathematical sciences
E-mail: v.sundukov@mail.ru
Sundukova E.N. – candidate of chemical sciences
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Research of styrene-acrylic binder for paints and lacquer materials

Resume

The article examined a number of styrene-acrylic dispersions for the production of paints and lacquer materials brand «Lakroten®». Nuclear magnetic resonance revealed that the greatest mobility of macromolecules in copolymer chains have a series of E-244, which is caused by different ratios of the acrylic and styrene components. This assumption is confirmed by derivatographic method by which the set ceiling temperature of styrene-acrylic copolymer in the range of 250-300 °C. Further research was conducted adhesion strength of unfilled and filled films to various substrates: cement-sand mortar, and steel grade St3. The introduction of fillers helps to reduce adhesion to the cement-sand mortar by 13-16 %, and increased by 5-7 % to the steel surface. In addition, we investigated the possibility of filling the activated fillers.

Keywords: derivatography, styrene-acrylic copolymer, method of nuclear magnetic resonance, water-borne paints.

Reference list

1. Stroganov V.F., Amelchenko M.O., Sabahova G.I. Research of the main strength and technical characteristics of the filled water and dispersive coatings // Vestnik KHTI, 2013, № 22. – P. 31-33.
2. Stroganov V.F., Amelchenko M.O. Study the effect of acid activated kaolin on the properties of waterborne coatings // Izvestiya KGASU, 2014, № 4 (30). – P. 284-290.
3. Stroganov V.F., Amelchenko M.O. Research of the filler modificated by ultrasound on protective properties of water-borne paint // Polimery v stroitel'stve: scientific internet-journal, 2014, № 2 (2). – P. 116-124.
4. Shorygina N.V. Styrene, its polymers and copolymers. – M.-L.: Gosudarstvenoe nauchno-tehnicheskoe izdatel'stvo himicheskoy literatury, 1950. – 124 p.
5. Losev I.P., Trostyanskaya E.B. Chemistry of synthetic polymers. – M.: Himiya, 1971. – 616 p.
6. Stroganov V.F., Amelchenko M.O. Adhesion of the coatings filled modified filler // Klei. Germetiki. Tehnologii, 2015, № 6. – P. 25-28.

УДК 691.54: 666.913.2: 666.952
Халиуллин М.И. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: khaliullin@kgasu.ru
Рахимов Р.З. – доктор технических наук, профессор
E-mail: rahimov@kgasu.ru
Гайфуллин А.Р. – кандидат технических наук, старший преподаватель
E-mail: gaifi@list.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Влияние добавки извести на физико-механические свойства композиционных гипсоизвестковопуццолановых вяжущих[1]

Аннотация

Для разработки составов композиционных гипсоизвестковокерамзитовых вяжущих повышенной водостойкости и водостойких композиционных гипсоизвестковокерамзитошлаковых вяжущих исследовано влияние извести, вводимой в комплексе с рассмотренными пуццолановыми добавками, на прочностные показатели и водостойкость искусственного камня на основе вяжущих. Полученные зависимости позволили выявить оптимальные количества извести в зависимости от пуццолановой активности проб керамзитовой пыли и доменных гранулированных шлаков различной дисперсности, а также основности шлаков. Повышение прочности и водостойкости искусственного камня на основе композиционных гипсоизвестковопуццолановых вяжущих происходит вследствие того, что низкоосновные гидросиликаты кальция, образующиеся в результате взаимодействия извести с рассмотренными пуццолановыми добавками, заполняют поры камня, дополнительно укрепляя контакты срастания кристаллов двуводного гипса, ограничивая возможность проникновения к ним воды и их растворения.

Ключевые слова: пуццолановая добавка, керамзитовая пыль, молотые доменные шлаки, композиционные гипсоизвестковопуццолановые вяжущие, пуццолановая активность, активные минеральные добавки, искусственный камень, коэффициент размягчения.

Введение

Производство гипсовых вяжущих, отличается сравнительно низкой энергоемкостью и достаточной экологичностью. Например, для производства строительного гипса требуется расход условного топлива в 4,6 раза меньше, чем для производства портландцемента. Химический процесс получения строительного гипса из гипсового камня при обжиге связан с выделением только водяного пара.

Однако производимые в России гипсовые вяжущие, которыми в основном являются строительный и высокопрочный гипс, а также их зарубежные аналоги не обеспечивают водостойкости образующегося при их твердении гипсового камня. Коэффициент размягчения выпускаемых на их основе гипсовых материалов и изделий не превышает 0,45, то есть соответствует неводостойким материалам [1], в связи с чем область их применения ограничена только помещениями с сухим и нормально-влажностным режимами эксплуатации. Низкая водостойкость гипсового камня объясняется его повышенной пористостью и водопроницаемостью, высокой растворимостью двугидрата сульфата кальция и расклинивающим действием воды в зоне межкристаллических контактов [2]. Таким образом, расширение исследований и разработок, направленных на организацию производства композиционных гипсовых вяжущих повышенной водостойкости, позволит существенно расширить номенклатуру и область их применения, в том числе в помещениях с повышенной влажностью и для наружных конструкций.

Известно, что наиболее эффективным способом повышения прочности и водостойкости гипсовых композиций является введение в их состав молотых

[1] Работа выполнена при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере и Инвестиционно-венчурного фонда Республики Татарстан.

пуццолановых и активных минеральных добавок в сочетании с известью или портландцементом, образующих водостойкие продукты гидратации [1, 3].

В результате исследований, выполненных в 30-50-е годы XX века под руководством П.П. Будникова, А.В. Волженского, А.В. Ферронской и других ученых были созданы гипсоцементнопуццолановые, гипсошлакоцементнопуццолановые, гипсозвестковопуццолановые вяжущие повышенной водостойкости.

В 80-х годах XX века получило развитие направление, связанное с разработкой водостойких композиционных гипсовых вяжущих низкой водопотребности и повышенной прочности с применением эффективных пластификаторов в сочетании с механохимической активацией компонентов вяжущего и содержанием клинкерного цемента менее 15 % [4-6].

Однако в настоящее время гипсоцементнопуццолановые вяжущие (ТУ 21-31-62-89) и композиционные гипсовые вяжущие (ТУ 5744-001-53743439-04) выпускаются в нашей стране в ограниченном количестве и не нашли широкого применения, так как содержат в своем составе клинкерную составляющую – портландцемент, что приводит к их значительному удорожанию. Получение бесклинкерных гипсоизвестковопуццолановых вяжущих позволяет отказаться от применения портландцемента в составе водостойких гипсовых вяжущих. Еще в древности для повышения прочности и водостойкости гипсоизвестковых и известковых материалов применялись такие минеральные добавки с пуццолановыми свойствами, как молотые обожженные глины [7]. Исследования А.В Волженского выявили эффективность введения в строительный гипс совместно с 2-5 % извести гибридной минеральной добавки, включающей молотый доменный шлак и трепел [3]. В настоящее время при получении композиционных гипсовых вяжущих широко применяются минеральные добавки различного происхождения, отличающиеся гидравлической и пуццолановой активностью [8, 9].

С конца XX века для повышения физико-механических свойств гипсоцементных композиций находит применение высокоактивный метокаолин [10], но существенной проблемой является ограниченность распространения месторождений каолинитовых глин.

В связи с этим, актуальной проблемой, решение которой позволяет повысить экономическую и экологическую привлекательность производства и применения гипсовых вяжущих повышенной водостойкости, является поиск недорогих и доступных местных активных минеральных добавок, в частности использование техногенных отходов.

Ранее выполненными исследованиями авторов данной работы, а также рядом других ученых [11-13] показана эффективность использования в композиционных гипсовых вяжущих в качестве пуццолановой добавки крупнотоннажного отхода производства керамзитового заполнителя – керамзитовой пыли, являющейся одной из разновидностей минеральных добавок из готовых обожженных глин. В работе [14] показана возможность получения водостойких бесклинкерных композиционных гипсоизвестковокерамзитошлаковых вяжущих при совместном введении в строительный гипс гибридной минеральной добавки, включающей предварительно размолотые керамзитовую пыль и гранулированные доменные шлаки, известь и суперпластификатор.

В тоже время, в опубликованных работах по получению композиционных гипсоизвестковопуццолановых вяжущих недостаточно исследовано влияние добавки извести на их физико-механические свойства вяжущих и искусственного камня на их основе.

Методы и материалы

Для приготовления композиционных гипсоизвестковопуццолановых вяжущих применялись следующие исходные материалы.

В качестве исходного вяжущего использовался строительный гипс Г-6БII по ГОСТ 125 производства ООО «Аракчинский гипс».

Для получения водостойких продуктов твердения в состав бесклинкерных композиционных гипсоизвестковопуццолановых вяжущих совместно с молотыми керамзитовой пылью и доменным шлаком вводилась известь негашеная первого сорта по ГОСТ 9179 производства ООО «КЗССМ» (г. Казань).

В качестве пуццолановой добавки в состав композиционных гипсоизвестковокерамзитовых и гипсоизвестковокерамзитошлаковых вяжущих в

исследованиях использовались пробы керамзитовой пыли, отобранные с циклонов и фильтров пылеочистки ряда предприятий по производству керамзитового гравия. Минералогический состав проб керамзитовой пыли приведен в табл. 1. В табл. 2 приведены результаты определения пуццолановой активности проб керамзитовой пыли различной дисперсности.

Таблица 1

Минералогический состав проб керамзитовой пыли

Пробы керамзитовой пыли	Недегидратированные и дегидратированные глинистые минералы	Кварц	Полевые шпаты	Ангидрит	Кальцит	Рентгено-аморфная фаза
КП-1	53	15	5	3	-	27
КП-2	46	17	6	3	-	28
КП-3	54	24	8	-	-	14
КП-4	45	14	8	-	3	30

Таблица 2

Пуццолановая активность проб молотой керамзитовой пыли различной дисперсности по поглощению CaO

Удельная поверхность молотой керамзитовой пыли, $м^2/кг$	Активность проб молотой керамзитовой пыли, мг/г			
	КП-1	КП-2	КП-3	КП-4
250	336	316	303	292
500	462	424	379	377
800	477	447	385	383

В качестве гидравлической активной добавки в составе композиционных гипсоизвестковокерамзитошлаковых вяжущих вводились пробы доменных гранулированных шлаков Орско-Халиловского (ОХМК), Челябинского (ЧМК) и Череповецкого (ЧРМК) металлургических комбинатов. Минералогический состав проб доменных гранулированных шлаков приведен в табл. 3. В табл. 4 приведены результаты определения пуццолановой активности проб доменных гранулированных шлаков различной дисперсности.

Таблица 3

Химический состав проб доменных гранулированных шлаков

Проба шлака	Содержание в % на абсолютно сухую навеску							Модуль основности	Модуль активности
	SiO_2	CaO	Al_2O_3	MgO	MnO	FeO	SO_3		
ОХМК	40,02	42,02	8,22	6,26	0,36	-	1,45	1,0	0,205
ЧМК	37,49	36,22	11,58	8,61	0,50	-	2,00	0,914	0,309
ЧРМК	39,3	48,4	4,3	3,4	0,4	0,5	0,6	1,19	0,11

Таблица 4

Пуццолановая активность проб молотых доменных гранулированных шлаков различной дисперсности по поглощению CaO

Удельная поверхность молотых доменных гранулированных шлаков, $м^2/кг$	Активность проб молотых доменных гранулированных шлаков, мг/г		
	ОХМК	ЧМК	ЧРМК
250	360	325	306
500	485	423	389
800	491	427	398

В качестве пластифицирующей добавки в составе композиционных гипсоизвестковокерамзитошлаковых вяжущих вводился суперпластификатор Полипласт СП-1ВП по ТУ 5870-005-58042865-05 производства ООО «Полипласт Новомосковск».

Содержание добавок керамзитовой пыли и доменных шлаков, а также суперпластификатора Полипласт СП-1ВП в составе композиционных гипсоизвестковопуццолановых вяжущих определялось в соответствии с результатами ранее выполнявшихся исследований [11, 14].

Испытания композиционных гипсоизвестковопуццолановых вяжущих осуществлялись в соответствии с ГОСТ 23789. Образцы хранились 28 суток в нормальных условиях и перед испытаниями высушивались до постоянной массы. Коэффициент размягчения образцов искусственного камня определялся в соответствии с ТУ 5744-001-53743439-04.

Для определение пуццолановой активности минеральных добавок по поглощению CaO применялась методика ТУ 21-31-62-89.

Для исследования удельной поверхности пуццолановых добавок использовался керамзитовой пыли метод Козени-Кармана с применением прибора ПСХ-9.

При проведении исследований применялись методы рентгенофазового анализа на базе дифрактометра D8 ADVANCE «Bruker»; комплексного дифференциально-термического анализа на базе синхронного термоанализатора STA 409 PC «NETZSCH»; электронной микроскопии на базе электронного микроскопа РЭММА-202М ПО «Электрон».

Результаты и обсуждение результатов

Для определения оптимального содержания добавки извести в составе композиционных гипсоизвестковокерамзитовых вяжущих, исследовалось влияние количества добавки извести на прочность при сжатии и коэффициент размягчения искусственного камня при ее введении совместно с пуццолановыми добавками проб керамзитовой пыли, размолотых до удельной поверхности 500 м^2/кг при их содержании в вяжущем – 20 % по массе.

Результаты исследований приведенны на рис. 1-2.

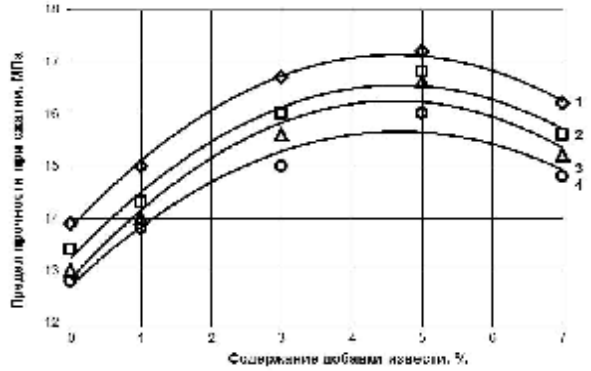


Рис. 1. Влияние содержания добавки извести при ее введении совместно с молотыми до удельной поверхности 500 м^2/кг пуццолановыми добавками керамзитовой пыли различных видов на предел прочности при сжатии искусственного камня на основе композиционных гипсоизвестковокерамзитовых вяжущих:
1 – КП-1; 2 – КП-2; 3 – КП-3; 4 – КП-4

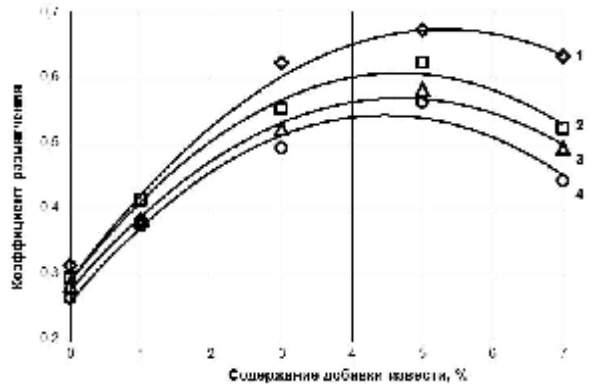


Рис. 2. Влияние содержания добавки извести при ее введении совместно с молотыми до удельной поверхности 500 м^2/кг пуццолановыми добавками керамзитовой пыли различных видов на коэффициент размягчения искусственного камня на основе композиционных гипсоизвестковокерамзитовых вяжущих:
1 – КП-1; 2 – КП-2; 3 – КП-3; 4 – КП-4

Наиболее высокие показатели прочности и коэффициента размягчения искусственного камня на основе композиционных гипсоизвестковокерамзитовых вяжущих достигаются при введении извести в количестве 5 %. При этом прочность и коэффициент размягчения искусственного в зависимости от вида молотой керамзитовой пыли камня повышаются, соответственно, с 12,8-13,9 МПа до 16-17,2 МПа, а коэффициент размягчения с 0,26-0,31 до 0,56-0,66.

Наиболее высокие показатели прочности и коэффициента размягчения искусственного камня на основе композиционных гипсовых вяжущих достигаются при совместном введении извести с 20 % керамзитовой пыли пробы КП-1, молотой до удельной поверхности 500 м^2/кг. Менее высокие показатели прочности и коэффициента размягчения искусственного камня на основе композиционных гипсоизвестковокерамзитовых вяжущих при введении проб керамзитовой пыли КП-2, КП-3, КП-4 по сравнению с пробой КП-1 объясняются их меньшей пуццолановой активностью (табл. 2).

Для повышения прочности и водостойкости композиционных гипсоизвестковопуццолановых вяжущих в их состав совместно с пуццолановой добавкой керамзитовой пыли КП-1 с удельной поверхностью 500 м^2/кг в количестве 20 % по массе, а также суперпластификатора СП-1ВП в количестве 0,5 % по массе [14] и извести вводились гидравлически активные добавки молотых доменных гранулированных шлаков.

При исследованиях влияния количества вводимых добавок извести на прочность искусственного камня на основе композиционных гипсоизвестковокерамзитошлаковых вяжущих была определена прочность при сжатии контрольных образцов без введения извести, в состав которых при приготовлении наряду с вышеуказанными добавками керамзитовой пыли и суперпластификатора вводились доменные гранулированные шлаки проб ЧМК, ОХМК, и ЧРМК молотые до удельной поверхности 500 м^2/кг в количестве 30 % по массе.

Прочность при сжатии полученных при этом образцов при использовании шлаков ЧМК, ОХМК, и ЧРМК составила, соответственно, 7, 8 и 10 МПа. Повышенные показатели прочности с добавками шлаков ЧРМК и ОХМК без введения добавки извести связаны с повышенным содержанием в них CaO, которая после гидратации вступает в химическое взаимодействие с активными минералами шлаков и керамзитовой пыли.

На рис. 3 приведены результаты исследований влияния добавки извести на прочность искусственного камня на основе композиционных гипсоизвестковокерамзитошлаковых вяжущих.

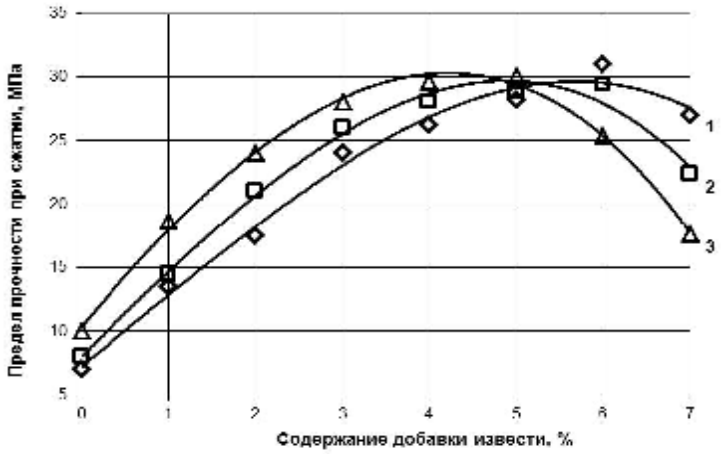


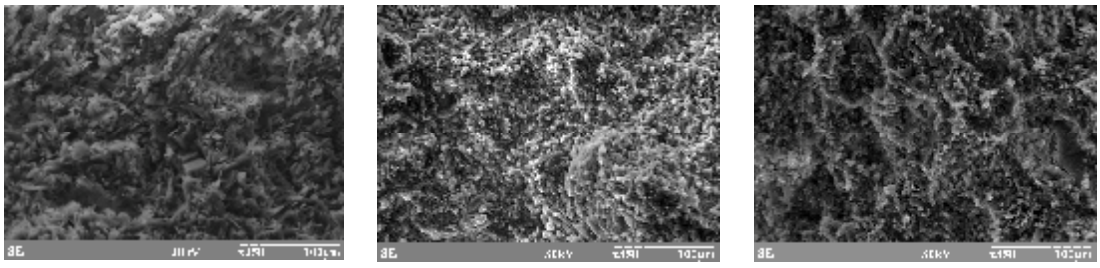
Рис. 3. Влияние содержания добавки извести при ее введении совместно с молотыми до удельной поверхности 500 м^2/кг добавками доменных гранулированных шлаков различных видов на предел прочности при сжатии искусственного камня на основе композиционных гипсоизвестковокерамзитошлаковых вяжущих: 1 – ЧМК; 2 – ОХМК; 3 – ЧРМК

Анализ приведенных на рис. 3 результатов исследований показывает, что с повышением основности шлаков следует уменьшать количество вводимой добавки

извести в составе композиционных гипсоизвестковокерамзитошлаковых вяжущих, так как ее избыточное количество снижает прочность искусственного камня. Для композиционных гипсоизвестковокерамзитошлаковых вяжущих при введении доменных гранулированных шлаков ЧМК, ОХМК, и ЧРМК оптимальным является введение добавок извести в количествах, соответственно, 5-6 %, 4-5 % и 3-4 %.

Введение оптимального количества извести совместно с гибридной активной минеральной добавкой приводит к повышению коэффициента размягчения искусственного камня на основе композиционных гипсоизвестковокерамзитошлаковых вяжущих до 0,81-0,96, что отвечает показателям для водостойких вяжущих [1], а также позволит добиться существенного сокращения расхода строительного гипса при введении в вяжущие до 50 % по массе техногенных отходов – керамзитовой пыли и доменных гранулированных шлаков, что обеспечит снижение себестоимости вяжущих и повышение их конкурентоспособности по сравнению с существующими аналогами.

Результаты исследований состава и структуры искусственного камня на основе композиционных гипсоизвестковокерамзитошлаковых вяжущих, выполненные с применением рентгенофазового анализа, комплексного дифференциально-термического анализа и электронной микроскопии (рис. 4) показали, что повышение прочности и водостойкости искусственного камня происходит вследствие того, что низкоосновные гидросиликаты кальция, образующиеся в результате взаимодействия извести с рассмотренными пуццолановыми добавками, заполняют поры камня, дополнительно укрепляя контакты срастания кристаллов двуводного гипса, ограничивая возможность проникновения к ним воды и их растворения.



а б в

Рис. 4. Электронные микрофотографии образцов искусственного камня (с увеличением х350):
а – на основе строительного гипса в возрасте 1 год;
б – на основе композиционных гипсоизвестковокерамзитошлаковых вяжущих в возрасте 28 суток;
в – на основе композиционных гипсоизвестковокерамзитошлаковых вяжущих в возрасте 1 год

Заключение

1) Установлены зависимости, характеризующие влияние количества добавки извести, вводимой в комплексе с рассмотренными пуццолановыми добавками, на прочностные показатели и водостойкость композиционных гипсоизвестковокерамзитовых и гипсоизвестковокерамзитошлаковых вяжущих.

2) Показано, что повышение прочности и водостойкости искусственного камня на основе композиционных гипсоизвестковопуццолановых вяжущих происходит вследствие того, что низкоосновные гидросиликаты кальция, образующиеся в результате взаимодействия извести с рассмотренными пуццолановыми добавками, заполняют поры камня, дополнительно укрепляя контакты срастания кристаллов двуводного гипса, ограничивая возможность проникновения к ним воды и их растворения.

3) Разработаны составы композиционных гипсоизвестковокерамзитовых вяжущих повышенной водостойкости и водостойких композиционных гипсоизвестковокерамзитошлаковых вяжущих с оптимальным содержанием извести в пределах 3-6 % по массе.

Список библиографических ссылок

1. Ферронская А.В., Коровяков В.Ф., Баранов И.М., Бурьянов А.Ф., Лосев Ю.Г., Поплавский В.В., Шишин А.В. Гипс в малоэтажном строительстве. – М.: Изд-во АСВ, 2008. – 240 с.
2. Белов В.В., Бурьянов А.Ф., Яковлев Г.И., Петропавловская В.Б., Фишер Х.-Б., Маева И.С., Новиченкова Т.Б. Модификация структуры и свойств строительных композитов на основе сульфата кальция. – М.: Изд-во Де Нова, 2012. – 196 с.
3. Волженский А.В., Стамбулко В.И., Ферронская А.В. Гипсоцементно-пуццолановые вяжущие, бетоны и изделия. – М.: Стройиздат, 1971. – 318 с.
4. Ферронская А.В., Коровяков В.Ф., Чумаков Л.Д., Мельниченко С.В. Водостойкие гипсовые вяжущие низкой водопотребности для зимнего бетонирования // Строительные материалы, 1992, № 5. – С. 24-26.
5. Садуакасов М.С., Румянцев Б.М., Аасад М. Регулирование структурообразования камня из ГВНВ добавкой портландцемента // Известия вузов. Строительство, 1993, № 5-6. – С. 19.
6. Айрапетов Г.А., Панченко А.И., Несветаев Г.В., Нечушкин А.Ю. Многокомпонентное бесклинкерное водостойкое гипсовое вяжущее // Строительные материалы, 1996, № 1. – С. 28-29.
7. Значко-Яворский И.Л. Очерки истории вяжущих веществ от древнейших времен до середины XIX века. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 500 с.
8. Изотов В.С., Мухаметрахимов Р.Х., Галаутдинов А.Р. Исследование влияния активных минеральных добавок на реологические и физико-механические свойства гипсоцементно-пуццоланового вяжущего // Строительные материалы, 2015, № 5. – С. 20-23.
9. Гордина А.Ф., Токарев Ю.В., Полянских И.С., Яковлев Г.И. Оценка влияния ультрадисперсной пыли и углеродных наносистем на структуру и свойства гипсовых вяжущих // Интеллектуальные системы в производстве, 2013, № 1. – С. 185-188.
10. Тирони А., Тресса М., Сиан А., Ирассар Э.Ф. Термическая активация каолинитовых глин // Цемент и его применение, 2012, № 12. – С. 145-148.
11. Рахимов Р.З., Халиуллин М.И., Гайфуллин А.Р., Стоянов О.В. Керамзитовая пыль как активная добавка в минеральные вяжущие – состав и пуццолановые свойства // Вестник Казанского технологического университета: КНИТУ, 2013, Т. 16, № 19. – С. 57-61.
12. Горин В.М., Токарева С.А., Сухов В.Ю., Нехаев П.Ф., Авакова В.Д., Романов Н.М. Расширение областей применения керамзитового гравия // Строительные материалы, 2003, № 11. – С. 19-21.
13. Баженов Ю.М., Коровяков В.Д., Денисов Г.А. Технология сухих строительных смесей. – М.: Изд-во АСВ, 2003. – 96 с.
14. Гайфуллин А.Р., Халиуллин М.И., Рахимов Р.З. Состав и структура камня композиционного гипсового вяжущего с известью и гибридной минеральной добавкой // Строительные материалы, 2014, № 7. – С. 28-31.

Khaliullin M.I. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: khaliullin@kgasu.ru
Rakhimov R.Z. – doctor of technical science, professor
E-mail: rahimov@kgasu.ru
Gaifullin A.R. – candidate of technical sciences, senior lecturer
E-mail: gaifi@list.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The effect of lime additive on the physico-mechanical properties of the composite gypsum-lime-pozzolanic binders

Resume

The aim of this work was to develop cost-effective composite gypsum-lime-pozzolanic binders with improved physical and mechanical properties, particularly water resistance, which allows to extend the scope of the traditional application of gypsum building materials. Lime additive was introduced into the composition of the gypsum binder in conjunction with ground clay dust, as well as with hybrid mineral Supplement that includes ground haydite dust and blast furnace granulated slag. For the development of compositions of composite gypsum-lime-clay binders with high water resistance and composite water-resistant gypsum-lime-expanded clay, slag binders was investigated the effect of lime introduced into the complex with the pozzolanic additives on the strength characteristics and water resistance of the artificial stone on the basis of binders. Obtained dependencies allowed to reveal the optimum amount of lime depending on pozzolanic activity of samples of expanded-clay dust and blast furnace granulated slag of different dispersion and basicity of slag. It is shown that increasing the strength and water resistance of the artificial stone based on composite gypsum-lime-pozzolanic binders is because low basic calcium hydrosilicates formed in the result of the interaction of lime with the pozzolanic additives, fill the pores of the stone, further enhancing the contact intergrowths of crystals of dihydrate gypsum, limiting the possibility of penetration of water to them and their dissolution.

Keywords: pozzolanic additive, expanded clay dust, ground blast furnace slag, composite gypsum-lime-pozzolanic binders, pozzolanic activity, active mineral additives, artificial stone, water resistance.

Reference list

1. Ferronskaya A.V., Korovyakov V.F., Baranov I.M., Buryanov A.F., Losev Yu.G., Poplavskii V.V., Shishin A.V. Gypsum in low-rise building. – M.: Publishers ASV, 2008. – 240 p.
2. Belov V.V., Buryanov A.F., Yakovlev G.I., Petropavlovskaya V.B., Fisher H.-B., Mayeva I.S., Novichenkova T.B. Modification of the structure and properties of building composites based on calcium sulphate. – M.: Publishers De Nova, 2012. – 196 p.
3. Volzhensky A.B, Stambulko V.I. Ferronskaya A.V. Gypsumcement and pozzolanic binders, concretes and products, – M.: Gosstroyisdat, 1971. – 318 p.
4. Ferronskaya A.V., Korovyakov V.F., Chumakov L.D., Melnichenko S.V. Water-resistant gypsum binders with low water demand for winter concreting // Stroitelnye materialy, 1992, № 5. – P. 24-26.
5. Saduakasov M.S, Rumjantsev B.M, Aasad M. Regulirovanie of structurization of a stone from GK an additive of portland cement // News of higher educational institutions. Construction, 1993, № 5-6. – P. 19.
6. Ajrapetov G.A., Panchenko A.I., Nesvetaev G.V., Nechushkin A.J. Multicomponent clinker-free waterproof gypsum binder // Stroitelnye materialy, 1996, № 1. – P.28-29.
7. Znachko-Yavorskiy I. L., Essays on the history of binders from ancient times to the mid-nineteenth century. – M.: Izd-vo AN USSR, 1963. – 500 p.
8. Izotov V.S., Muhametrahimov A.D., Galautdinov A.R. Study of influence of active mineral additives on rheological and physical-mechanical properties of a gypsum-cement-pozzolanic binder // Stroitelnye materialy, 2015, № 5. – P. 20-23.
9. Gordina A.F., Tokarev Yu.V., Polyanskikh I.S., Yakovlev G.I. Evaluation of the influence of ultradisperse dust and carbon nanosystems on structure and properties of gypsum binders // Intellektualnye sistemy v proizvodstve, 2013, № 1. – P. 185-188.
10. Tironi A., Tressa M., Sian A., Irassar Je.F. Thermal activation of kaolinite clays // Cement i ego primenenie, 2012, № 12, – P. 145-148.
11. Rakhimov R.Z., Khaliullin M.I., Gayfullin A.R., Stojanov O.V. Claydite dust as an active additive in mineral binders – composition and pozzolanic properties // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. KNITU 2013, B. 16, № 19. – P. 57-61.
12. Gorin V.M., Tokareva S.A., Suhov V.Yu., Nehaev P.F., Avakova V.D., Romanov N.M. Expansion of scopes of haydite gravel // Construction Materials, 2003, № 11. – P. 19-21.
13. Bazhenov Yu.M., Korovjakov V.F., Denisov G.A. Technology of dry construction mixes. – M.: Publishers ASV, 2003. – 96 p.
14. Gayfullin A.R., Khaliullin M.I., Rakhimov R.Z. Composition and Structure of Composite Gypsum Binder Stone with Lime and Hybrid Mineral Additive // Stroitelnye materialy, 2014, № 7. – P. 28-31.

УДК 625.7/8
Хафизов Э.Р. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: hafizov@kgasu.ru
Фомин А.Ю. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: fomin-al.78@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Применение полимерасфальтобетонных покрытий на автомобильных дорогах Республики Татарстан

Аннотация
Осуществлен анализ показателей технических свойств верхних слоев покрытий из полимерасфальтобетонов на участках автомобильных дорог Республики Татарстан территориального и федерального значения, определены их физико-механические свойства. Определено, что полимерасфальтобетоны имеют сравнительно более высокие показатели, чем традиционно применяемые асфальтобетоны.
Ключевые слова: автомобильная дорога, битум, полимеры, полимерно-битумное вяжущее, полимерасфальтобетон.

В Республике Татарстан наиболее распространенным материалом дорожных покрытий является асфальтобетон. Асфальтобетоны с использованием дорожного битума не всегда способны обеспечить требуемые физико-механические свойства дорожных покрытий и их долговечность [1, 2, 3, 4].

Начиная с 2005 года, при строительстве, ремонте и реконструкции автомобильных дорог ведущими дорожными организациями Республики Татарстан были применены асфальтобетонные смеси на полимерно-битумном вяжущем (ПБВ) на различных участках дорог общей протяженностью более 63 км, в том числе более 60 % общей протяженности участков относятся к региональным дорогам (рис. 1) [5, 6].

При приготовлении асфальтобетонных смесей на ПБВ дорожными организациями РТ использовались следующие полимерные добавки (табл. 1).

Собственным производством ПБВ в РТ обладают дорожные организации: ОАО «Алексеевскдорстрой», ООО «Татнефтедор» и ЗАО «Трест Камдорстрой».

В работе было произведено обследование участков автомобильных дорог РТ регионального и федерального значения, в верхних слоях покрытий которых был применен полимерасфальтобетон. Определялись геометрические и эксплуатационно-технические показатели свойств покрытий за прошедший период их эксплуатации, такие как продольная и поперечная ровность (колейность) покрытия, коэффициент сцепления и их соответствие требованию нормативного документа СП 34.13330.2012 «СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги». В процессе обследования визуально оценивалось наличие или отсутствие трещин на покрытии, производилась фото и видео фиксация характерных особенностей участков. Обобщая полученные данные, можно заключить, что все участки дорог с покрытием из полимерасфальтобетона не имеют разрушений и целостность покрытий не нарушена.

На участках дорог: М-7 «Волга» от Москвы через Владимир, Н.Новгород, Казань до Уфы (мостовой переход через р. Вятка), «Наб. Челны-Заинск-Альметьевск» Альметьевском районе РТ, ул. Индустриальная в г. Альметьевск, на полосах наката покрытий выявлено наличие колеи, глубина которой варьируется в пределах 2-16 мм (рис. 2, 3). Ширина колеи составляет 50-70 см. Текстура поверхности покрытия в области колеи гладкая, что наиболее вероятно обусловлено воздействием истирающих нагрузок автотранспорта на покрытие, приведшим к образованию колеи.

Следует отметить, что на основном участке дороги «Наб. Челны-Заинск-Альметьевск», с верхним слоем покрытия из традиционного асфальтобетона, глубина колеи составляет более 15 мм, что характеризует его как менее стойкий к внешним нагрузкам в сравнении с полимерасфальтобетоном.

Установлено, что численные значения глубины колеи на покрытиях обследуемых участков коррелируют со сроками их эксплуатации. Так средняя глубина колеи на участках, устроенных в 2009 году («Наб. Челны-Заинск-Альметьевск» в Альметьевском районе РТ КМ 87+300 – КМ 93+000 (слева); КМ 90+700 – КМ 93+000 (справа); ул. Индустриальная в г. Альметьевск РТ) в 2,2 раза превышает аналогичный показатель для участков 2011 года.

Рис. 1. Количество полимерасфальтобетонных покрытий на региональных и федеральных дорогах РТ

Таблица 1

Компонентный состав ПБВ, применяемых дорожными организациями РТ

№ п/п	Организация	Компоненты ПБВ	Марка битума, производитель	Марка ПБВ, производитель
1	ЗАО «Трест Камдорстрой»	Кратон Д-1101(Kraton Polymers), Duraflex WA-80	БНД 90/130 (ОАО «Сызранский НПЗ»), БНД 60/90 (ОАО «Новокуйбышевский НПЗ»)	ПБВ 60 (собственное производство), ВДПБ 60 ТЕХНО НИКОЛЬ
2	ОАО «Татавтодор»	полимерный модификатор для битумов ASW-2000 (ООО «Клариса»)	ООО «Клариса»	ПБВ 60 (ООО «Клариса»), ПБВ Рубитрон 60
3	ООО «Татнефтедор»	ДСТ 30Р-01 группа 3, СКЭПТ-40 + масло индустриальное И-20А	БНД 60/90 (ОАО «Новокуйбышевский НПЗ»), БНД 60/90 (ОАО «ТАИФ-НК» НПЗ)	ПБВ 60 (собственное производство)
4	ОАО «Алексеевск-дорстрой»	SBS Luprene (LG Chem, Юж. Корея), масло пластификатор ПМ-6Ш + присадка «АМДОР 20Т»	БНД 60/90 (ОАО «Сызранский НПЗ»)	ПБВ 60 (собственное производство)
5	ОАО «Каздорстрой»	Duraflex WA-80	БНД 60/90 (ОАО «Сызранский НПЗ»)	производство Rub Berlin 6GMBH, Германия
6	ООО «Волгадорстрой»	Термоэластопласт ТЭП	БНД 60/90	ПБВ 60 ООО «Альтея»

Коэффициент сцепления на обследуемых участках определялся на полосах наката проезжей части (в области образования колеи), а также на областях покрытий менее подверженных воздействию транспорта, и составил в среднем 3,3 и 4,3 соответственно.

Ровность обследуемых покрытий определялась поточным методом, полученные численные значения ровности сравнивались с требованиями нормативного документа СП

34.13330.2012 «СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги». Установлено что, ряд имеющихся отклонений показателя ровности имеют кинетический характер. Так для участков дорог, выполненных в период 2008-2011 гг., данный показатель в среднем на 20-30 % ниже нормативных требований. Значения же показателя ровности участков, выполненных в 2014 году соответствуют нормативным.

Далее производился сравнительный анализ физико-механических свойств проб полимерасфальтобетонов, взятых из покрытия обследуемых участков. Отбор проб производился в виде кернов. В ходе анализа предоставленной проектной документации установлено, что по гранулометрческому составу исследуемые полимерасфальтобетоны относятся к типу Б марки I, II и шебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА) марки 15, 20.

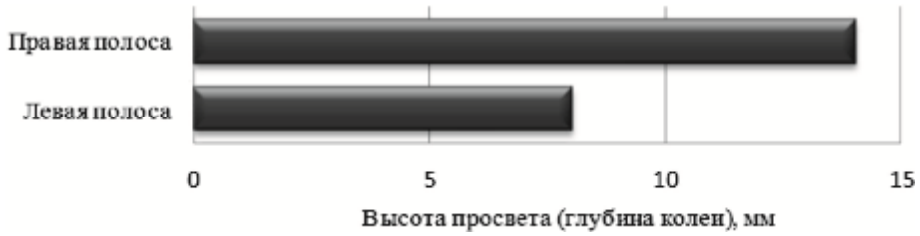


Рис. 2. Численные значения глубины колеи участка дороги «Наб. Челны-Заинск-Альметьевск» Альметьевском районе РТ (КМ 73+900 – КМ 77+941 (справа), КМ 73+900 – КМ 81+400 (слева))

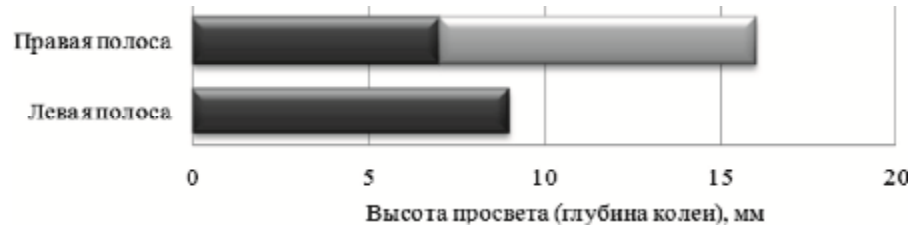


Рис. 3. Численные значения глубины колеи
на проезжей части ул. Индустриальная в г. Альметьевск

В лаборатории Испытаний дорожно-строительных материалов ИДНПЦ ИТС КГАСУ были произведены испытания проб полимерасфальтобетона и определены их физико-механические свойства: пределы прочности при сжатии при 20 ^{O}C, 50 ^{O}C, 0 ^{O}C, средняя плотность, водонасыщение, коэффициент водостойкости, гранулометрический состав и содержание вяжущего в составе.

Показатели свойств асфальтобетонов и щебеночно-мастичных асфальтобетонов на обследуемых участках, сравнивались с требованиям ГОСТ 9128-2009 «Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия» и ГОСТ 31015-2002 [7, 8] «Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия» соответственно. Результаты приведены в табл. 2.

Основные выводы по результатам обследования участков автомобильных дорог с полимерасфальтобетонным покрытием в Республике Татарстан:

1. В Республике Татарстан с 2005 года ведущими дорожно-строительными организациями, такими как ОАО «Татавтодор», ОАО «Алексеевскдорстрой», ЗАО «ТрестКамдорстрой», ООО «Татнефтедор», ОАО «Каздорстрой» и ООО «Волгадорстрой», построено 18 участков автомобильных дорог с верхним слоем покрытия из полимерасфальтобетона, общей протяженностью 63,18 км, в том числе 63 % общей протяженности участков относится к региональным дорогам.

2. Установлено, что образование колеи на проезжей части данных участков обусловлено воздействием истирающих нагрузок автотранспорта на покрытие. Коэффициент сцепления в области колеи составляет 0,33-043.

3. Анализ физико-механических показателей полимерасфальтобетонов показал, что все их значения лежат в допустимых интервалах нормативных значений, регламентируемых ГОСТ. Прочностные показатели – $R_{20,}$ R_{50} в 1,5-3 раза превосходят

нормативные значения, также следует отметить сравнительно низкие значения показателя R_0, которые в 2,2 раза ниже предельно допустимых нормативных значений (табл. 3), что определяет расширение температурного интервала деформативности полимерасфальтобетонов в области положительных и отрицательных температур.

Таблица 2

Физико-механические показатели проб асфальтобетона и щебеночно-мастичного асфальтобетона

Тип, марка а/б	Тип полимера	Физико-механические показатели				
		Плотность, г/см^3	Водонасыщение, %	Предел прочности при сжатии, МПа		
				R_{20}	R_0	R_{50}
А-I	Кратон Д-1101	2,67-2,68	0,6-2,2	3,4-4,0	9,2	1,27-1,30
Б-I	ПБВ Рубитрон 60	2,53-2,57	1,18-1,45	5,03-6,5	8,60-12,0	2,04-2,81
Б-II	ASW-2000	2,53	0,55-1,5	3,6-4,2	7,48	1,63-2,09
Б-II	ДСТ 30Р-01, СКЭПТ-40	2,49-2,53	2,0-2,77	3,2-4,2	5,8-8,55	1,36-2,26
требования ГОСТ 9128		-	3,5≤	≥2,0	≤9,0	≥ 0,9
ЩМА-10	Duraflex WA-80	2,48-2,49	2,1-2,78	3,5-4,9	4,87-5,57	1,5
ЩМА-15	ДСТ 30Р-01, СКЭПТ-40	2,38-2,49	2,2-3,25	2,4	9,1	0,94-2,11
ЩМА-15	SBS Luprene	2,5-2,59	1,8-2,05	2,8-2,83	8,4	1,01-1,2
ЩМА-15	ПБВ Рубитрон 60	2,52-2,53	1,88-2,14	3,82-5,29	10,35	1,38-2,66
ЩМА-15	Duraflex WA-80	2,55-2,56	1,8-2,2	4,1-4,5	5,3-5,7	1,5-1,6
требования ГОСТ 31015		-	1-3,5	≥2,2	-	≥ 0,65

Список библиографических ссылок

1. Полякова С.В. Применение модифицированных битумов в дорожном строительстве. – М.: Наука и техника в дорожной отрасли, 1999, № 1. – С. 19-21.
2. Отчет о научно-технической работе по договору № 69 от 23.06.2014 г. Вдовин Е.А. и др. Разработка Стандарта организации «Асфальтобетоны дорожные на основе полимерно-битумных вяжущих».
3. Хафизов Э.Р. Применение битум-полимерного вяжущего в асфальтобетоне. Материалы VI Международной научно-практической конференции «Автомобиль и техносфера». – Казань: Мир без границ, 2011. – 340 с.
4. Хафизов Э.Р., Минкин Б.М. Битум-полимерные вяжущие для дорожного строительства с применением нефтехимического комплекса Республики Татарстан. – Белгород: БГТУ, 2013. – С. 406-409.
5. Хафизов Э.Р., Фомин А.Ю. Применение модифицированных битумов для дорожного строительства Республики Татарстан. // Известия КГАСУ, 2014, № 4 (30). – С. 303-307.
6. Хафизов Э.Р., Камалтдинов Л.Р. К вопросу о применении полимерно-битумных вяжущих в Республике Татарстан. – Новосибирск: СибАК, 2014, № 8-9. – С. 16-23.
7. ГОСТ 31015-2002. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия. – М.: Госстрой России, 2003. – 24 с.
8. ГОСТ 9128-2009. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия. – М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2010. – 18 с.

Khafizov E.R. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: hafizov@kgasu.ru
Fomin A.Y. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: fomin-al.78@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Application of polymer asphaltic concrete coatings on the highways of the Republic of Tatarstan

Resume

In the Republic of Tatarstan, since 2005, during the construction, repair and reconstruction of roads at different sites with a total length of over 63 km the leading road organizations have been applied the asphalt mixture on polymer – bitumen binder The inspection of areas of highways of the Republic of Tatarstan of regional and federal value was in-process produced, in the epiphases of coverages of that was applied polymer asphaltic concrete. The geometrical and operating-technical indexes of properties of coverages were determined for last period of their exploitation, such as longitudinal and transversal evenness of coverage, coefficient of rolling friction and their accordance to the requirement of normative document. Analyzing the performance properties polimer asphaltic concrete, we can conclude that all the values are within the acceptable ranges of normative values regulated by GOST. Also of note is the relatively low index values R_0, which is 2,2 times lower than the limit values of GOST, indicating that the extended temperature range deformability polimer asphaltic concrete in positive and negative temperatures.

Keywords: highway, bitumen, polymers, polymer-bitumen binders, polymer asphaltic concrete.

Reference list

1. Polyakova S.V. Application of modified bitumen for road construction. – M.: Nauka i tehnika v dorojnoi otrasli, 1999, № 1. – P. 19-21.
2. Report on the scientific and technical work under the contract number 69 dated 23.06.2014. Vdovin E.A. and others. Development of standards organizations «Asphalt concrete based polymer-bitumen binders».
3. Khafizov E.R. Application of the bitumen-polymer binder in asphaltic concrete. Proceedings of the VI International scientific and practical conference «Automobile and technosfere». – Kazan: Mir bez granic, 2011. – 340 p.
4. Khafizov E.R., Minkin B.M. Bitumen-polymer binders for road construction with the use of a petrochemical complex in the Republic of Tatarstan. – Belgorod, BSTU, 2013. – P. 406-409.
5. Khafizov E.R., Fomin A.Y. Application of the modified bitumens for travelling building of Republic of Tatarstan. // Izvestiya KGASU, 2014, № 4 (30). – P. 303-307.
6. Khafizov E.R., Kamaltdinov L.R. To the question about application polymeric-bituminous astringent in Republic of Tatarstan. – Novosibirsk: Sibak, 2014, № 8-9. – P. 16-23.
7. GOST 31015-2002. Mixtures of asphalt and asphalt stone mastic. Technical conditions. – M.: Gosstroy of Russia, 2003. – 24 p.
8. GOST 9128-2009. Mixtures of asphalt road, airfield and asphalt. Technical conditions. – M.: FSUE «STANDARTINFORM», 2010. – 18 p.

УДК 666.972.16
Хузин А.Ф. – кандидат технических наук, ассистент
E-mail: airat-khuzin2010@yandex.ru
Ибрагимов Р.А. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: rusmag007@yandex.com
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Физико-механические свойства высокопрочного бетона, модифицированного комплексной добавкой

Аннотация

В данной работе рассмотрено влияние комплексной добавки, содержащей ускоритель твердения Ремикрет SP11 и углеродные нанотрубки (TUBALL) на физико-механические характеристики высокопрочного бетона с различным расходом цемента. Исследовано влияние добавок на кинетику набора прочности и морозостойкость бетона. Установлено, что введение указанных добавок приводит к увеличению прочности бетона при сжатии как в марочном возрасте, так и в ранние сроки твердения.

Ключевые слова: бетон, прочность, комплексная добавка, углеродные нанотрубки

Введение

В результате химических процессов, происходящих при взаимодействии цемента с водой прочность бетона в процессе гидратации смеси увеличивается. Под влиянием различных факторов скорость химических реакций может замедляться и ускоряться. От этого же будет зависеть показатель прочности бетона.

Выделяют следующие основные факторы, влияющие на прочность бетона:

- активность цемента;
- процентное содержание цемента;
- соотношение цемента и воды в растворе;
- технические характеристики и качество наполнителей;
- качество смешивания составляющих бетонной смеси;
- степень уплотнения;
- время, затраченное на твердение раствора;
- внешние условия (температура воздуха и влажность среды);
- применение повторного вибрирования.

Оптимальное сочетание большинства факторов предполагает получение наилучших физико-механических характеристик.

На современном этапе развития строительного материаловедения все большую популярность получают исследования по разработке комплексных модифицирующих добавок, содержащих наноразмерные частицы, в частности одно и многослойные углеродные нанотрубки [1-4].

Так же одним из эффективных способов влияния на структуру и свойства вяжущих веществ является механоактивация сырья или активационное измельчение, состоящее в диспергировании вещества при механических усилиях, превышающих нагрузки в обычных шаровых мельницах [5].

В результате разрушения минералов изменяются длины и углы межатомных связей, электронная структура и химический состав веществ. За счет возникновения точечных дефектов, дислокаций и деформаций происходит разрыв связей между фрагментами структуры, завершающийся переходом части вещества в высокореакционное состояние. В работе [6] установлено, что активация цементной шихты в планетарной шаровой мельнице «Активатор-2SL» приводит к увеличению прочности изделий на основе портландцемента при сжатии на 20-47 %, при изгибе – на 11-30 %; клинкера – соответственно на 19,7-42,5 % и 5,3-30,6 %.

Механоактивация в жидкой среде позволяет значительно уменьшить средний размер частиц вяжущего, что способствует ускорению твердения тяжелого бетона [7, 8].

Материалы и методы исследования

В данной работе приведены исследования по влиянию УНТ на основные свойства высокопрочного бетона.

Экспериментальные работы выполнялись с использованием портландцемента ЦЕМ III/А 32.5Н Ульяновского завода. В качестве мелкого заполнителя использовался песок Камско-Устьинского месторождения с модулем крупности 2.7. В качестве крупного заполнителя использовался гранитный щебень фракции 5-20 мм.

Для приготовления бетонной смеси использовали водопроводную воду, в которой предварительно размешивалась суспензия УНТ в водном растворе гиперпластификатора (ГП). Для обеспечения однородности данной суспензии все ее компоненты предварительно подвергались ультразвуковой диспергации. Время ультразвукового диспергирования составило 3.5 мин, мощность – 100 Вт, объем суспензии – 100 мл. В качестве ГП использовалась добавка Remicrete SP11 (на основе эфира поликарбоксилата). В составе комплексной добавки, содержащей ГП использовали одностенные УНТ «TUBALL» компании OCSIAL (далее ОУНТ) с удельной геометрической поверхностью 90-130 $м^2/г$.

Механохимическую активацию (МХА) цементной суспензии проводили в роторно-пульсационном аппарате (РПА) с частотой вращения рабочего органа 5000 об/мин, выпускаемого по ТУ 5132-001-70447062.

Прочность образцов определяли в соответствии с ГОСТ 18105-2010.

Морозостойкость тяжелого бетона определяли по ГОСТ 10060-2012, гармонизированным в соответствии с EN 12390-9:2006. Показатели поровой структуры определяли в соответствии с ГОСТ 12730.4-78.

Из приготовленных смесей были изготовлены образцы кубы размерами 10,0х10,0х10,0 см, которые после распалубки хранились в комнатных условиях при нормальном температурно-влажностном режиме.

Результаты исследований

С целью определения влияния комплексной добавки на физико-механические характеристики высокопрочного бетона, были изготовлены составы бетонной смеси, указанные в табл. 1. Водоцементное отношение (В/Ц) составов принималось исходя из обеспечения одинаковой подвижности ПЗ по ГОСТ 7473-2010.

Таблица 1

Составы бетонных смесей для испытаний

№	Расход компонентов, $кг/м^3$			Дозировка добавок, % от масс. цемента		В/Ц
	Цемент	Песок	Щебень	ГП	УНТ	
1	500	555	1215	-	-	0,42
2	500	555	1215	1	-	0,3
3*	500	555	1215	1	5хЕ-5	0,3
4	400	587	1283	-	-	0.47
5	400	587	1283	1	-	0,32
6*	400	587	1283	1	5хЕ-5	0,32
7	300	618	1352	-	-	0,55
8	300	618	1352	1	-	0,36
9*	300	618	1352	1	5хЕ-5	0,35

Примечание: * – составы, полученные механоактивацией вяжущего.

В/Ц составов, модифицированной ГП значительно ниже контрольных составов. Так, при расходе цемента на 500 $кг/м^3$ В/Ц сокращается на 28,5 %, при расходе цемента 400 $кг/м^3$ – на 32 %, при расходе цемента 300 $кг/м^3$ – 36 %.

Кинетика твердения, морозостойкость и общая пористость тяжелого бетона представлены в табл. 2.

Номера составов в табл. 2 соответствуют составам в табл. 1.

Таблица 2

Физико-механические характеристики тяжелого бетона

№	Плотность бетона, кг/м^3	Прочность бетона при сжатии, МПа			Морозостойкость, F Пористость, %
		1 сут.	3 сут.	28 сут.	
1	2432	11,8 100 %	28,3 100 %	46,2 100 %	200 5,69
2	2550	14,4 122 %	51,4 182 %	74,3 161 %	500 4,77
3	2510	28,0 237 %	59,6 211 %	79,4 172 %	500 4,05
4	2470	7,95 100 %	21,6 100 %	38,4 100 %	200 4,63
5	2536	9,22 116 %	42,8 198 %	58,7 153 %	400 3,74
6	2532	21,1 266 %	54,0 250 %	67,9 177 %	400 2,935
7	2450	3,81 100 %	14,4 100 %	30,0 100 %	150 4,82
8	2510	4,6 121 %	35,8 248 %	49,56 165 %	300 3,8
9	2540	14,4 377 %	46,6 323 %	59,1 197 %	300 2,7

Заключение

Из данных, приведенных в табл. 1-2 установлено, что введение в бетонную смесь добавки гиперпластификатора приводит к ускорению набора прочности бетона в ранние сроки твердения (в возрасте 1-3 суток) и повышению итоговой марочной прочности при различном расходе цемента. Так, введение добавки в бетонную смесь с расходом цемента 500, 400 и 300 кг/м^3 и приводит к увеличению прочности бетона в марочном возрасте на 61, 53 и 65 % соответственно.

Еще более высокие результаты получены при модификации бетонной смеси комплексной добавкой, содержащей гиперпластификатор и углеродные нанотрубки, полученной путем предварительной обработки в механоактиваторе. Введение указанной добавки способствует увеличению прочности бетона при сжатии в возрасте 1 суток в 2,37 раза (при расходе цемента 500 кг/м^3), в 2,66 раза (при расходе цемента 400 кг/м^3) и в 3,77 раза (при расходе цемента 300 кг/м^3).

Резкое повышение прочности на сжатие тяжелого бетона способствует и повышению его морозостойкости. Так, морозостойкость тяжелого бетона повышается на 150-300 циклов в зависимости от расхода цемента на 1 м^3 бетонной смеси. При этом, морозостойкость бетона, модифицированного только добавкой ГП и бетона, полученного активацией вяжущего, повышается в равной степени.

Повышение морозостойкости бетона обуславливается снижением его общей пористости. Общая пористость тяжелого бетона понижается на 1,64-2,12 % по сравнению с контрольным составом, при этом наибольшее снижение пористости наблюдается при наименьшем содержании цемента в составе бетонной смеси.

В составах, полученных механоактивацией вяжущего наблюдается понижение общей пористости. Это связано с диспергацией частиц цемента при механоактивации, что приводит к увеличению степени гидратации цемента, и как следствие к образованию более плотной структуры.

Список библиографических ссылок

1. Яковлев Г.И., Первушин Г.Н., Бурьянов А.Ф., Кодолов В.И., Крутиков В.А., Фишер Ф.-Б., Керене Я. Модификация поризованных цементных матриц углеродными нанотрубками // Строительные материалы, № 3, 2009. – С. 99-102.

2. Изотов В.С., Ибрагимов Р.А. Химические добавки для бетона. – М.: Изд-во Инфинити, 2015. – 318 с.
3. Sobolev K. and Ferrada-Gutierrez M., How Nanotechnology Can Change the Concrete World: Part 1. American Ceramic Society Bulletin, № 10, 2005. – P. 14-17.
4. Sanchez F., Sobolev K. Nanotechnology in concrete-A review. Construction and Building Materials, 2010, 24. – P. 2060-2071.
5. Хохряков О.В., Морозов Н.М., Хозин В.Г. Сравнительная оценка мельниц по размолоспособности кварцевого песка и его эффективности в цементных бетонах // Известия КГАСУ, 2011, № 1 (15). – С. 177-181.
6. Цыплаков Д.С., Корнилов А.В., Лыгина Т.З., Пермяков Е.Н. Механоактивация цементных сырьевых смесей и клинкера в планетарной мельнице «Активатор-2SL» // Вестник КТУ, 2013, т. 16, № 22. – С. 60-61.
7. Ибрагимов Р.А., Пименов С.И., Изотов В.С. Влияние механохимической активации вяжущего на свойства мелкозернистого бетона // Инженерно-строительный журнал, 2015, № 2 (54). – С. 63-69.
8. Fathollah S. Mechanical activation of cement-slag mortars // Construction and Building Materials 01/2012; 26(1-1). – P. 41-48.

Khuzin A.F. – candidate of technical sciences, assistant
E-mail: airat-khuzin2010@yandex.ru
Ibragimov R.A. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: rusmag007@yandex.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Physico-mechanical properties of high strength concrete modified by complex additive

Resume

One of the most effective ways of influencing the structure and properties of cement compositions, is the activation of the binder, consists in dispersing the particles to sub-micron components.

Good results are obtained when the modification of concrete mix complex additive containing hyper plasticizer and carbon nanotubes obtained by the pretreatment mechanic activator. The introduction of this additive increases the compressive strength of concrete at the age of 1 day to 2,37 times (at a rate of 500 kg cement / m^3) 2,66 times (at a rate of 400 kg cement / m^3) and 3,77 times (at cement consumption of 300 kg / m^3).

Frost heavy concrete rises to 150-300 cycles, depending on the flow of cement per 1 m^3 of concrete. Thus, the frost resistance of concrete, modified only by hyper plasticizer and concrete prepared by activation of the binder increases equally.

Increasing frost resistance of concrete is caused by a decrease in its total porosity. The total porosity of heavy concrete is reduced to 1,64-2,12 % compared to the control composition with the greatest reduction observed at the lowest porosity of the cement content of the concrete composition mixture.

Keywords: concrete, strength, complex additive, carbon nanotubes.

Reference list

1. Yakovlev G.I., Pershin G.N., Buryanov A.F., Kodolov V.I., Krutikov V.A., Fisher F.B., Keren H. Modification of porous cement matrix carbon nanotubes // Building materials, 2009, № 3. – P. 99-102.
2. Izotov V.S., Ibragimov R.A. Chemical additives for concrete. – M.: Publishing House of Infiniti, 2015. – 318 p.

3. Sobolev K., Ferrada-Gutierrez M. How Nanotechnology Can Change the Concrete World: Part 1. American Ceramic Society Bulletin, 2005, № 10. – P. 14-17.
4. Sanchez F., Sobolev K. Nanotechnology in concrete-A review. Construction and Building Materials, 2010, 24. – P. 2060-2071.
5. Khokhryakov O.V., Morozov N.M., Khozin V.G. Comparative evaluation of grindability mills, quartz sand, and its efficiency in cement concrete // Izvestiya KGASU, 2011, № 1 (15). – P. 177-181.
6. Zyplakov D.S., Kornilov A.V., Lygina T.Z., Permiakov E.N. Mechanical activation of cement raw meal and clinker in a planetary mill «Activator-2SL» // Bulletin of KTU, v. 16, 2013, № 22. – P. 60-61.
7. Ibragimov R.A., Pimenov S.I., Izotov V.S. Effect of mechanical activation on the binding properties of fine-grained concrete // Journal of Civil Engineering, 2015, № 2 (54). – P. 63-69.
8. Fathollah S. Mechanical activation of cement-slag mortars // Construction and Building Materials 01/2012; 26(1-1). – P. 41-48.

УДК 621.86 78
Земдиханов М.М. – кандидат технических наук
E-mail: mr.minsur@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Обоснование формы колена трубопровода для транспортирования сыпучих материалов

Аннотация
В статье проведен анализ известных устройств для снижения износа поверхности колен пневмопроводов на изгибах. Предложено теоретическое обоснование формы изгиба колена пневмопоровода сыпучих материалов, обеспечивающей движение частиц материала с постоянным давлением на стенку колена и, следовательно, обуславливающий равномерный износ криволинейного участка. При этом увеличивается срок службы колена пневмопровода. Получены уравнения, определяющие форму и размеры колена в зависимости от свойств транспортируемого материала и параметров пневмотранспортирующего устройства.
Ключевые слова: пневмопровод, частица материала, колено, радиус кривизны, уравнение.

Предприятия, производящие строительные конструкции и материалы широко применяют системы пневмотранспорта для транспортировки и смешивания сыпучих материалов, таких как цемент, литейный песок, известь, зола, металлическая пыль, шлак и другие. Пневмотранспорт прогрессивным способом механизации и автоматизации перемещения насыпных грузов. Он имеет следующие преимущества по сравнению с другими видами транспортирующих устройств: возможность транспортирования на большие расстояния в любом направлении (по горизонтали, по вертикали или под наклоном); возможность решения транспортных проблем для производств со сложной компоновкой; отсутствие потерь сыпучих материалов и загрязнения, запыления за счет герметичности трубопроводов; высокая надежность при минимальном обслуживании; модульный принцип изготовления, обеспечивающий простоту монтажа и замены элементов; непрерывность выполнения операций и возможность их автоматизации.

Вместе с тем у пневмотранспортирующих устройств имеются и недостатки. Одним из них является быстрый износ пневмопровода при транспортировке абразивных частиц, в особенности на начальном участке изогнутой части или колена.

Для уменьшения износа поверхности стенки колена предлагается дополнительное устройство на изогнутом участке [1]. Также предлагается установка внутри коленчатого участка дополнительных износостойких вкладышей [2, 3, 4]. Эти дополнения приводят к удорожанию конструкции, и при этом повышается вероятность забивания колена.

Ниже автором теоретически обоснована форма кривой, представляющей радиус кривизны изгиба колена пневмопровода, которая обеспечивает движение материала по стенке колена с постоянным давлением. За счет постоянства давления частиц материала на стенку колена по всей ее длине обеспечивается равномерный износ стенки и увеличивается срок ее службы. Также можно задавать величину давления частицы материала на стенку, не превышающее значения, вызывающего разрушение материала.

Определим уравнение кривой, удовлетворяющей вышеуказанным требованиям.

Частицы материала поступают на криволинейную поверхность колена с начальной скоростью v_0 (рис. 1). На движущуюся частицу действуют сила тяжести mg, центробежная сила $m\frac{v^2}{r}$, сила нормального давления N, сила трения fN и сила воздушного напора $F_в$. Проектируя силы на нормаль и касательную, запишем дифференциальные уравнения [6]:

$$m\frac{dv}{dt} = mg\cos\alpha + F_в - fN, \qquad (1)$$

$$N = m\frac{v^2}{r} + mg\sin\alpha = const, \quad (2)$$

где m – масса частицы материала;

v – скорость частицы;

α – угол между осью x и касательной к образующей поверхности колена;

f – коэффициент трения частицы материала о поверхность колена;

r – радиус кривизны колена трубопровода.

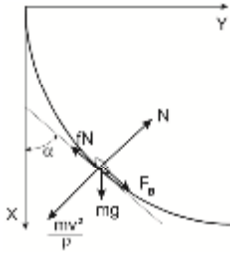


Рис. Схема сил, действующих на частицу при движении по поверхности колена

Размеры колена ограничиваются габаритами и материалоемкостью пневмопровода и поэтому при движении частиц материала по поверхности колена с малыми радиусами кривизны силы нормального давления в десятки раз превышают силу тяжести и силу напора воздушного потока. Поэтому, при рассмотрении движения частиц по поверхности колена, им можно пренебречь, тогда уравнения (1) и (2) запишем в виде:

$$m\frac{dv}{dt} = -fN, \quad (3)$$

$$N = m\frac{v^2}{r} = const. \quad (4)$$

Заменив в уравнении (3):

$$\frac{dv}{dt} = \frac{dv}{ds}\frac{ds}{dt} = v\frac{dv}{ds}, \quad (5)$$

где ds – дифференциал длины дуги образующей, приводим его к интегралу:

$$m\int_{v_0}^{v} vdv = -fN\int_{0}^{s} ds, \quad (6)$$

где v_0 – скорость частицы материала при поступлении на поверхность колена. После интегрирования получим:

$$v^2 = -2fNs/m + v_0^2. \quad (7)$$

Из уравнений (4) и (7) после преобразований имеем:

$$r = \frac{m}{N}v_0 - 2fs. \quad (8)$$

Как известно [6] длина дуги определяется через интеграл:

$$s = \int_{0}^{x}\sqrt{1+(y')^2}dx. \quad (9)$$

После подстановки интеграла (9) в выражение (10) получим:

$$r = \frac{m}{N}v_0^2 - 2f\int_{0}^{x}\sqrt{1+(y')^2}dx. \quad (10)$$

Также известно [7], что радиус кривизны кривой определяется по зависимости:

$$r = \frac{\sqrt{[1+(y')^2]^3}}{y''}. \quad (11)$$

Приравнивая правые части уравнений (10) и (11) получим:

$$\frac{[1+(y')^2]^{3/2}}{y''} = \frac{m}{N}v_0^2 - 2f\int_{0}^{x}\sqrt{1+(y')^2}dx. \quad (12)$$

Продифференцируем данную зависимость по x и после некоторых преобразований имеем:

$$3(y'')^2 y' - y''[1+(y')^2] + 2f(y'')^2 = 0. \quad (13)$$

Понизим порядок уравнения (13) на единицу, что возможно ввиду того, что переменная x не входит явно в уравнение [8]. Положим $y' = p$, тогда:

$$y'' = \frac{dp}{dx} = \frac{dp}{dy}\frac{dy}{dx} = pp'_y \text{ и } y''' = \left(\frac{dp}{dy}p\right)'_x = \frac{dp}{dy}\frac{dp}{dx} + p\frac{dp^2}{dydx} = (p'_y)^2 p + p''_{yy}p^2.$$

После подстановки уравнение (13) примет вид:

$$pp''_{yy}(1+p^2) + (p'_y)^2(1 - 2p^2 - 2fp) = 0, \quad p \neq 0. \quad (14)$$

$$p''_{yy} = \frac{dQ}{dy}\frac{dp}{dp} = \frac{dQ}{dp}\frac{dp}{dy} = \frac{dQ}{dp}Q. \quad (15)$$

Тогда уравнение примет вид:

$$\int\frac{dQ}{Q} = \int\frac{2p^2 + 2fp - 1}{p(1+p^2)}dp. \quad (16)$$

В уравнении (16) интеграл справа от знака равенства представим в виде:

$$\int\frac{2p^2 + 2fp - 1}{p(1+p^2)}dp = \int\left(\frac{A}{p} + \frac{Cp + D}{1+p^2}\right)dp, \quad (17)$$

где $1 - 2p^2 - 2fp = A(1+p^2) + Cp^2 + Dp$. Приравнивая $p = 0$, определяем: $A = -1$, $C = 3$, $D = 2f$.

Решив полученный интеграл, находим:

$$Q = \frac{(1+p^2)^{1,5} e^{2f\,\mathrm{arctg}p}}{p} e^{c_1}. \quad (18)$$

Определим из начальных условий c_1. Так как:

$$Q = \frac{dp}{dy} = \frac{dy}{dx}\frac{dx}{dy} = \frac{y''}{y'} = \frac{y''}{p}, \quad (19)$$

тогда формулу (18) запишем в виде:

$$y'' = e^{c_1}(1+p^2)^{1,5} e^{2f\,\mathrm{arctg}p}. \quad (20)$$

С другой стороны начальное значение радиуса r_0 кривизны образующей колена определяется из условия:

$$r_0 = \frac{v_0^2}{W_{доп}}, \quad (21)$$

где $W_{доп}$ – максимально допустимое центростремительное ускорение при взаимодействии частиц материала с поверхностью колена.

Тогда, учитывая данное выражение и воспользуясь уравнениями (11) и (20) получаем формулу для определения e^{c_1}:

$$e^{c_1} = \frac{W_{доп}}{v_0^2 e^{2f\,\mathrm{arctg}p_0}}. \quad (22)$$

Обозначим e^{c_1} как C_1 и учитывая, что $p_0 = tg\alpha_0$, запишем:

$$C_1 = \frac{W_{доп}}{v_0^2 e^{2f\alpha_0}}, \quad (23)$$

где α_0 – начальное значение угла α.

Для решения уравнения (18) подставим вместе Q дифференциал $\frac{dp}{dy}$, тогда данное уравнение приводится следующему интегралу:

$$\int dy = \frac{1}{C_1}\int\frac{pe^{-2f\,\mathrm{arctg}p}}{\sqrt{1+p^2}(1+p^2)}dp. \quad (24)$$

Сделаем подстановку $\text{arctg}p = q; \frac{dp}{1+p^2} = dq; p = \text{tg}q$. Тогда:

$$\int dy = \frac{1}{C_1}\int e^{-2fq}\sin q dq \cdot$$

Применив для данного выражения метод интегрирования по частям, получим:

$$\int dy = \frac{-1}{C_1}\left(e^{-2fq}\cos q + 2f\int e^{-2fq}\cos q dq\right). \quad (25)$$

Для интеграла в правой части также воспользуемся методом интегрирования по частям:

$$\int e^{-2fq}\cos q dq = e^{-2fq}\sin q + 2f\int e^{-2fq}\sin q dq \cdot \quad (26)$$

Подставив правую часть выражения (26) в уравнение (25), определяем y:

$$y = \frac{2f\sin q + \cos q}{-C_1(1+4f^2)e^{2fq}} + C_2 \cdot$$

Учитывая, что $q = \text{arctg}p = \text{arctgtg}\alpha = \alpha$, а также формулу (23), получим зависимость y от параметра α, являющегося углом между касательной к искомой кривой и осью x, в следующем виде:

$$y = -\frac{v_0^2 e^{2f\alpha_0}(2f\sin\alpha + \cos\alpha)}{W_{доп}(1+4f^2)e^{2f\alpha}} + C_2 \cdot \quad (27)$$

Определим C_2 из начальных условий. Допустим при условии $y = 0$, $\alpha = \alpha_0 = 0$ и, тогда $C_2 = \frac{v_0^2}{(1+4f^2)W_{доп}}$, следовательно, уравнение (27) запишется в виде:

$$y = \frac{v_0^2}{(1+4f^2)W_{доп}}\left(1 - \frac{2f\sin\alpha + \cos\alpha}{e^{2f\alpha}}\right). \quad (28)$$

Для получения уравнения радиуса кривизны колена в параметрической форме далее аналогично определяем зависимость x от параметра α. Заменив:

$$y'_x = \frac{1}{x'_y} \text{ и } y''_{xx} = -\frac{x''_{yy}}{(x'_y)^3}, \quad (29)$$

выражение (11) запишем в виде:

$$r = -\frac{[1+(x'_y)^2]^{3/2}}{x''_{yy}} \cdot \quad (30)$$

Также подставив:

$$y'_x = \frac{1}{x'_y}, \quad (31)$$

уравнение (10) приводим к виду:

$$r = \frac{mv_0}{N} - 2f\int_0^y \sqrt{1+(x'_y)^2}\,dy \cdot \quad (32)$$

Приравнивая правые части формул (30) и (32) и после их дифференцирования, проведя некоторые преобразования, получим:

$$3x''_{yy}x'_y - x'''_{yyy}[1+(x'_y)^2 - 2f(x''_{yy})^2] = 0 \cdot \quad (33)$$

Далее проведем замену:

$$x'_y = F_x; x''_{yy} = FF'_x; x'''_{yyy} = F[(F'_x)^2 + FF''_{xx}] \quad (34)$$

и после преобразований уравнение (33) примет вид:

$$FF''_{xx}(1+F^2) + (F'_x)^2(1+2fF - 2F^2) = 0 \cdot \quad (35)$$

Введением повторной замены: $\frac{dF}{dx} = T_F; F''_{xx} = T_F T'_F$,

$$T = \frac{(1+F^2)^{\frac{3}{2}}}{Fe^{2f\,\text{arctg}F}}e^{c_3} \cdot \quad (36)$$

Определим e^{c_3} из начальных условий. Так как:

$$T = \frac{dF}{dx} = \frac{dx'_y}{dx}\frac{dy}{dy} = \frac{x''_{yy}}{x'_y} = \frac{x''_{yy}}{F}, \quad (37)$$

тогда формулу (36) запишем в виде:

$$x'' = e^{c_3}(1+F^2)^{1,5}\mathrm{e}^{2f\,\mathrm{arctg}F}. \quad (38)$$

Также уравнение (38) запишем в виде:

$$\rho = -\frac{(1+F^2)^{\frac{3}{2}}}{x''}. \quad (39)$$

С другой стороны начальное значение ρ_0 определяется из условия:

$$\rho_0 = \frac{v_0^2}{W_{don}}. \quad (40)$$

Тогда, учитывая данное условие и, воспользуясь уравнениями (38), (39), получаем формулу для определения e^{c_3}:

$$e^{c_3} = \frac{W_{don}}{v_0^2 e^{2f\,arctgF_0}}. \quad (41)$$

Обозначим e^{c_3} как C_3 и учитывая, что $F_0 = 1/tg\alpha_0 = tg(\pi/2 - \alpha_0)$, запишем:

$$C_3 = \frac{W_{don}}{v_0^2 e^{2f(\pi/2-\alpha_0)}}. \quad (42)$$

Для решения уравнения (38) подставим вместо T дифференциал $\frac{dF}{dx}$, тогда это уравнение приводится к следующему интегралу:

$$\int dx = \frac{1}{C_3}\int \frac{Fe^{2f\,\mathrm{arctg}F}}{(1+F^2)^{\frac{3}{2}}}dF. \quad (43)$$

Решим данный интеграл теми же методами, которые были применены выше для интеграла (24).

Далее подставив $F = 1/\mathrm{tg}\alpha = \mathrm{tg}(\frac{\pi}{2} - \alpha)$, а также C_3 из выражения (42) и предположив, что угол $\alpha_0 = 0$, после преобразований получим искомую зависимость в следующем виде:

$$x = \frac{v_0^2(2f\cos\alpha - \sin\alpha)}{W_{don}(1+4f^2)e^{2f\alpha}} + C_4. \quad (44)$$

Определим C_4 из начальных условий. Допустим при условии $x = 0$, $\alpha = \alpha_0 = 0$ и тогда $C_4 = -\frac{2fv_0^2}{(1+4f^2)W_{don}}$, следовательно, уравнение (44) запишется в виде:

$$x = \frac{v_0^2}{(1+4f^2)W_{don}}\left(\frac{2f\cos\alpha - \sin\alpha}{e^{2f\alpha}} - 2f\right). \quad (45)$$

Таким образом, получены уравнения искомой кривой в параметрическом виде, где параметром является угол α между касательной к этой кривой и осью x:

$$y = \frac{v_0^2}{(1+4f^2)W_{don}}\left(1 - \frac{2f\sin\alpha + \cos\alpha}{e^{2f\alpha}}\right), \quad (46)$$

$$x = \frac{v_0^2}{(1+4f^2)W_{don}}\left(\frac{2f\cos\alpha - \sin\alpha}{e^{2f\alpha}} - 2f\right), \quad (47)$$

или, после введения обозначений для постоянных, уравнения (46) и (47) приводим к следующему виду:

$$\begin{cases} y = a(1 - \dfrac{b\sin\alpha + \cos\alpha}{e^{b\alpha}}), \\ x = a(\dfrac{b\cos\alpha - \sin\alpha}{e^{b\alpha}} - b), \end{cases} \quad (48)$$

где $a = \frac{v_0^2}{(1+4f^2)W_{don}}$; $b = 2f$.

Как видно из полученных выражений (48), форма и размеры поверхности колена пневмопровода зависят от таких параметров, как коэффициент трения f между частицей материала и поверхностью колена, скорости v_0 материала при поступлении на эту поверхность и допустимой величины центростремительного ускорения $W_{доп}$ при движении материала по ней. Задаваясь конкретными значениями этих параметров можно определить необходимую форму и размеры колена пневмопровода.

Список библиографических ссылок

1. Поворотный участок трубопровода пневмотранспортной установки: пат. 137277, Рос. Федерация. № 2013142048/11; заявл. 13.09.13; опубл. 10.02.14. Бюл. № 4. – 3 с.
2. Колено трубопровода для транспортирования пылевидных материалов: пат. 80915, Рос. Федерация. № 2008139254/22; заявл. 02.10.2008; опубл. 27.02.2009. Бюл. № 6. – 3 с.
3. Колено стального трубопровода: пат. 2118737, Рос. Федерация. № 96123795/06; заявл. 19.12.96; опубл. 10.09.98. Бюл. № 25. – 3 с.
4. Поворотный участок трубопровода для транспортирования сыпучих материалов: пат. 2085462, Рос. Федерация. № 93052936/11; заявл. 19.12.96; опубл. 27.07.1997. Бюл. № 21. – 3 с.
5. Василенко П.М. Теория движения частицы по шероховатой поверхности сельскохозяйственных машин. – Киев: Изд-во украинской академии сельскохозяйственных наук, 1990. – 283 с.
6. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. – М.: Наука, 1986. – 545 с.
7. Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисления. Том (часть) 2.: Учебник для втузов. – М.: Интеграл-Пресс, 2010. – 544 с.
8. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Лань, 2003. – 832 с.

Zemdikhanov M.M. – candidate of technical sciences
E-mail: mr.minsur@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Justification of form of pipeline elbow for transportation the loose materials

Resume

The article analyzes the prior art to reduce the wear elbow of pipeline. In this article is theoretically justified form of bending the elbow of pipeline for the transportation of abrasive loose materials to ensure the movement of the material at a constant pressure to the surface of the elbow and thus, ensures uniform wear of the curved portion. This increases the service life elbow of pipeline for transportation of abrasive loose materials. The author obtained the equations that define the shape and size of the elbow depending on the properties of the transported material and parameters pneumatic conveying. The form of bending the elbow of pipeline depends on parameters such as the coefficient of friction between the particle material and the surface of the elbow, material velocity at entry to this surface and the permissible value of the centripetal acceleration during the motion of the material on it. After assigning specific values of these parameters we can determine the required shape and size of the elbow.

Keywords: pipeline, particle material, the elbow, the radius of curvature, the equation.

Reference list

1. Elbow of pipeline the pneumatic installation: the patent 137277 Russian Federation. № 2013142048/11; it is declared 13.09.13; it is published 10.02.14. The bulletin № 4. – 3 p.
2. Elbow of pipeline for transportation of powdered materials: the patent 80915 Russian Federation. № 2008139254/22; it is declared 19.12.96; it is published 27.02.09. The bulletin № 6. – 3 p.
3. Steel pipeline elbow: the patent 2118737 Russian Federation. № 96123795/06; it is declared 19.12.96; it is published 10.09.98. The bulletin № 25. – 3 p.
4. Elbow of pipeline for transportation of loose materials: the patent 2085462 Russian Federation. № 93052936/11; it is declared 19.12.96; it is published 27.07.97. The bulletin № 21. – 3 p.
5. Vasilenko P.M. The theory of motion of a particle on a rough surface of agricultural machinery. – Kiev: Izd-vo ukrainskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk, 1990. – 283 p.
6. Bronshtein I.N., Semendyaev K.A. Handbook of mathematics for engineers and students of technical colleges. – M.: Nauka, 1986. – 545 p.
7. Piskunov N.S. Differential and integral calculus. Tom (part) 2.: Textbook for technical colleges. – M.: Integral Press, 2010. – 544 p.
8. Korn G., Korn T. Handbook of mathematics for scientists and engineers. – M.: Lan, 2003. – 832 p.

УДК 338.28
Коклюгин А.В. – старший преподаватель
E-mail: the-lusy@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, Казань, ул. Зеленая, д. 1

Проблемы реализации строительных технологий использования отходов при разборке зданий в республике Татарстан

Аннотация

В статье описана сложившаяся ситуация с разборкой зданий и реальной возможностью переработки или утилизации строительных отходов в республике Татарстан. Требуется решить две задачи: первую – значительное сократить затраты по утилизации, вторую – удешевить строительство за счет повторного использования строительных материалов после переработки. Предлагается комплексное решение проблемы с учетом передового опыта г. Москвы, республики Беларусь и стран Европы.

Ключевые слова: утилизация строительных отходов, вопросы экологии, сметные нормативы.

Все цивилизованные страны с увеличением производства и повышением уровня потребления сталкиваются с проблемой увеличения количества отходов. Предпринимались попытки решить эту проблему в бывшем СССР, однако они не были реализованы.

В России в последние годы доля отходов растет быстрее производства. По данным статистики в нашей стране перерабатывается не более трети отходов. При этом по данным экспертов Минприроды 50 % бытовых и до 100 % промышленных отходов вполне могут быть переработаны. Следовательно, для преодоления этой проблемы в нашей стране необходимо создавать условия и развивать новый бизнес по обращению с отходами.

Для повышения эффективности наиболее перспективными являются отечественные технологии с использованием мирового опыта утилизации отходов. Одним из крупных потребителей промышленных отходов является промышленность по производству строительных материалов, где удельный вес такого сырья достигает 50 %. Как правило, используют отходы, по своему составу и свойствам близкие к природному сырью. Это объясняется тем, что переработка техногенных отходов в сырье для искусственных строительных материалов дешевле, чем переработка природных материалов. Однако при использовании промышленных отходов в сырьё возникает другая проблема – безопасность жизнедеятельности и здоровья человека.

Перспективы бизнеса при утилизации отходов

Одним из вариантов утилизации некондиционных железобетонных изделий является измельчение боя в щебень различных фракций и одновременным отделением металла. Для этого в России и за рубежом проводится работа по усовершенствованию специализированного оборудования, повышающего эффективность переработки разнородного материала – строительного лома. Однако, на пути развития предпринимательского бизнеса по переработке строительного мусора возникает ряд проблем, одной из которых является отсутствие нормативной документации.

В соответствии с разъяснениями Госстроя от 2006-2007 гг. оплату расходов по вывозу строительного мусора следует производить по фактическим платежам. Средства на покрытие расходов учитываются в главе 9 «Прочие работы и затраты», а в случае их отсутствия за счет средств на непредвиденные работы и затраты заказчика. Таким образом, законным путем оплатить затраты на транспортировку мусора можно как «мусора при демонтажных работах», так и «мусора при новом строительстве», а затраты на утилизацию или переработку – нельзя, т.к. учет затрат на утилизацию негодного (загрязненного) грунта и мусора, вывозимого на свалку, действующими нормативными документами не предусматривается. Указанные платежи ложатся тяжким бременем либо на плечи подрядчика (накладные расходы), либо заказчика (прочие и непредвиденные).

Приведем анализ затрат на демонтажные работы специализированного объекта Минздрава РФ в г. Казани в 2014 году (табл. 1).

Таблица 1

Затраты на демонтажные работы V=5565 м^3 по смете

№ п/п	Наименование разделов сметы	Сметная стоимость, руб. (в ценах 2014 г.)
1	Разборка здания	1447053
2	Погрузо-разгрузочные работы	53338
3	Перевозка грузов автомобильным транспортом	287048
	Итого	1787439

На основании Государственного контракта с установленной твердой ценой затраты на соблюдение экологических требований несет Подрядчик. Фактические затраты Подрядчика на перевозку и утилизацию приведены в табл. 2.

Таблица 2

Фактические затраты

Наименование работ по договору Субподряда со специализированной организацией	Стоимость, руб. (в ценах 2014 г.)
Перевозка крупногабаритных отходов и утилизация крупногабаритных отходов V=5565 м^3	1858710

Сметными нормативами не учитываются затраты на утилизацию и переработку. Разница между сметными и фактическими затратами в сумме 1519324 руб. «легла на плечи» Подрядчика, существенно уменьшив его прибыль. В случае нарушения Подрядчиком экологических норм штраф превысит расходы в несколько раз. Парадоксально, что формальным собственником отходов является Заказчик, который может их оприходовать для дальнейшей переработки и использования в строительстве. Но Проектом не предусмотрено использование переработанных материалов и затрат на их переработку.

Знаменитая московская программа сноса ветхого и 5 этажного жилья, принятая в середине 90-х годов, которая учитывала затраты на утилизацию, была принята только после того, как все подмосковные овраги полностью были завалены строительными отходами.

Для этого были разработаны сметные расценки на разборку пятиэтажных панельных жилых зданий и затраты на утилизацию строительного мусора и переработку материалов, полученных при их разборке во вторичное сырье, по исполнению п. 7 распоряжения Правительства Москвы от 13 января 1999 г. № 25-РМ «Об обязательной утилизации и переработке строительных отходов при сносе пятиэтажного и ветхого жилищного фонда» (табл. 3). При разработке цены учитывалась выручка от реализации указанного выше вторичного сырья, а также затраты по захоронению на полигонах отсева и мусора, полученных при переработке железобетонного лома.

В Республике Беларусь строительными нормами [5] учитываются затраты на оплату расходов по содержанию санкционированных мест размещения отходов, которые включаются в сметный раздел «Прочие затраты» в размере 2603 руб. за 1 м^3 отходов в ценах на 1.01.2006 г. Утвержденных тарифов на вывоз и утилизацию строительных отходов нет. Выполнение работ производится на основании протокола договорной цены.

Таблица 3

Временная цена на переработку во вторичное сырье железобетонного лома от разборки пятиэтажных жилых зданий типовых серий К-7, II-32, I-515, 510, 1605 на дробильно-сортировочном оборудовании

(потребитель: городской заказ Правительства Москвы)

№ п/п	Наименование продукции, услуг	Единица измерения	Цена в руб. без учета НДС
	Переработка железобетонного лома во вторичное сырье (бетонный щебень и лом черных металлов)	1 м^3 Железобетонного лома	105,00

Принято считать, что отходы от разборки зданий и сооружений очень выгодно перерабатывать на месте с тем, чтобы их тут же повторно использовать. Однако следует учесть, что:

1. переработка на месте, если объект в черте города, невозможна по экологическим требованиям (шум, пыль, стесненность площадки строительства);

2. невозможность обеспечить непрерывную работу дробильной установки;

3. получаемые отходы (вторичный щебень) невозможно использовать в строительстве, т.к. практически невозможно доказать соответствие требованиям нормативных документов, при этом проектом, как правило, не предусматривается применение таких материалов;

4. продать такие материалы без нарушения законодательства невозможно, т.к. сначала заказчику нужно оприходовать по бухгалтерским документам мусор, а он не имеет цены.

Таким образом, несовершенство действующего законодательства препятствует решению проблемы переработки отходов.

Известно, что предпринимательство является экономической формой реализации хозяйственной деятельности людей и осуществляется его субъектами – собственно предпринимателями и потребителями. Согласно последним исследованиям в России квалифицированно могут заниматься предпринимательским бизнесом не более 6-8% населения. Учитывая, что одной из наиболее актуальных проблем экономики России является проблема рационального управления отходами, перспективность бизнеса по переработке строительных отходов не вызывает сомнения.

В данном аспекте государству отводится очень важная роль. Оно не должно тормозить предпринимательство, ведя неоправданную и противоречащую интересам предпринимательства политику. Можно стимулировать его путем предоставления льгот, государственных заказов и т.д., либо оставаться нейтральным. Следует учитывать, что величина издержек любой предпринимательской идеи зависит от материалоемкости, трудоемкости и стоимости основных производственных фондов. Сырьем же являются отходы, вовлекаемые в процесс производства, что дает возможность для предпринимателя извлекать доход, решая также проблемы экологии.

Решение проблемы переработки строительного мусора – государственная задача, которая успешно решается во многих странах Европы. В этих странах свалка строительных отходов или вообще запрещена, или стоимость перевозки и утилизации значительно превышает стоимость их переработки. В Скандинавских странах перерабатывается до 90 % строительных отходов. Благодаря государственной поддержке переработка строительных отходов в этих странах – очень выгодный бизнес.

В зависимости от страны, вида отходов и расположения свалки, вывоз отходов с утилизацией обходится до 150 евро за тонну, поэтому отходы выгоднее перерабатывать, чем утилизировать.

По данным [3] г. Казани плата за вывоз 1 т отходов – 400 руб., плата за негативное воздействие на природу – 800 руб. Итого – 1200 руб.

Таким образом видно, что существующая нормативная база не стимулирует организации на переработку строительных отходов.

Наряду с указанной проблемой возникает проблема срыва сроков сдачи объектов строительства вследствие увеличения продолжительности подготовительного периода для сноса ветхих зданий и расчистки территории. Анализ количества объектов, построенных позднее установленного в договорах срока, и, соответственно, со значительными дополнительными затратами, показывает, что они весьма существенны. Многие подрядные организации, выигравшие тендер, и не сумевшие уложиться в срок договора, несут большие потери, а инвесторы не получают ожидаемого экономического эффекта. Это говорит о чрезвычайной важности проблемы [6].

В Татарстане также имеется успешный опыт в области переработки и использования строительных отходов при строительстве крупных объектов промышленности строительных материалов и комплексной застройки жилых микрорайонов, осуществляемых негосударственными инвесторами. Но приоритетной

задачей является охрана окружающей среды, а становление перерабатывающей строительные отходы промышленности является лишь механизмом для ее решения.

Выводы

1. Несовершенство действующего законодательства препятствует решению проблемы переработки отходов.
2. Государство должно стимулировать предпринимательство путем предоставления льгот, государственных заказов и т.д., либо оставаться нейтральным.
3. Сметная стоимость перевозки и утилизации строительных отходов должна превышать стоимость их переработки.
4. Приоритетной задачей должна стать охрана окружающей среды.

Список библиографических ссылок

1. Олейник П.П. Организация строительного производства: Научное издание. – М.: Издательство АСВ, 2010. – 576 с.
2. Распоряжение Правительства Москвы от 13 января 1999 г. № 25-РМ п. 7 «Об обязательной утилизации и переработке строительных отходов при сносе пятиэтажного и ветхого жилищного фонда».
3. URL: http://kazan.ecocompany.ru/vyvoz-stroitelnogo-musora (дата обращения: 05.07.2015).
4. ФЗ от 30 декабря 2009 года № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружении».
5. РСН.8.06.106.2007: Методические указания по применению сметных норм, приказ Министерства архитектуры и строительства от 12.11.2007 № 364 республика Беларусь.
6. Шафранова А.А, Коклюгина Л. Коклюгин А.В. Варианты определения продолжительности строительства на основе влияния внешних факторов // Известия КГАСУ, 2013, № 4 (26). – С. 262-268.
7. Khumpaisal S., Chen Z. Risk assessment in real estate development: an application of analytic network process // Journal of Architectural/Planning Research and Studies, 2010, № 7 (1). – P. 103-116.
8. Murray S.L. Grantham K. Development of a Generic Risk Matrix to Manage Project Risks // Journal of Industrial and Systems Engineering, 2011, № 5 (1). – P. 35-51.

Kokliugin A.V. – senior lecturer
E-mail: the-lusy@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The problems of realization of construction technologies of the waste use when dismantling buildings in the Republic of Tatarstan

Resume

The development of construction in cramped urban areas inevitably leads to the problem of dismantling buildings, which have to be recycled. The solution to this problem, which arose in the former Soviet Union in the major cities, has not been found. Technology for processing of construction waste materials suitable for use in construction exists in developed countries of Europe and in Russia, with more or less percentage of reuse. However, despite the well-known technical and technological solutions, the problem of wide use in Russian construction wastes remains unsolved. And the reason is not in development of cutting-edge technologies. The construction waste recycling business is initially unprofitable and sometimes completely impossible without the decision of environmental problems. Imperfection of regulatory documentation in construction of the existing legislation in this area impedes directly addressing

environmental issues in building and pushing customers and contractors in the hidden and sometimes open violations of ineffective legislation. The article proposes options for the use of advanced technology of European countries, the experience of the successful solution of environmental problems in the city of Moscow, the Republic of Belarus, the Republic of Tatarstan, in the complex construction of industrial and civil projects implemented by private investors, that in future will lead to changes in building codes, norms of state regulation of environmental issues. To do this, use a system of tax incentives, discounts, and reduced interest rates on loans, but not limited to the introduction of legislative norms.

Keywords: recycling of construction waste, environmental issues, and estimation standards.

Reference list

1. Oleynik P.P. The organization of building production: Scientific publication. – M.: Publishing DIA, 2010. – 576 p .
2. Direction of the Government of Moscow on January 13, 1999, № 25-RM n. 7 «On the mandatory recovery and recycling of construction waste and demolition of dilapidated five-storey housing».
3. URL: http://kazan.ecocompany.ru/vyvoz-stroitelnogo-musora (reference date: 05.07.2015).
4. Federal Law of December 30, 2009, № 384-FZ «Technical Regulations on the safety of buildings and structures»
5. RSN.8.06.106.2007: Guidelines on the application of estimated norms, the order of the Ministry of Architecture and Construction of 12.11.2007, № 364 Belarus.
6. Shafranova A.A., Kokliugina L.A., Kokliugin A.V. Ways of calculating the period of building process considering external factors // Izvestiya KGASU, 2013, № 4 (26). – P. 262-268.
7. Khumpaisal S., Chen Z. Risk assessment in real estate development: an application of analytic network process // Journal of Architectural/Planning Research and Studies, 2010, № 7 (1). – P. 103-116.
8. Murray S.L., Grantham K. Development of a Generic Risk Matrix to Manage Project Risks // Journal of Industrial and Systems Engineering, 2011, № 5 (1). – P. 35-51.

УДК 625.08
Мухаметшина Р.М. – кандидат химических наук
E-mail: rumya211@yandex.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Водородное изнашивание деталей дорожно-строительных машин

Аннотация

В статье анализируются особенности водородного изнашивания деталей дорожно-строительных машин.

Рассмотрены общие закономерности водородного изнашивания как специфического вида поверхностного разрушения. Установлены пути наводороживания поверхностей деталей дорожно-строительных машин. Обсужден механизм водородного изнашивания.

На основе изучения закономерностей водородного разрушения деталей машин и оборудования сформулированы способы защиты от трибонаводороживания.

Ключевые слова: водородное изнашивание, дорожно-строительные машины, наводороживание, износ деталей.

Одной из самых острых проблем при создании высокопроизводительной дорожно-строительной техники с повышенными техническими характеристиками является интенсивное изнашивание деталей машин и оборудования. Большинство дорожно-строительной техники выходит из строя не по причине поломки, а вследствие преждевременного износа и повреждения поверхностей деталей и рабочих органов машин.

Повышенный износ деталей приводит к снижению мощности двигателя, тяговых качеств дорожно-строительных машин, нарушает нормальное взаимодействие деталей в узлах. В результате изнашивания рабочих органов машин уменьшается производительность, повышается расход энергии. Нарушение нормальных условий работы деталей и узлов приводит к необходимости их ремонта. Большие затраты на ремонт и огромная его трудоемкость определяют экономическую значимость проблемы износа машин. В связи с этим вопросам износа деталей, повышению долговечности строительных и дорожных машин уделяется большое внимание [1, 2].

Формирование изнашиваемой поверхности деталей и рабочих органов машин происходит в результате суммирования различных по интенсивности и видам элементарных разрушений, изменений механических и физико-химических свойств поверхности металла под воздействием внешних факторов.

Одним из наиболее часто проявляемых процессов разрушения поверхностей при трении является водородное изнашивание, которое обнаруживается в узлах трения дорожно-строительных машин разных видов. Установлено, что водородное изнашивание проявляется в большей или меньшей степени во всех видах изнашивания [3]. Действие водорода может выражаться в увеличении скорости изнашивания определенного вида или в самостоятельном полном разрушении поверхностей трения. Водородному разрушению подвержены детали из стали, чугуна и других металлических материалов. Вследствие водородного изнашивания часто выходят из строя коленчатые валы двигателей, элементы стальных цистерн [4, 5].

Изучение водородного изнашивания деталей машин находится еще в начальной стадии, поэтому научный и практический интерес представляет определение общих закономерностей водородного изнашивания, а также разработка научных основ борьбы с ним.

Водородное разрушение деталей машин при трении связано со сложными физико-химическими процессами выделения водорода и взаимодействия его в зоне контакта с трущимися поверхностями деталей машин, зависящими главным образом от применяемых материалов, условий трения и факторов окружающей среды.

Большинство узлов трения и рабочих органов дорожно-строительных машин и механизмов работает в условиях постоянного контактирования с обрабатываемой средой

на открытом воздухе, подвергаясь воздействию атмосферных осадков, являющихся источником водорода. Поэтому наводороживание поверхностей трения деталей является одним из основных факторов, определяющих износ дорожно-строительной техники.

Практически все поверхности трения деталей содержат повышенное количество водорода. В зоне контакта поверхностей существует большое число способов образования водорода из влаги воздуха, пластмасс, топливо, смазочных материалов и других водородсодержащих материалов и среды. Выделение водорода при трении связано с трибохимическими, электрохимичесими процессами, температурными и каталитическими условиями на контакте.

Основным источником образования водорода при трении является вода (рис. 1). В результате различных физико-химических процессов и активации поверхностных слоев в процессе трения происходит образование молекулярного водорода, атомарного водорода или протонов H^+. Соотношение между этими формами состояния водорода определяется характером внешнего воздействия, а также исходными материалами пар трения и условиями их работы.

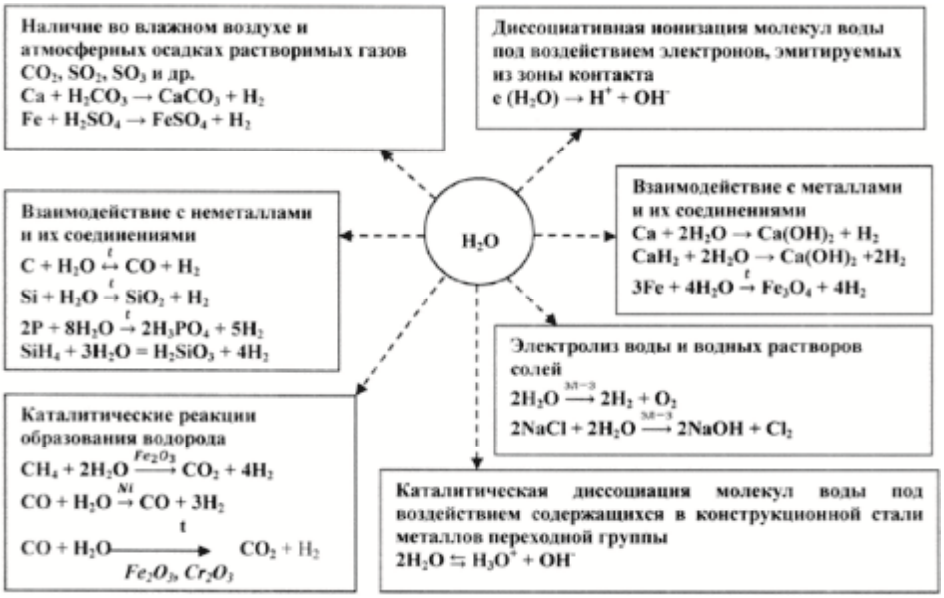


Рис. 1. Физико-химические процессы образования водорода из воды при трибоконтактировании поверхностей деталей

Трение, повышая энергию кристаллической решетки металла, приводит к снижению работы выхода электронов и вызывает возникновение экзоэлектронной эмиссии. Эмитированные из решетки металла при трении электроны с избыточной энергией гидратируются при столкновении с молекулами воды, что приводит к диссоциативной ионизации молекул воды (рис. 1). Из уравнения диссоциации воды следует, что с увеличением концентрации воды равновесие смещается в сторону образования ионов водорода. В связи с этим влажность воздуха оказывает сильное воздействие на интенсивность водородного изнашивания металлов. Это имеет большое значение для дорожно-строительных машин, эксплуатируемых на открытом воздухе в условиях повышенной влажности [6].

При трении поверхностей различных по природе металлов и сплавов в точках контакта протекают также электрохимические процессы вследствие возникновения разности потенциалов, достаточной для протекания электролиза в водном растворе электролита, содержащего примеси или растворенные газы (CO_2, SO_2, SO_3 и др.). При контакте поверхностей металла с атмосферной влагой происходит обычная электрохимическая коррозия [7]:

$$\text{(катод)}\ 2H_2O + 2e \rightarrow H_2 + 2OH^-$$
$$\text{(анод)}\ 2H_2O - 4e \rightarrow O_2 + 4H^+.$$

Образование водорода в значительной степени определяется температурным фактором среды. Так интенсивное изнашивание деталей цилиндропоршневой группы двигателей внутреннего сгорания, дизелей различных строительных и дорожных машин связано с наличием в зоне трения газообразных и жидких продуктов сгорания топлива, что в сочетании с высокой температурой ведет к образованию водорода, например в результате реакции:

$$CO + H_2O \xrightarrow{t} CO_2 + H_2$$

В условиях повышенной температуры в узлах трения машин водород выделяется также из различных эксплуатационных материалов, в том числе из смазочных материалов углеводородного происхождения, применяемых обычно для смазывания элементов дорожно-строительных машин.

В производстве деталей машин применяются различные полимерные композиционные материалы, доля которых в современном дорожно-строительном машиностроении увеличивается [8]. Повышение температуры на металлополимерном трибоконтакте инициирует термодеструкцию полимеров с образованием низкомолекулярных предельных и непредельных углеводородов и других промежуточных соединений, в результате дегидрирования которых выделяется водород.

В поверхностном слое твердого тела при трении в результате механического воздействия происходят разрывы химических связей кристаллической решетки, возникают микроразрушения, нарушается сплошность материала. Образующиеся свежие поверхности разрушения твердого материала имеют свободные нескопменсированные химические связи с активными центрами, являются неравновесными и по своим свойствам сильно отличаются от обычной поверхности. Содержащиеся в конструкционной стали металлы переходных групп (Cr, Ni, Mn и др.) способны при этом катализировать процессы диссоциации молекул воды.

При работе дорожно-строительных машин отдельные детали имеют непосредственное соприкосновение с грунтом, например ножи бульдозеров, скреперов и автогрейдеров, детали гусеничного хода и др. Свежие поверхности разрушения режущих элементов рабочих органов землеройно-транспортных и других дорожно-строительных машин (например, царапины от минеральных частиц грунта) способны наводороживаться по механизму каталитического разложения молекул воды. Поэтому наряду с абразивным изнашиванием детали дорожно-строительных машин, работающих в тяжелых условиях грязи и пыли, в значительной степени подвергаются водородному изнашиванию.

Таким образом, на поверхности трения в зоне контакта деталей машин возможно протекание различных физико-химических процессов, приводящих к образованию водорода.

Механизм водородного изнашивания деталей машин характеризуется рядом последовательных процессов, протекающих в зоне трения контактирующих поверхностей (рис. 2). Выделяющийся водород адсорбируется на поверхностях трения, например в результате десорбции смазочного материала из-за повышения температуры в зоне трения. В процессе трения атомы водорода постепенно занимают освободившиеся от молекул смазки места на поверхности, так как температура десорбции водорода намного выше температуры десорбции смазки. Водородные атомы вследствие малых размеров обладают высокой подвижностью и большой проникающей способностью. Возникающие при деформации поверхностного слоя материала неравновесные процессы, градиенты температур и напряжений способствуют диффузии водорода в поверхностные слои и в объем материала элементов пары трения.

Распределение водорода в материале в значительной степени зависит от несовершенства кристаллической структуры. Проникая в дефекты структуры, например в зародышевые трещины, атомы водорода при соударении образуют молекулярный водород, диаметр которого намного больше размера атомарного водорода. Реакция образования атомарного водорода сопровождается выделения значительного количества теплоты, которая стимулирует и другие химические процессы с созданием в кристаллической решетке новых фаз с участием водорода (например, водород вступает в химические реакции с примесями металлов, образуя гидриды). В результате этих процессов возникают значительные растягивающие напряжения, повышенное внутреннее давление в дефектах разрушает материал по всем развившимся и соединившимся трещинам. Многочисленные трещины, сливаясь, могут мгновенно превратить поверхностный слой детали в порошок.

Рис. 2. Основные этапы водородного изнашивания деталей машин

Степень наводороживания поверхностей при трении изменяется под действием факторов среды. Влияние водорода, как ускорителя износа и разрушения деталей машин, наблюдается в процессе работы различных узлов трения при контакте с водой, в углеводородных средах, при изменении влажности и температуры среды.

Процесс водородного изнашивания интенсифицируется во влажном и холодном климате. Одной из причин быстрого изнашивания дорожно-строительной техники, эксплуатируемой в Сибири и северных районах страны, где в течение длительного времени техника контактирует в процессе работы с мерзлыми грунтами, является интенсивное трибонаводороживание. Вследствие значительного перепада температур водород при низких температурах не рассасывается в поверхностных слоях, а концентрируется между зоной трения и объемом материала трущейся детали. Интенсивность изнашивания ножей бульдозера, зубьев экскаватора, рыхлителей и других деталей при разработке грунтов в условиях действия низких температур превышает в несколько раз значения, фиксируемые при положительных температурах.

Выявление механизма водородного изнашивания деталей машин позволяет сформулировать основные способы защиты от трибонаводороживания. Торможение процесса проникновения водорода может осуществляться покрытием активных участков поверхности слоем нейтральных молекул. Эффективным способом защиты от водородного износа является введение в состав композиционных материалов оксида меди (II), что приводит в результате взаимодействия его с водородом к образованию медной пленки, являющейся барьером для проникновения водорода. В смазочные материалы вводят специальные добавки – ингибиторы проникновения водорода, уменьшающие возможность наводороживания. Для предотвращения каталитического дегидрирования углеводородов и их производных используют вещества, обладающие большей адсорбционной способностью по отношению к поверхности трения, чем компоненты смазки. Водородное изнашивание может быть снижено также уменьшением температуры в зоне контактирования поверхностей деталей машин.

С учетом возрастающих тепловых и механических нагрузок в узлах трения современной дорожно-строительной техники защита от водородного изнашивания деталей машин приобретает особую значимость при решении комплексной проблемы – повышении надежности и долговечности машин.

Список библиографических ссылок

1. Густов Ю.И. Триботехника строительных машин и оборудования: монография. – М.: МГСУ, 2011. – 197 с.
2. Гребенникова Н.Н. Оптимальная стратегия эксплуатации машин // Вестник развития науки и образования, 2014, № 3. – С. 25-29.
3. Браун Э.Д., Буяновский И.А., Воронин Н.А. Современная трибология: Итоги и перспективы. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 480 с.

4. Astakhov V. Tribology of Metal Cutting: Tribology Series. Elsevier Science Ltd, Vol. 52, 2006. – 392 p.
5. Biresaw G., Mital K. Surfactants in Tribology. Volyme 3 PDF Taylor & Francis Group, LLC, CRC Press, 2013, XVII.
6. Мухаметшина Р.М. Влияние климатических факторов на свойства материалов и надежность машин // Известия КГАСУ, 2014, № 4 (30). – С. 490-495.
7. Мухаметшина Р.М. Отказы дорожно-строительных машин по параметрам коррозии // Известия КГАСУ, 2013, № 4 (26). – С. 403-408.
8. Баурова Н.И. Диагностирование и ремонт машин с применением полимерных материалов: монография. – М.: ТехПрограмЦентр, 2008. – 280 с.

Mukhametshina R.M. – candidate of chemical sciences
E-mail: rumya211@yandex.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Breakdowns of road-building machines as a result of corrosion

Resume

Hydrogenation the parts' friction's surface is one of the main factors, which determines road-building machinery's wear and tear. Hydrogenous wear is discovered in the road-building machines' and different kinds of machinery's units of friction.

At present the problem of hydrogen wear and tear is very significant because it is important to increase of machines' reliability and longevity. Nowadays such problem becomes relevant because of growth of thermal and mechanical load on the units of friction.

In the article there are general regularities of machines' parts' hydrogen wear; there are also the main methods of hydrogenation of the road-building machines' surfaces of parts. The article gives a detailed analysis of hydrogen wear's mechanism.

Depreciated surface of machines' parts is summation of different kinds of destructions, physical-chemical modifications of metal surface, which happen under the influence of outside factors.

Hydrogen is the accelerator of machines' parts' wear and tear. We can view such influence in the process of different units' of friction work and also during the contact with water, humidity changings and the temperature of parts.

The formulated methods of protection against tribohydrogenation we learned by study of machines' parts' hydrogen wear and tear's regularities.

Keywords: hydrogen wear and tear, road-building machines, hydrogenation, wear and tear of parts.

Reference list

1. Gustov Yu.I. Tribological engineering of construction machinery and equipment: monograph. – M.: MGSU, 2011. – 197 p.
2. Grebennikova N.N. The optimal strategy for operating machinery // «Bulletin of science and education», 2014, № 3. – P. 25-29.
3. Braun Je.D., Bujanovskij I.A., Voronin N.A. Modern tribology: Results and prospects. – M.: Publishers LKI, 2008. – 480 p.
4. Astakhov V. Tribology of Metal Cutting: Tribology Series. Elsevier Science Ltd, Vol. 52, 2006. – 392 p.
5. Biresaw G., Mital K. Surfactants in Tribology. Volyme 3 PDF Taylor & Francis Group, LLC, CRC Press, 2013, XVII.
6. Mukhametshina R.M. The impact of climatic factors on materials properties and road building machines reliability // Izvestiya KGASU, 2014, № 4 (30). – P. 490-495.
7. Mukhametshina R.M. Road Building Machines Glitches on Corrosion Parameters // Izvestiya KGASU, 2013, № 4 (26). – P. 403-408.
8. Baurova B.I. Diagnostics and repair of mashines with the use of polymeric materials: monograph. – M.: TekhPoligrafCentr, 2008. – 280 p.

УДК 614.8.084:699.887
Хузиахметов Р.А. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: hroustam@mail.ru
Шарапова Н.Б. – студент
E-mail: nellyasharapova@rambler.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Информационный анализ нормативных требований безопасности и натурное исследование состояния сетей электроснабжения и системы заземления жилого здания после реконструкции

Аннотация

Проблема обеспечения безопасности существования человека находится в разряде главных во всех государствах мира. В Российской Федерации осознание приоритетности задач обеспечения безопасности существования человека, его жизнедеятельности заложено в Конституции Российской Федерации и подтверждаются активным введением в действие ряда Федеральных законов технического содержания, и их развитием в направлении обеспечения безопасности человека и окружающей природной среды. Однако, очевидным является и тот факт, что уровень в финансировании мероприятий по безопасности в целом определяется экономическим состоянием страны.

В связи с этим можно сказать, что при решении задачи повышении уровня электробезопасности в жилых зданиях приходится принимать не самые пионерные решения, которые сразу моментально качественно поднимут планку безопасности. Даже перевод электрических сетей с системой заземления *TN-C* на напряжение 380/220 В с системой заземления *TN-S* или *TN-C-S* в любом регионе страны, думается, является задачей практически невыполнимой. Это следует хотя бы из того, что жилые застройки сорока-пятидесятилетней давности обеспечивается сетями с системой заземлении *TN-C*, которые сейчас нуждаются как минимум полной модернизации.

Ключевые слова: электрический ток, электробезопасность, системы *TN*, *TN-C*, *TN-S*, *TN-C-S*, электропоражение, заземление.

Введение

Федеральный закон 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» принят 30 декабря 2009 г. [1] определяет требования безопасности к зданиям и сооружениям не только в целом, а в обязательном порядке распространяет сферу своего действия на входящие состав зданий и сооружений сети и сооружения инженерно-технического обеспечения. Причем объектами действия закона они являются на всех этапах жизненного цикла здания, начиная от инженерных изысканий и проектирования и заканчивая их сносом и утилизацией.

В стране имеется достаточно большой фонд жилой застройки второй половины 20 века, на котором необходимо проводить капитальный ремонт. Некоторые из основных проблемных сторон, касающихся вопросов электробезопасности в жилых зданиях, были рассмотрены с участием одного из авторов данной публикации в статье [2]. Авторы настоящей статьи касаются тех сторон, которые не в полной мере были затронуты в предыдущей статье.

При выполнении капитального ремонта приходится решать вопросы обеспечения электробезопасности не только в ванных комнатах. Важное значение для повышения уровня безопасности имеет перевод энергообеспечения на системы заземления *TN-S* или *TN-C-S*. Однако сложности в обеспечении электробезопасности в жилых домах старой застройки, предопределяются и тем, что при капитальном ремонт здания подвод электричества потребителям выполняется переходом на сети с системой заземления *TN-C-S*, а разводка электропроводки в квартирах, выполненная ранее при строительстве здания, остается в старом исполнении как для сети с системой заземления *TN-C*.

Необходимость всестороннего изучения различных систем заземления входила в круг задач по установлению причин несчастного случая, связанного со смертельным электропоражением человека в квартире жилого дома, в котором был выполнен перевод сети на напряжение 380/220 В с системой заземления TN-C-S во время капитального ремонта этого здания.

Основная часть

В настоящее время при ремонте и реконструкции жилых и общественных зданий, в которых напряжение сети составляет 220/127 В или 3х220 В, в качестве основного проектного решения предусматривается перевод сети на напряжение 380/220 В с системой заземления *TN-S* или *TN-C-S*. Такое решение обуславливается требованием п. 7.1.13 ПУЭ. Однако, остающийся высоки уровень электротравматизма [2-8] даже после такого мероприятия, не гарантирует достаточного уровня электробезопасности.

Выборочно рассмотрим преимущества и недостатки систем и подсистем заземления для решений вопросов электробезопасности при переводе питания электроприемников на электроснабжение с различными системами заземления, исходя из наиболее применяемых и использовавшихся в постройках 50-80-х годов советского периода и используемых в настоящее время.

Разновидностями систем заземления являются, система *TN* (с подсистемами *TN-C, TN-S, TN-C-S*), система *TT* и система *IT*.

Расшифровка буквенных обозначений в этих системах такова:

- первая буква начальной группы означает состояние нейтрали источника питания относительно земли: *T* (terra) – земля или *I* (isole) – изолированная нейтраль;

- вторая буква из этой же группы означает состояние открытых проводящих частей относительно земли: *T* – их заземление вне зависимости от отношения к земле нейтрали источника питания или какой либо части питающей сети; *N* – их присоединение к глухозаземленной нейтрали источника питания.

Под следующими после *N* буквами зафиксировано совмещение в одном проводнике функций нулевого рабочего и нулевого защитного проводников или их разделение. Буквой *S* обозначается, что нулевой рабочий (*N*) и нулевой защитный (*PE*) проводники разделены, а буквой *C*, что функции нулевого защитного (*PE*) и нулевого рабочего (*N*) проводников совмещены в одном проводнике (*PEN*-проводник).

Схемы систем заземления для электроустановок переменного тока представлены на рис.

Сформулируем пояснения по выборочной информации (рис.) из п.1.7.3. ПУЭ, представленной для электроустановок напряжением до 1 кВ:

- в системе *TN* переменного тока нейтраль источника питания является глухозаземленной, к которой присоединяются открытые части электроустановок нулевыми защитными проводниками. Термин глухозаземленная означает, что проводник *N* (нейтраль) присоединен не к дугогасящему реактору, а к заземляющему контуру, который непосредственно смонтирован вблизи трансформаторной подстанции;

- система *TN-C* – это такая система *TN*, где на всем протяжении одного проводника совмещаются нулевой защитный и нулевой рабочий проводники (рис. а);

- система *TN-S* – это такая система *TN*, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники на всем их протяжении разделены друг от друга (рис. б);

- система *TN-C-S* – это такая система *TN*, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике в какой-то ее части на каком-то удалении от источника питания (рис. в);

- в системе *IT* переменного тока нейтраль источника питания изолируется от земли или заземляется через приборы или устройства, имеющие большое сопротивление, а открытые проводящие части электроустановки также заземляются (рис. г)

- система *TT* – система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки заземлены при помощи заземляющего устройства, электрически независимого от глухозаземленной нейтрали источника (рис. д).

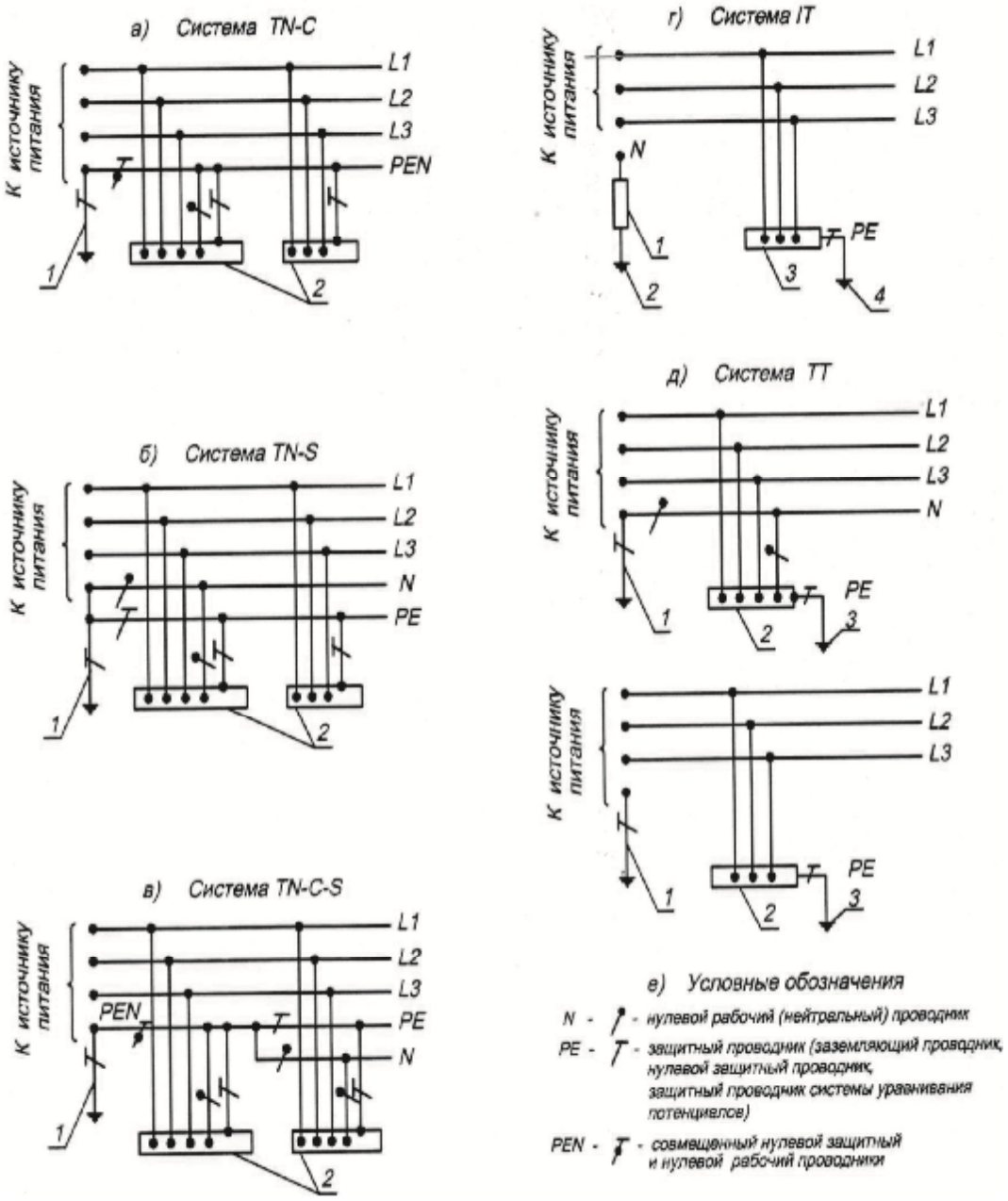


Рис.

а) Система TN-C переменного тока с совмещенными в одном проводнике нулевым защитным и нулевым рабочим проводниками:1 – заземлитель нейтрали (средней точки) источника питания; 2 – открытые проводящие части;

б) Система TN-S переменного тока с разделенными по нулевым защитным и нулевым рабочим проводниками: 1 – заземлитель нейтрали источника переменного тока; 2 – открытые проводящие части;

в) Система TN-C-S переменного тока с нулевым защитным и нулевым рабочим проводниками, совмещенными в одном проводнике в части системы: 1 – заземлитель нейтрали источника переменного тока; 2 – открытые проводящие части;

г) Система IT переменного тока с заземленными открытыми частями электроустановки и нейтралью источника питания, изолированной от земли или заземленной через большое сопротивление: 1 – сопротивление заземления нейтрали источника питания (если имеется); 2 – заземлитель; 3 – открытые проводящие части; 4 – заземляющее устройство электроустановки;

д) Система TT переменного тока с открытыми проводящими части электроустановки, заземленными при помощи заземления, электрически независимого от заземлителя нейтрали: 1 – заземлитель нейтрали источника переменного тока; 2 – открытые проводящие части; 3 – заземлитель открытых проводящих частей электроустановки;

е) Условные обозначения

Учитывая, что при капитальном ремонте жилых домов, где была система *TN*-C, из экономических соображений заменялась на систему *TN-C-S*, отметим их достоинства и недостатки названных систем заземления.

Достоинством [3, 5] подсистемы *TN-C* является ее распространенность, экономичность и простота.

Недостаток [3, 5] подсистемы *TN-C* – это то, что здесь не предусмотрен отдельный проводник защитного заземления (*PE*). Поэтому в жилом доме ни одна розетка не является заземленной. Современное бытовое электрооборудование выпускается с включающими и подключающими устройствами, гарантирующими требуемый уровень электробезопасности при применении электророзеток с подводкой к ней заземляющего проводника. Некоторые в таких случаях делают зануление, защитный эффект которого заключается в приведении к короткому замыканию, вызывающему срабатывание автоматического выключателя на отключение. Но такое происходит, если фазный проводник каким-то образом замыкается на корпус электрооборудования и происходит короткое замыкание. Это решение является возможным, но весьма небезопасным.

Также при системе *TN-C* повышается уровень опасности, если в ванных комнатах делать уравнивание потенциалов.

В связи с изложенным для зданий современной постройки устройство сетей системой *TN-C* не рекомендуется.

Достоинством [3, 5] подсистемы *TN-C-S* является возможность ее широкого применения, легкая техническая выполнимость. При переходе с подсистемы *TN-C* требуется несложная модернизация.

Недостатком подсистемы *TN-C-S* является то, что при этом необходимо устанавливать новые стояки в подъездах.

С переходом на подсистему *TN-C-S*, хотя и происходит повышение уровня безопасности, но возможность возникновения опасных ситуаций все же остается высокой.

Например, при аварийном разрыве проводника *PEN* на участке от источника питания (трансформатора) до точки разделения, все подключенные электроприборы и электрооборудование оказываются под линейным напряжение [3], и этим самым создавать опасную ситуацию при прикосновении к ним.

К недостатками подсистемы *TN-C-S* возможность «отгорания нуля», то есть разрушение нулевого провода в системе трехфазной сети на участке со стороны потребителя при схеме соединения звездой. В этом случае на нулевом проводнике возможно появление фазного напряжения, которое невозможно отключить даже при использовании автоматики.

Отметим, что существует опасность при объединении рабочего нулевого провода *N* и защитного проводника *PE* за точкой их разделения по ходу распределения электроэнергии. Это нарушение, приводит к появлению в защитном PE-проводнике токов довольно большой величины, а нормальном состоянии по этому проводнику ток течь не должен. В этом случае возникает высокая опасность электропоражения человека.

Добавим к выше приведенному материалу результаты исследований выполненных единым коллективом авторов настоящей статьи и статьи [2].

При осмотре авторами места происшествия и из бесед с жильцами дома было установлено, что после капитального ремонта летом 2010 года во дворе дома была разрыта дворовая площадка в зоне размещения заземлителей. Целостность подземных конструкций заземления была нарушена, а формы заземлителей претерпели механические изменения. По мнению жильцов эти развороченные подземные элементы конструкции заземления были как попало уложены обратно и зарыты грунтом.

По этому поводу заметим, что выполненные лицензированной организацией замеры при оценке состояния технических средств электрозащиты, показали исправное состояние элементов конструкций заземления дома.

Результаты измерений сопротивления заземляющих устройств, выполненных в сентябре 2013 года в жилом доме и его территории показали следующее:

- сопротивление на выводе контура заземления соответствует нормативному значению;
- сопротивление изоляции проводов, аппаратов и обмоток электрических машин в первом, втором, третьем и четвертом подъездах соответствует требованиям норм;

- сопротивления цепей (в доступных для измерения местах) и качество контактных соединений заземляющих и защитных *PE* и ***PEN*** проводников подтверждается соответствием измеренных сопротивлений допустимым значениям, кроме участка «заземляющий проводник – корпус ванной» в одной квартире.

При проведении измерений было установлено:

- не заземлено оборудование в 13,2 % квартирах;
- не было доступа в 26,5 % квартир;
- не было доступа к ШДУП в 8,8 % квартирах;
- отсутствует информация по замерам на защитном электрооборудовании 5,9 % квартир.

Поэтому вывод о реальном состоянии безопасности электрооборудования в обследованном доме или об опасности систем электрооборудования сделать не представилось возможным.

Кроме этого, в процессе следствия по данному делу было проведено выборочное опросное анкетирование жильцов, проживающих в 30 % квартир, по имевшим место фактам воздействия электрического тока на них до и после происшествия несчастного случая.

Результаты получились следующими:

- на проживающих в 66,7 % квартирах ни ранее дня происшествия, ни после этого числа не было воздействия электрического тока;
- испытали действие электрического тока жильцы 33,3 % квартир, а ответы жильцов были такими:
- после капитального ремонта: «пальцы чувствовали электрический разряд»;
- после капитального ремонта: «при соприкосновении ног об ванну»;
- до и после капитального ремонта:

«очень часто бьет током от стиральной машины, пальцы рук»: «Изредка (оч. редко) при принятии душа можно почувствовать легкое воздействие (пощипывание), возможно, эл. током; все тело, начиная с рук»;

«до проведения кап. ремонта в ванной комнате открываешь кран и при соприкосновении пальцев рук с водой ощущалось воздействие тока. Вызывала электриков с ЖЭУ»;

«после кап. ремонта воздействие тока на кухне при соприкосновении пальцев рук с газовой трубой»;

- после капитального ремонта:

«шланг ванной, полотенцесушилка», причем контакт был через «пальцы рук»;

«раньше было от батареи отопления и водопровода».

«в сентябре месяце этого года были неоднократные отключения электричества в нашем доме, после чего иногда било электричеством в ванной комнате, после случая (происшествия) воздействия электричества не было»;

- ремонт электропроводки выполнялся только в одной квартире силами самого собственника, потому что «До кап. ремонта были случаи когда проводка могла самопроизвольно загореться (2 раза) в квартире; после завершения работ по кап. ремонту дома в квартире была полностью заменена эл. проводка на медную, трехфазную»;
- в ванных комнатах 61,9 % квартир установлены электрические розетки;
- заземление электророзеток по каждой квартире в целом не выполнено ни в одной из квартир, кроме одной, в которой заземлена розетка в ванной комнате);
- выполнение систем уравнивания потенциалов в ванных комнатах подтверждено жильцами 2-х квартир, причем, ответили, что выполнено «не по 7.1.88 ПУЭ» в одной квартире, а в других, ответили, что нет или не знают, что это такое – жильцами остальных квартир;
- самостоятельное отключение устройств электрозащиты было произведено жильцом только в одной квартиры (из свидетельских показаний).

Результаты измерений и анкетный опрос жильцов квартир показали, что:

- имеется опасное несоответствие нормам электробезопасности в одной из квартир;
- различные виды воздействия электрического тока испытывали на себе жильцы квартир 10,3 %, причем, 5,9 % таких квартир находятся в подъезде, в котором произошел несчастный случай;

- квартирная проводка заменена только в одной квартире после капитального ремонта дома.

Из приведенного можно сделать вывод, что:

- во всех подъездах жилого дома, в котором произошел несчастный случай, имеются проблемы с обеспечением электробезопасности, особенно в 1-ом и 2-ом подъездах;
- в одной из квартир защитные устройства следует привести в соответствие с нормами.

Заключение

Исследование вышеотмеченных опасностей, которые могли стать причинами несчастного случая при электропоражении человека, явились основанием для подробного изучения нормативных требований по электробезопасности. С учетом результатов проанализированного в статье [2] материала, сложилось мнение, что несчастный случай, приведший к смерти человека, мог произойти в результате различных недоработок, несоблюдения требований технического и организационного, а также личностного характера. Здесь выявляется целый комплекс взаимосвязанных и не связанных друг с другом цепочек нарушений и невыполнений требований норм безопасности.

Список библиографических ссылок

1. Федеральный закон 384-ФЗ от 30 декабря 2009 г. «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
2. Хузиахметов Р.А., Хузиахметова К.Р. Обеспечение электробезопасности в особоопасных помещениях жилых зданий // Известия КГАСУ, 2015, № 3 (33). – С. 177-186.
3. Информационный ресурс: Толковый электрик. URL: http://electric-tolk.ru/sistemy-zazemleniya-tn-s-tn-c-s-tn-s-tt-it (дата обращения: 15.08.2015).
4. Заземление / материал из Википедии. URL: https://ru.wikipedia.org (дата обращения: 15.08.2015).
5. ULR: http://electrik.clan.su/publ/3-1-0-8 (дата обращения: 15.08.2015)
6. Стрембовский А.Н. Вероятностные методы оценки электробезопасности // Промышленная энергетика, 2011, № 5. – С. 50-56.
7. Аракелян М.К., Вайнштейн Л.И. Электробезопасность в жилых зданиях. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 112 с.
8. Гордон Г.Ю., Вайнштейн Л.И. Электротравматизм и его предупреждение. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 256 с.

Khuziakhmetov R.A. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: hroustam@mail.ru
Sharapova N.B. – student
E-mail: nelyasharapova@rambler.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Informational analysis of normative safety requirements and natural research of a condition of networks of power supply and system of grounding residential building after reconstruction

Resume

The problem of ensuring the safety of human existence is to discharge all the major countries of the world. In the Russian Federation realization of priority tasks of ensuring the safety of human existence, his life laid down in the Constitution of the Russian Federation and supported by the active introduction of a number of federal laws technical content, and the development in the direction of human security and the environment. However, the obvious is

the fact that the level of financing of security measures in general, determined by the economic condition of the country.

In this regard, we can say that in solving the problem raising the level of electrical safety in residential buildings must be taken not the pioneer solutions that are at once instantly qualitatively raise the bar of safety. Even the translation of electric networks to the grounding system *TN-C* voltage 380/220 V with earthing system *TN-S* or *TN-C-S* in any region of the country, I think, is a task almost impossible. This follows from the fact that the residential development of forty-fifty years ago provided nets to the grounding system *TN-C*, which are now in need of at least a complete redesign.

Difficulties in ensuring the electrical safety in the homes of old buildings, are predetermined by the fact that when the overhaul of the building for the supply of electricity to consumers takes you to the network earthing system *TN-C-S*, and the wiring installation in apartments, made earlier in the construction of the building remains in the old version for network grounding system *TN-C*.

Keywords: electric current, electrical safety, *TN*, *TN-C*, *TN-S*, *TN-C-S* systems, electrodefeat, grounding.

Reference list

1. Federal Law 384-FZ of December 30, 2009. «Technical Regulations on the safety of buildings and structures».
2. Khuziakhmetov R.A., Khuziakhmetova K.R. Providing electrical in highly dangerous areas of residential buildings // Izvestiya KGASU, 2015, № 3 (33). – P. 177-186.
3. Clearinghouse: Explanatory electrician. URL: http://electric-tolk.ru/sistemy-zazemleniya-tn-s-tn-cs-tn-s-tt-it (date of treatment 15.08.2015).
4. Ground / material from the Wikipedia / URL: https://ru.wikipedia.org (reference date: 15.08.2015).
5. ULR: http://electrik.clan.su/publ/3-1-0-8 (reference date: 15.08.2015).
6. Strembovsky A.N. Probabilistic methods for evaluating electrical // Promyshlennay Energetica, 2011, № 5. – P. 50-56.
7. Arakelyan M.K., Vanshtein L.I. Electrical safety in residential buildings. – M.: Elektroatomizdat, 1983. – 112 p.
8. Gordon G.Y., Vanshtein L.I. Electrical injury and prevention. – M.: Elektroatomizdat, 1985. – 256 p.

УДК 691:624.138
Буланов П.Е. – аспирант
E-mail: f_lays@mail.ru
Мавлиев Л.Ф. – ассистент
E-mail: lenarmavliev@yandex.ru
Вдовин Е.А. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: vdovin007@mail.ru
Асадуллина А.Р. – студент
E-mail: alinaasadullina@yandex.ru
Гараева Ж.Б. – студент
E-mail: Jemal92@mail.ru
Максимов В.Г. – студент
E-mail: f_lays@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Опытно-промышленное внедрение щебеночно-песчаной смеси, обработанной портландцементом в комплексе с пластифицирующей и гидрофобизирующей добавкой при строительстве автомобильной дороги

Аннотация

Выполнено строительство экспериментального участка сельской автомобильной дороги с конструктивным слоем из щебеночно-песчаной смеси, обработанной портландцементом (ЩПЦС) в комплексе с пластифицирующей и гидрофобизирующей добавкой. Установлен оптимальный состав модифицированной ЩПЦС для применения в качестве конструктивного слоя дорожной одежды. Представлены фотографии основных технологических операций по устройству дорожной одежды на экспериментальном участке. Проведено сравнение прочности и морозостойкости образцов модифицированной ЩПЦС, изготовленных в лабораторных условиях и отобранных из конструкции дорожной одежды.

Ключевые слова: щебеночно-песчаная смесь, обработанная портландцементом, модификация, пластификатор, гидрофобизатор, прочность, морозостойкость, конструкция дорожной одежды.

Одной из приоритетных задач устойчивого развития государства является повышение транспортной доступности за счет роста сети автомобильных дорог, способствующей улучшению качества жизни населения и росту производительности труда в отраслях экономики. На ее решение направлена Транспортная стратегия на период до 2030 года, реализация которой способствует повышению скорости, удобства и безопасности движения на автомобильных дорогах общего пользования и обеспечивает сокращение расходов на грузовые и пассажирские автомобильные перевозки. Уменьшение транспортных расходов повышает конкурентоспособность продукции отраслей экономики, а также оказывает положительное воздействие на рост объемов производства и уровень занятости населения.

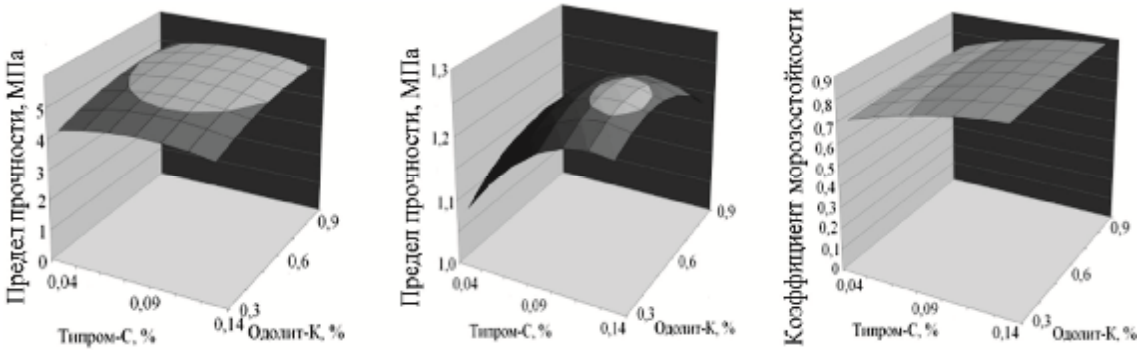
Следует отметить, что на сегодняшний день в Российской Федерации 40 тыс. населенных пунктов не обеспечены постоянной круглогодичной связью с транспортной сетью общего пользования по автомобильным дорогам с твердым покрытием. Кроме того различия между отдельными субъектами Российской Федерации по плотности дорог с твердым покрытием чрезвычайно велики и достигают 450 раз.

Изложенные факты свидетельствуют об актуальности проблемы, решение которой сдерживается отсутствием в ряде регионов страны прочных каменных материалов. В процессе поиска альтернативных материалов исследователи активно используют в конструкциях дорожных одежд укрепленные грунты и обработанные материалы. В настоящее время известно о технической и экономической эффективности устройства дорожных одежд со слоями из таких материалов. Многолетние обследования

эксплуатируемых участков дорог с основаниями из цементогрунтов, щебеночно-песчаных смесей, обработанных портландцементом (ЩПЦС), показывают, что такие материалы обладают высокими технико-экономическими и эксплуатационными характеристиками [1, 2, 3, 4, 5].

При этом общим условием использования разнообразных местных материалов и их композиций является соответствие прочности сооружаемых из них слоев дорожной одежды механическим и физико-химическим воздействиям [4, 5, 6].

На кафедре «Автомобильные дороги, мосты и тоннели» Казанского государственного архитектурно-строительного университета проводятся исследования ЩПЦС с различными целевыми добавками. Высокие показатели физико-механических свойств в лабораторных условиях получены при модификации ЩПЦС добавкой гиперпластификатора на основе эфиров поликарбоксилатов (Одолит-К) в комплексе с гидрофобизатором на основе алкилсиликоната калия (Типром-С) [6, 7, 8].



а) б) в)

Рис. 1. Зависимость физико-механических свойств модифицированной ЩПЦС от содержания пластифицирующей и гидрофобизирующей добавки при расходе портландцемента 6 % от массы смеси:
а) предел прочности на сжатие; б) предел прочности на растяжение при изгибе; в) коэффициент морозостойкости

Оптимальный производственный состав модифицированной ЩПЦС (марка по прочности М40, по морозостойкости F25 с учетом снижения прочности при производстве работ) получен при содержании песка – 30 %, щебня – 70 %, портландцемента – 6 % от массы смеси, пластифицирующей добавки – 0,6 % от массы цемента, гидрофобизирующей добавки – 0,09 % от массы цемента.

В целях опытно-промышленной проверки результатов исследований, на объекте «Ремонт автодороги Именьково-Меретяки в Лаишевском муниципальном районе Республики Татарстан» в сентябре 2015 года построены экспериментальные участки, на одном из которых дорожная одежда выполнена с применением ЩПЦС, модифицированной комплексной добавкой на основе эфиров поликарбоксилатов (Одолит-К) и алкилсиликоната натрия (Типром-С).

На экспериментальном участке в качестве исходных материалов для ЩПЦС использован песок очень мелкий Именьковского карьера Республики Татарстан с модулем крупности 1,34, щебень Жигулевского месторождения Самарской области с маркой по дробимости М400 фр. 5-20, портландцемент ЦЕМ I 42,5Н ЗАО «Ульяновскцемент», пластифицирующая добавка «Одолит-К», гидрофобизирующая добавка «Типром-С».

Опытно-промышленное внедрение включало в себя строительство экспериментального участка, определение и оценку основных физико-механических свойств (прочность на сжатие, прочность на растяжение при изгибе, морозостойкость) образцов модифицированной ЩПЦС. Прочность и морозостойкость материала определялась на образцах, изготовленных в лабораторных условиях и отобранных из конструкции дорожной одежды.

Технологические операции по устройству дорожной одежды осуществлялись методом «смешения на дороге» с применение ресайклера. Последовательность основных технологических операций по устройству дорожной одежды на экспериментальном участке представлена на рис. 2.

Рис. 2. Основные технологические операции по устройству дорожной одежды на экспериментальном участке:
а) подвоз, распределение и планировка заполнителей (песка и щебня);
б) розлив воды с растворенными добавками; в) распределение вяжущего – цемента;
г) смешение заполнителей с вяжущим, водой и добавками; д) планировка слоя ЩПЦС;
е) уплотнение готовой смеси

Физико-механические свойства образцов в возрасте 28 сут., отобранных с покрытия экспериментального участка, приведены в таблице 2 и соответствуют нормативным требованиям ГОСТ 23558-94 для покрытий дорожных одежд переходного типа дорожно-климатический зоны Республики Татарстан. Также отсутствует отклонение марки по прочности и морозостойкости образцов, отобранных из покрытия, от заданной марки, полученной на лабораторных смесях при подборе составов (табл. 1), что свидетельствует о сходимости результатов эксперимента в лабораторных и производственных условиях.

Конструкция дорожной одежды на экспериментальном участке автомобильной дороги с применением модифицированной ЩПЦС представлена на рис. 3.

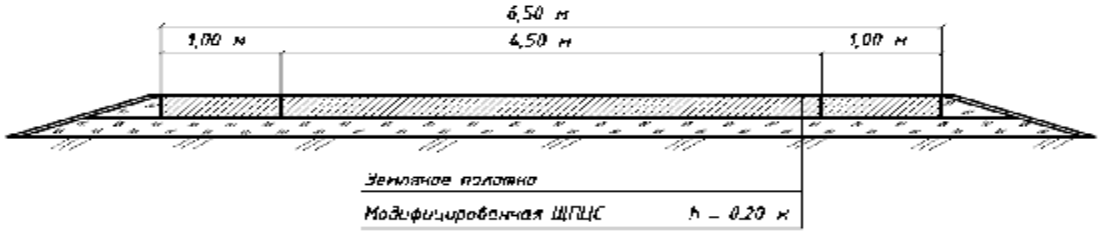


Рис. 3. Конструкция дорожной одежды на экспериментальном участке автомобильной дороги

Таблица 1

Физико-механические свойства образцов лабораторных смесей при подборе составов

Материал	Предел прочности на сжатие, МПа	Предел прочности на растяжение при изгибе, МПа	Марка по прочности	Марка по морозостойкости
Модифицированная ЩПЦС	5,23	1,25	М40	F25
	5,15	1,27	М40	F25
	5,38	1,21	М40	F25

Таблица 2

Физико-механические свойства образцов в возрасте 28 сут., отобранных из конструкции дорожной одежды на экспериментальном участке автомобильной дороги

Материал	Предел прочности на сжатие, МПа	Предел прочности на растяжение при изгибе, МПа	Марка по прочности	Марка по морозостойкости
Модифицированная ЩПЦС	4,68	1,11	М40	F25
	4,56	1,07	М40	F25
	4,59	1,14	М40	F25

Таким образом, проведена производственная проверка результатов исследований при строительстве участка автомобильной дороги. Анализ физико-механических свойств образцов модифицированной ЩПЦС, отобранных из конструкции дорожной одежды на экспериментальном участке автомобильной дороги показал соответствие определяемых показателей нормативным требованиям и области применения в конструкциях дорожных одежд: марка по прочности М40, марка по морозостойкости F25. Установлено отсутствие отклонений марки по прочности и морозостойкости образцов, отобранных из покрытия, от заданной марки, полученной на лабораторных смесях при подборе составов.

Список библиографических ссылок

1. Безрук В.М. Укрепление грунтов в дорожном и аэродромном строительстве. – М.: Транспорт, 1971. – 247 с.
2. Davidson D.T., Pitre G.L., Mateos M., George K.P. Moisture Strength and Compaction Characteristics of Cement- Treated Soil Mixtures // HRB Bulletin, 1962, № 353. – P. 42-63.
3. Матуа В.П., Сизонец С.В. Исследование влияния стабилизирующих добавок на свойства укрепленных минеральными вяжущими щебеночно-песчаных смесей // Новые технологии, 2013, № 1. – С. 50-55.
4. Славуцкий А.К. Автомобильные дороги: Одежды из местных материалов. – М.: Транспорт, 1987. – 255 с.

5. Веренько В.А. Дорожные композиционные материалы. Структура и механические свойства. – М.: Навука І тэхніка, 1993. – 65 с.
6. Буланов П.Е., Мавлиев Л.Ф., Вдовин Е.А. Оптимизация состава щебеночно-песчаной смеси, обработанной портландцементом в комплексе с пластифицирующей и гидрофобизирующей добавкой // Известия КГАСУ, 2015, № 2 (32). – С. 300-305.
7. Буланов П.Е., Вдовин Е.А., Мавлиев Л.Ф. Влияние пластифицирующих добавок на физико-механические свойства цементогрунта дорожного назначения // Известия КГАСУ, 2015, № 1 (31). – С. 160-164.
8. Вдовин Е.А., Строганов В.Ф., Мавлиев Л.Ф., Буланов П.Е. Исследование влияния кремнийорганических соединений на показатели стандартного уплотнения и физико-механические свойства цементогрунта // Известия КГАСУ, 2014, № 4 (30). – С. 255-261.

Bulanov P.E. – post-graduate student
E-mail: f_lays@mail.ru
Mavliev L.F. – assistant
E-mail: lenarmavliev@yandex.ru
Vdovin E.A. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: vdovin007@mail.ru
Asadullina A.R. – student
E-mail: alinaasadullina@yandex.ru
Garaeva J.B. – student
E-mail: Jemal92@mail.ru
Maksimov V.G. – student
E-mail: f_lays@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The experimental-industrial introduction of stone-sand mixture treated by portland cement in combination with plasticizer and water-repellent additive for the road construction

Resume

In the department «Road, bridges and tunnels» of the Kazan State University of Architecture and Engineering researches of stone-sand mixture treated by portland cement with different target additives were spent. High rates of physical and mechanical properties were obtained in the laboratory when modifying the stone-sand mixture treated by portland cement and giperplasticizer based on ether of polycarboxylates in combination with organosilicon compounds based on alkilsilikonate potassium.

In order to experimental-industrial testing the results of research on the project «Repair of the road Imenkovo-Meretyaki in Laishevsk municipal district of the Tatarstan Republic» in September of 2015 the experimental plots were built, one of which pavement was made with using of stone-sand mixture treated by portland cement and modified by complex additive based on ether polycarboxylates (Odolit-K) and sodium alkilsilikonate (Tiprom-C).

The analysis of physical and mechanical properties of samples of modified stone-sand mixture treated by portland cement which were taken from the pavement structure in the experimental section of the road has shown compliance with defined indicators of regulatory requirements and applications in pavement structure: M40 of brand strength, brand frost resistance is F25. The absence of abnormalities of the brand strength and frost resistance of samples taken from the coating of a given brand, was obtained early in laboratory mixtures during selecting compositions.

Keywords: stone-sand mixture treated by portland cement, optimization of composition, modification, plasticizer, hydrophobisator, strength, freeze-thaw resistance, pavement design.

Reference list

1. Bezruk V.M. Soil stabilization in road and airfield construction. – M.: Transport, 1971. – 247 p.
2. Davidson D.T., Pitre G.L., Mateos M., George K.P. Moisture Strength and Compaction Characteristics of Cement- Treated Soil Mixtures // HRB Bulletin, 1962, № 353. – P. 42-63.
3. Matua V.P., Sizonec S.V. Influence of stabilizing additives on the properties of hardened mineral binders stone-sand mixtures // Novye tekhnologii, 2013, № 1. – P. 50-55.
4. Slavutsky A.K. Highways: Clothes made of local materials. – M.: Transport, 1987. – 255 p.
5. Verenko V.A. Road composite materials. Structure and mechanical properties. – M.: Nauka I tehnika, 1993. – 65 p.
6. Bulanov P.E., Mavliev L.F., Vdovin E.A. The optimization of stone-sand mixture treated by portland cement in combination with plasticizer and water-repellent additive // Izvestiya KGASU, 2015, № 2 (32). – P. 300-305.
7. Bulanov P.E., Vdovin E.A., Mavliev L.F. Influence of plasticizers on physical and mechanical properties of soil-cement for road purpose // Izvestiya KGASU, 2015, № 1 (31). – P. 160-164.
8. Vdovin E.A. Stroganov V.F., Mavliev L.F., Bulanov P.E. The study of the influence of organosilicon compounds on the performance of standard seals and physico-mechanical properties of soil-cement // Izvestiya KGASU, 2014, № 4 (30). – P. 255-261.

УДК 625.46:574.24
Логинова О.А. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: loginova@kgasu.ru
Николаева Р.В. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: nikolaeva1@bk.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Озеленение трамвайных путей

Аннотация
В современных городах большую роль играет общественный транспорт. Наиболее экологичным является трамвай. Но трамвай издает шум. Для решения этого вопроса можно вместо шпал использовать бетонные блоки под трамвайные пути, а промежутки между рельсами озеленить. Это позволит уменьшить объем ливневых вод с трамвайного полотна, снизить температуру окружающего воздуха, так как в жару температура земли меньше, чем асфальтобетона.
Ключевые слова: город, трамвайные пути, озеленение.

В современных городах большую роль играет общественный транспорт. Он оказывает огромное влияние на город и его обитателей. Хорошо организованное движение общественного транспорта улучшает транспортное состояние городов, привлекает туристов, особенно если общественный транспорт работает в ночное время и проходит по значительной территории города и его исторической части как в Праге [1, 2]. В то же время, транспорт несет с собой ряд негативных явлений: шум, загазованность и вибрации. Широкое использование трамваев позволяет решить ряд таких проблем.

Устройство трамвайных путей в одном уровне с проезжей частью, влечет за собой их асфальтирование или бетонирование. Это приводит к ряду неблагоприятных экологических последствий. Увеличивается поверхностный сток ливневых вод, который во время проливных дождей может перегрузить канализационную систему города. Увеличиваются расходы на очистку сточных вод. Уменьшается приток грунтовых вод, уменьшается уровень испарений и воздушная влажность. Увеличивается содержание пыли в окружающей среде. Возрастает уровень шума, не только за счет увеличения числа автомобильного транспорта, но большого числа поверхностей и плотной застройки, которые отражают звук, а не поглощают его.

С 80-х годов двадцатого века в странах Западной Европы стали применять озеленение трамвайных путей. Это можно встретить в Барселоне, Франкфурте, Милане, Сент-Этьене, Страсбурге и Варшаве. Жители этих городов сразу же почувствовали улучшения. В жаркую погоду температура воздуха в городе стала несколько меньше, уменьшился сток ливневых вод с трамвайного полотна, снизился уровень шума.

К вопросу решения озеленения трамвайных путей следует подходить творчески. Понятно, что трамвайные пути, расположенные по оси улицы на выделенном полотне, не стоит засаживать деревьями и кустарниками из-за условия видимости транспорта и во избежание дорожно-транспортных происшествий. Однако, если трамвайные пути проходят в парковой зоне или через городские скверы, то такое решение будет обоснованным. Только в этом случае следует устраивать посадку деревьев и кустарников не вплотную к трамвайному полотну, а на некотором расстоянии от него. Посадка деревьев и кустарников служит дополнительным шумозадерживающим фактором. Например, в Праге трамвайное полотно дополнительно оборудуется шумозащитными заборами.

Решение, озеленять выделенное трамвайное полотно или нет, конечно же, принимают городские власти. И если оно принято, то это влечет за собой дополнительные затраты на реконструкцию. Для уменьшения шума и вибрации трамвайные пути устраивают на железобетонных опорных блоках. Сначала устанавливают специальные бетонные блоки, а не целые железобетонные шпалы. Блоки связаны между собой арматурным каркасом, заданной длины. Затем, устанавливают рельсы и бетонируют арматуру. Подобная технология устройства бесшпального

трамвайного полотна с применением фибробетона нашла свое применение в России [3] и Республики Беларусь [4]. На рис. 1 представлена конструкция бесшпального трамвайного полотна, разработанная компанией ООО «Экомост», на основе опыта реконструкции и строительства трамвайных путей ряда европейский стран и России. Предложенная конструкция требует индустриализации рабочих процессов и приводит к снижению затрат в процессе эксплуатации.

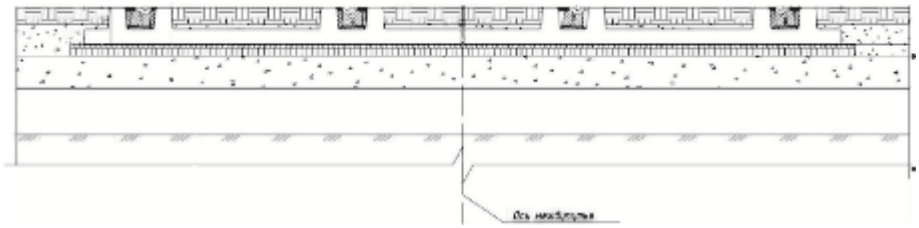


Рис. 1. Конструкция бесшпального трамвайного полотна

После бетонирования арматуры, на последнем этапе устраивают дренаж и высаживают растительность (рис. 2) [5]. Такая конструкция трамвайного пути получила название «Green Track».

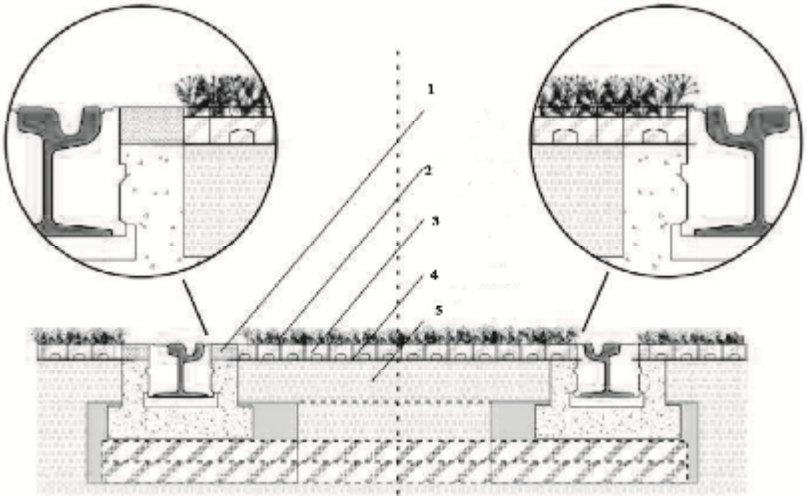


Рис. 2. Конструкция трамвайного полотна с газонной решеткой:
1 − специальный амортизатор, 2 – растительность (Очиток / Sedum),
3 – газонная решетка и субстрат, 4 – изоляционная фольга, 5 – дренаж

Существует несколько вариантов создания «Green Track» [6]. Рассмотрим некоторые из них. Первый вариант. На дренажный слой укладывается изоляционная фольга, которая предотвращает рост корневой системы, высаженных растений. На изоляцию укладываются специальные газонные решетки (рис. 3), заполненные субстратом с семенами. В этом случае газон будет находиться в одном уровне с головкой рельса.

Второй вариант. Устройство рулонного газона с травой до уровня головки рельса. При этом боковые поверхности рельсов изолируются специальными элементами, которые заполняют пространство между головкой рельса и его подошвой. Это обеспечивает изоляцию рельса от корневой системы. Наличие изоляционных материалов и растительности снижает уровень шума.

Третий вариант. Это устройство газона у подошвы рельса. Но такое решение эстетически проигрывает первым двум.

В качестве растительности могут бить использованы газонные травы, Очиток (Sedum) или искусственная трава [7].

Рис. 3. Газонная решетка

Растущий спрос на устройство газонов в трамвайном междупутье привел к использованию искусственных газонов. Они имеют как преимущества, так и недостатки.

Преимущества: низкие эксплуатационные расходы (не надо косить и пропалывать); круглогодичный цвет; легко заменяются; высокая огнестойкость.

Недостатки: нет испарения и поглощения CO_2, посредством фотосинтеза; не поглощает воду; нет возможности повторного использования.

Озеленение трамвайных путей предполагает ряд положительных эффектов, которые обычно тесно связаны друг с другом [8]. Приведем наиболее важные из них:

- Водопоглощение или задержание воды.

Ежегодно в среднем от 50 % до 70 % осадков задерживается растительностью, высаженной на трамвайных путях. Очиток (Sedum) задерживает около 50 %, а газонные травы – 70 % выпавших осадков. Летом этот показатель может доходить до 90 %. Следовательно, один гектар трамвайного озеленения ежегодно задерживает приблизительно 5530 м^3 воды и приблизительно 3950 м^3 воды задерживается посадками Очитка (Sedum).

- Испарение осадков.

Испарение 1 л воды может охладить 200 м^3 воздуха на 10 К. Таким образом, каждый м^2 озелененных трамвайных путей может охладить около 44 000 м^3 воздуха на 10 К в течение лета.

- Уменьшение температуры рельса, за счет испарительного охлаждения.

Происходит защита почвы и путей от прямых солнечных лучей и связанных с этим нагрева. Растительность обладает меньшей теплоемкостью по сравнению с бетоном или асфальтобетоном. Температура рельсов без встраивания системы озеленения может доходить до 50-60°С летом. При наличии озеленения температура снижается до 25-30 °С. Таким образом, происходит смягчение температурного режима трамвайных путей.

- Поглощение загрязнений.

Исследования показали, что на поверхностях Очитка (Sedum), высаженного в междупутье были обнаружены вещества, которые могли образоваться в результате трения колеса с рельсом, частицы от тормозов. Кроме того, были обнаружены тяжелые металлы, такие как марганец, медь, хром и полициклические ароматические углеводороды (PAH). Наличие растительности позволяет снизить концентрацию мелкой пыли и загрязняющих веществ. Происходит частичное сцепление загрязняющих веществ растениями и снижение количества пыли в желобе рельса. Следовательно, озеленение может способствовать уменьшению концентрации тонкой пыли в городской среде.

- Снижение шума.

Исследования показали, что посадка растительности у подошвы рельса не дает ощутимого снижения уровня шума, оно составило около 1 дБ (А). Было доказано, что растительность, высаженная в одном уровне с головкой рельса, уменьшает уровень звука до 3 дБ (А). То есть озелененные трамвайные пути могут восприниматься как менее шумные.

Тем не менее, психологическое воздействие озеленения трамвайных путей на субъективном акустическом восприятии шума не должно быть недооценено. Местные жители оценивают их как менее раздражающие.

Одним из преимуществ озелененных трамвайных путей является очевидное улучшение эстетического эффекта по сравнению с асфальтобетонным или бетонным междупутьем. Это особенно украсит городские территории с небольшим количеством озеленения, в районах старой застройки, где нет возможности провести реконструкцию уличной сети и добавить газоны. Оптическое восприятие таких трамвайных путей также влияет на социальное и психическое здоровье жителей этих районов.

Успокаивающий эффект озеленения следа был замечен водителями трамваев в Касселе. Согласно их опыту, проезжать участки с зелеными насаждениями в междупутье, менее утомительно эмоционально и не утомляет глаза.

Города с подземным отводом ливневых вод получают меньший объем стоков в систему городской ливневой канализации. Температура рельсов снижается. Таким образом, уменьшается вероятность аварии из-за образования волнистых путей, а также дополнительные работы, связанные с техническим обслуживание. Улучшается имидж транспортных компаний относительно их вклада в улучшенные условия жизни, а также в экологическую рекламу. Вследствие испарения и уменьшения температуры окружающего воздуха, уменьшается формирование городских тепловых островов. Менее снижается производительность работающего населения. И меньше проблем со здоровьем, которые появляются в результате повышения температуры окружающего воздуха.

Список библиографических ссылок

1. Пражский трамвай. URL: https://ru.wikipedia.org/ wiki/Пражский_трамвай (дата обращения: 15.09.2015).
2. Tramline Extension. Victoria Square to City West university campus. Urban Design Report. Department for Transport, Energyand Infrastructure. October, 2006. URL: http://www.infrastructure.sa.gov.au/_data/assets/pdf_file/0008/16100/int9.pdf (дата обращения: 03.10.2015).
3. Дудкин Е.П., Параскевопуло Ю.Г., Султанов Н.Н. Использование фибробетона в конструкции трамвайных путей / Транспорт Российской Федерации, № 3-4 (40-41), 2012. – С. 77-79. URL: http://www.rostransport.com/transportrf/download.php?src=/ transportrf/pdf/40-41/77-79.pdf (дата обращения: 01.10.2015).
4. Строительство и проектирование трамвайных путей по бесшпальной технологии. URL: http://www.ecomostbel.ru/wp-content/uploads/2012/12/Tramvajnye-puti-prezentaciya. pdf pdf (дата обращения: 16.02.2015).
5. ATD-G and RHEDA CITY GREEN. URL: http://www.railone.com/fileadmin/daten/05-presse-medien/downloads/broschueren/en/Green_tracks_EN_2011_ebook.pdf (дата обращения: 16.02.2015)
6. Green Tram Tracks. The Advantages of Implementing Vegetation Systems in Tram Tracks Final Conference URBAN TRACK. Institute for Agricultural and Urban Projects at the Humboldt-University, Berlin Dipl.-Ing. agr. Hendrikje Schreiter, 24 June, 2010, Prague. URL: http://www.urbantrack.eu/images/site/publications/FinalConference/ presentations/07_ASP_Grassed%20Track.pdf (дата обращения: 12.04.2015).
7. SP2: Cost effective track maintenance, renewal & refurbishment methods WP2.1: Efficient low cost renewal and refurbishment methods. Tests on a test circuit and hydro-pulse-facility for embedded tracks. February, 2009. URL: http://download.contec-aps. com/uploads/tx_mpdownloadcenter/Testreport_STUVA_english_3.pdf (дата обращения: 05.04.2015).
8. Effect and Function of Green Tracks. Publication of GRЬNGLEISNETZWERK. URL: http://www.gruengleisnetzwerk.de/images/downloads/effects.pdf (дата обращения: 05.03.2015).

Loginova O.A. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: loginova@kgasu.ru
Nikolaeva R.V. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: nikolaeva1@bk.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Gardening of tram ways

Resume

In recent years in the European cities it is possible to see the tram moving on a lawn. Since the end of the last century in Europe started planting trees and shrubs tram ways. Residents of the large cities felt effect from such decision at once. First, noise level decreased. Secondly, air temperature went down. Thirdly, the amount of dust decreased. Fourthly, the volume of storm waters on the carriageway was reduced. The tram ways occupied with lawns had positive impact on ecology of an urban environment. As the vegetation is a habitat of some species of insects. Thus, gardening of tram ways carries out some functions – removal of storm waters, absorption of noise and reduction of environmental pollution. All these factors, in total, increase appeal of such cities not only among the population, but also among the tourists visiting them.

Keywords: city, tram ways, gardening.

Reference list

1. Prague tram. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Пражский_трамвай (reference data: 15.09.2015).
2. Tramline Extension. Victoria Square to City West university campus. Urban Design Report. Department for Transport, Energyand Infrastructure. October, 2006. URL: http://www.infrastructure.sa.gov.au/_data/assets/pdf_file/0008/16100/int9.pdf (reference data: 03.10.2015)
3. Dudkin E.P., Paraskevopulo Yu.G., Sultanov N.N. Use of a fibrobeton in a design of tram ways / Transport of the Russian Federation, № 3-4 (40-41), 2012. – P. 77-79. URL: http://www.rostransport.com/transportrf/download.php?src=/transportrf/pdf/40-41/77-79.pdf (reference data: 01.10.2015).
4. Construction and design of tram ways on besshpalny technology. URL: http://www.ecomostbel.ru/wp-content/uploads/2012/12/Tramvajnye-puti-prezentaciya.pdf (reference data: 16.02.2015).
5. ATD-G and RHEDA CITY GREEN. URL: http://www.railone.com/fileadmin/daten/05-presse-medien/downloads/broschueren/en/Green_tracks_EN_2011_ebook.pdf (reference data: 16.02.2015).
6. Green Tram Tracks. The Advantages of Implementing Vegetation Systems in Tram Tracks Final Conference URBAN TRACK. Institute for Agricultural and Urban Projects at the Humboldt-University, Berlin Dipl.-Ing. agr. Hendrikje Schreiter, 24 June, 2010, Prague. URL: http://www.urbantrack.eu/images/site/publications/FinalConference/presentations/07_ASP_Grassed%20Track.pdf (reference data: 12.04.2015).
7. SP2: Cost effective track maintenance, renewal & refurbishment methods WP2.1: Efficient low cost renewal and refurbishment methods. Tests on a test circuit and hydro-pulse-facility for embedded tracks. February, 2009. URL: http://download.contec-aps.com/uploads/tx_mpdownloadcenter/Testreport_STUVA_english_3.pdf (reference data: 05.04.2015).
8. Effect and Function of Green Tracks. Publication of GRЬNGLEISNETZWERK. URL: http://www.gruengleisnetzwerk.de/images/downloads/effects.pdf (reference data: 05.03.2015).

УДК 625.711.813
Николаева Р.В. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: nikolaeva1@bk.ru
Логинова О.А. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: loginova@kgasu.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Оптимизация дорожной обстановки при проектировании автомобильных дорог с учетом психофизиологии водителя

Аннотация

В статье рассмотрены основные задачи, которые стоят в настоящее время при проектировании автомобильных дорог. Исследования показывают, что дороги, запроектированные без учета рационального использования нервно-психических и физиологических возможностей водителя, содержат потенциальную опасность возникновения дорожно-транспортных происшествий и не способствуют высокой производительности труда водителей. В статье предложен подход к проектированию автомобильных дорог с учетом влияния характеристик дорожной обстановки на психофизиологическое состояние водителя.

Ключевые слова: автомобильная дорога, дорожная обстановка, параметры трассы, водитель, психофизиология.

Ежегодный рост парка транспортных средств и изменение состава транспортного потока на автомобильных дорогах влечет за собой увеличение ДТП.

Если исходить из численности парка транспортных средств, можно прийти к выводу, что к факторам роста аварийности можно отнести дефицит общей протяженности дорог, а так же низкий технический уровень имеющейся дорожной сети и, прежде всего, дефицит дорог высших классов – автомагистралей и скоростных дорог с высокой пропускной способностью [1]. В целом, нормы и правила инженерного обеспечения безопасности движения, в отношении всей дорожной сети, низкие, лишены четкой детализации и плохо соблюдаются.

Исследования в данной области показывают, что технически совершенные дороги могут не соответствовать современным требованиям безопасности дорожного движения. В связи с этим становится очевидным, что безопасность дорожного движения должна стать центральным элементом планирования, проектирования и модернизации дорожной сети, включающим целый спектр стратегий и мероприятий [4].

На основании анализа отчетов о причинах аварийности из разных стран, ученые пришли к выводу: в 95 % случаев причиной ДТП является человеческий фактор – ошибка участника дорожного движения, в 30 % случаев – это ошибки, допущенные при проектировании дорог и связанные с несовершенством норм проектирования дорог [3, 7].

Причиной ДТП является нарушение правил дорожного движения одним из участников дорожного движения, улучшение конструкции и геометрических параметров дороги могло бы предотвратить аварию или уменьшить ее отрицательное воздействие. Поэтому главной задачей стоящей перед проектировщиками, это создание автомобильных дорог, адаптированных к возможностям человеческого потенциала.

Чтобы избежать конфликта между требованиями к дорогам и логикой действия водителя в конкретных дорожных условиях, сегодня необходимо учитывать фактор «человек» при проектировании автомобильных дорог. Единообразная последовательность параметров геометрических элементов плана и продольного профиля в пределах отдельных участков автомобильных дорог способствует равномерному, безопасному и экономическому режиму движения автомобилей, уменьшает вероятность ошибочного поведения водителя и улучшает условия восприятия им дорожных условий.

Проектировании дорог с учет психофизиологических особенностей водителя требует не только знания основ процесса восприятия человеком внешнего мира, но и особенностей этого процесса, вызванных спецификой трудовой деятельности водителя.

Если осуществлять проектирование дорог без учета трудовой деятельности водителя, психологией восприятия им дороги, особенностей дорожной обстановки, то это приводит к тому, что на автомобильных дорогах появляются недостатки:

- несвоевременная информация водителя о направлении дороги, приводящая к ошибкам в выборе режимов движения;
- неправильная информация, когда водитель, исходя из зрительного восприятия перспективы дороги, принимал неточное решение;
- отсутствие плавности дороги, вызывающее резкие изменения режимов движения.

Например, большую опасность на автомобильных дорогах представляют неожиданные для водителя повороты трассы [8]. Норвежские ученых установили зависимость между риском ДТП с ранениями на млн. автомобиле-км и количеством поворотов дороги (табл.) [5].

Таблица

Зависимость между риском ДТП и количеством поворотов дороги

Количество, не ожидаемых водителем, поворотов дороги на км	Риск ДТП с ранениями на млн/авт-км
Свыше 3	0,19
2-3	0,24
1-2	0,59

Исследования показывают, что общее улучшение параметров геометрических элементов плана трассы при реконструкции дорог в соответствии с современными стандартами способствует снижению числа ДТП более чем на 30 % [6].

Расположение элементов дорожной обстановки вдоль дороги, их концентрация на различных ее отрезках, смена типовых участков трассы зависят от большого числа природных факторов, характера деятельности человека и др., причем появление дорожной обстановки того или иного типа для водителя будет иметь различную вероятность, в отдельных случаях близкую к нулю. Поэтому о дорожной обстановке на новом отрезке дороги водитель, впервые едущий по ней, может только догадываться.

Способность человека прогнозировать состояние внешней среды является следствием обучения. Обучение с точки зрения психологии представляет собой процесс объединения ячеек памяти в системы с определенной информационной структурой. В этих структурах и хранятся условные рефлексы, играющие значительную роль в любой производственной деятельности.

Увеличение в сознании водителя числа энграмм памяти, на которых «записаны» программы поведения в различных ситуациях, повышает вероятность его поведения. Последнее приводит к уменьшению неопределенности действий, а следовательно, и количества новой информации, которую водитель должен переработать в связи с той или иной дорожной обстановкой.

Применительно к условиям работы подсистемы «водитель – среда» реакция водителя является следствием приема и переработки новой информации, поступающей в процессе движения. При этом формирование образа дорожной обстановки и длительность его сохранения в памяти водителя будут зависеть от объема новой информации (силы раздражителя), времени движения в данных дорожных условиях (продолжительности действия раздражителя) и частоты подкреплений - частоты возникновения этих условий.

С целью определения влияния статистических характеристик распределения одного из важнейших элементов дорожной обстановки – трассы дороги – на достоверность прогнозов водителя проводились натурные наблюдения. В процессе последних определялись: частота поступления типовых участков трассы, их длина и интервалы во времени между участками. Одновременно водителю задавались вопросы о том, какой тип участка, по его мнению, находится за пределами непосредственной видимости поверхности дороги и фиксировалось число правильных и неправильных ответов (рис. 1-2).

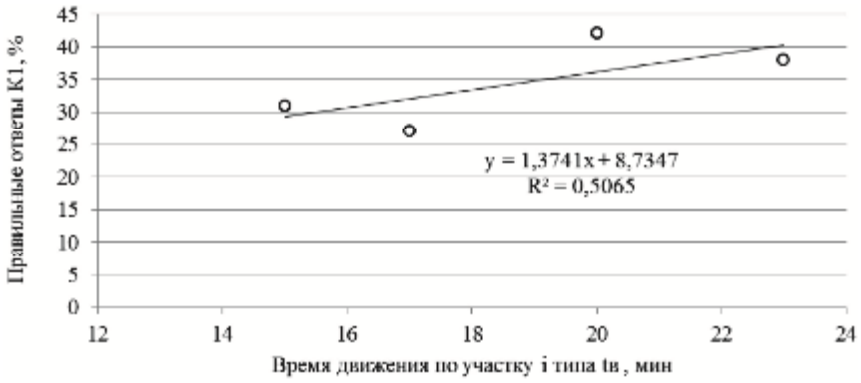


Рис. 1. Зависимость количества правильных ответов водителя
от характера впередилежащего участка дороги, от продолжительности движения

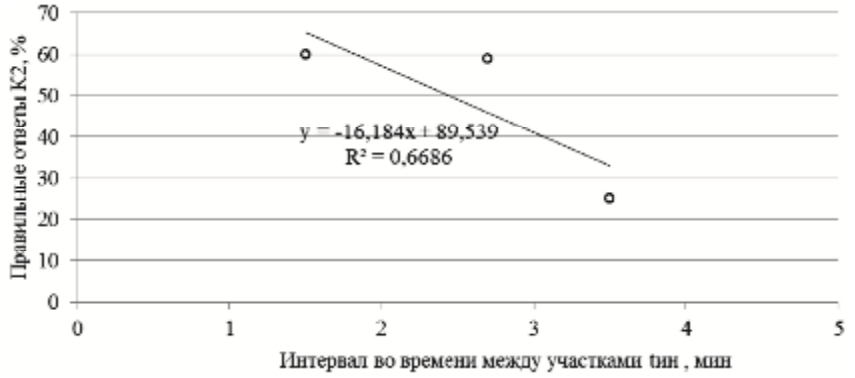


Рис. 2. Зависимость количества правильных ответов водителя от продолжительности движения
и интервала во времени между участками с аналогичными условиями движения

По данным натурных наблюдений были получены зависимости числа правильных прогнозов водителя об условиях движения (характере трассы дороги) от указанных выше параметров. Из графиков (рис. 1, 2) следует, что с увеличением интервала между типовыми участками правильность прогнозирования водителем условий движения снижается; увеличение продолжительности движения в однотипных условиях способствует более твердому запоминанию информации и повышает надежность прогнозов. Приведенные корреляционные зависимости имеют следующие аналитические выражения:

$$K_1 = 1{,}5t_в + 8{,}7\,, \quad (1)$$

$$K_2 = -16{,}t_{ин} + 89{,}5\,, \quad (2)$$

где $t_в$ – продолжительность движения по участку с однотипными условиями; $t_{ин}$ – интервал во времени между участками.

Указанные зависимости могут быть использованы для расчетов информационной емкости элементов на участках дорог, расположенных в аналогичной или близкой по типу местности.

Рассматривая проектирование автомобильных дорог с учетом психофизиологии водителя, можно выделить две основные задачи которые необходимо решать при проектировании дорог [2]:

1. Определение геометрических параметров автомобильной дороги, которые бы обеспечивали максимальную надежность водителя при движении с заданными скоростями. Параметры должны быть направлены на увеличение надежности деятельности водителя при снижении затрат его труда, то есть на реализацию принципа наименьшего взаимодействия водителя с дорожной обстановкой:

$$У \to \min\,, \quad (3)$$

где У - удельные затраты труда водителя; а - параметр условий дорожного движения.

2. Определение параметров трассы, обеспечивающих движение с предельными скоростями по функциональному состоянию водителя. К параметрам в данном случае относятся: ширина проезжей части, ширина обочин, продольный уклон дороги, расстояние видимости, кривизна трассы, интенсивность движения и состав транспортного потока, текущая скорость движения автомобилей. Движению с предельными скоростями соответствуют предельные показатели функционального состояния организма водителя и удельные затраты его труда.

При решении данной задачи необходимо в первую очередь учитывать кривизну трассы и продольные уклоны (переменные параметры), и если пренебречь другими параметрами, получим:

$$У = \sum_{K,i} \rightarrow \min, \quad (4)$$

где У – удельные затраты труда водителя; К - пространственная кривизна трассы, 1/м; i – продольный уклон, ‰.

При проектировании автомобильных дорог, необходимо учитывать дорожную обстановку, которая является источником информации для водителя, на основании которой он предпринимает те или иные действия по управлению автомобилем. При этом информацию несут как отдельные элементы, так и характеристики, которые выявляются в процессе взаимодействия этих элементов с водителем автомобиля – скорость перемещения, частота поступления в поле зрения водителя элементов и т.п.

Изменение объема новой информации, в свою очередь, приводит к изменению эмоционального напряжения водителя. В силу адаптационной способности организма водитель достаточно успешно управляет автомобилем в различных по сложности дорожных условиях. Однако при этом изменения эмоционального напряжения (±ΔЭ) не должны превышать некоторый пороговой величины $\lambda_Д$ ($\mu_Э$, А), где $\mu_Э$ – коэффициент вариации, А – физиологическая константа:

$$\Delta Э = Э_Н - Э_К, \quad (5)$$

где Эн, Эк – соответственно эмоциональные напряжения в начале второго и в конце первого участков (рис. 3).

В случае $\Delta Э > \lambda_Д$ у водителя возникает стремление повысить, при $\Delta Э < \lambda_Д$ снизить скорость движения до величины, обеспечивающей оптимальный в данных условиях уровень эмоционального напряжения.

Таким образом, ускоряя или замедляя процесс выработки у водителя динамического стереотипа действий применительно к конкретной дорожной обстановке, представляется возможным осуществлять направленное проектирование параметров дорожной обстановки и, в частности, ритма трассы и длины ее отрезков.

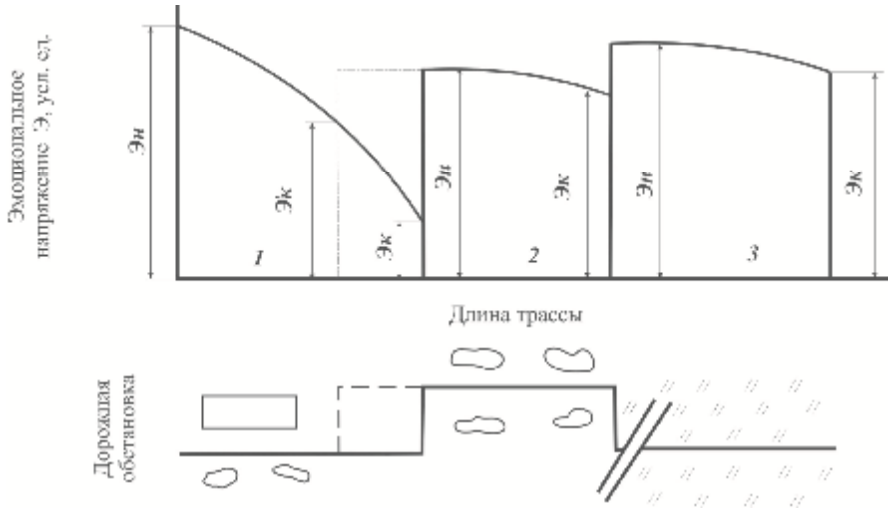


Рис. 3. Согласование размеров смежных участков:
1-3 номера участков. Пунктир – новая граница второго участка

На рис. 3 приведен пример согласования размеров смежных участков Эк' – эмоциональное напряжение в конце первого участка в случае увеличения размеров криволинейного участка трассы (2).

Таким образом, при проектировании автомобильных дорог необходимо учитывать изменения эмоционального напряжения водителя и «конструирование» оптимальной дорожной обстановки, для этого необходимо:

- определение величины психофизиологического воздействия на водителя дорожной обстановки;
- установление энергозатрат водителя на отдельных (типовых) участках трассы, эмоционального напряжения и физических усилий по управлению автомобилем;
- определение ритма работы водителя на рассматриваемом участке дороги и установление оптимального для данной дороги или отдельных ее перегонов эмоционального напряжения;
- определение мероприятий по оптимизации дорожной обстановки и их экономической эффективности.

Правильное проектирование дорог имеет решающее значение для предотвращения человеческих ошибок, что приведет к снижению ДТП.

Список библиографических ссылок

1. Анохин Б.Б., Минин Н.П., Чванов В.В. Основные тенденции автомобилизации населения и их учёт в программах развития автомобильных дорог // Транспорт Российской Федерации, 2007, № 9. – С. 42-46.
2. Братков А.Г. Повышение безопасности движения средствами проектирования дорог. URL: http://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-bezopasnosti-dvizheniya-sredstvami-proektirovaniya-dorog (дата обращения: 20.09.2015).
3. Всемирный доклад о предупреждении дорожно-транспортного травматизма/пер, с англ. – М.: Издательство «Весь Мир», 2004. – 280 с.
4. Девятое М.М. О методологии функциональной классификации автомобильных дорог для целей их модернизации // Сборник ст./ ГП РОСДОРНИИ. – М., 2006, № 16/2. – С. 11-18.
5. Рунэ Э., Мюсен Анне Б., Труле В. Справочник по безопасности дорожного движения: Пер. с норвеж. / Под. Ред. В.В. Сильянова. - М.: МАДИ (ГТУ), 2001.
6. Чванов В.В. Методы оценки и повышения безопасности дорожного движения с учетом условий работы водителя. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 476 с.
7. Чванов В.В. Сравнительный анализ международных статистических данных о дорожно-транспортных происшествиях //Сб. науч. тр./МАДИ (ГТУ). – М., 2000. – С. 111-120.
8. Чванов В.В. Методы повышения безопасности движения на участках дорог с кривыми в плане малого радиуса // Дороги и мосты. Сборник ст./ ГП РОСДОРНИИ. – М.,2005, № 14/2. – С. 174-188.

Nikolaeva R.V. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: nikolaeva1@bk.ru
Loginova O.A. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: loginova@kgasu.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Optimization of traffic conditions in the design of roads, taking into account the driver's psychophysiology

Resume

In the design of roads is necessary to take into account the «man» factor to avoid conflict between the requirements for roads and logic of the driver actions in specific road conditions.

Research in this area shows that technically perfect roads can not meet the modern requirements of road safety.

Accounting for psycho-physiological characteristics of the driver in the design of roads requires not only knowledge of the basics of human perception of the outside world, but also the features of the process caused by the specifics of work. This information for the driver carried separate elements as well as characteristics that are revealed in the interaction of these elements.

In the design of roads is necessary to consider changes in the emotional stress of the driver and the «construction» of an optimal road conditions, this requires: determination of the psychophysiological effects of road conditions on the driver; the establishment of energy consumption of the driver on the individual sections of the route, emotional stress and physical effort on driving; define the rhythm of the driver from the land road and establishing optimal for a given road or individual spans of emotional stress; the definition of measures to optimize the traffic situation and their economic efficiency.

Proper design of roads is crucial to prevent human errors that privodet to reduce road accidents.

Keywords: highway, road conditions, the parameters of the track, the driver, psychophysiology.

Reference list

1. Anokhin B.B., Minin N.P. Chvanov V.V. Main trends of motorization of the population and taking them into account in the programs of development of highways // Transport of the Russian Federation, 2007, № 9. - P. 42-46.
2. Bratkov A.G. Improving traffic safety by means of road design. URL: http:// cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-bezopasnosti-dvizheniya-sredstvami-proektirovaniya-dorog (reference date: 09.20.2015).
3. The World Report on Road Traffic Injury / translated from English. - M.: Publishing House «All The World», 2004. – 280 p.
4. Deviatoe M.M. On the methodology of the functional classification of roads for the purpose of upgrading // Collection of Art. / SE ROSDORNII. – M., 2006, № 16/2. – P. 11-18.
5. Rune E., Myusen Anna B., Truly B. Directory Road Safety: Trans. with norvezh. / Under. Ed. V.V. Silyanova. - M.: MADI (STU), 2001.
6. Chvanov V.V. Methods for evaluating and improving road safety, taking into account the working conditions of the driver. – M.: INFRA-M, 2010. - 476 p.
7. Chvanov V.V. Comparative analysis of international statistics on accidents // Coll. scientific. Tr. / MADI (STU). – M., 2000. – P. 111-120.
8. Chvanov V.V. Methods to improve traffic safety on sections of roads with curves in terms of short-range. // Roads and Bridges. Collection of Art. / SE ROSDORNII. - M., 2005, № 14/2. – P. 174-188.

УДК 624.042.6
Фардиев Р.Ф. – кандидат технических наук, старший преподаватель
E-mail: Fardiev@kgasu.ru
Ашрапов А.Х. – кандидат технических наук, ассистент
E-mail: 32116@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Применение теории составных стержней к определению характера распределения напряжений в поперечном сечении усиленного внецентренно сжатого элемента

Аннотация

В статье рассмотрены результаты теоретических исследований напряжённо-деформированного состояния внецентренно сжатого элемента, усиленного железобетонной обоймой. В качестве теоретической основы использована теория составных стержней. В результате решения теоретической задачи получены аналитические выражения для определения нормальных напряжений в поперечном сечении усиленного элемента и касательных напряжений по контактному шву. Результаты расчётов по предложенному подходу сравнены с ранее выполненными результатами исследований.

Ключевые слова: составные стержни, усиление конструкций, железобетонная обойма, контактный шов, сжатый элемент.

Для оценки прочности усиленного элемента важным моментом является определение величины и характера распределения усилий, приходящихся на обойму и на основной элемент. На сегодняшний день существует деформационный метод определения напряжений и усилий [1, 2], но в его основу заложена гипотеза плоских сечений, которая может быть нарушена для усиленного железобетонной обоймой сечения элемента.

Для решения данной задачи в случае внецентренного сжатия для длинных элементов предлагается использовать теорию составных стержней [3], вводя некоторые изменения, связанные со сложным напряженно-деформированным состоянием усиленного элемента.

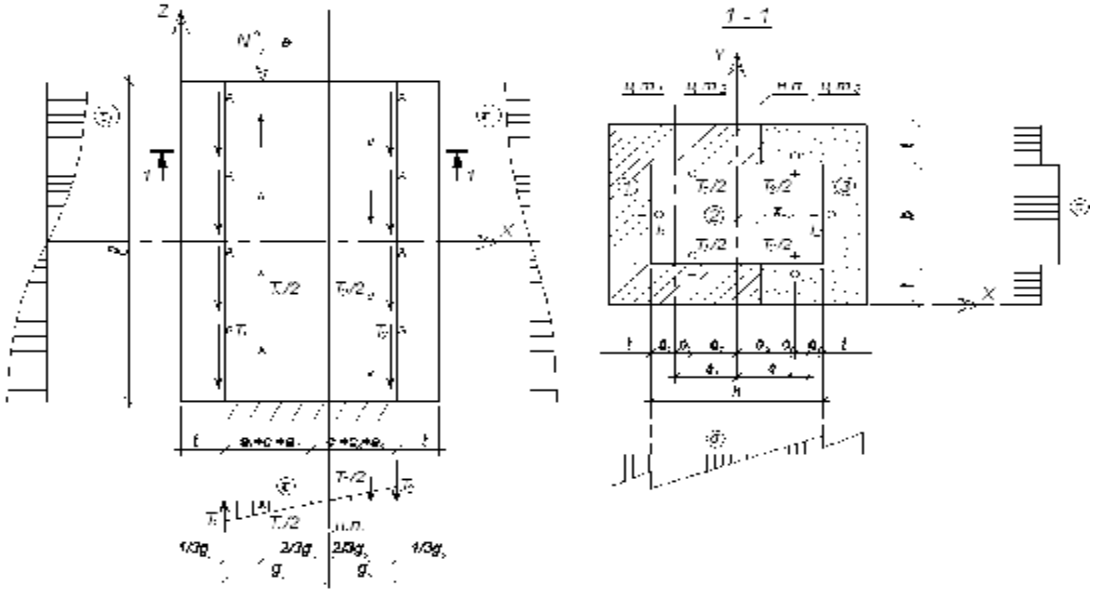


Рис. 1. Расчётная схема

Внецентренно сжатый элемент в поперечном сечении представляется в виде пакета из трёх стержней (рис. 1): стержня из основного усиливаемого элемента, стержня из части обоймы расположенной слева от нулевой линии сечения, стержня из части обоймы расположенной справа от нулевой линии сечения. Координата нулевой линии предварительно определяется из известного уравнения курса сопротивления материалов:

$$x_{н.л.} = \frac{(h+2t)^2}{12e}, \tag{1}$$

где e – координата приложения силы N, h – высота сечения.

Рассматриваемая система рассчитывается методом сил. В качестве основной системы стержень, лишенный связей сдвига, действие которых заменено неизвестными T_1 и T_2.

Общая жёсткость стержня, лишённого связей сдвига будет равна:

$$SEI = E_1 I_y^1 + E_2 I_y^2 + E_3 I_y^3. \tag{2}$$

Касательные усилия вызывают изгибающие моменты в составляющих стержнях:

$$\begin{aligned} M_1 &= T_1 a_1 - 2\frac{T_1}{2} c_1 = T_1 a_1 - T_1 c_1, \\ M_2 &= -T_1(a_2 + c_1 + a_1)b - 2\frac{T_1}{2} a_2 - T_2(c_2 + c_3 + a_3) - 2\frac{T_2}{2} c_2 = \\ &= -T_1 a_1 - T_1 c_1 - 2T_1 a_2 - T_2 c_3 - T_2 a_3 - 2T_2 c_2, \\ M_3 &= T_2 a_3 - 2\frac{T_2}{2} c_3 = T_2 a_3 - T_2 c_3. \end{aligned} \tag{3}$$

Суммарный изгибающий момент согласно методу сил будет равен сумме изгибающего момента от внешней нагрузки и моментов в каждом из стержней:

$$M = M^0 + N^0 e + M_1 + M_2 + M_3 = Ne - 2Ts_1 - 2T_2 s_2, \tag{4}$$

где s_1 и s_2 – расстояния между центрами тяжести стержней.

Продольные усилия в составляющих стержнях будут равны:

$$\begin{aligned} N_1 &= -2T_1, \\ N_2 &= -N^0 + 2T_1 - 2T_2, \\ N_3 &= 2T_2. \end{aligned} \tag{5}$$

Дифференциальное уравнение изогнутой оси пакета стержней запишется так же как и для изгибаемого элемента:

$$x'' = -\frac{M}{SEI}. \tag{6}$$

Суммарный сдвиг крайних волокон двух стержней будет равен разности сдвига двух смежных крайних волокон расположенных по обе стороны от контактного шва. Первая производная от абсолютного удлинения по длине шва равна относительному удлинению. Учитывая это выражение (8) примет вид:

$$\Delta' = (\Delta_i)' - (\Delta_{i+1})' = \varepsilon_i - \varepsilon_{i+1}. \tag{7}$$

Относительное удлинение крайних волокон стержней определяется из выражений:

$$\begin{aligned} &\varepsilon_1^{раст} = x''\frac{t}{2} = -\frac{Mt/2}{SEI} \text{ - растянутых волокон 1-го стержня;} \\ &\varepsilon_1^{сжат} = \varepsilon_2^0 - x''(a_1 + c_1 + a_2) = \frac{N_2}{E_2 A_2} + \frac{M(a_1 + c_1 + a_2)}{SEI} \text{ - сжатых волокон 2-го стержня;} \\ &\varepsilon_2^{раст} = \varepsilon_2^0 + x''(c_2 + c_3 + a_3) = \frac{N_2}{E_2 A_2} - \frac{M(c_2 + c_3 + a_3)}{SEI} \text{ - растянутых волокон 2-го стержня;} \\ &\varepsilon_2^{сжат} = -x''\frac{t}{2} = \frac{Mt/2}{SEI} \text{ - сжатых волокон 3-го стержня.} \end{aligned} \tag{8}$$

Суммарный сдвиг крайних волокон первого и второго стержня согласно выражению (7) с учётом (8) будет равен:

$$\begin{aligned} &\Delta_1' = \varepsilon_1^{раст} - \varepsilon_1^{сжат} = -\frac{N_2}{E_2 A_2} - \frac{M(1)}{SEI} \text{ - первого и второго стержня;} \\ &\Delta_2' = \varepsilon_2^{раст} - \varepsilon_2^{сжат} = \frac{N_2}{E_2 A_2} - \frac{M(2)}{SEI} \text{ - второго и третьего стержня.} \end{aligned} \tag{9}$$

В выражениях (9) введены следующие обозначения:

$$\begin{aligned}(1)&=(a_1+c_1+a_2+t/2),\\(2)&=(c_2+c_3+a_3+t/2).\end{aligned} \tag{10}$$

Для того чтобы основная система стала эквивалентной заданной, необходимо приравнять сдвиги в швах погонным сдвигающим усилиям, деленным на коэффициент жесткости шва:

$$\begin{aligned}\Delta_i&=\frac{\tau_i}{\xi}=\frac{T_i'}{\xi},\\\Delta_i'&=\frac{T_i''}{\xi}.\end{aligned} \tag{11}$$

Коэффициент жёсткости шва ξ зависит от податливости соединения сборного и монолитного бетонов, наличия шпоночного соединения, поперечной арматуры пересекающей контактный шов, наличия обработки контактной поверхности.

Для получения уравнений с известным решением для трёх стержней найдём сумму и разность сдвигов Δ_1 и Δ_2:

$$\begin{cases}\dfrac{T_1''}{\xi}+\dfrac{T_2''}{\xi}=-\dfrac{M\left((1)+(2)\right)}{SEI}\\[2ex]\dfrac{T_1''}{\xi}-\dfrac{T_2''}{\xi}=\dfrac{2N^0}{E_2A_2}-\dfrac{M\left((2)-(1)\right)}{SEI}.\end{cases} \tag{12}$$

Из уравнений (10) следует:

$$\begin{aligned}(1)+(2)&=h+t,\\(2)-(1)&=0.\end{aligned} \tag{13}$$

Введём обозначения: T_a – антисимметричная часть совокупности усилий, T_c– антисимметричная часть совокупности усилий:

$$\begin{aligned}T_a&=T_1+T_2,\\T_c&=T_1-T_2.\end{aligned} \tag{14}$$

С учётом (14) система уравнений (12) примет вид:

$$\begin{cases}\dfrac{T_a''}{\xi}=\dfrac{2(h+t)(T_1s_1+T_2s_2)}{SEI}-\dfrac{N^0e}{SEI},\\[2ex]\dfrac{T_c''}{\xi}=-\dfrac{4T_c}{E_2A_2}+\dfrac{2N^0}{E_2A_2},\end{cases} \tag{15}$$

где выражение в скобках 1-го уравнения можно представить в виде:

$$T_1s_1+T_2s_2=\frac{T_a(s_1+s_2)}{2}+\frac{T_c(s_1-s_2)}{2}\approx\frac{T_a(s_1+s_2)}{2}. \tag{16}$$

С учётом (16) уравнения (15) примут вид:

$$\begin{cases}\dfrac{T_a''}{\xi}=\dfrac{(h+t)(s_1+s_2)}{SEI}T_a-\dfrac{N^0e}{SEI}=\gamma_aT_a+\delta_a\\[2ex]\dfrac{T_c''}{\xi}=-\dfrac{4}{E_2A_2}T_c+\dfrac{2N^0}{E_2A_2}=\gamma_cT_c+\delta.\end{cases} \tag{17}$$

где γ_a, δ_a, γ_a, δ_a,– коэффициенты, определяемые из выражений:

$$\begin{aligned}\gamma_a&=\frac{(h+t)(s_1+s_2)}{SEI},\ \delta_a=-\frac{N^0e}{SEI}\\\gamma_c&=-\frac{4}{E_2A_2},\ \delta_c=\frac{2N^0}{E_2A_2}.\end{aligned} \tag{18}$$

Система уравнений (17) имеет известное решение:

$$\begin{cases}T_a=\dfrac{\delta_a}{\gamma_a}\left(\dfrac{ch(\lambda_a x)}{ch(\lambda_a l)}-1\right),\\[2ex]T_c=\dfrac{\delta_c}{\gamma_c}\left(\dfrac{ch(\lambda_c x)}{ch(\lambda_c l)}-1\right)\end{cases} \tag{19}$$

При этом касательные напряжения определяются из выражений:

$$\begin{cases} \tau_a = T_a' = \dfrac{\delta_a \lambda_a}{\gamma_a}\left(\dfrac{sh(\lambda_a x)}{ch(\lambda_a l)} - 1\right), \\ \tau_a = T_c' = \dfrac{\delta_c \lambda_c}{\gamma_c}\left(\dfrac{sh(\lambda_c x)}{ch(\lambda_c l)} - 1\right), \end{cases} \tag{20}$$

где $sh\lambda x$ – гиперболический синус, $ch\lambda x$ – гиперболический косинус, определяемые из выражений:

$$\begin{aligned} ch(\lambda x) &= \frac{e^{\lambda x} + e^{-\lambda x}}{2}, \\ sh(\lambda x) &= \frac{e^{\lambda x} - e^{-\lambda x}}{2}; \end{aligned} \tag{21}$$

где λ_a, λ_c – коэффициенты, определяемые согласно выражениям:

$$\begin{aligned} \lambda_a &= \sqrt{\gamma_a \chi_a} \\ \lambda_c &= \sqrt{\gamma_c \chi_c} \end{aligned} \tag{22}$$

При достаточно жёстком контактном шве при $\xi > 10$ выражения (22) примут вид:

$$ch\lambda x = sh\lambda x \approx \frac{e^{\lambda x}}{2}. \tag{23}$$

При этом система уравнений (20) примет вид:

$$\begin{cases} \tau_a = \dfrac{\delta_a}{\gamma_a}\left(e^{\lambda_a (x-l)} - 1\right) \\ \tau_c = \dfrac{\delta_c}{\gamma_c}\left(e^{\lambda_c (x-l)} - 1\right) \end{cases}. \tag{24}$$

При известных τ_a и τ_c искомые напряжения τ_1 и τ_2 можно выразить из выражений (14):

$$\begin{aligned} \tau_1 &= \frac{\tau_c + \tau_a}{2}, \\ \tau_2 &= \frac{\tau_a - \tau_c}{2}. \end{aligned} \tag{25}$$

Неизвестные напряжения в каждом из стержней можно определить из выражения:

$$\sigma_i = \frac{N_i}{A_i} + \frac{M_i x_i}{I_i}, \tag{26}$$

где N_i – усилия определяемые согласно выражению (5), M_i – изгибающие моменты в стержнях, определяемые из выражения:

$$M_i = -x'' E_i I_i = \frac{M}{SEI} E_i I_i. \tag{27}$$

Учитывая уравнения (5, 6) выражения для определения неизвестных напряжений для составляющих стержней примут вид:

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= -\frac{2T_1}{A_1} + \frac{(T_1 a_1 - T_1 c_1) E_1 x}{SEI}, \\ \sigma_2 &= \frac{-N^0 + 2T_1 - 2T_2}{A_2} + \frac{(-T_1 a_1 - T_1 c_1 - 2T_1 a_2 - T_2 c_3 - T_2 a_3 - 2T_2 c_2) E_2 x}{SEI}, \\ \sigma_3 &= -\frac{2T_2}{A_3} + \frac{(T_2 a_3 - T_2 c_3) E_3 x}{SEI}. \end{aligned} \tag{28}$$

При известных касательных усилий из выражения (35) определяется уточнённое положение нулевой линии:

$$x_{н.л.} = \frac{(N^0 - 2T_1 + 2T_2) SEI}{A_2 E_2 (-T_1 a_1 - T_1 c_1 - 2T_1 a_2 - T_2 c_3 - T_2 a_3 - 2T_2 c_2)}. \tag{29}$$

Расчёт производится последовательными приближениями с уточнением положения нулевой линии до достижения требуемой точности определения усилий.

Для проверки полученных аналитических выражений било выполнено сопоставление нормальных напряжений в поперечном сечении усиленного элемента (рис. 2)

по полученным аналитическим выражениям и согласно подходу основанному на кусочном законе распределения напряжений [4, 5].

Для выполнения расчёта рассмотрен элемент длиной 1 м с поперечным сечением 150×200 см, усиленный железобетонной обоймой толщиной 3 см.

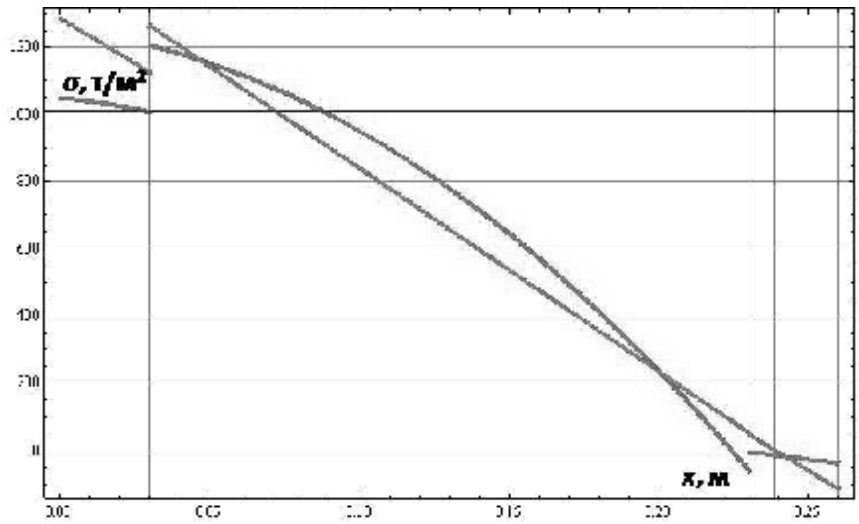


Рис. 2. График зависимости нормальных напряжений в поперечном сечении элемента:
при $z = 0$, по предложенной методике (линейная зависимость)
и по ранее предложенному подходу (нелинейная зависимость)

Анализ полученных результатов показал что предложенный подход расчёта достаточно хорошо коррелируется с результатами ранее выполненных исследований.

Согласно принятой расчётной схеме касательные напряжения между стержнями должны быть максимальными при $z = 0$, и минимальными при $z = l$, что подтверждается полученными графиками (рис. 3).

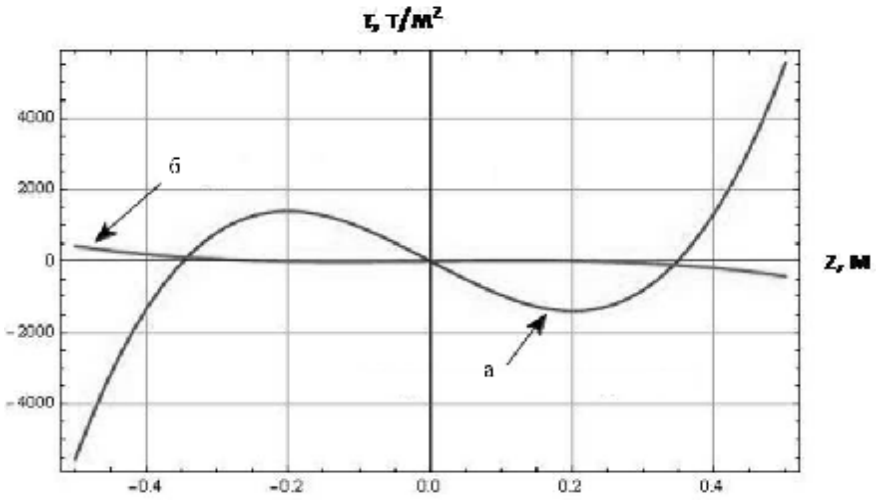


Рис. 3. График зависимости касательных напряжения вдоль контактного шва:
а – между 1-ым и 2-ым элементами, б – между 2-м и 3-м элементами

Данные о характере распределения напряжений по контактному шву позволяют произвести оценку его прочности по известным методикам [6, 7, 8] выполнить проверку прочности поперечного сечения.

Таким образом, на основании теории составных стержней получено решение задачи определения характера распределения усилий между обоймой и колонной в случае усиления внецентренно нагруженного элемента железобетонной обоймой.

Список библиографических ссылок

1. Бабич В.И., Кочкарев Д.В. Расчет элементов железобетонных конструкций деформационным методом // Бетон и железобетон, 2004, № 2. – С. 12-16.
2. Залесов А.С., Чистяков Е.А., Ларичева И.Ю. Новые методы расчёта по нормальным сечениям на основе деформационной расчётной модели // Бетон и железобетон. 1997, № 5. – С. 31-34.
3. Ржаницын А.Р. Составные стержни и пластинки. – М.: Строийиздат, 1986. – 316 с.
4. Фардиев Р.Ф., Каюмов Р.А., Мустафин И.И. Расчёт внецентренно сжатого элемента усиленного железобетонной обоймой с учётом предыстории загружения и нелинейных свойств бетона // Известия КГАСУ, 2011, № 1 (15). – С. 109-114.
5. Фардиев Р.Ф., Мустафин А.И. Исследование усиленных обоймой внецентренно сжатых железобетонных элементов с учётом напряжённого состояния до усиления // Интеграция, партнёрство и инновации в строительной науке и образовании, МГСУ, 2012. – С. 152-157.
6. Валеев Г.С., Фатхуллин В.Ш. Применение сборно-монолитного железобетона при реконструкции зданий и сооружений // Известия вузов. Строительство, 1994. – С. 114-117.
7. Гроздов В.Т., Сергеев С.Л. К вопросу учёта прочности контактной зоны при расчётах железобетонных изгибаемых конструкций, усиленных способами наращивания сечений // Известия вузов. Строительство, 1996, № 4. – С. 34-38.
8. Сунгатуллин Я.Г. Экспериментально-теоретические основы расчёта сопротивляемости сдвигу армированного и неармированного контактов сборно-монолитных конструкций // Сборные и сборно-монолитные конструкции: сборник научных трудов. – Казань. – С. 90-146.

Fardiev R.F. – candidate of technical sciences, senior lecture
E-mail: Fardiev@kgasu.ru
Ashrapov A.H. – candidate of technical sciences, assistant
E-mail: 32116@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Application of the theory of compound bars for the assessment of stress pattern in the cross section of a strengthened beam column

Resume

This study deals with the problem of assessment of stress-strain behavior of reinforced structures. The beam column strengthened by a collar is viewed as a complex compound structure of variable cross-section consisting of interconnected bars. Such an approach allowed us to obtain data on the three-dimensional stress state of the structure that provides an opportunity to estimate the strength of the contact surface between the strengthened element and the collar, as well as to assess the strength of the whole element. A distinctive feature of this approach is a departure from the plane-sections hypothesis that makes it possible to get more reliable data on the stress-strain behavior of structures. To test the received expressions the article presents the results of comparison of calculations of the strengthened element on the suggested approach and existing approaches. Analysis of the obtained results showed that the proposed approach of calculation is well correlated with the results of previous studies. A graphical representation of the results of estimation of the stress on the contact surface corresponds to the physical model of the strengthened element. The obtained results can be used in the calculation of strengthening columns, buildings and structures supports when strengthening by reinforced concrete collar.

Keywords: compound bars, strengthening of concrete structures, reinforced concrete collar, contact surface, compression element.

Reference list

1. Babich V.I., Kochkarev D.V. Calculation of reinforced concrete structures by deformation // Concrete and reinforced concrete, 2004, № 2. – P. 12-16.
2. Zalesov A.S., Chistyakov E.A., Laricheva I.Y. New methods of normal section calculation on the basis of a deformation design model // Concrete and reinforced concrete, 1997, № 5 – P. 31-34.
3. Rzhanitsyn A.R. Compound bars and plates. – M.: Stroiizdat, 1986. – 316 p.
4. Fardiev R.F., Kayumov R.A., Mustafin I.I. Calculation of a beam column strengthened by a reinforced concrete collar with allowance for previous load history and nonlinear properties of concrete // Izvesiya KGASU, 2011, № 1 (15). – P. 109-114.
5. Fardiev R.F., Mustafin A.I. The study on the reinforced concrete beam columns strengthened by a collar with allowance for stress state before strenthening // «Integration, partnership and innovation in construction science and education». Moscow State University of Civil Engineering, 2012, – P. 152-157.
6. Valeev G.S., Fatkhullin V.S. Application of prefabricated reinforced concrete in reconstruction of buildings and structures // News of Higher Educational Institutions. Construction, 1994. – P. 114-117.
7. Grozdov V.T., Sergeev S.L. The question of allowance for strength of the contact zone under the calculation of reinforced concrete bending structures strengthened by the extension of cross sections // News of Higher Educational Institutions. Construction, 1996, № 4. – P. 34-38.
8. Sungatullin Y.G. Experimental and theoretical basis of the calculation of shear resistance of reinforced and non-reinforced contacts of cast-in-place and precast structures // Cast-in-place and precast structures: collection of research papers. – Kazan, 1975. – P. 90-146.

УДК 504: 621.74
Манохин М.В. – ассистент
E-mail: fellfrostqtw@gmail.com
Манохин В.Я. – доктор технических наук, профессор
E-mail: manohinprof@mail.ru
Сазонова С.А. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru
Головина Е.И. – старший преподаватель
E-mail: u00111@vgasu.vrn.ru
Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д. 84

Геоэкологические факторы и нормы накопления твердых бытовых отходов

Аннотация

Рассмотрены геоэкологические факторы и нормы накопления твёрдых бытовых отходов, определены тенденции изменения норм накопления твердых бытовых отходов на основе анализа роста объёмов накопления отходов в жилом секторе и отдельно-стоящих зданий общественного назначения. Установлено, что имеет место превышение прогнозных данных академии коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова, а морфологический состав при этом меняется в сторону увеличения содержания бумаги, картона и пластика в общем объёме твердых бытовых отходов.

Ключевые слова: нормы накопления отходов, морфологический состав, твёрдые бытовые отходы, геоэкологические факторы.

Проблема обращения с твёрдыми бытовыми отходами (ТБО) является одной из важнейших в охране окружающей среды (Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»). Отходы производства и потребления регламентируются с июня 1998 года (Федеральный закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления». С целью упорядочения обращения с отходами установлены требования необходимости и порядка разработки генеральных схем очистки территорий населенных пунктов Российской Федерации (МДК 7-01.2003. «Методические рекомендации о порядке разработки генеральных схем очистки территорий населенных пунктов Российской Федерации». СанПиН 42-128-4690-88. «Санитарные правила содержания территорий населенных мест»).

Эта тема наиболее подробно рассмотрена в работах: Данилова-Данильяна В.И., Винниченко В.Н., Виленского М.А., Лифшица А.Б., Мирного А.Н., Сергеевой В.Г., Ушакова Е.П., Шибановой Т.В. и других.

В России 98 % ТБО депонируется на полигонах. В РФ эта проблема завуалирована большим территориальным потенциалом, однако, необходимые для этого городские территории являются достаточно дефицитными [9]. Кроме того, увеличение плеча перевозки в мегаполисах неизбежно увеличивает стоимость транспортировки ТБО, а приближение полигона к городской территории повышает степень экологического риска.

Полигоны загрязняют почву, подземные и поверхностные воды, а также атмосферу, выбрасывая углекислый газ, метан, сероводород, меркаптаны, а при сжигании сажу, золу, диоксины и фураны. Переживаемая ныне экологическая ситуация резко отлична от всего, с чем когда-либо в своей истории сталкивалось человечество. Хотя бы уже потому, что опасные изменения окружающей среды приобрели сегодня глобальный характер [5]. При анализе рассеивания выбросов возможен их расчёт как низких площадных источников вредных веществ. При этом необходим учёт климатических и географических факторов, в частности: средней температуры самого жаркого месяца, коэффициента рельефа местности, параметра характеризующего температурную стратификацию атмосферы, розу ветров. Выбор площадки под строительство полигонов также связан с геоэкологическими факторами в связи оценкой воздействия на окружающую среду (ОВОС).

Обостряют проблему ТБО следующие факторы:

- отсутствие системы раздельного сбора отходов;
- отсутствует должный контроль в сфере обращения с ТБО;
- недостаточное стимулирование и развитие сферы обращения с вторичным сырьем;
- особенности транспортной схемы МО и нестабильность интенсивности движения автотранспортных средств;
- проблемы механизации санитарной очистки города и материальной базы;
- отсутствие мусоросортировочных и мусороперерабатывающих заводов [6].

В МО г. Воронеж эксплуатировавшийся с 1993 года муниципальный полигон МКП «Производственное объединение по обращению с отходами» выведен из эксплуатации и в настоящее время подготавливается к рекультивации. За весь период эксплуатации на нем захоронено свыше 28 млн. $м^3$ отходов. В 2012 году проведены инженерно-экологические изыскания, выполнена топографо-геодезическая съемка объекта размещения, разработан проект рекультивации полигона ТБО. Вышеперечисленные работы и покрытие ложа полигонов изолирующим материалом уменьшило количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на 120 т.

Вместимость нового полигона ООО «Каскад» (50 млн. $м^3$), пущенного в эксплуатацию в 2012 году, позволит принимать максимальное количество отходов городского округа в течение 15-20 лет, в зависимости от применяемой технологии: предварительной сортировки, переработки и захоронения. Эксплуатируемое ложе полигона площадью 10 га и глубиной 42 м расположено в южной части карьера «Средний» в Семилукском районе. В 2012 году на этом полигоне размещено 2,045 млн. $м^3$ отходов.

С целью уменьшения объема размещаемых отходов на полигоне ТБО ООО «Каскад» с февраля 2012 года эксплуатируется установка по измельчению отходов – измельчитель TANA Shpark 220D (производитель Финляндия). Производительность эксплуатируемой машины – измельчителя зависит от материала и скорости подачи отходов. В среднем производительность составляет от 10 до 35 тонн в час. Установка позволяет измельчить отработанные автомобильные покрышки, мебель, бытовую технику. Измельченные отходы (размеры фракций от 150 до 550 мм) в дальнейшем используются в качестве пересыпки захораниваемых ТБО. Степень уплотнения отходов с применением катка-уплотнителя выросла в 8 раз (уплотнение от бульдозера – не более чем в 3 раза).

На втором полигоне города: ООО «Поэтро-Полигон» размещаются не только отходы из Воронежа, но и из населенных пунктов Новоусманского района: с. Новая Усмань, с. Орлово, с. Рогачевка, с. Рождественская Хава и других. Общая вместимость полигона – 0,82 млн. $м^3$ отходов. В год захоранивается около 250-300 тыс. $м^3$. Введение в эксплуатацию сортировки позволит сократить объем ТБО, захораниваемых на полигоне, что будет способствовать улучшению экологической обстановки, решению сырьевых проблем и увеличению срока эксплуатации.

Одной из наиболее важных проблем является подготовка норм накопления ТБО, а так же анализ их количества, состава и свойств.

Норма накопления – это количество отходов, которое образуется на расчетную единицу (человек – для жилищного фонда; 1 $м^2$ торговой площади – для магазинов и складов; 1 место – для гостиницы и т.д.) в единицу времени (год, сутки). Нормы накопления определяют в единицах объема ($м^3$) или масса (кг).

Основными показателями при определении норм являются: масса, объем, средняя плотность и коэффициент суточной неравномерности накопления;

Рост обеспеченности населения бумагой и упаковочными материалами приводит к значительному повышению объема ТБО и снижению общей плотности.

Местные условия, в том числе и климатические, оказывают существенное влияние на величину накопления ТБО. Это вызвано продолжительностью отопительного сезона, периода подметания покрытий, озеленением жилых районов, а также величиной потребления населением продуктов питания.

Действующие в г. Воронеже нормативы образования (накопления) отходов по большинству показателей значительно ниже аналогичных нормативов, действующих в других городах Российской Федерации.

В ряде регионов разработаны нормативы, отражающие специфику различных объектов: например, для торговых объектов учитываются отходы, образующиеся не только в торговом зале (расчет по торговой площади), но и отходы от жизнедеятельности сотрудников, отходы, образующиеся в складских помещениях; для финансово-кредитных учреждений помимо отходов от сотрудников учитываются отходы, образующиеся в операционном зале; на предприятиях общественного питания помимо отходов, рассчитываемых от количества посадочных мест, учитываются отходы от складских помещений и отходы от жизнедеятельности сотрудников.

Также имеет место более детальная градация объектов образования отходов, например: промтоварные магазины, торгующими различными видами продукции, рассматриваются дифференцированно, так как возможна торговля штучными товарами в упаковке производителя (ювелирные товары, аудио-видео продукции и др.) или же в упаковке магазина.

Особое внимание следует уделить крупногабаритным отходам (КГО), поскольку принятые по Воронежу нормы образования КГО незначительно увеличились.

К крупногабаритным отходам относятся отходы, по габаритам, превышающим стандартные контейнеры вместимостью 0,75 м^3. По результатам, проведенным АКХ им. К.Д. Памфилова во многих городах России, известно, что в среднем за год на 1 человека накапливается около 40 кг КГО плотностью 210 кг/м^3, что в пересчете составляет 0,19 м^3/чел в год. Исключение составляет Москва, где КГО накапливается – 0,37 м^3/год, что объясняется более высоким жизненным уровнем по отношению к другим городам. В табл. 1 приведен ориентировочный состав КГО.

Таблица 1

Ориентировочный состав крупногабаритных отходов

Материал	Содержание, % по массе	Составляющие
Дерево	60	Мебель, обрезки деревьев, доски, ящики, фанера.
Бумага, картон	6	Упаковочные материалы
Пластмасса	4	Детские ванночки, тазы, линолеум, пленка
Керамика, стекло	15	Раковины, унитазы, листовое стекло
Металл	10	Холодильники, газовые плиты, стиральные машины, велосипеды, баки, стальные мойки, радиаторы отопления, детали легковых машин, детские коляски
Резина, кожа, изделия из смешанных материалов	5	Шины, чемоданы, диваны, телевизоры.

Ранее расчетные среднегодовые нормы накопления ТБО по жилому сектору, отдельно стоящим объектам общественного назначения, торговых и культурно-бытовых учреждений г. Воронежа, выполненные ЗАО «Прима-М» в 2001 г. являлись значительно заниженными.

Исходя из исследований, проведенных АКХ им. К.Д. Памфилова, можно определить нормы накопления отходов и на перспективу.

Для жилого сектора:

$$N_{пр}=N_{исх}(1+0{,}0265\cdot t), \quad (1)$$

где $N_{пр}$ – прогнозируемая норма накопления отходов; $N_{исх}$ – применяемая (исходная) норма накопления отходов; t – период прогнозирования лет; 0,0265 – коэффициент, учитывающий ежегодный прирост объемов накопления ТБО, т.е. 2,65 %.

Для ТБО от отдельно стоящих объектов общественного назначения, торговых и культурно-бытовых учреждений:

$$M_{пр}=M_{исх}\,(1+0{,}005\cdot t), \quad (2)$$

где $M_{пр}$ – прогнозируемая норма накопления отходов; $M_{исх}$ – применяемая (исходная) норма накопления отходов; t – период прогнозирования лет; 0,005 – коэффициент, учитывающий ежегодный прирост объемов накопления ТБО, т.е. 0,5 %.

Анализ фактически вывезенных в 2010 г. ТБО МО г. Воронеж показывает, что реальные объёмы образования отходов значительно превышают их прогнозные значения, что следует из (1) и (2).

Статистика последних лет по МО г. Воронеж показывает, что в основном за счет увеличения объема упаковки и количества пластмасс прирост норм накопления для жилого сектора по данным 2010 года составляет 5,2 %, а по торговым и культурно-бытовым предприятиям составляет 1 %, что соответствует зависимостям 3 и 4 соответственно.

Для жилого сектора:

$$N_{пр}=N_{исх}\,(1+0{,}0520\cdot t). \quad (3)$$

Для ТБО отдельно стоящих объектов общественного назначения, торговых и культурно-бытовых учреждений:

$$M_{пр}=M_{исх}\,(1+0{,}01\cdot t). \quad (4)$$

На рис. представлены фактические данные объемов ТБО, поступившие на полигоны МО г. Воронеж в период 2000-2015 гг. и представленные и зависимости (1):

$$N_{исх}=N_{исх}+M_{исх}, \quad (5)$$

где $N_{исх}$ – количество отходов от жилого сектора; $M_{исх}$ – количество отходов от отдельно-стоящих объектов общественного назначения (культурно-бытового назначения и предприятий общественного питания).

Данные 2015 года являются прогнозными.

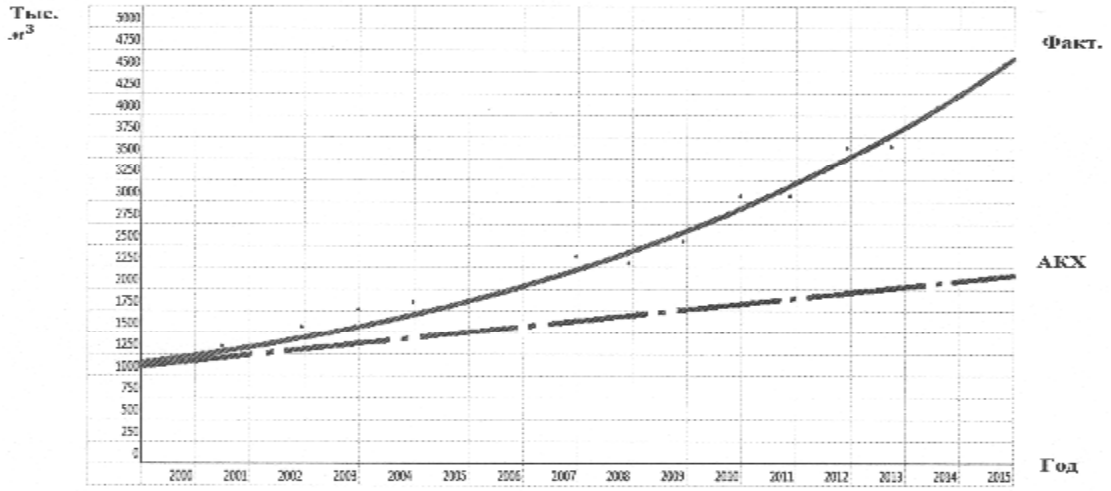


Рис. Накопление отходов в МО г. Воронеж по годам

Анализ фактических объёмов ТБО, поступивших на полигоны превысил и данные полученные по формулам (3), (4) в связи с тем, что процент прироста ТБО увеличивается год от года. Поиск точной аппроксимирующей зависимости привёл к выводу показательной функции вида:

$$N_{пр}=1{,}22e^{0{,}083t}. \quad (6)$$

Таким образом, данная зависимость дает возможность наиболее точной прогнозной оценки объёмов ТБО. Экстраполяция ТБО позволит определить необходимую производительность мусоросортировочных заводов, оценить транспортную нагрузку мусоровозов и оптимальным образом распределить потоки ТБО, направляемые на полигоны.

Также изменился морфологический состав отходов, во всем мире увеличивается количество упаковочных материалов: бумаги, картона, пластмассы. Ранее по данным АКХ им. Памфилова, по исследованиям ООО «Эколайн» и справочным данным по России он соответствовал данным табл. 2.

По данным исследований проведенных в настоящее время количество картона увеличилось до 35-37 %, а количество полимеров до 10 %.

Объёмы накопления отходов и их морфологический состав предполагают расширение инфраструктуры мусоросортировочных и мусороперерабатывающих комплексов, увеличение количества полигонов депонирования отходов в МО г. Воронеж с целью снижения транспортных расходов [7], разработку оптимальной технологии переработки ТБО [8] и экономически-обоснованной системы рециклинга.

Таблица 2

Морфологический состав ТБО для средней климатической зоны, % массы (жилой сектор)

Компонент	Состав		
	По справочнику	По данным ООО «Эколайн» г. Воронежа	По данным АКХ им. Памфилова (для Москвы)
1	2	3	4
Бумага, картон	32-35	22	32,72
Пищевые отходы	32-45	35	37,18
Дерево	1-2	1,5	1,45
Металл черный	3-4	4	7,28** (5)
Металл цветной	0,5-1,5	0,7	2,28
Текстиль	3-5	5,5	4,25
Кости	1-2	1,0	1,5
Стекло	2-3	7	3,77
Кожа, резина	0,5-1	1,5	1,58
Камни, штукатурка	0,5-1	1,5	1,09
Полимерные материалы	3-4	6	4,98
Прочее	1-2	14,3*	-
Отсев (менее 16 мм)	5-7		4,2

Примечание: * – вместе с отсевом, ** – черный и цветной вместе

Минимизация затрат в сфере обращения с ТБО в значительной степени определяется транспортными затратами: сокращением расстояния от мест накопления мусора сортировочных заводов и полигонов. Устойчивость работы инженерного оборудования при этом определяется резервированием [10] и решением комплекса сопутствующих задач [11, 12].

Список библиографических ссылок

1. Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».
2. Федеральный закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».
3. МДК 7-01.2003. «Методические рекомендации о порядке разработки генеральных схем очистки территорий населенных пунктов Российской Федерации».
4. СанПиН 42-128-4690-88. «Санитарные правила содержания территорий населенных мест».
5. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С., Рейф И.Е. Перед главным вызовом цивилмзации. Взгляд из России. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 224 с.
6. Лифшиц А.Б. Место технологии захоронения ТБО в современной практике управления отходами. Ресурсосберегающие технологии: экспресс-информация, 2001, № 6. – С. 24-32.
7. Манохин В.Я. Выбор оптимальных вариантов размещения объектов санитарной очистки и технологий переработки отходов на примере г. Воронежа // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура, 2011, № 4. – С. 150-159.
8. Манохин М.В. Проблемы обращения с твердыми бытовыми отходами в России. К разработке генеральной схемы очистки города Воронежа от твердых бытовых отходов. – Saarbrucken: Lap Lambert Academic Publishing, 2012. – 171 с.
9. Манохин В.Я., Головина Е.И., Манохин М.В. Геоэкологические факторы в обращении с твердыми бытовыми отходами в г. Воронеж // Научный вестник Воронежского государственного технического университета, серия «Высокие технологии. Экология», 2015, – С. 205-211.
10. Сазонова С.А. Транспортное резервирование систем теплоснабжения // Вестник Воронежского государственного технического университета, 2011, т. 7, № 2. – С. 99-101.

11. Сазонова С.А. Разработка метода дистанционного обнаружения утечек в системах газоснабжения // Вестник Воронежского государственного технического университета, 2011, т. 7, № 11. – С. 119-121.
12. Сазонова С.А. Решение задачи статического оценивания систем газоснабжения // Вестник Воронежского государственного технического университета, 2011, т. 7, № 11. – С. 139-141.

Manokhin M.V. – assistant
E-mail: fellfrostqtw@gmail.com
Manokhin V.Ya. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: manohinprof@mail.ru
Sazonova S.A. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru
Golovina E.I. – senior lecturer
E-mail: u00111@vgasu.vrn.ru
Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
The organization address: 394006, Russia, Voronezh, 20-letiya Oktyabrya st., 84

Geo-environmental factors and norms of accumulation of municipal solid waste

Resume

Geo-environmental factors and norms of accumulation of municipal solid waste are considered, tendencies of change of norms of accumulation of municipal solid waste on the basis of the analysis of growth of volumes of accumulation of waste in inhabited sector and free-standing buildings of public appointment are defined. It is established that the increase in expected data of academy of municipal services of K.D. Pamfilov takes place. It is established also that the morphological players thus are changed towards increase in the content of paper, a cardboard and plastic in a total amount of municipal solid waste.

Experience shows that over time, the composition of municipal solid waste varies somewhat, increasing the content of the paper, polymeric materials. With the switch to district heating in major cities of Russia sharply reduced content of municipal solid waste and coal ash.

Volumes of waste accumulation and morphological composition suggested expansion of infrastructure of waste sorting and waste treatment facilities, increasing the number of polygons of the deposit of waste in the municipal Voronezh in order to reduce transportation costs, the development of an optimal technology for processing municipal solid waste and cost-based recycling system.

Keywords: norms of accumulation of waste, morphological structure, municipal solid waste, geo-environmental factors.

Reference list

1. The federal law of January 10, 2002, № 7-FZ «About environmental protection».
2. The federal law of June 24, 1998, № 89-FZ «About production wastes and consumption».
3. MDK 7-01.2003. «Methodical recommendations of an order of development of general schemes of cleaning of territories of settlements of the Russian Federation».
4. SanPiN 42-128-4690-88. «Health regulations of the maintenance of territories of the occupied places».
5. Danilov-Danilyan V. I., Losev K.S., Rafe I.E. Before the main challenge of tsivilizatsii. A view from Russia. – M.: INFRA-M, 2005. – 224 p.
6. Lifshits A.B. The Choice of disposal technology of solid waste in modern waste management practice. Resource-saving technology: Express-information, 2001, vol. 6. – P. 24-32.
7. Manokhin V.Ya. A choice of optimum options of placement of objects of sanitary cleaning and technologies of processing of waste on the example of Voronezh //

Scientific bulletin of the Voronezh state architectural and construction university. Construction and architecture, 2011, № 4. – P. 150-159.
8. Manohin M.V. The problems of solid waste management in Russia. By developing a general purification scheme of Voronezh on solid waste. – Saarbrucken: Lap Lambert Academic Publishing, 2012. – 171 p.
9. Manokhin V.Ya., Golovina E.I., Manohin M.V. Geoecological factors in the management of solid waste in the city of Voronezh // Scientific Herald of the Voronezh state technical University, series «High technologies. Ecology, 2015. – P. 205-211.
10. Sazonova S.A. Transport standby of the heat supply system // The herald of state technical university in Voronezh, 2011, v. 7, № 2. – P. 99-101.
11. Sazonova S.A. Development of the method of the remote finding drain in system of gas supply // The herald of state technical university in Voronezh, 2011, v. 7, № 11. – P. 119-121.
12. Sazonova S.A. Decision of static estimation task for gas supply system // The herald of state technical university in Voronezh, 2011, v. 7, № 11. – P. 139-141.

УДК 338.49
Бахарева О.В. – кандидат экономических наук, доцент
E-mail: OVBakhareva@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Инвестиции в региональный строительный комплекс с привлечением капитала рынка пенсионных услуг

Аннотация

В статье рассмотрены возможности повышения привлекательности инвестиционно-строительных проектов для институциональных инвесторов рынка услуг пенсионного страхования. Предложен экономический механизм снижения неопределенности (рисков) реализации инвестиционно-строительного проекта за счет использования инновационного управления процессом строительства за счет применения технологии информационного моделирования объекта строительства и использования стандартизированных строительных контрактов. Снижение неопределенности и рисков инвестирования в строительную отрасль позволит расширить лимиты по инвестирования пенсионных активов институциональных инвесторов рынка пенсионных услуг и получать прогнозируемые доходы от реализации инвестиционно-строительного проекта на протяжении всего жизненного цикла объекта строительства.

Ключевые слова: региональная экономика, рынок пенсионных услуг, инновационное развитие, ИПС-модель, ИПС-контракт, EPC/M-модель, EPC/M-контракт, EPCS-контракт, PCM-контракт, FIDIC-контракт.

Введение

Сохранение покупательной способности пенсионного капитала клиентов негосударственных пенсионных фондов является приоритетным направлением инвестиционной деятельности российских участников рынка пенсионных услуг. В процессе выбора направлений инвестирования у инвесторов возникает проблема оценки рисков возврата инвестиций в объекты реальной экономики и обеспечения планируемой доходности в процессе реализации инвестиционно-строительных проектов. В силу сложившейся практики большинство экспертов и риск-менеджеров институциональных инвесторов относят инвестиции в строительную отрасль к высоко рискованным инвестициям, с непрозрачными процедурами принятия решений и сложной оценкой промежуточных результатов реализации инвестиционно-строительного проекта.

Недостаточность достоверных данных о реализации инвестиционно-строительного проекта, невозможность оценки обоснованности принимаемых инвестиционных решений, сложность реальной оценки сроков поступлений денежных средств в результате реализации проекта существенно влияют на решения инвестиционных комитетов институциональных инвесторов при определении лимитов в инвестиционном портфеле компании, приходящихся на долю высокорискованных активов строительной отрасли.

Для повышения привлекательности строительной отрасли, привлечения потока средств институциональных инвесторов рынка пенсионных услуг в строительную отрасль, необходимо снизить риски неисполнения (несвоевременного) исполнения инвестиционно-строительного проекта.

Инвестирование активов рынка пенсионных услуг

Российская пенсионная система в 2002 году перешла от распределительной модели обязательного пенсионного страхования к смешанной модели, появился дополнительный накопительный компонент пенсионного страхования, началось формирование нового сегмента пенсионного рынка – рынка накопительной пенсии средств пенсионных накоплений. На пенсионном рынке в обязательном пенсионном страховании, кроме государственного Пенсионного фонда России и его управляющей компании Внешэкономбанка, появились новые частные экономические агенты – негосударственные пенсионные фонды и управляющие компании. Застрахованным лицам в системе обязательного пенсионного страхования впервые было предоставлено право выбора

страховщика по накопительной пенсии (ПФР или НПФ) или частной управляющей компании для инвестирования накопительной пенсии (сохранив при этом в качестве страховщика ПФР). Между государственным пенсионным фондом и частными пенсионными фондами с 2003 года осуществлялись переходы клиентов, с последующей передачей их средств пенсионных накоплений. При сохранении современных пенсионных оснований для назначения пенсий рост рынка пенсионных накоплений продолжится до начала пенсионных выплат в 2022-2027 годах, периода достижения пенсионного возраста поколения, рожденного в 1967 году и позднее, у которого формируется накопительная пенсия.

Инвестирование средств пенсионных накоплений клиентов происходило с 2004 года согласно российскому законодательству, основными направлениями инвестирования на протяжении первых лет развития рынка являлись инструменты фондового рынка, по итогам 2014 года до двух третей средств пенсионных накоплений инвестированы в облигации. Несмотря на соблюдение участниками рынка предусмотренных российским законодательством ограничений, на практике не всем фондам удалось решить задачу защиты от инфляции пенсионного капитала клиентов. Значительное влияние на результаты инвестирования средств пенсионных накоплений оказали финансовые кризисы 2008, 2014 годов и ограниченность предложения инвестиционных инструментов.

По результатам опросов экспертов пенсионного рынка за период 2004-2014 годов пенсионные резервы негосударственных пенсионных фондов в меньшей степени оказались подвержены влиянию негативных факторов. Благодаря разнообразию направлений инвестирования (в состав разрешенных активов входит недвижимость, инвестиционные паи паевых инвестиционных фондов и прочие инвестиционные инструменты), а также наличию защитных инструментов, доходность размещения пенсионных резервов за аналогичный период оказалась выше доходности инвестирования средств пенсионных накоплений.

По нашему мнению повышение эффективности инвестирования на рынке накопительной пенсии возможно за счет расширения состава качественных доступных инвестиционных инструментов, ориентированных на реальный сектор региональной экономики.

Проблема ограниченности инвестиционных инструментов усиливается в связи с перспективами развития и значительного роста пенсионного рынка накопительной пенсии до 2027 года. Так, в первом полугодии 2015 года произошло качественное изменение структуры рынка накопительной пенсии – размер средств у частных пенсионных фондов и управляющих компаний стал сопоставим со средствами государственного Пенсионного фонда России под управлением Внешэкономбанка. По итогам 2013-2014 года ПФР осуществлена передача средств пенсионных накоплений в негосударственные пенсионные фонды, в результате более 47 % средств пенсионных накоплений находились в частных НПФ и УК, а размер средств пенсионных накоплений в ВЭБ составил 53 % рынка (рис.).

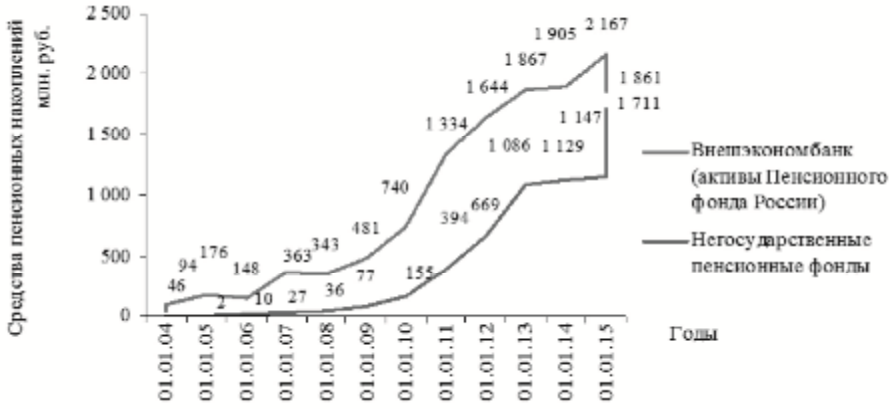


Рис. Формирование средств пенсионных накоплений в Пенсионном фонде России (Внешэкономбанк) и в негосударственных пенсионных фондах в период 2004-1П2015 [1]

Анализ данных Центрального Банка Российской Федерации по итогам первого полугодия 2015 года показывает, что размер рынка (доля средств во Внешэкономбанке, негосударственных пенсионных фондах, частных управляющих компаниях) составляет до 4 трлн. руб. (до 6 % внутреннего валового продукта).

Снижение рисков инвестиций в процессе информационного моделирования объектов в строительной отрасли

Одним из направлений повышения инвестиционной привлекательности строительной отрасли для институциональных инвесторов является внедрение инноваций в строительной отрасли в процессе использования технологий информационного моделирования объектов (зданий, сооружений). Повышение прозрачности строительной отрасли, снижение транзакционных издержек реализации инвестиционно-строительного проекта, предсказуемость результатов и сроков реализации на основе использования информационного моделирования объектов строительства может позволить расширить лимиты портфелей институциональных инвесторов по доле инвестиций пенсионных активов в строительную отрасль.

Существуют сдерживающие факторы правового и административного характера при использовании инновационных технологий в строительной отрасли, не адаптированных к трансформации общественного производства и использованию информационных технологий. Стратегические направления нормативных изменений (национальные стандарты и своды правил, нормативная правовая база для применения европейских норм и правил, унификация в сфере технического регулирования) в строительной отрасли позволят снять ограничения, созданные существующими традиционными нормами регулирования строительства [2, с. 257]. Рост пенсионного рынка обострил проблемы инвестирования: увеличивается спрос участников рынка накопительной пенсии на качественные инвестиционные инструменты, с другой стороны остается неразвитым инструментарий для инвестирования средств пенсионных накоплений, на рынке незначительна доля надежных инвестиционных проектов с гарантией возврата средств, в том числе в строительной отрасли региональной экономики [3, с. 208]. Обостряется проблема оценки рыночных рисков при инвестировании в реальный сектор экономики [4, с. 13-14]. Информационные технологии позволяют эффективно использовать экономический потенциал за счет эффективного использования методов управления на предприятиях и применения механизмов формирования и накопления капитала [5, с. 47]. Инновационный тип поступательной макроэкономической динамики требует трансформации источников перехода к новому типу экономического развития, качественного нового механизма управления национальной экономикой с учетом особенностей процессов глобализации и регионализации [6, с. 30]. В соответствии с распоряжением Правительства РФ сформирована государственная программа «Экономическое развитие и инновационная экономика» [7, с. 167], направленная на снижение административных барьеров ведения предпринимательской деятельности с использованием инновационных технологий информационного общества.

Внедрение практики применения технологий информационного моделирования объектов в области промышленного и гражданского строительства по нашему мнению позволит повысить информационную прозрачность строительной отрасли, создать условия для оперативного управления рисками инвестиций институциональных инвесторов, что позволит сформировать поток инвестиций институциональных инвесторов в строительную отрасль.

Технология информационного моделирования объекта (здания, сооружения) является инновационным комплексным подходом к возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонту здания – управление жизненным циклом объекта [8-10]. Основные стадии жизненного цикла объекта следующие:

- маркетинговые исследования для оценки целесообразности реализации проекта;
- инжиниринг (архитектурно-строительное проектирование и изыскательские работы, согласование проектной документации);
- государственная экспертиза проектной документации и получение разрешения на строительство;

- строительство объекта;
- эксплуатация и техническое обслуживание;
- разрушение объекта при замене на новый объект строительства.

В случае использования технологии информационного моделирования здание и вся информация о нем представляют собой единый динамичный цифровой объект, который состоит из взаимосвязанных данных об архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и прочей информации об объекте и хранится в виде данных в программном комплексе. Внедрение управленческих инноваций в строительной отрасли позволит повысить конкурентоспособность отрасли, качество работ на протяжении всего жизненного цикла объекта, снизить издержки строительства и эксплуатации, исключить риски чрезвычайных ситуаций на объектах.

По нашему мнению развитие рынка информационного моделирования объектов капитального строительства на протяжении всего жизненного цикла объекта также позволит значительно изменить эффективность реализации инвестиционно-строительных проектов в строительстве:

- ускорить возврат инвестиций в проекты;
- снизить инвестиционные риски;
- повысить качество и скорость проектирования;
- сократить сроки строительства и эксплуатационных расходов;
- повысить их привлекательности для институциональных инвесторов.

В международной практике строительство объектов с помощью информационного моделирования объектов капитального строительства на протяжении всего жизненного цикла проекта в большинстве случаев сопровождается использованием стандартизированных строительных контрактов: ИПС-контракт, EPC/M-модель, EPC/M-контракт, EPCS-контракт, PCM-контракт, FIDIC-контракт. Следует отметить успешное использование стандартизированных строительных контрактов в международной и российской практике [9-14]. Контракты для строительных проектов типа ИПС (инжиниринг, прокьюримент, строительство) используются для реализации строительных проектов, которые являются частью другого крупного инвестиционно-коммерческого проекта, и используются для исключения финансовых или производственных рисков невыполнения строительного проекта. За счет увеличения цены контракта типа ИПС подрядчик принимает на себя ответственность учета рисков реализации строительного проекта (неблагоприятных геологических условий, риск недостижения цели проекта в результате новых требований заказчика). Контракты для строительных проектов типа ИПС обеспечивают заказчику возможность прогнозирования окончательной стоимости контракта ИПС, сроков завершения работ, и, следовательно, может применяться в практике инвестирования пенсионных активов институциональными инвесторами. Значимая роль в контроле результатов инвестиционной деятельности предприятий в составе кластера региональной экономики также отводится применению комплекса показателей, которые обеспечивают достижение поставленных целей и способствуют повышению конкурентоспособности региона [15].

Для повышения эффективности привлечения финансовых средств институциональных инвесторов рынка пенсионных услуг в строительную отрасль предлагается использовать следующий экономический механизм снижения неопределенности (рисков) предлагаемого к реализации инвестиционно-строительного проекта:

- использование информационного моделирования объектов капитального строительства на протяжении всего жизненного цикла строительства объекта;
- использование стандартизированных контрактов в процессе строительства объекта – специальных инвестиционных контрактов для строительства объектов на основе одной из моделей строительства (ИПС-контракт, EPC/M-модель, EPC/M-контракт, EPCS-контракт, PCM-контракт, FIDIC-контракт), что позволит инвесторам рынка пенсионных услуг развивать инструментарий по инвестированию пенсионных активов, снизить риски инвестирования, получить прогнозируемые финансовые результаты от реализации проекта, тем самым увеличить поток пенсионного капитала в строительную отрасль.

Предложенный механизм позволяет управлять процессом инвестирования капитала институциональных инвесторов с учетом снижения специфических отраслевых рисков

(риски ликвидности и рыночные риски) в строительство объектов различного назначения, а также получать прогнозируемые доходы в процессе реализации инвестиционно-строительного проекта и обеспечивать исполнение обязательств перед инвесторами.

Заключение

В результате использования предложенного экономического механизма снижения неопределенности (рисков) реализации инвестиционно-строительного проекта пенсионные активы смогут служить источником долгосрочных инвестиционных ресурсов для территориального развития, финансирования инвестиционных проектов длительного цикла с прогнозируемыми поступлениями инвестиционного дохода и устойчивого эколого-экономического развития региональной экономики.

Список библиографических ссылок

1. Центральный банк Российской Федерации. URL: http: //www.cbr.ru/finmarkets/?PrtId=sv_coll_invest (дата обращения: 11.10.2015).
2. Загидуллина Г.М., Романова А.И., Мухаррамова Р.Р. Теоретические предпосылки для создания жилищных стандартов в сфере строительных работ и ремонтных услуг // Известия КГАСУ, 2014, № 2 (28). – С. 251-259.
3. Бахарева О.В. Привлечение активов пенсионных фондов в региональные проекты: инфраструктурные проекты и управление рисками инвестирования // Российское предпринимательство, 2014, № 23 (269). – С. 208-213.
4. Ногин Ю., Фалеева Е. Снижение рисков некачественного управления пенсионными накоплениями: возможности УК и требования НПФ // Рынок ценных бумаг, 2014, № 2. – С. 13-16.
5. Романова А.И., Ильина Е.В., Рахматуллин А.И. Формирование и трансформация капитала на рынке информационных услуг в региональной экономике // Вестник экономики, права и социологии, 2015, № 1. – С. 45-50.
6. Багаутдинова Н.Г., Хадиуллина Г.Н., Харисова Г.М., Нугуманова Л.Ф. Сущность регионального экономического пространства и направления его трансформации // Наука и образование: хозяйство и экономика; предпринимательство; право и управление, 2014, № 6 (49). – С. 25-30.
7. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29.03.2013 № 467-р «Государственная программа Российской Федерации «Экономическое развитие и инновационная экономика»» // [Электронный ресурс]: Доступ из справ.-правовой системы «Гарант аэро» (дата обращения: 20.10.2015).
8. Долгосрочный прогноз развития экономики России на 2007-2030 годы. Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук. URL: www.perspektivy.info (дата обращения: 20.09.2015).
9. Четверик Н.П. Оценка эффективности инноваций на этапе проекта // Наука и безопасность, 2014, № 2 (11). – С. 2-33.
10. Скворцов А.В. BIM для дорожной отрасли: что-то новое или мы этим уже занимаемся? // САПР и ГИС автомобильных дорог, 2014, № 1 (2). – С. 8-11.
11. Баранник С.В., Блинов Д.С. Создание ГИС автомобильной дороги «Обход г. Одинцово» // САПР и ГИС автомобильных дорог, 2014, № 1 (2). – С. 70-73.
12. Смирнов Е.Б. Типовые формы международных и национальных строительных контрактов и их адаптация к условиям России // Транспортное дело России, 2011, № 8. – С. 9-11.
13. Кимфельд Р.В. Проблемы реализации интегральных инжиниринговых проектов на основе EPC/EPCM-контрактирования в России // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия: «Экономика 2014», № 4. – С. 86-93.
14. FIDIC. International Federation of Consulting Engineers, 2015. URL: http: //fidic.org/books/the1999-rainbow-suite-contract-guide-collector-box-centenary-limited-edition (дата обращения: 10.10.2015).
15. Аппалонова Н.А. Влияние территориально-производственных кластеров на уровень конкурентоспособности региональной экономики // Актуальные проблемы экономики и права, 2012, № 1. – С. 57-61.

Bakhareva O.V. – candidate of economic sciences, associate professor
E-mail: OVBakhareva@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Investments in the regional building complex, involving capital of pension services market

Resume

The paper studied the institutional aspects of regional economic development, problems of investment of pension assets of institutional investors, pension services market in the construction sector of the regional economy. Investing pension assets related to the construction of high-risk assets for several reasons. In our opinion, a lack of transparency level of project management throughout the entire life cycle of the facility construction, and the unpredictability of the results of the implementation of the investment project are the main reasons and causes fair cautious institutional investors. To increase the attractiveness of the construction industry offered economic mechanism of simultaneous use in the process of building information modeling technology of construction projects and construction of standardized contracts. As a result of the proposed model may reduce market risks and liquidity risks for institutional investors, increasing the share of private investment in the construction of regional facilities for different purposes for the sustainable development of the regional economy.

Keywords: regional economy, market of pension services, innovative development, EPC/M-model, EPC/M-contract, EPCS-contract, PCM-contract, FIDIC-contract.

References list

1. The Central Bank of the Russian Federation. URL: http: //www.cbr.ru/finmarkets/?PrtId =sv_coll_invest (reference date: 10.11.2015).
2. Zagidullina G.M., Romanova A.I., Muharramova R.R. Theoretical prerequisites for the creation of living standards in the field of construction and repair services // Izvestiya KGASU, 2014, № 2. – P. 251-259.
3. Bakhareva O.V. Involving assets of pension funds in regional projects: infrastructure projects and manage the risks of investing // Rossiiskoe predprinimatelstvo, 2014, № 23 (269). – P. 208-213.
4. Nogin Y., Faleeva E. Reducing risks of poor management of pension funds: the possibility of management companies and private pension funds requirement // Rynok cennyh bumag, 2014, № 2. – P. 13-16.
5. Romanova A.I., Ilyina E. V., Rahmatullin A.I. Formation and transformation of capital in the market of information services in the regional economy // Vestnic economici, prava and sociologii, 2015, № 1. – P. 45-50 .
6. Bagautdinova N.G., Hadiullina G.N., Kharisova G.M., Nugumanova L.F. Essence of regional economic space and the direction of its transformation // Nauka i Obrazovanie: economics; entrepreneurship; law and management, 2014, № 6 (49). – P. 25-30.
7. The Order of the Government of the Russian Federation № 467-p (29.03.2013) State program of the Russian Federation Economic development and innovative economy // [Electronic resource]: Access from sprav.-inf system Garant aero (reference date: 20.10.2015).
8. Long-term forecast for the development of Russia's economy in the years 2007-2030. Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences. URL: www.perspektivy.info (reference date: 20.09.2015).
9. Chetverik N.P. Evaluation of innovation at the stage of the project // Nauka I bezopastnost, 2014, № 2 (11). – P. 2-33.
10. Skvortsov A.V. BIM for the road sector: something new or we doing this for? // CAD and GIS roads, 2014, № 1 (2). – P. 8-11.

11. Barannik S.V., Blinov D.S. GIS road Bypass Odintsovo // CAD and GIS roads, 2014, № 1 (2). – P. 70-73.
12. Smirnov E.B. Typical forms of international and national construction contracts and their adaptation to the conditions of Russia // Transportnoe delo Rossii, 2011, № 8. – P. 9-11.
13. Kimfeld R.V. Problems of realization of integrated engineering projects based on EPC / EPCM-contracting in Russia // Bulletin of Moscow State Technical University of N.E. Bauman. Series: Economics, 2014, № 4. – P. 86-93.
14. FIDIC (International Federation of Consulting Engineers). URL: http://fidic.org/books/the1999-rainbow-suite-contract-guide-collector-box-centenary-limited-edition (reference date: 10.10.2015).
15. Appolonova N.A. Influence of Regional Industrial Clusters on the Competitiveness of the Regional Economy // Aktualnye problemy economiki i prava, 2012, № 1. – P. 57-61.

УДК658.3
Биктемирова Э.И. – кандидат педагогических наук, доцент
E-mail: bikti77@yahoo.com
Иванова Р.М. – кандидат экономических наук, старший преподаватель
E-mail: rufina-nml@yandex.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1
Гатауллин И.И. – аспирант
E-mail: ickanderg@mail.ru
Казанский федеральный университет
Адрес организации: 420008, Россия, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18

Человеческий капитал как фактор внедрения инноваций

Аннотация

Целью данной работы явилось исследование современных зарубежных тенденций в вопросах взаимосвязи человеческого капитала и инновационной активности. Изучены основные тенденции в вопросах развития человеческого капитала как наиболее значимого приоритета программы развития стран ЕС. Показан пример активации творческой составляющей инновационной деятельности при помощи смоделированной деловой игры. Обсуждены результаты игротехнического моделирования.

Ключевые слова: инновация, человеческий капитал, проактивные методы, зарубежный опыт.

В условиях глобального экономического кризиса и ужесточающейся конкуренции все чаще ставится вопрос о достижении корпоративной конкурентоспособности за счет развития научно-исследовательских разработок, инновационной деятельности компании, а так же человеческого капитала. Необходимость наращивания творческой составляющей НИОКР за счет взаимодействия с единой экономической средой, новых и оригинальных идей, порождаемых предыдущим опытом, и новыми бизнес моделями, способными разрушить за месяц то, что создавалось десятилетиями, предоставляет компаниям дополнительные конкурентные преимущества. Все больше зарубежные ученные обращают внимание на то, что основным драйвером роста и производительности в странах с развитой экономической системой становятся нематериальные активы. Ярким доказательством этому стали многочисленные призывы к переосмыслению такого понятия, как творческая индустрия «creative industry», которая наращивает свои позиции на рынке, где инфраструктура информационных технологий требует новых видов связи и скорости передачи информации. В связи с этим, все более актуальным становятся транснациональные компании, и мировой опыт в вопросах содействия инновационному развитию ложится в основу экономически успешного стартапа. Зарубежное представление о том, что предприятие процветает благодаря человеческому капиталу и инновации, которая в свою очередь основывается на принципе творчества признано и в нашей стране.

В современной парадигме человеческий капитал определяется, как основной источник генерирования стоимости предприятия. В первую очередь, это связано с тем, что в конце XX века мировая экономика перешла на следующую ступень развития – информационную экономику. Такая экономика характеризуется преобладающей ролью креативного труда и инновационной продукции с высокой добавленной стоимостью, а это значит, что наибольшую роль начинают играть люди имеющие возможность генерировать новое знание и адаптироваться к быстрым и резким изменениям требований рынка. Совокупность этих способностей и характеризует такое понятие как человеческий капитал [1].

Термин человеческий капитал был впервые предложен Т. Шульцом и К. Беккером в 1980-х гг. [2]. Человеческий капитал определялся как экономическая оценка способностей человека, включающих его врожденные способности, квалификацию, образование, талант, которые способны генерировать доход.

Обычно данный термин рассматривается на 3 основных уровнях:

1. Индивидуальный человеческий капитал – характеризуется способностями и талантом человека, которые генерируют доход для данного индивида и его домашнего хозяйствования.

2. Человеческий капитал фирмы. Данная категория характеризуется суммой индивидуальных человеческих капиталов работников предприятия. Человеческий капитал фирмы имеет несколько основных черт отличающих его от индивидуального капитала. Человеческий капитал фирмы обладает свойствами эмерджентности, это значит, что при взаимодействии индивидуальных знаний и навыков работников образуется организационное знание. Это знание может быть использовано в деятельности фирмы, и быть транслировано работникам не являющимися создателями этого знания. Именно это знание является главным источником создания стоимости на предприятии.

3. Национальный человеческий капитал – это креативные трудовые ресурсы, их материальное обеспечение, накопленные качественные знания, интеллектуальные и высокие технологии, создающие ежегодно долю инновационной и наукоемкой продукции в ВВП, конкурентоспособную на мировых рынках [3]. В современных реалиях именно человеческий капитал является источником создания ВВП и уровня конкурентоспособности страны в целом. Наращивание человеческого капитала на любом уровне требует инвестиций. Согласно К. Макконнеллу и С. Брю можно выделить 3 основных вида инвестиций [4]:

– расходы на образование – включает в себя все расходы, связанные с получением формального образования (среднее, высшее, повышение квалификации, тренинги и т.д.) и самообразования;

– расходы на здравоохранение, складывающиеся из расходов на профилактику заболеваний, медицинское обслуживание и ведения здорового образа жизни;

– расходы на мобильность, благодаря, которым работники мигрируют из мест с относительно низкой производительностью в места с относительно высокой производительностью.

На сегодняшний день наиболее распространенными инвестициями являются инвестиции в образование, это объясняется тем, что именно они повышают интеллектуальный уровень работника, тем самым улучшая его способности и навыки. В последние годы в России большая часть большого и среднего бизнеса признала важность образования как источника создания прибыли предприятия, поэтому мы можем наблюдать существенное увеличение инвестиций в этой сфере.

Исследуя зарубежный опыт в вопросах инвестиций в сферу научно-исследовательской деятельности и образования, нас заинтересовала успешность внедрения программ стимулирования НИОКР в странах ЕС.

Отдельным финансовым инструментом стимулирования на 2015 году стала VIII рамочная программа, по научным исследованиям и инновациям «Горизонт», рассчитанная до 2020 г. В рамках этой крупной за всю историю программы предлагается финансовая поддержка в форме грантов, которые могут покрыть до 75 % проектных расходов малых и средних предприятий. Общий бюджет программы составляет 70,2 млрд. евро, который будет направлен на:

− поддержку выдающихся исследований и их научных групп;

− проведение тренингов и программ по повышению квалификации;

− повышение уровня научных исследований и обеспечения конкурентоспособности европейской науки и технологий за счет доступа к исследовательским инфраструктурам, что в целом должно расширить научно-исследовательскую область;

− достижение лидирующей позиции европейских научных исследований и технологического развития в сфере информационно – коммуникационных технологий, нанотехнологий, новых материалов и космоса;

− поддержку инновационных малых и средних компаний, облегчение доступа к управлению финансовыми рисками;

− поддержку социально значимых областей, таких как здравоохранение, сельское хозяйство, безопасность транспорта, чистая энергетика и биоэкономика.

Такого рода программы поддержки научных исследований не только являются действенным инструментом развития научно-инновационной деятельности отдельных стран, но и в целом влияют на формирование потенциала мирового научного знания. В последние несколько лет Россия активно принимала участие в подобных проектах, что значительно расширило источники финансирования направленные на развитие наших научных сотрудников. Россия вышла в лидеры по участию количества организаций и по объему финансирования. Для сравнения 452 организации приняли участие в программе с 281 проектом, общим объемом финансирования в 54,9 млн. евро. США представляло 369 организаций с объемом финансирования в 36,4 млн. евро (табл. 1). Аналитические данные были взяты из Доклада по мониторингу VII рамочной системы [5]. Можно также отметить, что VIII рамочная программа является косвенным стимулом налаживания международного сотрудничества и выведения Российских научных организаций на мировой уровень, так как одним из критериев по «включению в программу» является совместное сотрудничество наших научных и исследовательских организаций с ведущими мировыми.

Таблица 1

Статистические данные по количеству участвующих в VII рамочном проекте ЕС

Страна	Количество организаций	Количество проектов	Общий объем финансирования
Россия	452	281	54,9
США	369	287	36,4
Индия	254	164	34,6
Китай	269	237	30,1
ЮАР	195	158	27,5
Бразилия	235	166	26,5

На наш взгляд, несмотря на активное участие российских ученых в едином международном научном проекте, слабым звеном остается механизм коммерциализации инновационной активности и игротехнического моделирования. Подобный инструмент был использован нами в учебном процессе подготовки бакалавров в рамках дисциплины «Стратегический менеджмент». Игротехническое моделирование, являясь инновационной методикой подготовки будущих специалистов, способствует развитию творческого потенциала и стимулирует творческое мышление.

Предложенный нами тренинг был проведен с целью выявления скорости принятия решения в заведомо нестандартных ситуациях. Студентам-бакалаврам было предложено разработать новую модель сотового телефона.

Описание методики проведения деловой игры

Обучающиеся делятся на 2 группы. Каждая команда на время тренинга становится отделом по созданию новой продукции (который включает в себя: НИОКР и маркетинговый отдел) двух конкурирующих корпораций.

Цель данного тренинга заключается в получении наибольшей прибыли от продажи инновационного продукта.

Задача каждой группы в кратчайшие сроки представить на рынок наиболее конкурентоспособный продукт.

Существование такого продукта подразумевает создание условных единиц конкурентного преимущества в определенных составных частях продукта: батарее, дисплее, камере, Hardware, software и дизайне продукции. Продукт с наибольшим количеством единиц конкурентного преимущества будет наиболее востребован на рынке, для выхода на рынок команде необходимо минимум 6 единиц конкурентного преимущества. Игра разделена на 2 этапа: 1. Разработка продукции. 2. Реализация продукции на рынке.

I. На стадии разработки каждая команда получила два типа ресурсов: 30 условных денежных единиц (у.е.) и две лаборатории, каждая из которых имеет 12 месяцев на разработку определенных инноваций в узлах телефона. Перед началом игры команды получили таблицы с расценками (табл. 2).

Таблица 2

Результат	Временные затраты (мес.)	Затраты у.е.	Полученное преимущество
существенное улучшение	5	10	дает 2 единицы конкурентного преимущества
незначительное улучшение	3	4	дает 1 единицу конкурентного преимущества
маркетинговое исследование	2	4	дает подсказку на 1 тип разработки, а так же 1 единицу конкурентного преимущества (может примениться лишь 1 раз)
промышленный шпионаж	1	3	позволяет воспользоваться 1 разработкой конкурирующей корпорации
патентование разработки	1	2	если эта разработка украдена – вы получаете 25 % прибыли с каждой единицы реализованной продукции
Рекламная акция	2	5	дает 1 единицу конкурентного преимущества если у вас есть хотя бы 4 единицы конкурентного преимущества

Первый этап был нами условно разделен на три временных периода, каждый из которых моделирует работу лабораторий по четыре месяца в каждом временном отрезке. Это разделение необходимо для того, чтобы в режиме реального времени игроки могли принимать решения, касающиеся патентования и осуществления промышленного шпионажа. Результаты своих решений игроки выстраивают на диаграмме Гантта с параллельными процессами. Пример процесса разработки представлен на рис.

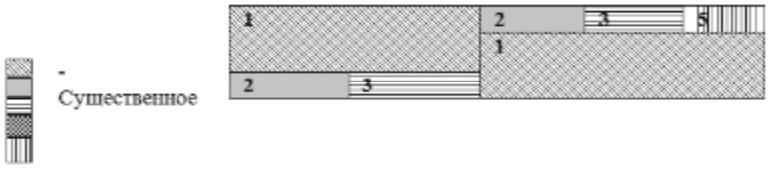


Рис. Пример процесса разработки новой модели телефона

II. Выведение продукта на рынок.

После того как продукт был создан начинается процесс его реализации на рынке. Данный процесс смоделирован с учетом жизненного цикла продукции и разделен на 10 периодов продаж. Каждый такой период имеет свою емкость рынка, за которую идет борьба между двумя корпорациями.

Каждая из команд получает информацию, о том, что покупатели разделяются между двумя корпорациями по формуле:

$$Др\ А = \frac{\text{Кон А}}{\text{Кон А+КонБ}}, \quad (1)$$

где *Др А* – доля рынка корпорации А;

Кон А – количество единиц конкурентного преимущества продукта корпорации А;

Кон Б – количество единиц конкурентного преимущества продукта корпорации А.

Таким образом, прибыль корпорации А за один период высчитывается по формуле:

$$Выр\ А = Др\ А \cdot Емк \cdot Ца, \quad (2)$$

где *Выр А* – выручка корпорации А за период;

Емк – емкость рынка за период;

Ца – цена продукта корпорации А. *Первоначальная цена продукта у обеих корпораций равна 8 единицам.

После каждого цикла корпорации могут выполнить одно из 2 действий, которые позволят им увеличить количество единиц конкурентного преимущества.

1. Стоимость рекламной акции составляет 10 у.е. Каждая новая реклама приносит 2 единицы конкурентного преимущества.

2. Снижение цены на 1 у.е. приносит 3 единицы конкурентного преимущества.

Необходимые расчеты второго этапа игры проводились в программной среде Microsoft Excel.

После 10 периода идет подсчет совокупной прибыли каждой команды-корпорации. Корпорация, набравшая наибольшую прибыль в ходе продаж считается победителем.

Апробируя данную методику, нами было смоделировано четыре типовые стратегии поведения игроков.

1. Патентное пиратство. Данная стратегия строилась на максимально частом использовании промышленного шпионажа. Наиболее часто данная опция использовалась игроками после 6 и 10 раундов – это связано с тем, что в этот период уже могло быть изготовлено одно существенное или два незначительных улучшения, что давало возможность выбора команде – конкуренту какое из изобретений получить. Максимальное использование данной опции одной командой за игру насчитывает четыре раза. Среди плюсов данной стратегии можно отметить экономию времени и у.е. (напомним, что последние используются в ходе реализации продукции), что в конечном итоге привело к большему удельному весу единиц конкурентного преимущества. Наибольшим минусом данной стратегии является большой риск в стратегической перспективе, примером может послужить команда, которая использовала промышленный шпионаж четыре раза, две из четырех разработок были защищены патентом, в результате чего компании пришлось отдать 50 % всей своей выручки конкурентам.

2. Патентные тролли. Данная стратегия является разновидностью патентного пиратства и главным отличием этой стратегии является то, что после использования промышленного шпионажа команда подает запрос на патентование украденной разработки, вследствие чего компания-разработчик должна будет выплачивать 25 % за использование собственной разработки. Данная стратегия является наиболее прибыльной из всех нами выявленных. Однако, эта стратегия характеризуется наивысшей степенью риска, поскольку в смоделированной ситуации, в случае, если команда украла уже запатентованную разработку, она не только обязана будет платить за ее использование штраф в размере 25 %, но и потратит лишние у.е. и время на патентование, которое не принесет результат.

3. Стратегия максимальной защиты. Даная стратегия подразумевает постоянное патентование всех произведенных в ходе разработки улучшений. Данная стратегия является наиболее затратной как с точки зрения времени, так и условных денежных единиц. Следствием чего является наименьший удельный вес единиц конкурентного преимущества. Однако использование данной стратегии, позволяет получить дополнительные у.е. за счет патентов, которые могли быть у нее украдены.

4. Стратегия получения наибольшего количества единиц конкурентного преимущества за счет максимального использования денежных средств. В ходе данной стратегии делается ставка на создание максимально конкурентоспособного продукта, за счет собственных инновационных идей и разработок, что исключает использование промышленного шпионажа и патентования. Очевидным плюсом данной стратегии является минимальный риск, которому подвергается владелец, что достигается за счет отсутствия вероятности выплат за проведенный промышленный шпионаж и высвобождение средств за счет не эффективности патентов (в случае если оппонент пользуется стратегией максимальной защиты или аналогичной стратегией).

В ходе второго этапа связанного с реализацией продукции нами так же было выявлено несколько основных стратегий, которыми пользовались игроки.

1. Стратегия максимального использования рекламы. Суть ее заключается в том, что команда каждый месяц использует рекламу для получения единиц конкурентного преимущества. Данная стратегия является достаточно дорогой, но одновременно сказывается на стабильном приросте доли рынка за счет увеличения единиц конкурентного преимущества.

2. Умеренное использование рекламы. С учетом того, что стоимость рекламы является постоянной величиной, а емкость рынка постепенно уменьшается, то в определенный момент игроки решают, что затраты на рекламу принесут им гораздо меньшую прибыль за счет увеличения доли рынка. Таким образом, команда вкладывают в рекламу лишь в первые 7-8 месяцев.

3. Ценовой демпинг. Стратегия, направленная на резкое увеличение емкости рынка за счет снижение цены на продукт, при этом увеличение доли рынка перекрывает недополученную прибыль как результат снижения цены. Для того чтобы поддерживать и увеличивать долю рынка игроки используют рекламу. Так же возможна разновидность этой стратегии, в которой команда может повторно снизить цены на продукцию во время угасания спроса на рынке (7-8 месяц), тем самым окончательно увеличивая разрыв с конкурентами.

Проведенный нами тренинг наглядно показал необходимость введения подобного игро-технического моделирования в рамках теоретической подготовки бакалавров.

Поскольку студенты, находясь в незнакомой для себя ситуации, чувствовали себя не комфортно и терялись, часто нарушая временные рамки (timing) и лишь 40 % из них самостоятельно принимали стратегически важные решения, тогда как большая часть ориентировалась на потенциальных лидеров-стратегов. Поскольку навык быстрого реагирования приобретается лишь в условиях постоянной необходимости принимать стратегически важные решения, подобное поведение, на наш взгляд, закономерно. Считаем целесообразным ввести подобную практику в рамках отдельно взятых дисциплин. В силу того, что этот инструмент позволяет столкнуться с вполне реальной ситуацией и отработать определенные стратегии на практике.

Список библиографических ссылок

1. Загидуллина Г.М., Клещева О.А. Развитие инновационной инфраструктуры инвестиционно-строительного комплекса // Известия КГАСУ, 2011, № 2 (16). – С. 271-277.
2. Becker, Gary S. Human Capital. – N.Y.: Columbia University Press, 1964.
3. Bershin J., Agarwal D.Global Human Capital Trends, 2015. Deloit University Press, 2015. – 112 p.
4. Макконел К.Р., Брю С.Л. Экономикс: принципы, проблемы и политика, Т. 2. – М.: Республика, 1992. – 400 с.
5. OECD Innovation Strategy. An agenda for policy action-OECD, 2015.
6. Seventh FP7 Monitoring Report / Monitoring repor, 2013. Directorate General for Research and Innovation, 2015. – 174 p.
7. URL: http://vrnbiz.ru/opredeleniya-vidy-tipy-i-struktura-chelovecheskogo-kapitala (дата обращения: 7.10.2015).
8. Phelps R. Key trends in human capital, 2012. A global respective: PWC, 2012.

Biktemirova E.I. – candidate of pedagogic science, associate professor
E-mail: bikti77@yahoo.com
Ivanova R.M. – candidate of economic science, senior lecturer
E-mail: rufina-nml@yandex.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1
Gataullin I.I. – post-graduate student
E-mail: ickanderg@mail.ru
Kazan Federal University
The organization address: 420008, Russia, Kazan, Kremlovskaya st., 18

Human capital as a factor of innovation

Resume

This paper is a more focused approach to the key factors affecting human capital and innovative activity. The linkage between innovative activity and Human Capital has been found within the works of foreign researchers. Key trends and tendencies in the Human Capital management are studied. We have analyzed Human Capital development as one of the main priorities of EU Horizon and FP7 implementation. Despite the active participation of our

scientists in the common international research projects the mechanism of commercialization is still a weak point in our opinion. We believe that game simulation and development becomes an effective tool in the training process. The impact of a creative approach to innovation has been observed as a part of the Bachelors training in KSUAE. The proposed training fosters creativity and stimulates creative thinking. The purpose of the training is to identify the speed of decision making and to stimulate creative thinking in students. The results of proactive modeling are discussed in the article.

Keywords: innovation, Human Capital, innovative activity, foreign policy, proactive modeling, creativity.

Reference list

1. Zagidullina G.M., Klescheva O.A. The innovative infrastructure development of investment and building complex // Izvestiya KGASU, 2011, № 2 (16). – P. 271-277.
2. Becker, Gary S. Human Capital. – N.Y.: Columbia University Press, 1964.
3. Bershin J., Agarwal D. Global Human Capital Trends, 2015. Deloit University Press, 2015. – 112 p.
4. McConnell C.R., Brue S.L. Economics: Principles, Problems and Policies, V. 2. – M.: Republic, 1992. – 400 p.
5. OECD Innovation Strategy. An agenda for policy action – OECD, 2015.
6. Seventh FP7 Monitoring Report / Monitoring repor, 2013. Directorate General for Research and Innovation, 2015. – 174 p.
7. URL: http://vrnbiz.ru/opredeleniya-vidy-tipy-i-struktura-chelovecheskogo-kapitala (reference date: 7.10.2015).
9. Phelps R. Key trends in human capital, 2012. A global respective: PWC, 2012.

УДК 691.33
Иванова Р.М. – кандидат экономических наук, старший преподаватель
E-mail: rufina-nml@yandex.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Совершенствование системы взаимоотношений участников инвестиционного процесса

Аннотация

Проблема совершенствования организационно-экономических отношений участников инвестиционного процесса, несмотря на бесспорную актуальность, относится к числу наименее исследованных.

Организационно-экономические отношения, как известно, менее подвижны и зачастую сдерживают прогресс науки, техники и экономики, поскольку связаны с особыми свойствами инвестиционного процесса, такими как, как длительность создания строительной продукции, территориальная ее закрепленность, мобильность активной части основных фондов и рабочей силы. Кроме того, в инвестиционном цикле участвует большое число организаций различной ведомственной подчиненности, как правило, достигается значительный объем работ и между ними складываются довольно сложные связи.

Ключевые слова: договорные отношения, взаимоотношения участников инвестиционного процесса, управленческие инновации.

Взаимоотношения участников инвестиционного процесса правомерно рассматривать как сложную вероятностную систему.

На это указывают следующие признаки:

– наличие единой цели;

– большое число элементов;

– относительная независимость поведения элементов;

– сложность внутренних взаимоотношений и связей;

– вероятностный характер состояния системы.

Цель функционирования системы – своевременный ввод объектов в эксплуатацию, а ее элементы – это взаимоотношения, складывающиеся между отдельными участниками инвестиционного цикла.

Функционирование системы взаимоотношений между ними в каждый момент времени зависит от большого числа случайных факторов, отсюда вероятностный характер ее состояния.

Исследования позволяют выделить ряд принципов функционирования системы взаимоотношений участников инвестиционного процесса.

1. Принцип целостности.

Его сущность состоит в рассмотрении системы как единства, обладающего общими свойствами и поведением. Общим является существование системы на основе хозяйственных договоров между отдельными участниками инвестиционного процесса. Договор - организационная и правовая основа функционирования системы.

2. Принцип делимости.

Целостная система должна быть рассмотрена, как состоящая из отдельных элементов, которые наряду с общими обладают рядом специфических свойств. Каждая пара контрагентов заключает договор, отличающийся правами и обязанностями сторон, экономическими стимулами и рычагами. Степень влияния согласованной деятельности отдельных пар контрагентов на общее функционирование системы существенно различается. Например, от синхронного взаимодействия заказчика и генподрядчика своевременность ввода объектов зависит на 41 %, генподрядчика и субподрядчика на 13 % [1].

3. Принцип согласования целей.

Его смысл в единстве целей участников инвестиционного процесса: усилия каждого направлены на своевременный ввод объектов в эксплуатацию.

4. Принцип непрерывности развития и гибкости системы.

Поскольку инвестиционный процесс, обеспечивающий непрерывность расширенного воспроизводства и обновления основных фондов – непрерывен, следовательно, также складываются и взаимоотношения между его участниками. Причем они зависят и от природно-климатических особенностей, и от постоянно изменяющихся условий хозяйствования, и от бесконечного разнообразия возводимых объектов. Все это требует изменения взаимоотношений в соответствии с конкретной обстановкой.

5. Принцип координации действий.

Организационной основой функционирования системы является календарный план. Однако взаимоотношения складываются под воздействием большого числа случайностей, требующих координации и своевременного реагирования на изменяющиеся условия.

Систему в единое целое превращают связи. Они лежат в основе кооперирования участников строительства и определяют взаимные обязательства экономических партнеров. Причем как бы ни была велика численность участников, взаимные обязательства всегда существуют между каждыми двумя из них и механизм взаимной ответственности направлен на регулирование обязательств отдельных пар контрагентов.

Исследования показывают, что из числа общесистемных факторов на своевременность ввода объекта влияет объем связей между исполнителями. Они обеспечивают взаимодействие участников инвестиционного процесса. Однако механизм взаимодействия усложнен и его принято определять как двусторонний процесс.

Отсюда следует, что взаимоотношения – это характеристика такого двустороннего процесса, а тенденции развития выделяются как статистические результаты [6].

Рассматривая процесс заключения договоров, их содержание, контроль за выполнением обязательств можно выявить множество противоречий, связанных с несоответствием обязанностей отдельных исполнителей и объективной возможностью их выполнения.

Как известно, ответственность за своевременный ввод объектов в эксплуатацию до настоящего времени возложена на генподрядчика. Думается было бы правомерным наделить его и значительными правами в координации деятельности других участников строительства.

В возведении объекта участвуют заказчики, поставщики оборудования, материалов, деталей и конструкций, специализированные строительные организации, управления механизации, производственно-технической комплектации и материально-технического снабжения, проектировщики. Взаимоотношения между ними требуют регулирования.

Для этого нужна совершенная правовая основа. Однако в современных договорах еще имеется множество недостатков. Вот только некоторые противоречия договорных отношений между генподрядчиком и заказчиком.

Практика показывает, что заказчик является наиболее важным партнером генподрядчика. От него зависит своевременное открытие финансирования, обеспечение проектно-сметной документацией, оборудованием, оплата счетов, подготовка площадки строительства. Однако из-за различий в ведомственной подчиненности и в системе оценки деятельности организаций заказчика и генподрядчика, воздействовать на заказчика последним порой практически не представляется возможным (рис.).

Следует подчеркнуть, что в прошлом, при так называемых административно-командных методах руководства, были утеряны важнейшие принципы экономической и правовой дисциплины, что повлекло за собой формальное отношение к процессу подготовки и заключения договоров подряда. Об этом свидетельствует и то, что юристы не принимали участие в подготовке договора, оплата их труда никак не была связана с результатами деятельности организации. Соблюдение договорной дисциплины до сих пор не является основной составляющей экономического механизма, под которым понимается совокупность научно-регламентируемых, экономических, правовых и организационных отношений, всех участников производственного процесса.

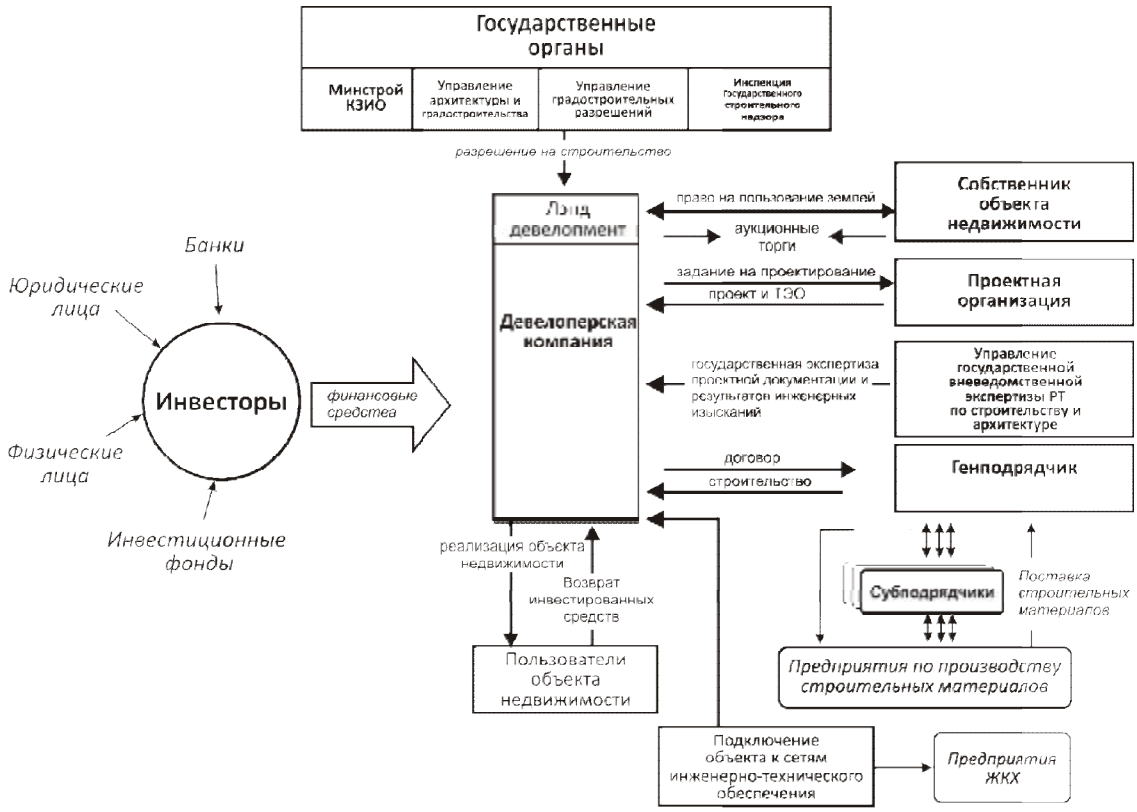


Рис. 1. Схема взаимодействия участников инвестиционно-строительного проекта [4]

Как справедливо указывают экономисты, многие характеристики инвестиционного процесса измеряются недостоверно, а иногда и совсем не измеряются [3].

Пути укрепления договорной дисциплины видятся в следующем:

– четкая регламентация прав и обязанностей в нормативных документах;

– повышение роли и усиление ответственности юридической службы участников строительства в процессе подготовки, заключения договоров и контроль за их исполнением;

– создание условий для грамотного оформления нарушений договорных обязательств;

– учет реальных потерь в результате срывов договорных условий

В связи с этим хотелось бы отметить, что договорные отношения в мировой практике имеют жесткий и научно обоснованный характер, среди которых различают пять типов контрактов, наиболее часто используемых в настоящее время [2].

Первый тип – это соглашение на выполнение проекта по строительству объекта или комплекса по фиксированной сумме, независимо от фактической его стоимости. В процессе выполнения подрядчик стремится не выйти за пределы запланированной стоимости, чтобы не остаться без ожидаемой прибыли. Этот тип контракта характеризуется значительной степенью риска для подрядчика, который должен предусмотреть во время заключения все возможные трудности.

Второй тип – это соглашение на выполнение проекта в рамках запланированной сметной стоимости, с учетом текущих цен. Подрядчик получает фиксированную сумму гонорара или заранее обусловленный процент от сметной стоимости проекта. Этот тип контракта не гарантирует достижения заранее намеченной стоимости проекта и рискован для заказчика.

Третий тип – это контракт, в котором формы взаимоотношений заказчика и подрядчика сохраняются почти такими же, как и в предыдущем случае, однако подрядчик гарантирует, что согласованная с ним максимальная стоимость проекта не будет превышена. Если же подрядчик превысит эту сумму, издержки ложатся на его плечи.

Четвертый тип – заказчик заключает соглашение с одним генеральным подрядчиком, который обеспечивает руководство проектированием и собственно строительством. Для выполнения отдельных работ привлекает специализированные фирмы, взаимоотношения с которыми он поддерживает на основе отдельных контрактов. Успех зависит от возможностей и опыта генподрядчика.

Пятый тип – это контракт по выполнению услуг в области организации и управления строительством, с созданием специальной группы в составе представителей заказчика и архитектора, которая совместно решает многие вопросы, касающиеся стоимости проекта в целом и отдельных его этапов, разработки всевозможных инструктивных материалов. Такая форма обеспечивает значительную экономию времени в процессе принятия управленческих решений, однако не гарантируется заранее обусловленная стоимость проекта.

Подобный детальный подход к системе договорных отношений имеет целью снизить сроки строительства при оптимальной стоимости. Сохраняющаяся сегодня структура управления строительством не стимулирует серьезного подхода к организации договорных отношений. Представляется, что опыт зарубежных стран можно было бы использовать в практике взаимоотношений участников инвестиционного процесса [8].

Например, ни для кого не секрет, что такие гигантские комплексы, как КАМАЗ, «Нижнекамскнефтехим», газо- и нефтепроводы в процессе строительства намного превысили проектную стоимость, а уровень организации был явно низок. В качестве этого можно назвать большое число участников, имеющих различную ведомственную подчиненность, и, следовательно, значительный объем связей, требующих регулирующего воздействия. Сроки также не позволяли учесть большей части трудностей, возникающих в процессе строительства. В связи с этим нам представляется целесообразным при возведении крупных комплексов принимать за основу пятый тип контрактных отношений, то есть, не называя окончательной суммы, обеспечить условия для координированной деятельности и поиска оптимальных управленческих решений.

Рассмотрим случай, когда в регионе имеется крупная генподрядная организация, имеющая в своем распоряжении заводы по производству стройматериалов, парк автотранспорта и подъемных механизмов. Такая организация, как правило, выполняет весь объем подрядных работ в регионе и имеет возможность маневрирования ресурсами. Предлагая в данном случае первый тип контракта, подрядчик получит вариантность в выборе решений.

Если же заказчиком выступит крупное промышленное предприятие, обладающее большими возможностями в капитальном строительстве, предпочтительнее оказывается второй тип контракта.

В жилищном строительстве, по нашему мнению эффективнее мог бы быть четвертый тип контракта, свидетельством тому опыт проектно-строительных организаций.

С нашей точки зрения управление процессом инновационного развития строительного производства основывается на согласовании взаимодействия участников инвестиционного процесса.

Целесообразно рассматривать управление взаимоотношениями участников инвестиционного процесса в трех аспектах [5]:

– экономическом;

– организационном;

– правовом.

Экономический аспект состоит в создании мотивационного механизма, побуждающего участников к жесткому соблюдению договорных условий. Составляющими такого механизма являются: совершенствование финансово-кредитного механизма, ценообразования, нормирования, совершенствование внутрипроизводственных отношений, оценочных показателей; системы экономического стимулирования и наконец, совершенствование форм организации инвестиционного процесса [7].

Организационный аспект включает в себя совершенствование системы договорных отношений, как инструмента управления процессом интенсификации, а также научное обоснование договорных условий. Оно заключается в обосновании выбора экономических партнеров, в совершенствовании порядка согласования и заключения договоров на основе пообъектных графиков взаимодействия участников строительства.

Важен также учет вероятностного характера строительного производства с целью повышения уровня надежности системы взаимоотношений участников инвестиционного процесса.

Правовой аспект состоит в создании эффективной системы имущественной ответственности. Для этого необходимо совершенствование методов определения экономических потерь.

Таким образом, еще раз подчеркнем, что сложность строительной отрасли, связанная с особенностями продукции, с большим числом участников выдвигает на первый план проблему организации согласования их совместной деятельности;

В условиях современного организационного управления строительством недостаточное внимание уделяется системе договорных отношений, несоблюдение которых ведет как к локальным, так и к макроэкономическим потерям, ограничивает возможности прогнозирования результатов производства, и управления процессом инновационного развития, сдерживает внедрение результатов инноваций в повседневную практику. Совершенствование взаимоотношений участников инвестиционного процесса является значительным резервом повышения уровня интенсификации, а научно обоснованные договорные обязательства и жесткая договорная дисциплина – условием четкой организации управления процессом внедрения инноваций.

Список библиографических ссылок

1. Загидуллина Г.М., Замалиев Э.Ф. Особенности программы социальной ипотеки Республики Татарстан // Известия КГАСУ, 2010, № 2 (14). – С. 333-338.
2. Загидуллина Г.М., Клещева О.А. Развитие инновационной инфраструктуры инвестиционно-строительного комплекса // Известия КГАСУ, 2011, № 2 (16). – С. 41-56.
3. Иванова Р.М., Никитин Д.С. Проблемы формирования и перспективы развития рынка доступного жилья в Республике Татарстан // Проблемы современной экономики. Евразийский международный научно-аналитический журнал, 2008, № 3 (27). – С. 563-565.
4. Сиразетдинов Р.М. Инновационная стратегия развития инвестиционно-строительного комплекса: теория и методология. – Казань: КГАСУ, 2011.
5. Сиразетдинов Р.М. Моделирование инновационного развития инвестиционно-строительного комплекса (на примере Республики Татарстан) // Известия КГАСУ, 2011, № 3 (17). – С. 219-228.
6. Сиразетдинов Р.М. Модель управления платежеспособным спросом населения на региональном рынке жилья // Известия КГАСУ, 2012, № 4 (22). – С. 465-469.
7. Воронин А.В. Стратегическое управление развитием инвестиционно-строительного комплекса региона // Региональная экономика: теория и практика, 2008, № 16. – С. 65-67.
8. Перспективы развития инвестиционно-строительного комплекса Республики Татарстан / Под.ред. И.Э. Файзуллина. – Казань: Центр инновационных технологий, 2008. – 376 с.

Ivanova R.M. – candidate of economic sciences, senior lecturer
E-mail: rufina-nml@yandex.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Improving the system of relations the participants of the investment process

Resume

It is correct to consider relationship of participants of investment process as difficult probabilistic system. The purpose of functioning of system – timely input of objects in operation, and its elements are the relationship developing between certain participants of an investment cycle.

Functioning of system of relationship between them in each timepoint depends on a lot of quantity of random factors, therefore follows probabilistic character of its.

Relationship between participants of investment process demands regulation. It is necessary the perfect legal basis for this purpose.

Ways of strengthening of contractual discipline consists in an accurate regulation of the rights and duties in normative documents, in increase of a role and strengthening of responsibility of legal service of participants of construction in the course of preparation, the conclusion of contracts and control of their execution, in creation of conditions for competent registration of violations of contractual obligations, and also in the accounting of real losses as a result of failures of contractual conditions.

Keywords: contractual relations, relations between the participants of the investment process, management innovation.

Reference list

1. Zagidullina G.M., Zamaliev E.F. Features of the social mortgage Tatarstan // Izvestiya KGASU, 2010, № 2 (14). – P. 333-338.
2. Zagidullina G.M., Kleshcheva O.A. Development of innovation infrastructure investment and construction of the complex. Izvestiya KGASU, 2011, № 2 (16). – P. 41-56.
3. Ivanova R.M., Nikitin D.S. Problems of formation and development prospects of affordable housing in the Republic of Tatarstan // Problems of the modern economy. Eurasian international scientific and analytical zhurnal, 2008, № 3 (27). – P. 563-565.
4. Sirazetdinov R.M. Innovative strategy of development of investment-construction complex: theory and methodology. – Kazan: KGASU, 2011.
5. Sirazetdinov R.M. Modeling the innovative development of investment and construction complex (on the example Republic of Tatarstan) // Izvestiya KGASU, 2011, № 3 (17). – P. 219-228.
6. Sirazetdinov R.M. The Model of management of solvent demand of the population on the regional housing market // Izvestiya KGASU, 2012, № 4 (22). – P. 465-469.
7. Voronin A.V. Strategic management of development of investment and construction complex of the region // Regional economy: theory and practice, 2008, № 16. – P. 65-67.
8. Prospects of development of investment and construction complex of the Republic of Tatarstan /ed. by I.E. Faizullin. – Kazan: Center for innovative technology, 2008. – 376 p.

УДК 338.24
Кудрявцева С.С. – кандидат экономических наук, доцент
E-mail: sveta516@yandex.ru
Шинкевич А.И. – доктор экономических наук, профессор
E-mail: dlogscm@kstu.ru
Гарипова Г.Р. – кандидат экономических наук, доцент
E-mail: hgulnara@mail.ru
Казанский национальный исследовательский технологический университет
Адрес организации: 420100, Россия, г. Казань, ул. Толстого, д. 8

К вопросу об оценке национальных инновационных систем

Аннотация

Целью работы являлся анализ и сравнительная характеристика национальных инновационных систем по индексу глобальной конкурентоспособности и глобальному индексу инноваций. Также авторами дана сравнительная оценка уровня инновационного развития стран Евросоюза и России с применением методики Европейское инновационное табло.

Исследование проводилось с использованием экономико-математических методов – корреляционный, кластерный и факторный анализ.

Предложен метод матричного позиционирования национальных инновационных систем на основе интегральных индексов затрат и результатов инновационной деятельности: 1 квадрант – высокие значения затрат на инновации соответствуют высоким результатам инновационной деятельности; 2 квадрант – с высокими затратами на инновации и низкими результатами; 3 квадрант – с низкими затратами и результатами инновационной деятельности; 4 квадрант – интегральные индексы затрат и результатов инновационной деятельности соответствуют медианным значениям или с незначительным превышением интегрального индекса результатов.

Ключевые слова: национальная инновационная система, индекс глобальной конкурентоспособности, глобальный индекс инноваций, Европейское инновационное табло, инновационная экономика, интеллектуальный капитал, матрица позиционирования, экономический рост.

Основным направлением реализации и поддержки инновационной деятельности в экономике знаний становится формирование национальной инновационной системы, которая должна осуществлять инновационное развитие посредством наращивания интеллектуальных ресурсов и инновационных компетенций, создания инновационной инфраструктуры и их последующего использования в производстве инновационных благ.

Вопросами изучения национальных инновационных систем занимались многие отечественные и зарубежные ученые: Ф. Лист, Р. Нельсон, Б-А. Лундвалл, К. Фримен, П. Паттел, К. Павитт, С. Меткалф, С. Глазьев, Н. Маренков, Н. Бекетов и др.

Например, К. Фримен особое внимание уделял институциональному контексту инновационной деятельности, отмечая, что национальная инновационная система – это совокупность институтов в различных секторах, деятельность и взаимодействие которых стимулируют разработку, трансфер и диффузию новых технологий».

Согласно точке зрения Б.-А.Лундвалла «национальная инновационная система образуется элементами и отношениями в рамках границ государства, которые обеспечивают взаимодействие в создании, диффузии и применении нового и созидательного знания» [1].

Пател и Павитт определяют национальную инновационную систему как «систему стимулов и компетенций национальных институтов, на основе которых определяются основные траектории технологического обучения в той или иной стране» [2].

Институциональный подход к определению национальной инновационной системы прослеживается у С. Меткалфа – «это совокупность институтов, которые вносят вклад в создание и использование новых технологий и создающие условные границы, в которых

органы государственной власти осуществляют национальную научно-техническую и инновационную политику» [3].

В определении российского исследователя Н. Маренкова национальная инновационная система представляется как «устойчивая система, которая эффективно трансформирует как собственные, так и заимствованные новые знания в новые технологии, товары и услуги, которые являются востребованными рынком».

В определении Н. Бекетова, «национальная инновационная система – это форма использования в производственно-хозяйственной деятельности общественных ресурсов, совокупность взаимосвязанных звеньев производственных процессов, а также внепроизводственных отношений, генерирующих инновационную деятельность и, таким образом, определяющих ее эффективность».

Б. Кузык указывает на единство иерархической, функциональной и обеспечивающей структуры в составе национальной инновационной системы (рис. 1).

Рис. 1. Структура НИС

Международные сопоставления национальных инновационных систем по совокупному уровню инновационной активности организаций показали, что в России данный показатель ниже уровня Германии в 6,6 раза, Швеции – в 5,5 раза, Японии – в 4,8 раза (рис. 2) [4].

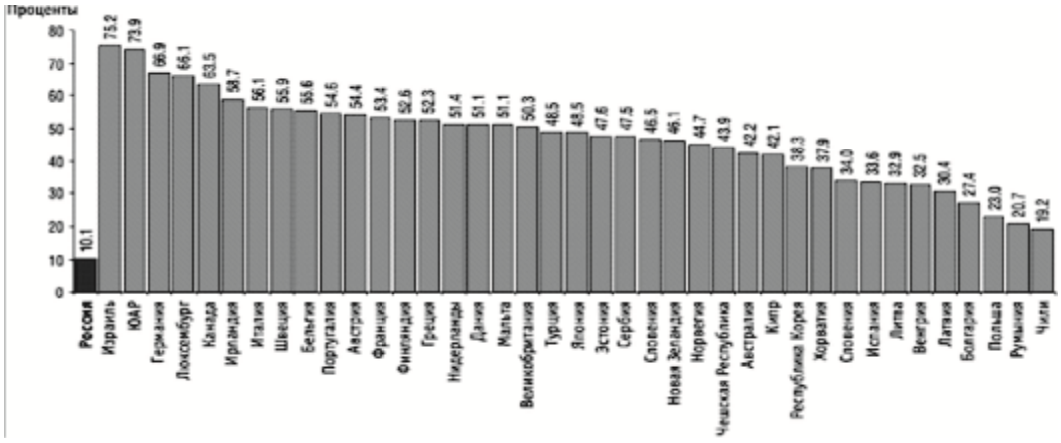


Рис. 2. Совокупный уровень инновационной активности организаций (2013 г.)

Интенсивность затрат на технологические инновации (удельный вес затрат на технологические инновации в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг) по итогам 2013 г. составила 2,9, увеличившись, по сравнению с 2011 г., на 0,7 процентных пункта. По интенсивности затрат на технологические инновации Россия опережает Германию (2,12 %), Бельгию (1,9 %), Австрию (1,74 %) (рис. 3) [4].

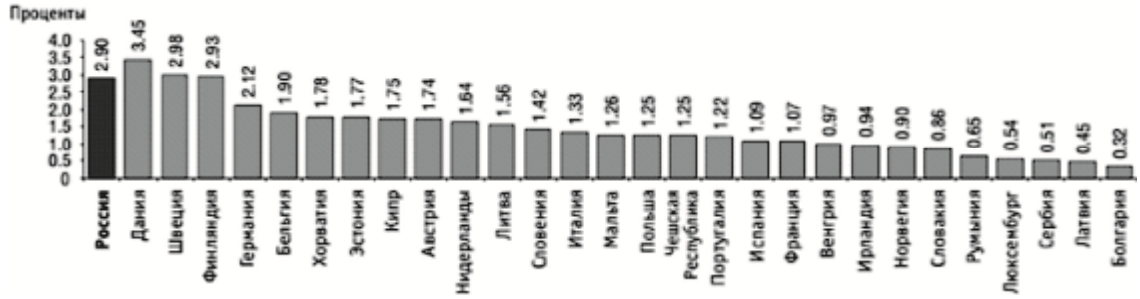


Рис. 3. Интенсивность затрат на технологические инновации (2013 г.)

Доля российских организаций, получивших финансирование из средств бюджета на осуществление технологических инноваций, по итогам 2013 г. составила 22,9 % (в 2011 г. – 20,6 %), что соответствует уровню Германии – 23,7 %, Польши – 23,2 %, Италии – 22 % (рис. 4) [4].

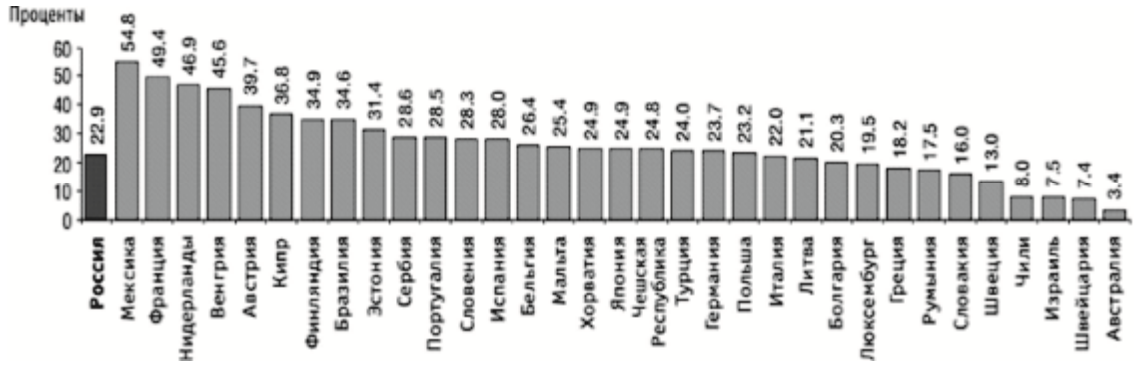


Рис. 4. Удельный вес организаций, получивших финансирование из средств бюджета, в общем числе организаций, осуществляющих технологические инновации (2013 г.)

Однако для экономической науки для оценки национальных инновационных систем наибольший интерес представляют не отдельные показатели инновационной деятельности, а интегральные переменные.

В настоящее время в мировом сообществе для оценки инновационной деятельности хозяйствующих субъектов используется множество индикаторов. Рассмотрим наиболее распространенные из них – индекс глобальной конкурентоспособности, глобальный индекс инноваций, Европейское инновационное табло.

Индекс глобальной конкурентоспособности рассчитывается на основе 113 показателей, отражающих конкурентоспособность национальных экономик. 70 % переменных, входящих в Индекс, представляют собой качественные данные, полученные исходя из результатов глобального опроса топ-менеджмента компаний различных секторов экономики, а 30 % – это количественные показатели, сформированные на основе официальной статистической отчетности и результатов исследований, проводимых международными институтами. Переменные агрегированы в 12 интегрированных показателей, характеризующих конкурентоспособность национальных экономик. Среди них:

– качество институтов;

– инфраструктура;

– макроэкономическая стабильность;

– здоровье и начальное образование;
– высшее образование и профессиональная подготовка;
– эффективность рынка товаров и услуг;
– эффективность рынка труда;
– развитость финансового рынка;
– уровень технологического развития;
– размер внутреннего рынка;
– конкурентоспособность компаний;
– инновационный потенциал.

При составлении Индекса на основе экспертных оценок учитывается, что экономическое развитие государств характеризуется неоднородностью, что во многом определяется институциональными условиями и другими факторами.

По итогам 2014 г. лидирующие позиции по индексу глобальной конкурентоспособности занимают Швейцария (5,7), Сингапур (5,6) и США (5,54). Россия расположилась на 53 месте со значением Индекса 4,4, что аналогично значению показателя Италии, Казахстана, Коста Рики, Филиппин, Болгарии и Южной Африки. При этом за последний год позиции России в рейтинге укрепились – с 67 места в 2012 г., 64 места – в 2013 г. до 53 места – в 2014 г. Всего в рейтинге участвовали 144 страны (табл. 1) [5].

Таблица 1

Рейтинг стран мира по индексу глобальной конкурентоспособности

Рейтинг	Страна	Значение индекса
1	Швейцария	5,7
2	Сингапур	5,6
3	США	5,5
4	Финляндия	5,5
5	Германия	5,5
6	Япония	5,5
7	Гонконг	5,5
8	Нидерланды	5,5
9	Великобритания	5,4
10	Швеция	5,4
51	Коста Рика	4,4
52	Филиппины	4,4
53	Россия	4,4
54	Болгария	4,4
59	Румыния	4,3
71	Индия	4,2
77	Хорватия	4,1
144	Гвинея	2,8

Глобальный индекс инноваций составляется Международной бизнес-школой INSEAD совместно со Всемирной организацией интеллектуальной собственности на основе 80 показателей, характеризующих уровень инновационной активности в национальных экономиках. При расчете Индекса особое внимание уделяется наличию инновационного потенциала и институциональных условий для его реализации, способствующих трансформации ресурсов в капитал. Индекс рассчитывается как взвешенная сумма оценок двух групп показателей:

– имеющиеся ресурсы и институциональные условия для осуществления инновационной деятельности (Innovation Input);

– полученные результаты инновационной деятельности (Innovation Output).

Таким образом, Индекс позволяет оценить соотношение затрат и результатов, показывающих эффективность мер по активизации инновационной деятельности в национальных экономиках.

В 2014 г. расчет Индекса проводился на основе данных по 143 странам.

По индексу инноваций тройку стран-лидеров составили (табл. 2): Швейцария (64,8), Великобритания (62,4) и Швеция (62,3). Россия в общем рейтинге заняла 49 место (39,1) между Таиландом (48 место, 39,3) и Грецией (50 место, 38,9), поднявшись по сравнению с 2013 г. на 13 позиций. Среди стран БРИКС Россия занимает второе место после Китая (29 место, при этом рейтинг Китая теперь сопоставим с рейтингом многих стран с высоким уровнем дохода), обгоняя Южную Африку (57), Бразилию (61) и Индию (76) [6].

Таблица 2

Рейтинг стран по глобальному индексу инноваций

Рейтинг	Страна	Значение индекса
1	Швейцария	64,8
2	Великобритания	62,4
3	Швеция	62,3
4	Финляндия	60,7
5	Нидерланды	60,6
6	США	60,1
7	Сингапур	59,2
8	Дания	57,5
9	Люксембург	56,9
10	Гонконг	56,8
29	Китай	46,6
47	Катар	40,3
48	Таиланд	39,3
49	Россия	39,1
50	Греция	38,9
54	Турция	38,2
128	Узбекистан	25,2
143	Судан	12,7

Согласно докладу, преимущества России по глобальному индексу инноваций детерминировались качеством человеческого капитала (30 место), развитием бизнеса, знаний и технологий (43 и 34, соответственно). Показатели инфраструктуры остаются на среднем уровне (51 место). Мешают активизации инновационной деятельности несовершенные институты (88 место), низкие показатели результатов творческой деятельности (72) и развития внутреннего рынка (111).

На сегодняшний день Евросоюз оценивает уровень инновационного развития национальных экономик по методике Европейского инновационного табло (European Innovation Scoreboard – EIS), согласно которой показатели группируются по трем блокам:

– блок «Инновационный потенциал» характеризует «драйверы» инновационного развития и включает три подблока – «Человеческие ресурсы», «Открытые исследовательские системы» и «Финансирование и поддержка государства», состоящий из 8 показателей;

– блок «Деятельность фирм» включает три подблока («Инвестиции фирм», «Сотрудничество и предпринимательство», «Интеллектуальные активы»), охватывающих 9 показателей;

– блок «Выпуск (результаты)» отражает результаты инновационной деятельности хозяйствующих субъектов и объединяет 8 показателей в два подблока: «Инноваторы» (количество организаций, использующих технологические, маркетинговые и организационные инновации) и «Экономические эффекты» (уровень занятости в инновационном секторе, экспорт и продажи инновационных товаров и услуг) [7].

Оценить эффективность инноваций по соотношению затрат и результатов инновационной деятельности представляется целесообразным посредством использования матрицы позиционирования национальных экономик (на примере стран Евросоюза и России) по принципу «затраты – результаты». Российская экономика может быть описана по всем показателям методики Европейского инновационного табло на основе официальных статистических данных. При этом к интегральному индексу затрат

на инновационную деятельность будем относить показатели блоков «Инновационный потенциал» и «Деятельность фирм», а к интегральному индексу результатов инновационной деятельности – показатели блока «Выпуск (результаты)».

Для преобразования показателей затрат и результатов инновационной деятельности в единые интегральные значения предлагается использовать регрессионную модель, где в качестве экзогенной переменной будет выступать индекс физического объема ВВП страны, а эндогенными переменными – показатели по блокам «затраты» и «результаты», соответственно.

При моделировании зависимости индекса физического объема ВВП страны от затрат и результатов инновационной деятельности, с начала были рассчитаны частные коэффициенты корреляции и уровень их значимости по блокам: «Человеческие ресурсы», «Открытые исследовательские системы», «Финансирование и поддержка государства», «Инвестиции фирм», «Сотрудничество и предпринимательство», «Интеллектуальные активы», «Инноваторы», «Экономические эффекты». Результаты корреляционного анализа позволили установить, что в блоке «Инноваторы» наблюдается высокая прямая зависимость между показателями «организации, осуществляющие технологические инновации – организации, осуществляющие организационные и маркетинговые инновации» – статистически значимый коэффициент парной корреляции составил 0,8. Во избежание эффекта мультиколлинеарности из модели был исключен показатель «организации, осуществляющие организационные и маркетинговые инновации», который менее связан с экзогенной переменной (коэффициент парной корреляции с индексом физического объема ВВП составил 0,11).

Далее на основе регрессионной модели были рассчитаны значения весов индикаторов по блокам «затраты» и «результаты» инновационной деятельности [8,9,10], которые легли в основу матрицы позиционирования национальных экономик. Имея интегральные оценки затрат и результатов инновационной деятельности в национальных экономических системах, построим матрицу позиционирования стран, на которой интегральный индекс по затратам и интегральный индекс по результатам инновационной деятельности расположены, соответственно, на осях абсцисс и ординат. Медианы рядов распределения интегральных оценок затрат и результатов инновационной деятельности делят матрицу позиционирования на четыре квадранта (рис. 5).

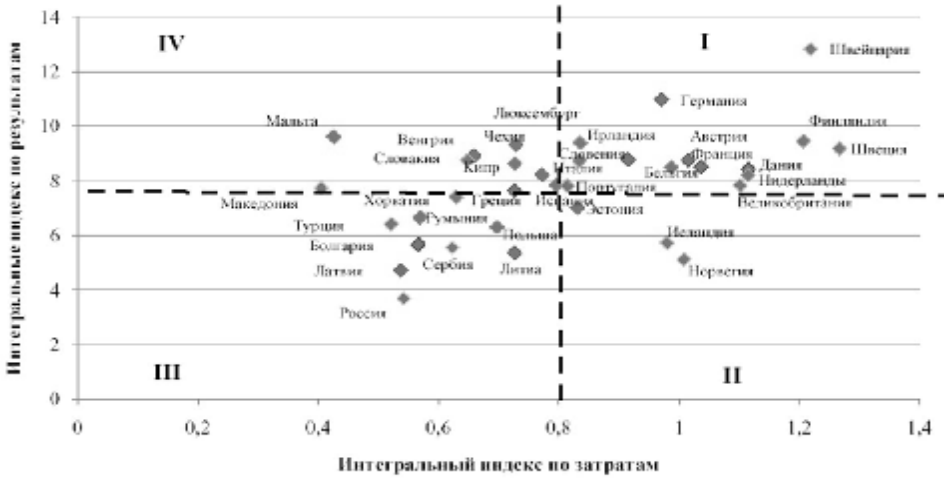


Рис. 5. Матрица позиционирования национальных инновационных систем

В первый квадрант вошли государства, в которых затраты и результаты инновационной деятельности характеризуются высокими показателями, превышающими медианные значения (Германия, Австрия, Швеция, Швейцария и другие). Характерной особенностью данных стран является соответствие финансовых, информационных, интеллектуальных, материальных ресурсов и созданных инновационных товаров, технологий, услуг.

Второй квадрант представлен странами, в которых превалируют высокие затраты на инновационную деятельность, однако получаемые результаты в виде инновационных благ меньше среднего значения по Евросоюзу (Норвегия, Эстония, Исландия). Для инновационных систем данных государств характерно накопление инновационных ресурсов без последующей их трансформации в инновационный капитал. Наблюдается несоответствие между уровнем развития научно-образовательного и финансового секторов экономики с уровнем инновационной активности в промышленности и сфере услуг. Государственная научно-техническая и инновационная политика данных стран нацелена на поддержку наукоемких, высокотехнологичных секторов экономики, однако результаты данной работы проявляются фрагментарно.

В третьем квадранте присутствуют государства с низкими интегральными индексами затрат и результатов инновационной деятельности: Турция, Болгария, Россия, Румыния и другие. Институты инновационной деятельности, инновационная инфраструктура, развитие финансового рынка, высокотехнологичных секторов промышленности и информационной экономики находятся в сравнении с другими европейскими государствами на начальных стадиях жизненного цикла, что во многом усиливает отрыв в инновационном развитии от стран-лидеров инновационной деятельности.

В четвертом квадранте объединены страны, в которых интегральные индексы затрат и результатов инновационной деятельности соответствуют медианным значениям или с незначительным превышением интегрального индекса результатов: Чехия, Словакия, Мальта и другие. Основная задача в области научно-технической и инновационной политики для национальных экономик, входящих в четвертый квадрант, состоит в формировании трехспиральной модели инноваций и усилении интеграции между наукой, бизнесом и государством. Активизация работ в данном направлении будет способствовать перемещению стран четвертого квадранта в первый, отмеченный лидерскими позициями в области инновационного развития. Противоположный вариант – когда слабые стимулы к инновационному предпринимательству со стороны государства не будут содействовать активизации инновационного потенциала и его трансформации в инновационный капитал, что, как следствие, вызовет снижение затрат и результатов инновационной деятельности.

На заключительном этапе исследования представляется целесообразным провести группировку стран по уровню инновационного развития, используя методику кластерного анализа (рис. 6). Например, по уровню инновационного развития на основе интегральных индексов затрат и результатов инновационной деятельности Россия образует кластер с Турцией, Хорватией, Сербией, Болгарией, Румынией, Латвией. Методика кластерного анализа при определении стратегической позиции национальной инновационной системы может быть использована для разработки государственной научно-технической и инновационной политики.

Рис. 6. Кластеризация стран по уровню инновационного развития
на основе интегральных индексов затрат и результатов инновационной деятельности

Таким образом, в инновационной экономике основная задача заключается не столько в наращивании интеллектуальных, институциональных, финансовых ресурсов, сколько трансформации их в инновационный капитал, выраженный в приросте инновационных товаров, технологий, услуг, востребованных обществом. При этом доминирующая роль в создании соответствующих институциональных условий для обеспечения подобных трансформаций принадлежит государству, которое с помощью формальных и неформальных механизмов может воздействовать на структурные элементы национальной инновационной системы, достигая устойчивого инновационного роста экономики.

При исследовании национальных инновационных систем выявление позиции страны имеет ключевое значение. С помощью матрицы позиционирования было определено положение стран по затратам и результатам инновационной деятельности, а также их соответствие/несоответствие друг другу. Определение стратегической позиции страны может служить основой для исследований и разработок в области государственной инновационной политики. Объединение национальных инновационных систем в однородные группы позволяет лучше понять логику и тенденции их развития, а также эффективность государственной инновационной политики. Данный метод широко используется для проведения сравнительного анализа и первичной оценки уровня развития национальных инновационных систем.

Список библиографических ссылок

1. Lundvall B.A., Intaracumnerd P., Vang J. Asia'a innovation system in transition // USA: Edward Elgar, 2006.
2. Patel P., Pavitt K. The Nature and Economic Importance of National Innovation Systems // STI Review, № 14, OECD. – Paris, 1994.
3. Metcalfe S. The Economic Foundations of Technology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectives, in P. Stoneman (ed.) // Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change, Blackwell Publishers. USA. – Cambridge, 1995.
4. Городникова Н.В., Гохберг Л.М., Дитковский К.А. Индикаторы инновационной деятельности, 2015: статистический сборник. Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: НИУ ВШЭ, 2015. – 320 с.
5. Индекс глобальной конкурентоспособности – информация об исследовании // Центр гуманитарных технологий. URL: http://gtmarket.ru/ratings/global-competitiveness-index/info (дата обращения: 15.06.2015).
6. Исследование INSEAD: Глобальный индекс инноваций 2014 года // Центр гуманитарных технологий URL: http://gtmarket.ru/news/2014/07/18/6841 (дата обращения: 22.07.2015).
7. Innovation Union Scoreboard, 2014. URL: http://europa.eu (дата обращения: 12.04.2015).
8. Шинкевич А.И., Кудрявцева С.С., Шинкевич М.В. Институциональное обеспечение накопления интеллектуального капитала в экономике знаний: монография. – Казань: Изд-во Казан. нац. исслед. технол. ун-та, 2012. – 303 с.
9. Кудрявцева С.С. Методика управления интеллектуальным капиталом в интересах инновационно-модернизационного развития экономических систем // Экономический вестник Республики Татарстан, 2012, № 1. – С. 56-61.
10. Гарипова Г.Р. Оценка влияния управленческих инноваций на эффективность производственно-экономических систем Российской Федерации // Вестник Казанского технологического университета, 2012, № 8. – 482 с.

Kudryavtseva S.S. – candidate of economic sciences, associate professor
E-mail: sveta516@yandex.ru
Shinkevich A.I. – doctor of economic sciences, professor
E-mail: dlogscm@kstu.ru
Garipova G.R. – candidate of economic sciences, associate professor
E-mail: hgulnara@mail.ru
Kazan National Research Technological University
The organization address: 420100, Russia, Kazan, Tolstogo st., 8

The question for assessing of national innovation systems

Resume

The aim of the work is the analysis and comparative characteristics of national innovation systems of the global competitiveness index and the global innovation index.

The rapid acceleration of change of existing economic and institutional conditions faces business entities with new problems, which demand a new ways and approach of their solution, it'll subsequently accelerate innovation and modernization transformation. Thus, innovation policy is a key factor for economic, technological and social development at the national and international levels. This reasons demand of working and implementation into economic practice new approaches to the formation of innovative strategies and management of innovative process.

The comparative description of national innovation systems by Global Competitiveness Index and Global Innovation Index is presented in the article. Also the authors give the comparative characteristic of the level of innovative development of the EU and Russia, using the procedure «European innovation scoreboard». Indicators that reflect the level of development of the innovation economy, combined into three blocks: block «Enablers» includes major external «engine» of innovative development and is divided into three sub-block (Human resources, Open, excellent and attractive research systems, Finance and support, consisting of 8 figures); block «Firm Activities» consists of three sub-block (Firm investments, Linkages & entrepreneurship, Intellectual assets, consisting of 9 figures); block «Outputs» describes the results of innovative activities of firms and consists of two sub-blocks, consisting of 8 figures (Innovators (the number of organizations using the technology, marketing and organizational innovations), Economic effects (the level of employment in the innovation sector, export and sale of innovative goods and services)).

A method for positioning a matrix of national innovation systems based on integrated cost indices and results of innovation is proposed: quadrant 1 – high values of innovation costs to a high innovation results; quadrant 2 – the high costs of innovation and low results; quadrant 3 – low cost and results of innovation; quadrant 4 – integral index of costs and results of innovative activity with the median values, or with a slight excess of the integral index of the results.

Keywords: national innovation system, Global Competitiveness Index, Global Innovation Index, European innovation scoreboard, innovative economy, intellectual capital, matrix ranking, economic growth.

Reference list

1. Lundvall B.A., Intaracumnerd P., Vang J. Asia'a innovation system in transition. USA: Edward Elgar, 2006.
2. Patel P., Pavitt K. The Nature and Economic Importance of National Innovation Systems / STI Review, № 14, OECD. – Paris, 1994.
3. Metcalfe S. The Economic Foundations of Technology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectives, in P. Stoneman (ed.). // Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change, Blackwell Publishers. USA: Cambridge, 1995.
4. Ogorodnikov N.V., Hochberg L.M., Ditkovskiy K.A. Indicators of innovation activity, 2015: statistical yearbook. Nat. Issled. Univ «Higher School of Economics». – M. NRU HSE, 2015. – 320 p.
5. The Global Competitiveness Index – Information about the study // Centre of Humanitarian Technologies URL: http://gtmarket.ru/ratings/global-competitiveness-index/info (reference date: 15.06.2015).
6. Research INSEAD: The Global Innovation Index 2014 // Centre of Humanitarian Technologies URL: http://gtmarket.ru/news/2014/07/18/6841 (reference date: 22.07.2015).
7. Innovation Union Scoreboard 2014 URL: http://europa.eu (reference date: 12.04.2015).
8. Shinkevich A.I., Kudryavtseva S.S., Shinkevich M.V. Institutional support of accumulation of intellectual capital in the knowledge economy. – Kazan: Kazan national research technological university, 2012. – 303 p.
9. Kudryavtseva S.S Methods of management of intellectual capital for the benefit of innovation and modernization of economic systems // Economic Bulletin of the Republic of Tatarstan, 2012, № 1. – P. 56-61.
10. Garipova G.R. Evaluation of the effect of managerial innovations on the efficiency of production and economic systems of the Russian Federation. – Kazan: Kazan national research technological university, 2012. – 482 p.

УДК 332.12
Хабибулина А.Г. – кандидат экономических наук, доцент
E-mail: albgomer@mail.ru
Файзуллин А.А. – студент
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Генезис развития социально-ориентированной жилищной системы в Европейских странах

Аннотация

Традиционно социальное жильё предназначено, прежде всего, для низкодоходных слоев населения, и во многих европейских странах этот процесс интегрирован в систему социальной поддержки граждан. Разница состоит лишь в том, что некоторые лица получают помощь от муниципальных властей, другие от федеральных органов власти. В настоящее время возросла роль ассоциаций в девелопменте территорий и управлении жильём. При этом ключевой целью ассоциаций остаётся обеспечение адресной социальной поддержки малообеспеченных слоёв населения. За прошедшие десятилетия страны Европы, используя собственный опыт строительства социального жилья, в сфере жилищной политики, реализуют наиболее соответствующие современности модели взаимодействия государства и общества.

Ключевые слова: социальное жилье в Европе, жилищные ассоциации, типы финансирования социального жилья, арендная плата.

В развитых странах социальная жилищная политика охватывает как строительство жилья, предназначенного для сдачи в аренду, так и строительство жилья в собственность. В настоящее время содержание и функционирование института социального жилья различается по всей Европе. В целом, под социальным жильем понимают жильё, находящееся в собственности муниципальных органов власти, а также некоммерческих собственников жилья – жилищных ассоциаций и кооперативов. Причём к социальному жилью относят как отдельные жилые помещения в многоквартирных домах, так и специальные кварталы социального жилья, построенные в рамках программ комплексного освоения территорий [1-3].

Сущность социального жилья состоит в том, что гражданам предлагается жильё в аренду по ставкам более низким, чем рыночные, распределяется только среди отдельных категорий граждан и значительную роль в управлении жильём играют сами жители этого дома. При этом отбор граждан для заселения в социальное жильё осуществляется по строго дифференцированной схеме, учитывающей доходы и расходы семьи, что влияет на величину арендной платы.

Ключевую роль в развитии и функционировании института социального жилья играют жилищные ассоциации. Жилищные ассоциации – это организации, которые создают, владеют и управляют социальным жильём. Главная их цель – предоставление жилья для проживания нуждающимся гражданам. Жилищные ассоциации являются независимыми организациями, которые, как правило, очень тесно взаимодействуют с местными органами власти и национальным правительством. В соответствии с национальным законодательством определяется цель и задачи жилищных ассоциаций, а также права и обязанности, и самое главное – порядок финансирования деятельности.

Сформированный к настоящему времени формат жилищных ассоциаций претерпел существенные изменения в сравнении с родоначальниками данного института. Инициаторами социального жилья в 19 веке в Европе были, прежде всего, работодатели, благотворительные организации и группы населения с общими интересами.

Жилищные ассоциации имели организационно-правовую форму, которая относила ее к некоммерческим организациям. Структура управления ассоциаций имела неоплачиваемый совет директоров, а деятельность регламентировалась детально сформулированным уставом организации. Часть организаций занималась хозяйственной деятельностью, чтобы иметь возможность покрыть убытки по сдаче жилья на социальных условиях. Некоторые ассоциации тесно взаимодействовали с муниципалитетами, благодаря чему могли бесплатно получать землю под застройку социального жилья, целевое финансирование и гарантии при получении заемных средств.

С 1945 года строительство социального жилья муниципальными образованиями развивалось в большем масштабе, чем под управлением жилищными ассоциациями. Основная причина – крайняя необходимость в ускоренном обеспечении населения доступным жильём. При этом в некоторых странах есть прецеденты, когда некоммерческие жилищные ассоциации оказали существенное влияние на активизацию жилищного строительства, в связи, с чем получавшие значительные финансовые субсидии и гарантии от правительства. После 1980 годов произошел массовый переход от владения социальным жильем муниципалитетами к жилищным ассоциациям. Основная причина – смена источника финансирования. В частности, местные органы власти перешли от прямого финансирования строительства социального жилья к применению косвенных инструментов – льготное предоставление земельных участков и финансовых гарантий. При этом существенно активизировалась деятельность самих жилищных ассоциаций по привлечению средств, прежде всего, внебюджетных.

Таким образом, к настоящему времени доля социального жилья, принадлежащего муниципальным органам власти, варьируется от 100 % в Венгрии и Швеции до 5 % в Германии. При этом во Франции, Австрии и Великобритании доли социального жилья, принадлежащего муниципалитетам и жилищным ассоциациям, примерно одинаковы. Нидерланды обладают наиболее длинной историей развития социального жилья, однако основной рост данного сегмента был после второй мировой войны. Сейчас все социальное жильё принадлежит жилищным ассоциациям. В 1995 году правительство страны ввело правило, по которому ассоциациям предоставлялись финансовые гранты, благодаря которым они становились финансово независимыми. В целом, жилищные ассоциации играют главную роль в воспроизводстве жилищного фонда и управлении жилой недвижимостью.

В Великобритании с 1988 года жилищные ассоциации стали главными поставщиками социального жилья. Финансирование строительства социального жилья имеет смешанную схему – собственные средства застройщиков и привлечение частного капитала. Благодаря эффективной деятельности жилищных ассоциаций имеет место быть масштабная передача социального жилья из муниципальной собственности жилищным ассоциациям и управляющим организациям.

В целом, наличие социального жилья является результатом системного взаимодействия между государственными и муниципальными органами власти, заинтересованными лицами, финансовыми структурами и собственниками социального жилья. Примеры форм поддержки строительства социального жилья в европейских странах представлены в таблице [4].

Социальное жильё предназначено преимущественно для среднего класса, а также для семей с низкими доходами. Наличие социального жилья в большинстве развитых стран – позиция политического руководства, которая считает, что общество должно иметь предложение доступного жилья.

Жилищные ассоциации являются организациями местного масштаба, координирующими деятельность с муниципалитетами по мобилизации ресурсов. По мере развития самих жилищных ассоциаций и финансового рынка увеличились возможности для заимствования частных средств для дальнейшего развития сектора социального жилья. В результате в настоящее время возросла роль ассоциаций в девелопменте территорий и управлении жильём. При этом ключевой целью ассоциаций остаётся обеспечение адресной социальной поддержки малообеспеченных слоёв населения.

Таблица

Примеры общественной поддержки финансирования социального жилья в Европейских странах

Страны	Типы финансирования социального жилья				
	Муниципальный бюджет	Гранты	Государственные кредиты	Субсидирование процентных ставок	Государственные гарантии
Австрия		Региональная жилищная программа	Региональная жилищная программа		
Бельгия		Региональный бюджет			Региональный бюджет
Болгария	+				
Дания			Местный бюджет		Местный бюджет
Финляндия				Правительственная организация Housing Finance and Development Centre of Finland (ARA) [5]	
Франция		Государственный и/или местный бюджеты	Государственная поддержка. Фонд Caisse des Dépots et Consignations (CDC) через сберегательный счет Livret A [6, 7]		
Германия				Государственный и/или местный бюджеты	
Греция		Государственный бюджет			
Ирландия			Местный бюджет		
Италия		Региональный бюджет		Региональная жилищная программа	
Латвия	+				
Литва	+	Государственный бюджет			
Нидерланды					Государственный бюджет
Португалия		Государственный и местный бюджеты	Государственный и местный бюджеты		
Румыния	+	Государственный бюджет			
Словакия		От государственного фонда жилищного строительства			
Словения	+		Жилищный фонд Словении		
Испания		Региональный бюджет		Государственный бюджет	Государственный бюджет
Великобритания		Государственный бюджет			

Во многих европейских странах процесс обеспечения жильем интегрирован в систему социальной поддержки граждан. Разница состоит лишь в том, что некоторые лица получают помощь от муниципальных властей, другие от федеральных органов власти.

Изучение основных получателей социального жилья позволяет сделать вывод, что при предоставлении его осуществляется учет дохода семьи. К примеру, в Австрии социальное жильё предоставляется только молодым семья или представителям пенсионного возраста, в том числе одиноким людям. При этом жильё из муниципального фонда предоставляется рабочему классу и безработным, а из фонда жилищных

ассоциаций – среднему классу, чьи доходы не позволяют иметь собственное жильё или снимать на рыночных условиях. В Дании среди реципиентов социального жилья присутствуют подростки и молодые люди, семьи и одинокие пенсионеры, являющиеся получателями социальных пособий и доходы которых ниже установленных нормативов.

В целом, изучив группы лиц, имеющих право на заселение в социальное жильё, можно отметить, что это могут быть как семейные, так и одинокие люди, молодежь и лица старшего возраста. Одно из главных условий предоставления социального жилья – низкие доходы.

В Великобритании можно встретить разнообразие условий предоставления социального жилья. Процессы финансирования строительства и субсидирования стоимости проживания различаются в зависимости от вида использования и срока проживания. Максимальные показатели социального жилья, предоставляемого населению от общего числа нуждающихся, были в 1979 году, когда доступным жильём обеспечивалась каждая третья нуждающаяся семья. В настоящее время количество социального жилья позволяет обеспечить не более 20 % всех нуждающихся семей. При этом половина жилья – предоставляется в собственность, что и является причиной его нехватки. Если бы оно предоставлялось в найм, общий фонд социального жилья из года в год увеличивался бы более быстрыми темпами, чем прирост необеспеченных семей. В настоящее время финансирование деятельности жилищных ассоциаций Великобритании осуществляется в размере 75 % от необходимого уровня, обеспечивающего возмещение затрат на управление социальным жильём. При этом в перспективе объёмы финансирования ассоциаций планируется снизить до 50 %. Однако, для сохранения финансовой устойчивости, предусматривается, что величина арендной платы, взимаемой с нанимателей социального жилья, будет установлена на уровне, позволяющем жилищным ассоциациям оставаться безубыточной организацией. Девелоперская деятельность жилищных ассоциаций характеризуется определенной спецификой. Частные инвестиции в строительство социального жилья возможно привлечь только на более поздних стадиях строительства, при этом финансовые институты являются кредиторами первой очереди. Жилищные ассоциации в Великобритании не функционируют с целью извлечения прибыли. Однако, они могут формировать финансовые резервы, чтобы при получении заемного финансирования смогли предоставить обеспечение. Вместе с этим, жилищные ассоциации могут оказывать и другие услуги, соответствующие их уставным целям и в пределах их компетенции. К примеру, ассоциации могут создавать дочерние организации, которые, являясь коммерческими организациями, будут компенсировать недополучаемые доходы от сдачи жилья по социальному найму, что, тем самым, сохранит институт социального жилья. В настоящее время в Великобритании насчитывается два миллиона единиц социального жилья, большая часть – это бывшее муниципальное жильё. Ежегодно оно прибавляется на 25 тыс. в год. Крупные жилищные ассоциации владеют 20 тысячами единиц социального жилья и действуют на территории всей страны. При этом значительно количество малых специализированных ассоциаций, деятельность которых ограничивается муниципальным образованием. Жилищные ассоциации, как правило, владеют многоквартирными домами и управляют ими.

Большая часть реципиентов социального жилья зависят от жилищных субсидий – получаемых как отдельная категория граждан или в зависимости от уровня дохода. Аренда социального жилья осуществляется по ставкам, устанавливаемой исходя из величины имущества или доходов семьи. В целом, её величина является доступной платой за жильё для низкодоходных слоев населения. При этом имеется ежегодный рост ставки арендной платы, который выше величины индекса розничных цен на 1-2 процентных пункта. Величина арендной платы, к примеру, в Лондоне, составляет около 50 % от уровня рыночных цен. В некоторых районах страны величина аренды может достигать 80 % от уровня рыночных цен. Один из главных ориентиров при установлении величина аренды – она должна обеспечивать безубыточность для собственника жилого помещения.

Предоставление субсидий на содержание жилищных ассоциаций осуществляется с учётом издержек на строительство социального жилья, величине арендной платы и их собственном вкладе. Для сокращения расходов жилищные ассоциации имеют

возможность получать земельные участки под застройку – бесплатно или на льготных условиях. Более того, для реализации крупных девелоперских проектов ассоциации могут действовать совместно с муниципалитетом или частным сектором. Участие в строительстве социального жилья принимают и финансовые институты. При этом ими обеспечиваются льготные условия кредитования – в среднем, по ставкам, составляющим 30-50 % от LIBOR (London Interbank Offered Rate). Повышение кредитной активности жилищных ассоциаций связано с ростом их собственной финансовой устойчивости, хотя масштабному развитию препятствуют ограниченные размеры рентного дохода. Для повышения собственных финансовых возможностей жилищными ассоциациями вводятся виды арендных платежей, предусматривающих большие величины, чем для традиционного социального жилья, но более льготные, чем на рыночных условиях.

За прошедшие десятилетия страны Европы, используя собственный опыт строительства социального жилья, в сфере жилищной политики, реализуют наиболее соответствующие современности модели взаимодействия государства и общества.

В России около 20 % общего объема жилищного фонда составляет социальное жильё. Данная величина соответствует среднеевропейским значениям, однако природа его происхождения совершенно иная. Основные механизмы обеспечения жильем нуждающихся, в настоящее время, ипотечное кредитование и реализация ряда социальных жилищных программ. В современных экономических условиях наблюдается тенденция сокращения государственной поддержки финансирования социального жилья, а, следовательно, необходимо искать инновационные подходы решения данной проблемы, в том числе используя европейский опыт [8].

Таким образом, завершая обзор европейской практики развития социального жилья можно отметить, что жилищные ассоциации являются главными поставщиками жилья, занимающего срединное место между общественным и частным жильем. Исследование зарубежного опыта социального жилищного строительства, а также достижения региональной жилищной политики позволяют сделать вывод, что для появления в России сегмента общественного и социального жилья необходимо расширять круг участников этого процесса.

Список библиографических ссылок

1. Балтина А.М., Кириленко Л.С. Модели финансирования строительства социального жилья в странах Европы // Вестник Оренбургского государственного университета, 2014, № 4 (165). – С. 143-148.
2. Nadia Caruso. New Practices of Social Housing: from a Definition to Recent Development // Planum. The Journal of Urbanism, 2013, vol. 2. – P. 33-39.
3. Хабибулина А.Г. Инновационная модель инвестирования сбалансированного развития рынка жилья. Автореф. дис. … канд. экономических наук: 08.00.05; [Место защиты: Казанский государственный технологический университет]. – Казань, 2011. – 25 с.
4. Alice Pittini, Elsa Laino. Housing Europe Review 2012. The nuts and bolts of European social housing systems. – Brussels: Published by CECODHAS Housing Europe’s Observatory, october, 2011. – 91 p.
5. ARA implements Finland's housing policy URL: http://www.ara.fi/en-US/About_ARA/ARA_ implements_Finlands_housing_policy(843) (дата обращения: 3.10.2015).
6. State aid – the Commission rules that Crédit Mutuel did not benefit from overcompensation for distribution of the Livret bleu savings account. – Brussels, 24 May 2011. URL: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-11-634_en.htm. (дата обращения: 5.10.2015).
7. Livret A: plafond, taux et fiscalité en novembre 2015. URL: http://www.journaldunet.com/patrimoine/finances-personnelles/taux-livret-a.shtml. Mis à jour le 05/11/15 (дата обращения: 7.11.2015).
8. Пыркова О.М. Приоритетные направления развития системы социального жилья в России // Региональное развитие, 2014, № 3-4. – С. 108-113.

Khabibulina A.G. – candidate of economic sciences, associate professor
E-mail: albgomer@mail.ru
Fajzullin A.A. – student
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The Genesis of the introduction of the social housing system in European countries

Resume

In developed countries social housing policy covers both the construction of housing for rental and housing ownership. Currently the content and functioning of the Institute of social housing varies across Europe. Overall, social housing see housing owned by municipal authorities, and also non-profit homeowners' associations and housing cooperatives. Moreover, social housing is considered as a separate residential premise in apartment buildings and special neighborhoods of social housing built in the framework of programs of complex development of territories. In many European countries the process of housing integrated into the system of social support of citizens. The difference is only that some individuals receive assistance from municipal authorities, others – from Federal authorities. After analyzing the practice of European social housing development, we note that housing associations are the main providers of housing, which holds a middle place between the public and private housing. The study of foreign experience of social housing and achieve regional housing policy suggests that the emergence of Russia in the segment of public and social housing need to widen the circle of participants in this process.

Keywords: social housing in Europe, housing associations, types of funding social housing, rents.

Reference list

1. Baltina A.M., Kirilenko L.S. The model of financing social housing in Europe // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta, 2014, № 4 (165). – P. 143-148.
2. Nadia Caruso. New Practices of Social Housing: from a Definition to Recent Development // Planum. The Journal of Urbanism, 2013, vol. 2. – P. 33-39.
3. Khabibulina A.G. Innovative investment model of balanced development of the housing market. Author. dis. ... candidate. economic sciences: 08.00.05; [Place of defense: Kazan National Research Technological University]. – Kazan, 2011. – 25 p.
4. Alice Pittini, Elsa Laino. Housing Europe Review 2012. The nuts and bolts of European social housing systems. – Brussels: Published by CECODHAS Housing Europe's Observatory, October, 2011. – 91 p.
5. ARA implements Finland's housing policy URL: http://www.ara.fi/en-US/About_ARA/ARA_implements_Finlands_housing_policy(843) (reference date: 3.10.2015).
6. State aid – the Commission rules that Crédit Mutuel did not benefit from overcompensation for distribution of the Livret bleu savings account. Brussels, 24 May 2011. URL: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-11-634_en.htm. (reference date: 5.10.2015).
7. Livret A: plafond, taux et fiscalité en novembre 2015. URL: http://www.journaldunet.com/patrimoine/finances-personnelles/taux-livret-a.shtml. Mis à jour le 05/11/15 (reference date: 7.11.2015).
8. Pyrkova O.M. Priority directions of development of the social housing system in Russia // Regional'noe razvitie, 2014, № 3-4. – P. 108-113.

УДК 69.003.13
Халиуллина Р.Ф. – аспирант
E-mail: khaliullina-r@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Определение эффективности инвестиционного проекта в строительстве (согласно техническому заданию Заказчика на проектирование линейного объекта)

Аннотация

В статье рассмотрены основные требования заказчика, предъявляемые к проектно-сметной документации на линейные объекты. В современных рыночных условиях наряду с «классическими требованиями» заказчика появляются новые требования к качеству и содержанию проектно-сметной документации. Среди которых - обоснование эффективности инвестиционного проекта в составе проектно-сметной документации. Обоснование эффективности инвестиционного проекта в строительстве является важным мероприятием предынвестиционной фазы жизненного цикла проекта. Наличие в техническом задании заказчика требования о необходимости обосновать эффективность проекта порождает актуальный интерес проектных организаций к данной теме. В статье дано определение эффективности инвестиционного проекта, приведен комплекс мероприятий для обоснования эффективности реализации инвестиционного проекта, рекомендуемых для практического применения. Приведенные мероприятия позволят сократить время на построение структуры работы по разработке тома «Экономическое обоснование инвестиций» и конструктивно обосновать инвестиции в проект, в частности, реализацию линейного объекта.

Ключевые слова: инвестиционный проект, строительство, проектно-сметная документация, эффективность инвестиционного проекта, заказчик, проектная организация, линейный объект.

Современные условия ведения бизнеса, жесткая конкуренция выдвигают все новые требования к качеству и содержанию проектно-сметной документации (ПСД). Основная цель проектной организации – выпуск ПСД, полностью удовлетворяющей требованиям заказчика. Основные требования заказчика, как правило, базируются на трех постулатах: качество, сроки и цена. Однако, в настоящее время это не все требования, которым проектировщик стремится соответствовать. Если раньше проектная организация разрабатывала типовые проекты с использованием нормативной документации (СНиПы и ГОСТы), то в современных условиях развития государственно-частного партнерства, знания и функции проектировщика значительно расширились. На смену типовым проектам пришли индивидуальные проекты с применением инновационных технологий и материалов. Изменились и требования к содержанию состава проектной документации. Так, одним из новых требований к качеству проектной документации, в частности, для строительства линейных объектов, является определение эффективности инвестиционного проекта в составе ПСД. Сегодня проектировщик должен уметь применить навыки не только проведения предварительных технико-экономических оценок, но и расчета и обоснования эффективности инвестиционного проекта. Актуальность рассматриваемой темы обусловливает и необходимость проверки ПСД органами государственной, вневедомственной экспертизы. Сегодня проектные организации, занимающиеся проектированием линейных объектов, заинтересованы в изучении и повышении навыков специалистов в части обоснования экономической эффективности линейных объектов. В статье разобраны основные требования заказчика к проектной организации, приведены и новые требования к качеству ПСД. Дано определение «экономической эффективности инвестиционного проекта», приведена структура мероприятий по обоснованию эффективности инвестиционного проекта (на примере разработки ПСД для линейного объекта).

Во все времена качество, сроки и цена являлись классическими требованиями Заказчика в строительной сфере. Остановимся подробнее на требованиях.

1. **Качественно выполненная работа** – это залог успеха, высокого уровня конкурентоспособности, положительной репутации и возможности поддерживать дальнейшие взаимовыгодные отношения с Заказчиком. Из чего складывается качество?

1.1. Кадры. Простая и емкая формула «производительность – от человека» как нельзя точно выражает главное условие эффективной работы преуспевающих предприятий. Кадры – это один из важнейших стратегических ресурсов, объединенная общей целью команда профессионалов, серьезное конкурентное преимущество.

Здесь актуальны следующие вопросы:

· Где взять кадры?

Во-первых, ВУЗы ежегодно выпускают сотни талантливых инженеров, архитеторов и пр. специальностей. Во-вторых, не стоит забывать о привлечении сотрудников других предприятий на более выгодных условиях. Рыба ищет, где глубже, а человек, где лучше, поэтому всегда можно подобрать условия, удовлетворяющие самооценку специалиста. И, в-третьих, инвестиции в собственные кадры.

· Как удержать?

Человек является связующим звеном, обеспечивающим наиболее эффективное использование ресурсов компании. И когда работник увольняется, уникальные идеи и технологические решения предприятия автоматически переходят вместе с ним к новому предпринимателю. Как этого избежать? Необходима мотивация. Мотивация, как известно, существует материальная и нематериальная.

· Как совершенствовать?

Основным источником развития кадров являются тренинги и курсы повышения квалификации, деловые презентации, устраиваемые в целях обмена опытом с передовыми строительными предприятиями. Обучения специалистов – это инвестиции: существует прямая связь между инвестициями в кадры и эффективностью предприятия, а где эффективность, там и прибыль.

1.2. Система менеджмента качества. В соответствии с международным стандартом ISO 9001:2008 качество выпускаемой проектно-сметной документации должно поддерживаться посредством организации системы управления качеством проектирования. Для функционирования системы разрабатываются внутренние документы по качеству: стандарты, положения, руководства, которые описывают весь процесс проектирования и предусматривают точки проведения контроля качества продукции в процессе ее разработки и выпуска. Выпуск качественной проектно-сметной документации является приоритетной целью любой организации. Поэтому на всю продукцию, на все управленческие процессы ее создания, на взаимоотношения между поставщиком и потребителем (проектной организацией и заказчиком) должно распространяться действие системы менеджмента качества. А регламентирующие ее документы – поддерживаться в актуальном состоянии. Итак, второй ключ к достижению качества – действующая система менеджмента качества, актуальные стандарты и контроль за их соблюдением.

1.3. Ответственность. Каждый специалист: от техника до главного инженера проекта (ГИП), должен осознавать высокую степень ответственности за принимаемые решения. Разработка проектно-сметной документации – это структурная последовательность взаимосвязанных между собой решений и действий.. И цена неправильного или необдуманного решения очень велика. Не только ГИП, ответственность которого регламентирует Уголовный кодекс Российской Федерации, но и каждый проектировщик должен осознавать уровень ответственности принимаемых решений. Ведь все инвестиционные проекты в строительстве социально ориентированы, и от принятых решений зависят безопасность и жизнь людей.

2. Вторым, но не менее важным, чем качество, требованием Заказчика является **соблюдение договорных сроков**. В условиях развития рыночных конкурентных отношений, проектные организации вынуждены выполнять полный комплекс работ в максимально сжатые сроки. Как все успеть? Всем известный ответ на данный вопрос – планирование. Однако, как показывает практика, разработка продуктов интеллектуальной собственности достаточно сложно поддается планированию. Причины:

а) Каждый проект индивидуален и сложно поддается прогнозированию.

b) Большое количество рисков, влияющих на конечный срок, к примеру:

· длительные сроки и возможный срыв сроков получения исходных данных для проектирования:

- ТУ от эксплуатирующих организаций;

- ордер на проведение буровых работ;

- множество справок и прочих документов от административных инстанций, балансодержателей и иных заинтересованных лиц;

- правоустанавливающая и землеустроительная документация.

· Зависимость от погодных условий. Ухудшение метеоусловий может способствовать получению неактуальных данных для изыскателей или сдвигу сроков. Топографическая съемка и инженерно-геологические изыскания – это важнейшие исходные данные для проектировщика.

· Отсутствие финансирования при начатых работах, как следствие – дополнительные издержки предприятия.

a) Отсутствие технического задания, вынужденная работа без договора или предварительное проектирование.

b) Разная производительность сотрудников (одни и те же задачи сотрудниками выполняются с разной скоростью; причины: разный опыт работы, уровень знаний, производительность).

Для того, чтобы «все успеть», необходимо внедрение системы управления проектами, с автоматизацией процессов.

3. Стоимость проектно-изыскательских работ определяется, как правило, 3-мя методами:

· по справочнику базовых цен;

· по объектам-аналогам;

· по трудозатратам.

Проектирование сегодня выполняется, практически, как и строительно-монтажные работы – «Под ключ». Требования заказчика возросли. Сегодня проектировщик линейных объектов должен не только разработать проект с учетом СНиПов и ГОСТов, но и знать и уметь применить:

- принципы технического регулирования;

- порядок проведения предварительных технико-экономических оценок;

- полный комплекс знаний в области проведения подрядных торгов;

- оказание помощи Заказчику в получении документации для подготовки строительного производства (документов на право пользования землей, разрешений на выполнение строительно-монтажных работ, технической документации на геодезическую разбивочную основу для строительства и т.п.);

- расчет и обоснование эффективности инвестиционного проекта.

Напомним, что линейный объект представляет собой объект дорожно-транспортного строительства, например мост, путепровод, автомобильная дорога и т.д. Определение экономической эффективности инвестиционного проекта в строительстве является одним из важнейших мероприятий предынвестиционной фазы жизненного цикла - определяется с целью обоснования инвестиционной привлекательности, целесообразности и необходимости реализации проекта. Достоверный анализ стратегии развития государства, транспортно-экономической зоны тяготения инвестиционного проекта, комплекс расчетов и графиков, выполненные с целью определения экономической целесообразности строительства инвестиционного проекта – первая ступень к минимизации рисков Заказчика при инвестировании в проект.

Казалось бы, обоснование экономической эффективности инвестиционных проектов в строительстве – это функция Заказчика, обусловленная интересами инвестора. Но в современных условиях развития стройиндустрии, многие функции Заказчика легли на плечи проектных организаций. Все чаще в технических заданиях Заказчика на разработку ПСД встречается пункт – «в составе ПСД необходимо разработать экономическое обоснование инвестиций».

Расчет экономической эффективности выполняется в составе тома «Экономическое обоснование инвестиций». В соответствии с Постановлением Правительства РФ №87 от 16.02.2008г. (ред. от 28.07.2015г.) «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» том «Экономическое обоснование инвестиций» входит в раздел «Иная документация».

Итак, определение эффективности инвестиционных проектов (а именно, линейных объектов строительства) выполняется на стадии разработки проектно-сметной документации и оформляется в виде тома «Экономическое обоснование инвестиций» в составе раздела ПСД «Иная документация». Порядок разработки тома «Экономическое обоснование инвестиций» включает в себя следующие мероприятия:

1. **Сбор исходных данных**, который включает в себя:

- запрос информации в инстанциях (ГИБДД, Федеральная служба государственной статистики и т.п.):

а) количество автомобилей в оцениваемой зоне (республика, город, село и т.д.) в текущем и предыдущем годах;

б) ежегодный прирост количества транспортных средств, входящих в зону тяготения проектируемого линейного объекта;

в) количество и характер дорожно-транспортных происшествий на рассматриваемом участке;

- запрос в эксплуатационные организации о стоимости и периодичности эксплуатационных затрат на содержание линейного объекта строительства;

- анализ фактического состояния и определение назначения линейного объекта – выезд на местность (при необходимости сбор фото и видеоматериала оцениваемого участка);

- оценка дефектных ведомостей (по результатам инженерных изысканий) и т.п.

2. **Экономические изыскания**, или анализ существующей и перспективной интенсивностей движения. Интенсивность движения определяется натурным подсчетом, для чего необходимо осуществить выезд специалистов проектной организации на местность. Натурный подсчет количества транспортных средств должен производиться в разрезе времени (количество транспортных средств, проехавших за час времени) и видов транспортных средств (легковые, грузовые до 2-х тонн, от 2-х до 6-и тонн, автопоезда и т.д.), в прямом и обратном направлении, с учетом количества полос, примыканий и пр. Экономические изыскания должны проводиться в соответствии с ВСН 42-87 «Инструкция по проведению экономических изысканий для проектирования автомобильных дорог». После выполнения натурного подсчета, необходимо произвести анализ полученных данных, рассчитать суточную физическую и приведенную интенсивности при фактическом состоянии линейного объекта, рассчитать перспективную интенсивность на 10 и 20 лет. На данном этапе целесообразно провести конструктивный анализ фактической и перспективной интенсивностей движения при существующих условях и перспективной интенсивности при проектных условиях - обосновать необходимость проведения мероприятий, предусмотренных проектом. Экономические изыскания являются исходными данными для определения экономической эффективности реализации линейного объекта.

3. **Транспортно-экономическая характеристика зоны тяготения проектируемого линейного объекта.**

На данном этапе необходимо провести аналитику по следующим направлениям:

- экономико-географическое положение линейного объекта;

- предпосылки социально-экономического развития (транспортного, промышленного и демографического потенциала) зоны тяготения проектируемого объекта;

- роль линейного объекта в логистических направлениях транзитного транспорта, определение роли в транспортном комплексе страны;

- сосредоточенность в зоне проектирумого объекта недвижимости, имеющей стратегическое значение для государства;

- безопасность существующего потока движения.

Оценка транспортно-экономической характеристики зоны тяготения проектируемого линейного объекта проводится с целью выявления необходимости проведения мероприятий, предусмотренных проектом, а также потенциального воздействия на вышеперечисленные направления.

4. **Календарный план инвестиционного проекта.** На основании планируемых видов и объемов строительно-монтажных работ (ведомостей объемов работ и ресурсных ведомостей), сроков поставки оборудования и производственных мощностей составляется календарный план работ. Календарный план представляет собой схему распределения общей потребности инвестиций по годам строительства и по видам работ. С учетом общей продолжительности работ по строительству разрабатывается план рапределения инвестиций на перспективные периоды.

5. **Определение необходимых инвестиций.** Потребность в инвестициях (общие инвестиционные издержки) складывается из следующих составляющих:

- капитальные вложения (затраты на строительно-монтажные работы с учетом проектных работ);
- эксплуатационные затраты на содержание объекта (летнее и зимнее содержание, поддержание в надежном состоянии искусственных сооружений, систематическое улучшение транспортно-эксплуатационного состояния линейного объекта и пр.).

6. **Обоснование очередности, сроков инвестирования и выполнения работ по развитию линейного объекта.** Экономическая эффективность инвестиций в развитие линейного объекта определяется на основе сопоставления выгод, возникающих у Заказчика и пользователей линейного объекта, с инвестиционными затратами на реализацию рассматриваемого проектного решения. Сопоставляются фактические и проектные условия. Завершающим шагом к определению экономической эффективности инвестиционного проекта является финансово-экономический анализ при разных нормах дисконта по критериям:

- инвестиционные затраты;
- ежегодные текущие затраты на содержание и эксплуатацию линейного объекта;
- затраты по проекту;
- экономия транспортных затрат;
- снижение потерь времени пассажиров в пути;
- снижение потерь от дорожно-транспортных происшествий;
- дополнительная работа автотранспорта в заторовых условиях;
- выгоды по проекту;
- чистый денежный поток;
- накопленный денежный поток;
- накопленный дисконтированный денежный поток.

7. **Перспективы развития инвестиционного проекта.** По результатам проведенной аналитики и расчетам, необходимо подвести итоги. При этом, следует учесть, что строительство линейных объектов это не просто инвестиционный проект, в первую очередь, он социально ориентирован, поэтому при определении экономической эффективности строительства линейного объекта необходимо максимально учесть социальный фактор.

В условиях бурного развития конкуренции, выживают сильнейшие предприятия, способные максимально адаптироваться к реальным условиям рыночной экономики. Важно суметь выдержать в работе все требования заказчика, относительно качества проектно-сметной документации, стоимости, и что, самое сложное, выдержать договорные сроки. Необходимость обоснования эффективности инвестиционного проекта на стадии выполнения проектно-изыскательских работ обусловлена требованиями заказчика согласно техническому заданию на проектирование. Новые требования к ПСД порождают активный интерес к данной теме со стороны проектных организаций. Приведенный в статье порядок определения экономической эффективности инвестиционных проектов в строительстве, а именно, порядок разработки тома «Экономическое обоснование инвестиций» в составе ПСД на строительство линейного объекта, является практической рекомендацией по обоснованию эффективности инвестиционного проекта для инженеров и специалистов проектных организаций, в частности в области проектирования линейных объектов.

Список библиографических ссылок

1. Дасковский В.Б., Киселев В.Б. Метод оценки инвестиционных проектов по эффективности производства // Экономист, 2009, № 1. – С. 50-54.
2. Гурова Ю.Е., Баландина Ю.Е. К вопросу оценки общественной эффективности инвестиций в строительство автодорог с учетом неопределенности и риска // Сборник международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы эффективного управления в железнодорожной отрасли, 2008. – С. 177-179.
3. Опарин С.Г., Есипова Е.В., Гурова Ю.Е. Оценка эффективности инвестиций в транспортное строительство с учетом неопределенности и риска // Научно-технические ведомости, 2010, № 4 (102). – С. 62-65.
4. Гурова Ю.Е. Вероятностная оценка общественной эффективности инвестиций в строительство и реконструкцию автомобильных дорог // Материалы научно-технической конференции «Шаг в будущее», 2010. – С. 183-184.
5. Дасковский В.Б., Киселёв В.Б. Фактор времени при оценке эффективности инвестиционных проектов // Экономист, 2008, № 1. – С. 59-67.
6. Гурова Ю.Е., Есипова Е.В. Экономическая оценка риска неокупаемости инвестиционного строительного проекта методом «Монте-Карло» // Материалы научно-технической конференции «Шаг в будущее», 2009. – С. 191-194.
7. Решетова Е. М. Формирование методических основ оценки эффективности инвестиционных проектов строительства коммерческих объектов автодорожной инфраструктуры, автореферат // www.vak.ed.gov.ru, 2011. – 41 с.

Khaliullina R.F. – post-graduate student
E-mail: khaliullina-r@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Determination of the effectiveness of investment projects in building (according to the customer's specifications for the design of linear object)

Resume

Main customer requirements applicable to the design and estimate documentation for linear objects, based on three pillars: quality, time and price. Mutually beneficial contractual relationship between the customer and the project organization be sure to stipulate these requirements. Compliance helps to strengthen the competitive position and the status of the project organization. In todays market conditions, along with «classic requirements» of the customer, new requirements for the quality and content of the design and estimate documentation. Among them – evaluation of the effectiveness of the investment project as a part of design and estimate documentation. Substantiation of efficiency of investment projects in construction is an important undertaking pre-investment phase of the project life cycle. The presence in the specifications of the customer requirement to substantiate the effectiveness of the project generates a current interest in design organizations in the subject. The article defines the efficiency of the investment project is a set of measures to support the effectiveness and feasibility of the investment project, recommended for practical use. These measures will reduce the time to build the structure of the work on the development of the volume «The economic substantiation of investments» and constructively to justify investment in the project, in particular, the implementation of a linear object.

Keywords: investment project construction, project documentation, the efficiency of the investment project, client, project organization, linear object.

Reference list

1. Daskovsky V.B., Kiselev V.B. Method of estimation of investment projects on production efficiency // The Economist, 2009, № 1. – P. 50-54.
2. Gurova Y.E., Balandin Y.E. On assessment of the effectiveness of public investment in road construction, taking into account the uncertainty and risks // Proceedings of the international scientific-practical conference «Actual problems of effective management in the railway industry», 2008. – P. 177-179.
3. Oparin S.G., Esipova E.V., Gurova Y.E. Evaluating the effectiveness of investment in transport construction taking into account the uncertainties and risks // Scientific and technical sheets, 2010, № 4 (102). – P. 62-65.
4. Gurova Y.E. Probabilistic assessment of the effectiveness of public investments in construction and reconstruction of roads // Proceedings of the scientific conference «Step into the Future», 2010. – P. 183-184.
5. Daskovsky V.B., Kiselev V.B. The time factor in assessing the effectiveness of investment projects // The Economist, 2008, № 1. – P. 59-67.
6. Gurova Y.E., Esipova E.V. Economic evaluation of investment risk neokupaemosti construction project by the «Monte Carlo» // Materials of scientific and technical conference «Step into the Future», 2009. – P. 191-194.
7. Reshetova E.M. Formation of methodological framework for assessing the effectiveness of investment projects on construction of commercial facilities of road infrastructure, abstract // www.vak.ed.gov.ru, 2011. – 41 p.

УДК 69.003
Ханифов Ф.М. – помощник Президента РТ
E-mail: Farit.Hanifov@tatar.ru
Аппарат Президента РТ
Адрес организации: 420060, Россия, г. Казань, ул. Площадь Свободы, д. 1
Орлов В.Я. – кандидат технических наук, профессор
E-mail: orlov@kgasu.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1
Камалиева Д.А. – ведущий специалист отдела анализа и экономического моделирования
E-mail: d.kamalieva@outlook.com
Государственный жилищный фонд при Президенте РТ
Адрес организации: 420015, Россия, г. Казань, ул. Горького, д. 8/9

Внедрение новой экономической модели организации инвестиционно-строительного процесса в Республике Татарстан

Аннотация

В настоящее время активно обсуждается вопрос о необходимости модернизации строительной отрасли ввиду существования ряда актуальных проблем, требующих оперативного решения.

На сегодняшний день в Татарстане разработана концепция новой экономической модели организации инвестиционно-строительного процесса, которая учитывает в себе комплекс мер для решения основных проблем отрасли. В частности, разработаны схемы прозрачного формирования стоимости строительства, усовершенствованы механизмы государственных закупок в сфере строительства. Возможность мониторинга реальных рыночных цен на строительные ресурсы обеспечит возможность перехода строительного ценообразования на ресурсный метод.

Практическая апробация новой экономической модели организации инвестиционно-строительного процесса в режиме пилотного проекта позволит практически оценить применимость предлагаемых мер с дальнейшим повсеместным закреплением данной модели.

Ключевые слова: строительная отрасль, инвестиционно-строительный процесс, новая экономическая модель, регулирование, стоимостной инжиниринг.

Строительство является одной из крупнейших отраслей народного хозяйства как в республике Татарстан, так и в России в целом. Успешное функционирование строительного комплекса РТ, развитие промышленного и жилищного строительства, повышение доступности и комфортности жилья, является неотъемлемой частью социально-экономического развития региона [1].

Отрасли принадлежит порядка 10 % валовой добавленной стоимости республики. Такова же доля трудоспособного населения, занятого в строительстве. По состоянию на 01.08.2015 года в отраслевом реестре зарегистрировано 13,8 тысяч предприятий строительного комплекса, из них 336 крупных и средних (строительство – 217, ПСМ – 89, архитектура – 30).

В настоящее время на федеральном уровне власти, а также в профессиональной среде, активно обсуждается вопрос о необходимости модернизации строительной отрасли ввиду существования ряда актуальных проблем, требующих оперативного решения. Так о необходимости модернизации строительной отрасли говорит в своем Послании Федеральному Собранию Российской Федерации от 04.12.2014 г. Президент Российской Федерации В.В. Путин, в своих многочисленных интервью, отмечает факт существования серьезных пробелов в функционировании строительного комплекса. Министр строительства и ЖКХ Российской Федерации М.А. Мень.

На федеральном уровне разрабатываются проекты нормативных документов и принимаются меры для регулирования инвестиционно-строительного процесса и взаимодействия его участников. В частности, на этапе обсуждения находится проект Федерального закона о строительном подряде. Кроме того, государство впервые выделяет средства на техническое регулирование и ценообразование в строительстве, а также формирование базы расценок на строительные материалы и услуги, машины и механизмы, что было отмечено на круглом столе «Проблемы ценообразования в строительстве», прошедшем в Совете Федерации РФ.

В настоящее время можно выделить несколько основных специфичных проблем строительной отрасли, требующих решения за счет внедрения новых и совершенствования уже имеющихся механизмов и инструментов. Данные проблемы представлены в табл.

Таблица

Основные проблемы строительной отрасли

№ п/п	Проблема	Раскрытие проблемы
1	Несовершенство механизма государственных закупок в сфере строительства	Существующий 44-ФЗ плохо отражает реалии строительного процесса. Он, по сути, разрывает инвестиционно-строительный процесс, из которого выпадают инвестор и строительная индустрия. Неадекватность прописанных в Законе способов определения подрядчиков, когда всю процедуру строительного процесса описывает исключительно цена контракта, а долгосрочное планирование заменено на распределение текущих заказов, привели в действие механизмы демпинга, а недостаточный авторский и технический надзор – к использованию дешевой, неквалифицированной рабочей силы, некондиционных материалов, «вымыванию» специалистов среднего и младшего управленческого звена.
2	Проблема ценообразования в строительстве	Наблюдается несоответствие сметной стоимости строительства, определенной в текущих ценах на этапе «осмечивания» инвестиционного проекта и фактической стоимости строительства, определенной после сдачи объекта в эксплуатацию. Инструменты определения прогнозной и фактической стоимости строительства имеют большую погрешность. Отсутствие механизма мониторинга текущих расходов подрядчика и субподрядчиков исключает возможность контроля справедливости цен на применяемые материалы, механизмы, услуги труда. Следовательно, невозможно оценить объективность примененных при проектировании расценок, исключить тиражирование ошибок и исправление их при следующем проектировании. Особое место занимает невозможность определить действительную точку формирования прибыли. Несоответствие существующих расценок в нормативных сборниках и реально сложившихся рыночных цен привело к тому, что подрядчик, пытаясь покрыть реальные затраты на оплату труда (которые существенно отличаются от нормативных), применяет «конвертные» схемы оплаты, обналичивая разницу между рыночной и закупочными ценами на строительные материалы и механизмы. От этого – низкое качество строящихся объектов, угроза безопасности людей, повышение затрат на этапе эксплуатации. Кроме того, возникают проблемы при приемке-сдаче объектов (закрытие по формам КС-2, КС-3).

Продолжение таблицы

3	Проблемы кадровой политики в отрасли	В настоящее время на строительном рынке существует дефицит квалифицированных работников, что отмечают 18 % руководителей строительных организаций, из 6,6 тыс. принявших участие в опросе Центра конъюнктурных исследований Института статистических исследований и экономики знаний НИУ «Высшая школа экономики» [2]. Развитие строительной отрасли невозможно без развития образовательного кластера, привлечения инициативной, способной части молодежи к обучению в средне-специальных и высших строительных учебных заведениях на основе социальной и материальной привлекательности профессии [3].
4	Наличие фирм-однодневок	Фирмы-однодневки, как промежуточные звенья между генеральным подрядчиком и субподрядчиком – фактическим исполнителем работ. Получая денежные средства от генерального подрядчика, фирмы-однодневки не рассчитываются в полном объеме (или вовсе не рассчитываются) за фактически выполненные субподрядчиком работы. Средства обналичиваются фирмой-однодневкой, и затем она закрывается. Подобные схемы присутствуют и при закупке материалов и услуг на машины и механизмы.
5	Использование рабочей силы низкого уровня квалификации	Привлечение иммигрантов без специального образования к строительным работам как наиболее дешевой рабочей силы не только ставит под сомнение качество стройки, но и создает условия, угрожающие безопасности людей как во время строительства, так и после сдачи объекта в эксплуатацию.

Говоря о, всё чаще затрагиваемой, проблеме ценообразования в строительстве, важно отметить, что на сегодняшний день много делается для обеспечения прозрачности образования цены. Вводится понятие «стоимостной инжиниринг», как процесс формирования стоимости объекта на всех этапах инвестиционно-строительного процесса [4]. Направление это весьма актуальное и требует должного внимания и дальнейшей проработки.

В Республике Татарстан понимание необходимости кардинальных изменений во взаимоотношениях субъектов – участников строительного процесса – вынудило сформировать творческую группу специалистов с задачей разработки концепции новой экономической модели организации инвестиционно-строительного процесса. Такая группа была сформирована при министерстве строительства, архитектуры и ЖКХ Республики Татарстан под руководством Ханифова Фарита Мударисовича, ранее первого заместителя министра строительства, архитектуры и ЖКХ РТ, а ныне помощника Президента РТ.

В рабочую группу по разработке концепции новой экономической модели организации инвестиционно-строительного процесса вошли также представители ведущих ведомств и организаций Республики Татарстан: Абдуллин Талгат Мидхатович – исполнительный директор НО «Государственный жилищный фонд при президенте РТ»; Ахметзянов Ильяс Рифгатович – заместитель начальника ГАУ «Управление государственной экспертизы и ценообразования РТ по строительству и архитектуре», Геллер Яков Вениаминович – генеральный директор ГУП «Агентство по государственному заказу, межрегиональным связям и инвестиционной деятельности РТ», Ризванов Марат Вагизович – первый заместитель директора АСРО «Содружество строителей РТ», Орлов Виктор Яковлевич – заместитель директора Института экономики и управления в строительстве КГАСУ и др.

В течение более полутора лет представителями рабочей группы велась основательная работа, в частности, разрабатывались принципиально новые схемы организации взаимодействия участников инвестиционно-строительного процесса. На протяжении всего периода проводились совещания, изучалась лучшая мировая практика, предлагались принципиально новые идеи по совершенствованию существующей ситуации в строительном комплексе Татарстана. В многочисленных дискуссиях и спорах рождались лучшие решения. В конце 2014 г. подключились и студенты экономического факультета

КГАСУ, которые затронули вопросы разрабатываемой модели в своих дипломных научно-исследовательских работах. Так, в июле 2015 г., успешно защитили свои дипломные работы: Камалиева Динара («Разработка и обоснование концепции новой экономической модели организации инвестиционно-строительного процесса») и Мордвинцева Ильмира («Оценка механизмов ресурсного обеспечения реализации инвестиционно-строительных проектов на примере ГУП «Агентство по государственному заказу, межрегиональным связям и инвестиционной деятельности РТ»). Исследования студентов были высоко оценены как представителями научного общества, так и представителями Министерства строительства, архитектуры и ЖКХ РТ и других профильных ведомств.

Суть новой экономической модели организации инвестиционно-строительного процесса в решении актуальных проблем строительной отрасли РТ в части совершенствования механизма государственных закупок в сфере строительства, обеспечения формирования объективной стоимости на каждом этапе, обеспечения прозрачности формирования прибыли, ухода от «серой» заработной платы и использования дешевой рабочей силы без должного уровня квалификации. На рис. 1 представлена общая схема организации строительства по новой модели. Это схема демонстрирует, в том числе, и основные механизмы, предусмотренные новой экономической моделью организации инвестиционно-строительного процесса, которые подробно описаны ниже.

Рис. 1. Схема организации строительства по новой экономической модели организации инвестиционно-строительного процесса

Основными механизмами, внедряемыми в рамках реализации данной модели, являются:

• утверждение методики расчета начальной (максимальной) цены государственного контракта, разработанной ГАУ «Управление государственной экспертизы и ценообразования Республики Татарстан по строительству и архитектуре». Инвестиционная цена государственного контракта (договора подряда), рассчитанная по данной методике), является основанием для определения начальной (максимальной) цены контракта и включает в себя весь комплекс работ и затрат, необходимых для успешного завершения строительства объекта.

• внедрение механизма приобретения строительных материалов, машин и механизмов, а также услуг трудовых ресурсов для исполнения государственных контрактов в строительной отрасли с применением торгово-информационной системы «Биржевая площадка», разработанной ГУП «Агентство по государственному заказу, инвестиционной деятельности и межрегиональным связям Республики Татарстан».

Отличительными особенностями данной системы являются:

– единые алгоритмы закупочного процесса;

– единый центр учета платежей;

– наличие финансового обеспечения действий заказчиков и поставщиков (как гарантия выполнения сторонами своих обязательств);

– удаление лишних звеньев перепродавцов из закупочного процесса;

– сопровождение всего процесса выполнения сторонами обязательств;

– получение оптимальной стоимости за счет внедрения в процесс конкурентных процедур.

Очевидна эффективность данного ресурса в закупках при производстве ремонтно-строительных работ, которая обеспечивает прозрачность сделок, применение качественных материалов, добросовестную конкуренцию, оптимизацию стоимости строительства и эксплуатации объектов.

Внедрение утвержденной методики расчета начальной (максимальной) цены государственного контракта (договора подряда), а также механизма приобретения строительных материалов, машин и механизмов, услуг трудовых ресурсов с применением биржевых площадок позволяет сделать процесс формирования стоимости строительства максимально прозрачным и формирует единую логику образования фактической стоимости объекта в течение инвестиционно-строительного процесса, а также обеспечивает формирование здоровой конкуренции и рыночных отношений в строительстве.

Возможность мониторинга реальных рыночных цен на строительные ресурсы обеспечит возможность перехода системы ценообразования в строительстве на ресурсный метод. Как известно, ресурсный метод образования стоимости в строительстве является наиболее точным и объективным методом определения стоимости.

• внедрение рейтинга строительных организаций, как конкурентного преимущества при определении исполнителя государственного контракта на строительство, ремонт и реконструкцию объектов [5]. Рейтинг, как механизм предквалификационного отбора строительных организаций, в долгосрочной перспективе станет надежным сертификатом строительных компаний, удостоверяющим качество их деятельности на строительном рынке, а также инструментом формирования здоровой конкуренции [6]. Предполагается производить рейтинговую оценку строительных организаций на базе АСРО «Содружество строителей Республики Татарстан», с использованием вновь создаваемого публичного интернет-ресурса, учитывающего производственную безопасность, финансовую устойчивость, деловую репутацию участника, как показатель в конкурентном отборе исполнителя [7]. Рейтинг строительных организаций формируется на основании оценки ряда показателей, что позволит оценить их квалификацию и способность качественного выполнения своих обязательств. Данный механизм получил широкое распространение в мировой практике, однако на данный момент не имеет должного применения в России. Таким образом, минимальная цена не является больше единственным критерием при выборе подрядчика, а механизм рейтинга позволяет избавиться от недобросовестных подрядчиков, предоставляющих услуги низкого качества с нарушением договорных обязательств [8].

• механизм распределения прибыли и сэкономленных средств позволяет решать социальные (жилищные) вопросы работников строительной отрасли, а также обеспечивает подготовку квалифицированных кадров за счет отчисления в образовательный кластер (рис. 2). Так, согласно новой модели, при твердо установленном проценте плановой прибыли подрядчика (прописанной в договоре) 1 % из нее должен будет направляться на решение социальных вопросов работников, еще 1 % – на обучение персонала («образовательный кластер»). Вышеперечисленные меры позволят снизить текучесть кадров, поднять престиж строительных профессий, а также уйти от повсеместного использования рабочей силы без должного уровня образования и уровня квалификации.

Решение социальных вопросов предполагает, к примеру, строительство арендных домов для работников предприятия, предоставление выгодных условий ипотечного кредитования для улучшения жилищных условий. Кроме того, возможно создание новых дошкольных и школьных мест для детей работников организаций строительной индустрии. Данные меры должны снизить текучесть кадров в строительной отрасли, увеличить число законно трудоустроенных работников, что напрямую скажется и на увеличении налоговых поступлений в бюджет республики Татарстан.

Рис. 2. Схема распределения прибыли согласно новой экономической модели организации инвестиционно-строительного процесса

Вопрос необходимости непрерывного образования специалистов, постоянного повышения уровня квалификации и профессионального мастерства является весьма актуальным в современном мире. Особое значение этому уделяется и в Стратегии развития Татарстана – 2030, и в Послании Президента Республики Татарстан депутатам Государственного совета РТ от 28.09.15 г.

Все больше приходит понимание того, что независимо от сферы деятельности, труд работников должен оцениваться по уровню его профессиональных знаний и способностей. И этот уровень работник должен регулярно подтверждать. Хорошим примером является подготовка спортивных кадров, в частности, хоккеистов. Ведь, если спортсмен будет плохо тренироваться, «потеряет форму» и не будет показывать результата на льду, то постепенно он «вылетит» из первого звена во второе, затем в третье. Престижный клуб просто не будет держать у себя такого хоккеиста и не продлит с ним контракт. Так должен формироваться и спрос на строительные кадры. Должны быть востребованы те работники строительной отрасли, которые постоянно повышают уровень своей квалификации. Это касается как ИТР, так и рабочих строительных специальностей.

Важное место отводится в данном вопросе высшим и средне-специальным учебным заведениям строительного профиля. Подготовка специалистов должна включать как теоретические, так и практические знания. Необходимо тесное сотрудничество вузов с профильными предприятиями и ведомствами республики. В постоянную практику необходимо ввести написание прикладных выпускных бакалаврских и магистерских работ и проектов. Акцентировал на этом внимание и Президент Республики Татарстан Р.Н. Минниханов в своем Послании депутатам Государственного Совета РТ.

Как уже отмечалось выше, в настоящий момент действительно существует дефицит квалифицированных кадров в строительстве. Так, согласно отчету о развитии научно-образовательного кластера НОК КГАСУ потребность подготовки квалифицированных рабочих и специалистов строительной отрасли на 2014-2016 гг. составляет 16479 чел. При этом фактический выпуск в год более чем на 50 % меньше потребности в кадрах.

Все вышеперечисленное позволяет говорить о необходимости развития учебного кластера в РТ. Отчисления в образовательный кластер позволят поднять престиж строительных профессий, улучшить качество строительного образования, а кроме того регулярно повышать квалификацию работников предприятия. Высокий уровень квалификации работников всех уровней структуры предприятия позволить снизить травматизм и количество несчастных случаев.

Подводя итоги необходимо сказать, что на сегодняшний день в Татарстане разработана концепция новой экономической модели организации инвестиционно-строительного процесса, которая учитывает в себе комплекс мер для решения основных проблем отрасли, а в частности:

· разработаны схемы прозрачного формирования стоимости строительства;

· усовершенствованы механизмы государственных закупок в сфере строительства;

· предложены механизмы распределения прибыли и сэкономленных средств.

Совокупность внедряемых механизмов позволит добиться здоровой конкуренции на рынке строительных товаров и услуг, прозрачности формирования стоимости на всех этапах инвестиционно-строительного процесса, уйти от фирм-однодневок, повысить качество стройки, а также уровень квалификации работников строительной отрасли, снизить текучесть кадров. Возможность мониторинга реальных рыночных цен на строительные ресурсы обеспечит возможность перехода системы ценообразования в строительстве на ресурсный метод.

Для успешной реализации этого комплекса мероприятий и апробации в режиме пилотного проекта, а также сосредоточения ответственности рекомендуется создание отдельной организации – координационного центра, который бы методологически подошел к организации процесса внедрения разработанной модели, подготовил необходимую нормативно-правовую базу, вёл разъяснительно-обучающую работу для всех участников инвестиционно-строительного процесса в части привносимых новшеств в, укоренившийся годами, процесс организации строительства.

Практическая апробация совокупности механизмов новой экономической модели организации инвестиционно-строительного процесса в режиме «пилотного» проекта позволит оценить практически применимость всего комплекса предлагаемых мер, выявить и устранить недоработки, а впоследствии закрепить данную модель для всей совокупности строящихся объектов с бюджетным финансированием.

Татарстан, как передовой регион России, не раз выступал в роли «пилотного» при реализации новых государственных программ. В республике существуют все условия для успешного внедрения данной модели в строительную отрасль.

Список библиографических ссылок

1. Орлов В.Я., Гареев И.Ф. Направления развития Института коллективных инвестиций в строительную отрасль // Российское предпринимательство, 2013, № 24 (246). – С. 100-108.
2. Андреев А. Ситуация в стройкомплексе: что сегодня тревожит руководителей компаний. Всероссийский отраслевой интернет-журнал «Строительство.ru», http://www.rcmm.ru/content/topics/1039.html.
3. Загидуллина Г.М., Клещева О.А. Развитие инновационной инфраструктуры инвестиционно-строительного комплекса // Известия КГАСУ, 2011, № 2 (16). – С. 271-277.
4. Дидковская О.В., Ильина М.В., Мамаева О.А., Коновалова М.А., Спирина Е.С. Методические подходы к формированию системы стоимостного инжиниринга в строительстве: монография. – Самара, 2013. – 192 с.
5. Zavadskas E.K., Liias R. & Turskis Z. Multi-attribute decision-making methods for assessment of quality in bridges and road construction: state-of-the-art surveys // Road and Bridge Engineering, 2008, № 3 (3). – P. 152-160.
6. Plebankiewicz E. Contractor prequalification model using fuzzy sets // Civil engineering and management, 2009, № 15 (4). – P. 377-385.
7. Plebankiewicz E. Criteria of contractor selection used by Polish investors, Scientific Papers of the Institute of Building Engineering of the Wrocław University of Technology, 91, Technology and Management in Building Engineering, 2008. – P. 121-129.
8. Xiaohong Huang. An Analysis of the Selection of Project Contractor in the Construction Management Process // Business and Management, Vol. 6, № 3, March, 2011.

Khanifov F.M. – aide to the president of the Republic of Tatarstan
E-mail: Farit.Hanifov@tatar.ru
Presidential Administration of the Republic of Tatarstan
The organization address: 420060, Russia, Kazan, Svoboda square, 1
Orlov V.Ia. – candidate of technical science, associate professor
E-mail: orlov@kgasu.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenay st., 1
Kamalieva D.A. – leading specialist of the department of analysis and economic modelling
E-mail: d.kamalieva@outlook.com
State housing fund under the President of the Republic of Tatarstan
The organization address: 420015, Russia, Kazan, Gorky st., 8/9

The introduction of the new economic model of the organization of investment and construction process in the Republic of Tatarstan

Resume

A lot of things have already been done to provide a transparency of cost calculation in construction. Nowadays we have the new term «cost engineering» as the process of objective cost forming at every stage of an investment and construction process. This is a very important direction and, of course, it requires proper attention and further elaboration.

Today the group of specialists has developed the concept of the new economic model of the organization of investment and construction process in the Republic of Tatarstan. The main goal of this model is modernization of the construction industry because of the existence of a number of urgent problems that require immediate decisions. This model includes some special mechanisms to solve these problems.

Using of the new economic model of the organization of investment and construction process can improve the mechanism of public procurement in the construction industry, provide the objective cost forming at every stage of investment and construction process, ensure transparency of the profit formation, and get away from the «gray» wages and using cheap labor without proper qualifications.

Keywords: construction industry, investment and construction process, new economic model, regulation, cost engineering.

Reference list

1. Orlov V.Ya., Gareev I.F. Directions of development of collective investments in the construction industry // Russian entrepreneurship, 2013, № 24 (246). – P. 100-108.
2. Andreev A. the Situation in the construction industry: what worries managers today companies. The all-Russian industrial Internet-magazine «Stroitelstvo.ru», URL: http://www.rcmm.ru/content/topics/1039.html.
3. Zagidullina G.M., Klesheva O.A. Development of innovative infrastructure investment and construction complex // Izvestiya KGASU, 2011, № 2 (16). – P. 271-277.
4. Didkovskaya O.V., Ilyina M.V., Mamaeva O.A., Konovalova M.A., Spirina E.S. Methodological approaches to the formation of a system of cost engineering in construction: monograph. – Samara, 2013. – 192 p.
5. Zavadskas E.K., Liias R. & Turskis Z. Multi-attribute decision-making methods for assessment of quality in bridges and road construction: state-of-the-art surveys // Road and bridge engineering, 2008, № 3 (3). – P. 152-160.
6. Plebankiewicz E. Contractor prequalification model using fuzzy sets // Civil engineering and management, 2009, № 15 (4). – P. 377-385.
7. Plebankiewicz E. Criteria of contractor selection used by Polish investors, scientific papers of the institute of building engineering of the wrocław university of technology, 91, Technology and Management in Building Engineering, 2008. – P. 121-129.
8. Xiaohong Huang. An analysis of the selection of project contractor in the construction management process // Business and management, Vol. 6, № 3, March, 2011.

УДК 338
Яруллина Л.Р. – кандидат психологических наук, доцент
E-mail: lala0609@mail.ru
Сучкова Т.В. – кандидат психологических наук, доцент
E-mail: ta.su@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Проблемы управления персоналом в организациях строительной индустрии

Аннотация

В статье анализируются проблемы управления персоналом в организациях строительной индустрии. Дается описание целостного подхода к управлению потенциалом человеческих ресурсов организации. Приводится описание возможных негативных последствий, отсутствие системности в вопросах управления персоналом, современные разновидности структуры строительных организаций, а также особенности деятельности организаций строительной индустрии, имеющие непосредственное влияние на систему управления человеческими ресурсами в данной отрасли. Также дается описание и классификация субъектов управления человеческими ресурсами в строительной индустрии. Приводятся возможные пути решения проблем управления персоналом в организациях строительной индустрии на примере Республики Татарстан.

Ключевые слова: кадровый потенциал, управление персоналом в отрасли строительства, стратегия организации, строительная индустрия.

В современных условиях рыночной экономики остро встает вопрос конкурентной борьбы между строительными организациями, представленными на отечественном строительном рынке. В системе факторов конкурентоспособности организации строительной индустрии не в достаточной мере уделяется внимание человеческим ресурсам.

Данный факт определяет поиск эффективных систем управления трудовыми ресурсами, влияющих, в свою очередь, на конкурентоспособность организации в строительной индустрии.

Изучению проблем, связанных с совершенствованием управления персоналом, а также форм и методов построения систем управления человеческим капиталом посвятили свои работы многие отечественные и зарубежные ученые. Среди зарубежных исследователей наиболее известны Ф. Тейлор, А. Файоль П. Дойль, П. Друкер, Т. Коупленд, Ж.-Ж. Ламбен и др. Среди российских ученых, внесших вклад в развитие этой проблемы, необходимо назвать Г.Л. Азоева, А.А. Богданова, В.Р. Веснина, В.П. Воронина, Б.М. Генкина, В.И. Герчикова, А.Я. Кибанова, Ю.Д. Красовского, И.Д. Ладанова, Т.И. Овчинникову, А.У. Панина, А.И. Пригожина, З.П. Румянцеву, Ю.А. Саликова, Э.А. Уткина, А.И. Хорева, А.В. Чаянова и др. Ими исследованы и решены многие теоретические и прикладные задачи, обусловленные содержанием работ по управлению персоналом на предприятиях.

В строительных организациях нередко наблюдается использование традиционных стандартных способов и методов управления кадрами, хотя процесс управления персоналом сложный и специфичный, поскольку в большинстве случаев требует индивидуального подхода, учитывающего особенности строительной организации. Важным фактором успеха деятельности любого предприятия является управление кадровым потенциалом организации, основанное на качественном подходе. Потенциал кадров, по нашему мнению, представляет собой умения и навыки работников, которые могут быть использованы как средство, повышающее эффективность деятельности организации в различных сферах производства, в целях получения прибыли или достижения социального эффекта [6].

При управлении потенциалом персонала, представленным интеллектуальными, психофизиологическими, профессионально-квалификационными составляющими, личностными качествами и способностями сотрудников организации, элементами

инновационного и организационного потенциала (рис. 1), важно применение таких современных инновационных приемов, которые бы способствовали повышению потенциала персонала компании.

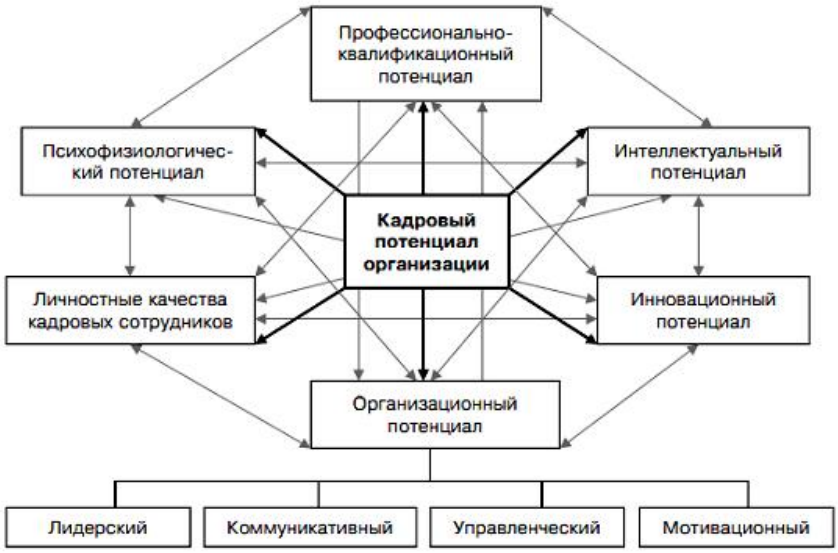


Рис. 1. Структурные элементы кадрового потенциала

Особенности управления человеческим потенциалом как фактором конкурентоспособности организации строительной индустрии заключаются в необходимости оптимальной системы управления потенциалом персонала, который позволит достичь максимальной эффективности от реализации сотрудниками своих возможностей.

Целостный подход к управлению потенциалом человеческих ресурсов понимается как интеграция всех функций, направленных на человеческий фактор в организационной системе. Система управления потенциалом человеческих ресурсов должна быть представлена совокупностью форм и методов последовательного воздействия субъектом управления на процесс управления строительной организации.

Вопросы кадрового потенциала являются стержневым аспектом в оценке организации строительной отрасли, эффективности ее деятельности, качества управления ее системами и т.д. Следовательно, основные результаты деятельности предприятия во многом зависят от квалификации персонала, его опыта, социально-психологического климата в коллективе, творческих начал отдельных сотрудников. В нынешнее современное время строительная индустрия является одной из отраслей производства, в котором масштабы привлечения человеческих ресурсов огромны.

Ситуация с кадрами в этой отрасли хоть и на первый взгляд кажется успешной, поскольку специалистов строительного профиля достаточно много, однако возникает множество проблем при подборе эффективной команды, способной работать слаженно и эффективно. Молодые специалисты испытывают затруднения при трудоустройстве из-за отсутствия опыта работы. Работодатель осуществляет подбор персонала из числа квалифицированных кадров с опытом работы, понимающих свою роль в управленческой и производственной системе.

В связи с кардинальными изменениями в строительной отрасли, произошедшими в постсоветский период, руководители организаций несут в значительной степени большую ответственность перед своими подчиненными. Поэтому важно уметь не только найти хорошего специалиста, но и удержать его, обеспечив ему все необходимые условия как в профессиональном, социальном так и материальном плане. В настоящий момент существуют следующие разновидности структуры строительных организаций (рис. 2).

Рис. 2. Разновидности структур строительных организаций

Каждая из управленческих структур предполагает свою специфическую стратегию управления трудовым потенциалом. Как показывает практика, большинству руководителей вообще не приходилось обучаться основам управления человеческими ресурсами. Подобная ситуация не лучшим образом сказывается на эффективности работы строительной организации. Недооценка значения человеческого фактора, его влияния на производственный процесс, пренебрежения психологическими и социологическими методами приводит порой к неисправимым последствиям [1].

Кадровая ситуация в организациях определяется в основном такими показателями:

- безразличие и непонимание своих функциональных обязанностей работника организации;
- снижение производственных показателей как результат неудовлетворенности трудом и его результатами влекут за собой не смену работы;
- бюрократизм в управлении вызывает скептическое отношение, снижает уровень энтузиазма и креативности персонала;
- несоответствие личных целей с целями и миссией организации;
- отсутствие условий для проявления инициативности, коллегиальности при принятии управленческих решений.

В связи с этим работник меняет место работы, поскольку затраченные им усилия порой не соответствуют его ожиданиям. Однако часто и сами работники неадекватно реагируют на нововведения, не желают адаптироваться к новой среде, проявляют конфликтность, ориентированы только на материальное вознаграждение.

Характерно, что причиной перечисленных выше недостатков являются чаще всего не только способности и личные качества работника, но и субъективные факторы, один из которых – качественная работа системы управления трудовыми ресурсами.

Система управления персоналом строительных организаций должна соответствовать специфике организации индустрии строительства. К числу таких особенностей управления персоналом в отрасли строительства относятся:

· уникальность основных объектов строительства, которые требуют новых производственных подходов, организационно-технических и управленческих решений;
· множество разнообразных работ в области строительства;
· влияние климатических и погодных факторов на выполнение строительных работ;
· временные критерии строительства (достаточная продолжительность);
· длительный жизненный цикл объектов строительства;
· квалификация персонала;
· сложный процесс документооборота;
· разрозненность в территориальном аспекте управленческих субъектов предприятий строительства.

В последние годы намечена тенденция к снижению качества строительно-монтажных работ, привлечение специалистов с низкой квалификацией, снижение качества подготовки работников строительной отрасли.

Р.Е. Булат в своем исследовании делает вывод, что структура строительно-производственного персонала во многих случаях формируется стихийно, потребность в численности рабочих для выполнения вспомогательных работ не обосновывается соответствующими нормативами, недостаточно внедряется система оперативного нормирования труда рабочих-повременщиков. Такая ситуация негативно отражается на уровне производительности труда в строительных организациях [2].

Феклистов И.И. посвятил свое исследование кадровому ресурсному обеспечению инновационного развития строительных организаций и выделил следующие особенности строительства:

– строительство выполняется одновременно на многих объектах и на широкой территории, поэтому трудно обеспечить централизацию оценки деятельности работников предприятия;

– строительные работы, как правило, осуществляются в открытой местности, где постоянно меняются метеорологические условия. В некоторых случаях строительство осуществляется в тяжелых условиях: на территории действующих предприятий, в недоступных для транспорта местах, вблизи линий электропередач и т.п. Это отражается на организации и технологии выполнения работ, и, соответственно, на оценке результатов работы сотрудников, что требует особой системы мотивации [4].

Система управления персоналом предприятия строительной отрасли должна быть построена с учетом вышеуказанных показателей. Система включает в себя следующие субъекты управления персоналом организации строительной индустрии – руководитель организации, линейные руководители различных подразделений, служба управления персоналом.

Персонал предприятия является основным его потенциалом. Неблагоприятный психологический климат, низкие показатели работы персонала не способствует привлечению других видов ресурсов, в том числе и инвестиционных. Применение неэффективных методов оценки персонала, вербовка персонала на временной основе приводит к понижению степени престижа профессии строителя. Все перечисленные выше показатели указывают на проблемы организаций в индустрии строительства, на которые нужно обратить пристальное внимание и решать как на государственном и региональном уровне, так и в рамках конкретной строительной организаций.

Татарстан занимает лидирующие позиции в России по строительству жилья и объектов общественного назначения: спортивных, промышленных, инфраструктуры. Несколько лет назад подобные масштабы строительства для региона казались бы невозможными, однако рациональное управление строительной отраслью в республике привело к освоению таких объемов. Однако потребность в квалифицированных специалистах любого производственного уровня стоит очень остро. По-прежнему существует потребность в мигрантах, как дешевой, но не квалифицированной рабочей силы. Практически по всем рабочим строительным специальностям снижены тарифы, которые не соответствуют текущему уровню заработной платы. Специалистов инженерных специальностей не хватает, да и желания работать за маленькую заработную плату они не имеют [5].

Решением проблемы стала разработка в Республике Татарстан подпрограммы кадрового обеспечения задач строительства, которая вошла составной частью в долгосрочную целевую программу развития жилищного строительства республики на 2011-2015 годы. Программа утверждена Правительством Республики Татарстан [3].

В ней выделены приоритеты развития кадрового потенциала строительного комплекса и сокращения миграционных потоков и «серого рынка» в отрасли. По результатам деятельности по этой программе к концу 2015 года в строительной отрасли прогнозируются следующие показатели: уровень миграционного потока не более 8-9 % от общей потребности в строительных кадрах, гарантированное трудоустройство выпускников, имеющих инженерное образование 80-90 %. При этом подчеркивается, что профессиональные учебные заведения всех уровней, в целом обеспечивают существующую потребность в специалистах по основным строительным специальностям. Однако ощущается серьезная нехватка высокопрофессиональных, хорошо подготовленных кадров в управлении строительством, что в итоге часто приводит к стратегическим просчетам в экономике и менеджменте организаций.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что управление человеческим потенциалом основывается на организационных стратегиях и формирует поведение персонала, направленное на выполнение организационной стратегии. На функционирование механизма управления трудовыми ресурсами существенно влияет специфика строительной индустрии, поэтому система управления персоналом современной организации строительной индустрии должна учитывать специфику строительной отрасли, ее проблемы и тенденции развития.

Список библиографических ссылок

1. Барановская Н.И. Повышение конкурентоспособности строительной организации на основе развития ее кадрового потенциала: понятие конкуренции и конкурентоспособности строительной организации, кадровый потенциал: понятие, показатели оценки, направления развития, методика планирования. – Кызыл: ТувГУ, 2011. – 127 с.
2. Булат Р.Е. Правовые нормы и психологическое сопровождение управления персоналом в строительстве. – СПб.: Бизнес-пресса, 2010. – 197 с.
3. Долгосрочная целевая программа «Развитие жилищного строительства в Республике Татарстан на 2011-2015 гг.» Утверждена постановлением Кабинета Министров РТ от 20.06.2011 № 492 // Портал Правительства РТ; Министерство строительства, архитектуры и ЖКХ. URL: http://minstroy.tatarstan.ru/rus/discuss.htm.
4. Феклистов И.И. Кадровое ресурсное обеспечение инновационного развития строительных организаций // Экономическое возрождение России, 2011, Т. 28, № 2. – С. 104-111.
5. Яруллина Л.Р. Когнитивно-регулятивный механизм эффективного поведения молодых специалистов на рынке труда: Монография. – Казань: Изд-во КГАСУ, 2014. – С. 125-127.
6. Yarullina L.R. Experience in developing effective behavior of college graduates in the labor market // Global competition on the markets for labor, education and innovations. B&M Publishing Research and Publishing Center «Colloquium»; Science editor: A. Burkov, 2013. – C. 161-163.

Jarullina L.R. – candidate of psychological sciences, associate professor
E-mail: lala0609@mail.ru
Suchkova T.V. – candidate of psychological sciences, associate professor
E-mail: ta.su@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Problems of personnel management in organizations of construction industry

Resume

The article describes the features of personnel management in construction companies. In modern conditions of market economy the increasing competitive among construction companies. At the same time personnel management as one of the factors of competitiveness has not enough importance.

Often in construction companies used traditional methods of human resource management. Although this process requires an individual approach, taking into account the intellectual, psycho-physiological, professional qualities and abilities of employees, and specific features of construction industry.

Successful activity of any organization is largely determined by the quality level of management of human resources capacity. Thus human resources capacity is seen as skills of employees, which can be used to improve the effectiveness of the organization for the purpose of obtaining profit or achieving social effect.

Features of the construction industry, affecting the efficiency of personnel management system in construction organizations are also described in this article. The most common problems of personnel management in the construction include the limitations of methods of personnel evaluation, the diffusion of the practice of hiring temporary workers, and the consequent decline in the prestige of the profession.

The article might be interesting to the students, masters, postgraduate students educated in Economics, as well as to specialists in human resource management in construction organizations.

Keywords: human resource capacity, human resource management of construction industry, organizational strategy, the construction industry.

Reference list

1. Baranovska N.I. Improving the competitiveness of the construction company on the basis of the development of its human resource capacity: the concept of competition and the competitiveness of the construction company, human resources: concept, performance evaluation, development trends, methods of planning. – Kyzyl: TuvGU, 2011. – 127 p.
2. Bulat R.E. Legal provisions and psychological support of personnel management in the construction. – SPb.: Business Press, 2010. – 197 p.
3. Long–term target program «Development of housing construction in the Republic of Tatarstan for 2011-2015 years» approved by the Cabinet of Ministers of the Republic of Tajikistan from 20.06.2011 № 492 // RT Government Portal; Ministry of Construction, Architecture and ZHKH. URL: http://minstroy.tatarstan.ru/rus/discuss.htm.
4. Feklistov I.I. Staffing resource providing of innovative development of construction organizations // The economic revival of Russia, 2011, V. 28, № 2. – P. 104-111.
5. Yarullina L.R. Cognitive-regulatory mechanism for the effective conduct of young professionals in the job market: Monograph. – Kazan: Publishing House KSUAE, 2014. – P. 125-127.
6. Yarullina L.R. Experience in developing effective behavior of college graduates in the labor market // Global competition on the markets for labor, education and innovations. B&M Publishing Research and Publishing Center «Colloquium»; Science editor: A. Burkov, 2013. – P. 161-163.

УДК 533.69.048
Гумеров А.В. – кандидат технических наук, старший преподаватель
E-mail: anvar_gumerov@list.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Расчет движения вихревой нити вокруг кругового цилиндра методом дискретных вихрей

Аннотация

Исследуется сила, действующая на круговой цилиндр при движении около него вихревой нити. Непроницаемость в контрольных точках поверхности обеспечивается дискретными вихрями, расположенными на контуре цилиндра. Интенсивности этих присоединенных дискретных вихрей определяются из условия нулевых нормальных скоростей в контрольных точках для двух случаев. В первом случае суммарная циркуляция дискретных вихрей на контуре цилиндра равна нулю, а в другом – суммарная циркуляция присоединенных дискретных вихрей и внешней вихревой нити равна нулю. Расчеты показали, что в первом случае поле скоростей вне цилиндра хорошо согласуется с полем, полученным по комплексному потенциалу, содержащим по теореме об окружности центральный вихрь.

Ключевые слова: метод дискретных вихрей, вихревая нить, интенсивность вихря, неустановившееся течение, круговой цилиндр, непроницаемость поверхности, теорема об окружности, комплексный потенциал течения.

Введение

Известный расчетный метод дискретных вихрей (МДВ), или его иногда называют методом «вихревого облака», позволяет решать задачи отрывного и безотрывного обтекания различных тел идеальной несжимаемой средой. Основоположниками данного метода являлись Белоцерковский С.М. [1], [2] и Сарпкайя Т. [3-5]. Суть МДВ заключается в следующем. Контур обтекаемого цилиндрического тела заменяется присоединенными дискретными вихрями, а отрывное движение потока за телом моделируется свободными дискретными вихрями, перемещающимися с местной скоростью среды. Интенсивности присоединенных вихрей в каждый момент времени определяются из условия непроницаемости поверхности обтекаемого тела, и равенства нулю суммарной интенсивности присоединенных и свободных вихрей. Это условие приводит к таким же результатам расчета, которые получаются и при расчетах с применением комплексного потенциала, не содержащего центральных вихрей.

Согласно теореме об окружности Милн-Томсона [6] движение вихревой нити около кругового цилиндра определяется комплексным потенциалом, содержащим потенциал центрального вихря. В приведенных там же примерах 11 и 12 к главе 13 скорость внешнего вихря и давление на поверхности кругового цилиндра определяются с учетом центрального вихря, т.е. предполагается, что циркуляция по любому контуру, охватывающему цилиндр, но не охватывающему вихревую нить, равна нулю. В статьях [6-8] авторы, следуя Милн-Томсону, свои расчеты проводят с применением комплексного потенциала с центральным вихрем. В других публикациях [1-5], [9-11] в комплексном потенциале циркуляции центральных вихрей не учитываются, т.е. интенсивности присоединенных вихрей определяются из условия, что циркуляция вихрей по общему контуру, охватывающему цилиндр и свободные вихри равна нулю. Какой из этих двух методов расчета является правильным? Это можно было бы проверить экспериментально, но опытная проверка реального характера движения вихревой нити в идеальной жидкости довольно затруднительно.

Поэтому возникает вопрос о необходимости учета или исключения центрального вихря для получения реального движения вихревой нити. Для получения ответа на этот вопрос в настоящей работе изучается движение одной вихревой нити около неподвижного кругового цилиндра двумя способами. Расчеты проводятся методом дискретных вихрей,

когда интенсивности присоединенных вихрей определяются при дополнительном условии о нулевой суммарной циркуляции вихрей, расположенных на контуре цилиндра, а также с нулевой суммарной циркуляцией вихрей на общем контуре, охватывающем цилиндр и свободный вихрь. Для сравнительного анализа также проводятся дополнительные расчеты с применением комплексного потенциала, состоящего из потенциалов внешнего, инверсионного и центрального вихрей. Строится поле скоростей и определяется сила, действующая на круговой цилиндр при присутствии свободного внешнего вихря для двух случаев нахождения интенсивностей присоединенных вихрей.

Постановка задачи

Пусть в точке $z_в$ несжимаемой невязкой жидкости вне кругового цилиндра радиуса R внезапно образуется вихревая нить интенсивности Γ, ось которой параллельна оси цилиндра. Требуется методом дискретных вихрей провести расчеты и построить поле скоростей и определить силу, действующую на цилиндр для двух случаев расчета:

- циркуляция по контуру цилиндра равна нулю, что приводит к выполнению теоремы об окружности Милн-Томсона;
- циркуляция по общему контуру, охватывающему цилиндр и свободный вихрь равна нулю, который соответствует комплексному потенциалу без центрального вихря.

На основе сравнительного анализа полученных этими двумя способами касательных скоростей на поверхности цилиндра с соответствующей скоростью, полученной Милн-Томсоном, требуется принять подходящий расчетный случай и показать возможность применения модифицированного МДВ для расчета силы, действующей на тело.

Решение задачи методом дискретных вихрей

На контуре цилиндра через равные промежутки $\Delta\varphi = 2\pi/n$ располагаются n дискретных вихрей (рис. 1):

$$z_j = R(\cos\varphi_j + i\sin\varphi_j), \text{ где } \varphi_j = \Delta\varphi\cdot(j-1),\ j = 1, 2,\ldots, n.$$

Посередине между дискретными вихрями располагаются контрольные точки:

$$z_i^{\text{т}} = R(\cos\psi_i + i\sin\psi_i), \text{ где } \psi_i = \Delta\varphi/2 + \Delta\varphi\cdot(i-1),\ i = 1, 2,\ldots, n.$$

Положение внешнего вихря постоянной интенсивности Γ в начальный момент времени задаем в точке $z_в = x_в + iy_в$

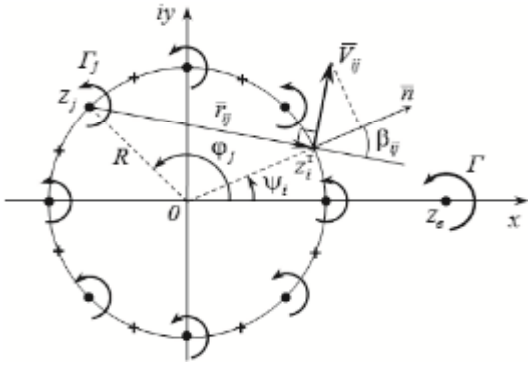


Рис. 1. Расчетная схема

Скорость, индуцированная j-м присоединенным вихрем в i-й контрольной точке определяется по формуле Био-Савара:

$$V_{ij} = \Gamma_j/2\pi r_{ij}, \qquad (1)$$

где r_{ij} – расстояние от j-го вихря до i-й контрольной точки, Γ_j – интенсивность присоединенного вихря, которую предстоит определить из условия непроницаемости контура цилиндра, т.е. при $V_n^i = 0$.

Проецируя скорость (1) индуцированную каждым вихрем в каждой контрольной точке на нормаль в этой точке получаем квадратную матрицу коэффициентов скоростей *n*-го порядка $A=(a_{ij})=(\sin\beta_{ij}/2\pi r_{ij})$, где β_{ij} – угол между нормалью и вектором $\bar{r}_{ij}$ в контрольной точке z_i^{T}. Составляем матрицу столбец *B*, свободные члены которой известны и представляют собой проекцию скорости от свободного вихря на внутреннюю нормаль в каждой контрольной точке:

$$B=(b_i)=(\Pi p_{-n}V_i)=(-\Gamma\sin\beta_i/2\pi r_i). \qquad (2)$$

Получаем систему линейных алгебраических уравнений, решением которой обеспечивается непроницаемость цилиндра:

$$AX=B, \qquad (3)$$

где *X* – столбец неизвестных интенсивностей присоединенных вихрей на контуре цилиндра Γ_j (j = 1, 2,…, n). Данная система имеет линейно зависимые уравнения и содержит множество решений. Поэтому вводят дополнительное условие для определения интенсивностей: 1) циркуляция по контуру цилиндра равна нулю [7], [8] или 2) циркуляция по общему контуру, охватывающему цилиндр и свободный вихрь равна нулю [1]-[5], [9]-[11], т.е.:

$$1)\ \sum_{j=1}^{n}\Gamma_j=0 \text{ или } 2)\ \sum_{j=1}^{n}\Gamma_j+\Gamma=0. \qquad (4)$$

Система уравнений (3) с дополнительным условием (4) принимает вид:

$$\begin{cases} a_{11}\Gamma_1+a_{12}\Gamma_2+\ldots+a_{1n}\Gamma_n+c=b_1,\\ a_{21}\Gamma_1+a_{22}\Gamma_2+\ldots+a_{2n}\Gamma_n+c=b_2,\\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\ a_{n1}\Gamma_1+a_{n2}\Gamma_2+\ldots+a_{nn}\Gamma_n+c=b_n,\\ \Gamma_1+\Gamma_2+\ldots+\Gamma_n=0 \text{ или } -\Gamma. \end{cases} \qquad (5)$$

Решив данную систему методом Гаусса находим интенсивности Γ_j присоединенных вихрей на контуре цилиндра. Регуляризующая переменная $c \to 0$ при $n \to \infty$, устраняет переопределенность. В настоящих расчетах $c \approx 0$ при числе дискретных вихрей n = 270.

Для построения поля скоростей воспользуемся комплексным потенциалом:

$$F(z)=-\frac{i}{2\pi}\left(\sum_{j=1}^{n}\Gamma_j\ln(z-z_j)+\Gamma\ln(z-z_в)\right).$$

Тогда скорость v в любой точке *z* плоскости выражается зависимостью:

$$v=\frac{d\bar{F}}{dz}=\frac{i}{2\pi}\left(\sum_{j=1}^{n}\frac{\Gamma_j}{\bar{z}-\bar{z}_j}+\frac{\Gamma}{\bar{z}-\bar{z}_в}\right). \qquad (6)$$

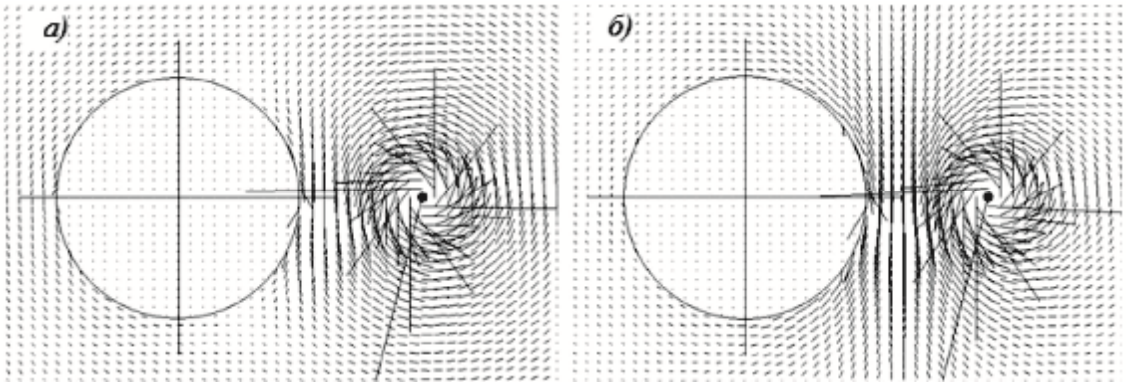


Рис. 2 – Поле скоростей около цилиндра в присутствии вихря:
а – циркуляция по контуру цилиндра равна нулю,
б – циркуляция по общему контуру, охватывающему цилиндр и свободный вихрь равна нулю

На рис. 2 приведены поля скоростей около цилиндра для двух случаев, когда интенсивности присоединенных вихрей определялись решением системы (5) при $\sum_{j=1}^{n} \Gamma_j = 0$ (рис. 2а), а в случае $\sum_{j=1}^{n} \Gamma_j = -\Gamma$ (рис. 2б). Поля скоростей заметно отличаются. Если в первом случае на поверхности цилиндра имеются две критические точки, то во втором они отсутствуют.

Для определения положения свободного вихря в следующий момент времени решаем дифференциальное уравнение движения этого вихря методом Эйлера:

$$z_в^{t+\Delta t} = z_в^t + v_в \times \Delta t, \tag{7}$$

где Δt – шаг по времени, $v_в$ – скорость свободного вихря находится по (6) путем исключения составляющей скорости от самого вихря, т.е. вихрь движется с местной скоростью течения:

$$v_в = \left.\frac{d\bar{F}}{dz}\right|_{z=z_в} = \frac{i}{2\pi}\sum_{j=1}^{n} \Gamma_j \frac{1}{\bar{z}_в - \bar{z}_j}. \tag{8}$$

После определения нового положения свободного вихря заново формируется правая часть системы уравнений (5), находятся новые интенсивности присоединенных вихрей и по (7) определяется последующее положение свободного вихря. Таким образом, выражения (2), (5), (7) образуют замкнутый цикл численного метода дискретных вихрей.

Сила, действующая на цилиндр от вихревой нити, легко находится по теореме об изменении импульса силы [12]:

$$Y + iZ = i\rho\frac{d}{dt}\left(\sum_{j=1}^{n} \Gamma_j \times z_j + \Gamma \times z_в\right) = i\rho\left(\sum_{j=1}^{n} \Gamma_j \times v_j + \Gamma \times v_в\right). \tag{9}$$

Например, при R = 6 м, n = 360, Γ = 40 м^2/с, $z_в$ = 12 + 0·i м, ρ = 1 кг/м^2 сила действующая на цилиндр равна F = 5,305164 Н в первом случае и F = 21,219116 Н во втором случае.

Давление в контрольной точке $z_i^{\text{т}}$ поверхности цилиндра для неустановившегося течения определяется по интегралу Коши-Лагранжа:

$$p_i^{\text{т}} = -\rho\left(\frac{(v_i^{\text{т}})^2}{2} + \frac{\partial\varphi_i^{\text{т}}}{\partial t}\right). \tag{10}$$

Как показали настоящие расчеты, скорость на поверхности цилиндра, вычисленная методом дискретных вихрей в два раза меньше скорости найденная через комплексный потенциал. Поэтому при использовании (10) скорость на поверхности рекомендуют увеличивать добавлением средней скорости от двух соседних вихрей в контрольной точке [13], т.е. выражение (6) запишется в виде:

$$v_i^{\text{т}} = \frac{i}{2\pi}\left(\sum_{j=1}^{n} \frac{\Gamma_j}{\bar{z}_i^{\text{т}} - \bar{z}_j} + \frac{\Gamma}{\bar{z}_i^{\text{т}} - \bar{z}_в}\right) + \frac{1}{2}\left(\frac{\Gamma_j}{2l_j} + \frac{\Gamma_{j-1}}{2l_{j-1}}\right),$$

где l_j – длина дуги контура, занимаемая j-ым дискретным вихрем. Изменение потенциала скорости в данной критической точке за время Δt:

$$\frac{\partial\varphi_i^{\text{т}}}{\partial t} = \operatorname{Re}\left(\frac{\partial F(z_i^{\text{т}})}{\partial t}\right) = \sum_{j=1}^{n} \frac{\Gamma_j}{2\pi}\arg(z_i^{\text{т}} - z_j) + \operatorname{Re}\left(\frac{i\Gamma}{2\pi}\frac{v_в}{z_i^{\text{т}} - z_в}\right).$$

По построению распределения давления от изменения потенциала скорости было выявлено необходимость изменять знак у $\arg(z_i^{\text{т}} - z_j)$ на $\arg(z_j - z_i^{\text{т}})$, когда $\operatorname{Re}(z_i^{\text{т}}) < 0$.

Сила, вычисленная интегрированием давления при тех же исходных данных, не сильно отличается от ранее полученных значений: F = 5,304061 Н в первом случае и F = 21,220656 Н во втором случае.

Для проверки полученных результатов воспользуемся комплексным потенциалом, состоящим из потенциала внешнего вихря, инверсионного вихря и центрального вихря:

$$F(z) = \frac{i\Gamma}{2\pi}\left(-\ln(z - z_в) + \ln\left(z - \frac{R^2}{\bar{z}_в}\right) - \ln(z)\right). \tag{11}$$

Комплексный потенциал такого течения получается преобразованием комплексного потенциала вихря, согласно теореме об окружности [6]. Поля скоростей течения (11) с учетом и без учета центрального вихря показаны на рис. 3. Сравнивая рис. 2 и 3 можно заметить схожесть поля скоростей вне цилиндра. Однако, в близи поверхности цилиндра (рис. 2) метод дискретных вихрей занижает скорость. У самой поверхности отмечается двукратное занижение касательной скорости, которая постепенно увеличивается при удалении от поверхности и выравнивается примерно на $1{,}05R$.

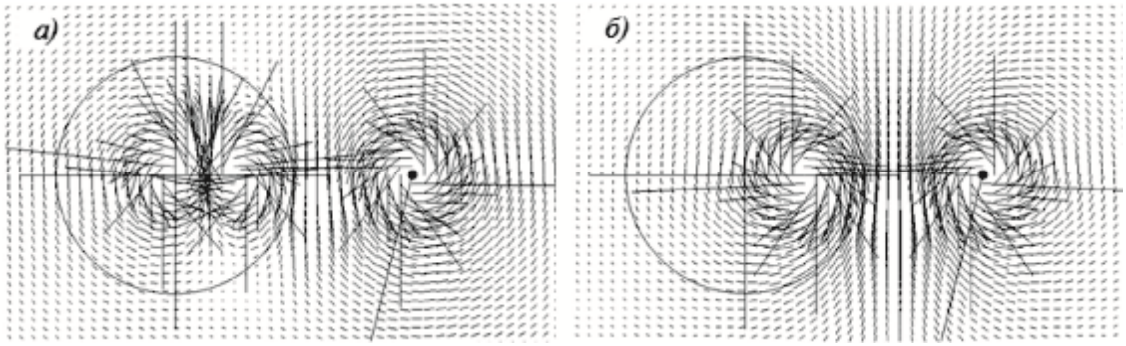


Рис. 3. Поле скоростей около цилиндра в присутствии вихря:
а – с учетом комплексного потенциала центрального вихря, б – без учета центрального вихря

Из полученных результатов можно установить, что для метода дискретных вихрей при моделировании движения вихревой нити около цилиндра будет правильным интенсивности присоединенных вихрей находить из условия равенства нулю циркуляции по контуру цилиндра, что будет удовлетворять теореме об окружности.

Учет центрального вихря такой же интенсивности и знака что и внешний (11) ведет к уменьшению скорости перемещения внешнего вихря вокруг цилиндра. Сила, действующая на цилиндр с учетом центрального вихря в разы меньше силы без центрального вихря.

Заключение

На основе расчетов, проведенных методом дискретных вихрей и с применением комплексного потенциала скорости, показано, что вихревая нить около круглого цилиндра движется по круговой траектории. Если к цилиндру никакие циркуляции не приложены, то при моделировании движения вихревой нити около цилиндра будет правильным интенсивности присоединенных вихрей находить из условия равенства нулю циркуляции по контуру цилиндра, что будет удовлетворять теореме об окружности.

При вычислении распределения давления на поверхности цилиндра и последующего интегрирования для определения силы действующей на цилиндр в методе дискретных вихрей необходимо завышать касательную скорость.

Список библиографических ссылок

1. Белоцерковский С.М. Математическое моделирование плоскопараллельного отрывного обтекания тел. – М.: Наука, 1988. – 232 с.
2. Белоцерковский С.М., Ништ М.И. Отрывное и безотрывное обтекание тонких крыльев идеальной жидкостью. – М.: Наука, 1978. – 352 с.
3. Sarpkaya T. Computational Methods With Vortices – The 1988 Freeman Scholar Lecture // J. of Fluids Engineering, 1989, Vol. 111. – P. 5-52.
4. Сарпкайя Т., Ириг. Внезапно начинающееся течение около прямоугольной призмы. Эксперименты и модель дискретных вихрей // Теоретические основы. 1986, № 1. – С. 198-213.
5. Sarpkaya T. An Analytical Study of Separated Flow About Circular Cylinders // ASME Journal of Basic Engineering, 1968, Vol. 90. – P. 511-520.

6. Милн-Томсон Л.М. Теоретическая гидродинамика. – М.: Мир, 1964. – 670 с.
7. Gebert G.A. Determination of Slender Body Aerodynamics Using Discrete Vortex Methods // Journal of Spacecraft and Rockets, 1994, Vol. 31, № 2, March-April. – P. 200-207.
8. David H. Bridges, Hans G. Hornung, Elliptic Tip Effects on the Vortex Wake of an Axisymmetric Body of Incidence // AIAA Journal, 1994, Vol. 32, № 7. – P. 1437-1445.
9. Sarpkaya T., Schoaff R. Inviscid Model of Two-Dimensional Vortex Shedding by a Circular Cylinder // AIAA Journal, 1979, Vol. 17, № 11. – P. 1193-1200.
10. Wardlow A. B. Jr. Multivortex Model of Asymmetric Shedding Slender Bodies at High Angle of Attack // AIAA Paper, № 75-123, 1975.
11. Крайко А.Н., Реент К.С. Невязкая природа несимметрии отрывного обтекания симметричных тел // ПММ, 1999, Т.63, Вып. 1. – С. 63-70.
12. Bryson A.E. Symmetric vortex separation on circular cylinders and cones // J. of Applied Mechanics, 1959, Vol. 26, № 4. – P. 643-648.
13. Никонов В.В., Шахов В.Г. Исследование моделирования двумерного вихревого нестационарного течения в многосвязной области // Изв. Вузов Авиационная техника, 2002, № 1. – С. 24-26.

Gumerov A.V. – candidate of technical sciences, senior lecturer
E-mail: anvar_gumerov@list.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Calculation of the movement of vortex filament around the circular cylinder using the method of discrete vortices

Resume

The article discussed the motion of the vortex filament of discrete vortices around a stationary circular cylinder in inviscid incompressible fluid by known method is modeled. The intensities of the bound vortices on the contour of the cylinder, except for equality to zero of the normal velocity at the control points, defined as of the condition of equality to zero the circulation along the contour of the cylinder, so of the condition of equality to zero the circulation along the contour covering the cylinder and a free vortex.

This article examines the issue of the need to consider or not the central vortex (the use of the theorem of circle) in order to obtain the correct movement of the vortex filament around a cylinder, as some researchers in their calculations introduce central vortex, while others do not.

To check the obtained results the additional calculations are carried out with a complex potential flow, which consists of the capacity of the external vortex, inversion vortex and central vortex. Determined the force of the vortex filament on the cylinder by the impulse method and by the formula for the Cauchy-Lagrange. Also marked the underestimation of the speed on the cylinder surface by the method of discrete vortices, which can lead to incorrect calculation of the surface pressure, if not to introduce the additive of an average speed between two neighboring vortices in each checkpoint.

Keywords: the method of discrete vortices, vortex filament, the circular cylinder surface impermeability, the theorem of circle, unsteady flow, complex potential flow.

Reference list

1. Belotserkovsky S.M. Mathematical modeling of plane separated flow bodies. – M.: Nauka, 1988. – 232 p.
2. Belotserkovsky S.M., Nisht M.I. Separated and unseparated flow around thin wings of an ideal fluid. – M.: Nauka, 1978. – 352 p.
3. Sarpkaya T. Computational Methods With Vortices – The 1988 Freeman Scholar Lecture // J. of Fluids Engineering, 1989, Vol. 111. – P. 5-52.

4. Sarpkaya T. Ihrig. Impulsively Started Steady Flow About Rectangular Prism: Experiments and Discrete Vortex Analysis // Theoretical foundations, 1986, № 1. – P. 198-213.
5. Sarpkaya T. An Analytical Study of Separated Flow About Circular Cylinders // ASME Journal of Basic Engineering, 1968, Vol. 90. – P. 511-520.
6. Milne-Thomson L.M. Theoretical Hydrodynamics. – M.: Mir, 1964. – 670 p.
7. Gebert G.A. Determination of Slender Body Aerodynamics Using Discrete Vortex Methods // Journal of Spacecraft and Rockets, 1994, Vol. 31, № 2. – P. 200-207.
8. David H. Bridges, Hans G. Hornung, Elliptic Tip Effects on the Vortex Wake of an Axisymmetric Body of Incidence // AIAA Journal, 1994, Vol. 32, № 7. – P. 1437-1445.
9. Sarpkaya T., Schoaff R. Inviscid Model of Two-Dimensional Vortex Shedding by a Circular Cylinder // AIAA Journal, 1979, Vol. 17, № 11. – P. 1193-1200.
10. Wardlow A.B. Jr. Multivortex Model of Asymmetric Shedding Slender Bodies at High Angle of Attack // AIAA Paper No. 75-123, 1975.
11. Kraiko A.N., Reent K.S. Non-viscous nature of the symmetry of separated flow around symmetrical bodies // PMM, 1999, Vol. 63, № 1. – P. 63-70.
12. Bryson A.E. Symmetric vortex separation on circular cylinders and cones // J. of Applied Mechanics, 1959, Vol. 26, № 4. – P. 643-648.
13. Nikonov V.V., Shahov V.G. The study of two-dimensional vortex simulation of unsteady flow in a multiply connected domain // Izv. VUZ. Aviatsionnya Tekhnika, 2002, № 1. – P. 24-26.

УДК 51-74:519.873:697
Сазонова С.А. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru
Манохин В.Я. – доктор технических наук, профессор
E-mail: manohinprof@mail.ru
Манохин М.В. – ассистент
E-mail: fellfrostqtw@gmail.com
Николенко С.Д. – кандидат технических наук, профессор
E-mail: nikolenkoppb1@yandex.ru
Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д. 84

Математическое моделирование резервирования систем теплоснабжения в аварийных ситуациях

Аннотация

В работе приведены результаты математического моделирования задач параметрического и структурного резервирования для систем теплоснабжения. Последовательно рассмотрены задача увеличения диаметров линий при неизменной конфигурации системы теплоснабжения и задача изменения конфигурации системы теплоснабжения. Математические модели основаны на применении энергетического эквивалентирования при анализе возмущенного состояния системы теплоснабжения. Разработан алгоритм решения задачи формирования нагруженного резерва при управлении функционированием систем теплоснабжения. Численная реализация полученных моделей в составе программного комплекса для дистанционной технической диагностики систем теплоснабжения повысит оперативность при принятии решений в диспетчерских пунктах и поможет своевременно предотвратить аварии в системах. Разработки могут практически использоваться при проектировании и эксплуатации систем теплоснабжения.

Ключевые слова: математическое моделирование, резервирование, системы теплоснабжения, аварии, энергетическое эквивалентирование, потокораспределение.

Введение

Обобщим результаты исследований, изложенных в работах [1, 2, 3], посвященных разработке моделей и алгоритмов формировании резерва мощности в аварийных ситуациях при эксплуатации систем теплоснабжения (СТС). Рассмотрим комплексное решение задач увеличения диаметров линий при неизменной конфигурации системы теплоснабжения [1] и изменения конфигурации системы теплоснабжения [2]. При формировании комплексных математических моделей при анализе возмущенного состояния системы теплоснабжения [3] применим энергетическое эквивалентирование [4, 5]. Новизна разработанных математических моделей заключается в том, что ранее на основе применения энергетического эквивалентирования выполнялся анализ потокораспределения только для открытых систем водо- и газоснабжения [5, 6], а СТС как системы закрытого или смешенного типа не рассматривались. В работах [7, 8, 9] рассмотрены математические модели для процесса реструктуризации и параметрическая оптимизация городских систем газоснабжения.

Задача обоснования резерва мощности СТС включает две подзадачи: структурное резервирование [2] (установление числа и места источников питания, конфигурации кольцевания сети, размещения секционирующих задвижек) и параметрическое [1] резервирование (увеличение диаметров линий при неизменной конфигурации сети). Формирование полноценного аварийного резерва системы возможно, когда транспортное резервирование выступает как сопутствующая (вложенная) процедура мероприятий по структурному резервированию.

Конечная цель разработки – создание современной автоматизированной системы управления, для которой можно использовать математические модели резервирования в составе программного обеспечения для технической диагностики при эксплуатации

систем теплоснабжения. С помощью автоматизированной системы управления при комплексном решении проблем диагностики станет возможным оперативно обработать информацию о состоянии рассматриваемого объекта с целью принятия решения в случае возникновения аварий или изменения режимов функционирования.

Применение эмпирического соотношения для оценки потери мощности системы в результате отказов линейных элементов

Оценку потерь мощности можно выполнить непосредственно путем реализации математической модели (ММ) анализа потокораспределения возмущенного состояния системы теплоснабжения [3], однако подход такой нельзя рекомендовать для практического использования, поскольку даже при условии ординарности отказов линейных элементов объем вычислений оказывается слишком большим. В последнее время был найден перспективный для практики способ преодоления этой проблемы [4, 5]. На основе обработки результатов вычислительного эксперимента была установлена явная корреляция между относительным расходом на участке $\overline{Q}_i = Q_i / g_{\text{å}}$ (отношение Q_i к общему притоку через источники питания системы g_{Σ}, причем оба значения определяются для невозмущенной системы – до отключения этого участка) и относительной потерей производственной мощности при отказе, то есть отношением $\overline{\text{D}g} = \left(g_{\text{å}} - g_{\text{S}}^{ав}\right)/ g_{\text{å}}$. Здесь подстрочный индекс (S) соответствует полному (суммарному) расходу целевого продукта (ЦП) в сети, проходящему через питатели, а надстрочный индекс «*ав*» – относится к аварийному режиму – после отключения элемента). Обработка результатов вычислительных экспериментов с двумя варьируемыми параметрами приводит к аппроксимационной зависимости вида $\overline{\text{D}g} = a\overline{Q}_i^2 + b\overline{Q}_i$, причем аргумент и функция выражаются в процентах. Такую зависимость можно считать эмпирическим соотношением для оценки потери мощности системы в результате отказов линейных элементов. Построение аналога такой аппроксимации для СТС не будем рассматривать, поскольку при известной методологии обработки данных имитационного моделирования отказов, он становится скорее инженерным, нежели научным вопросом. Для рассмотрения методов резервирования будем полагать, что коэффициенты аппроксимации, то есть значения a и b известны.

Процедура формирования транспортного резерва

Рассмотрим сначала процедуру формирования транспортного резерва [1]. С учетом традиционного приема нормирования надежности, вместо ее векторной оптимизации в сочетании с экономичностью за исходную информацию для резервирования примем пониженное («лимитированное») потребление ЦП $g_j^{лим}$, определяемое исходя из категории потребителей. Транспортное резервирование для области эксплуатации СТС в инженерном смысле можно рассматривать как поиск наиболее рациональных вариантов замены труб в тепловой сети с целью сохранения ее работоспособного состояния в условиях отказов. Под содержательной постановкой задачи моделирования при формировании резерва мощности будем подразумевать поиск мероприятий, потенциально восстанавливающих работоспособность системы в результате последовательного перебора ординарных отказов ее участков (элементов). Вопрос о том, какие именно элементы подлежат проверке и в какой последовательности, очевидно, является прерогативой специалистов по эксплуатации.

Полагаем, что из всего множества энергоузлов (ЭУ) на лимитированное потребление контролируются все узлы присоединения потребителей. Состояние отказа системы будем определять условием, когда при выходе из строя i-го участка, хотя бы в одном ЭУ из контролируемого подмножества, отбор воды потребителем оказывается таким, что выполняется условие $g_{\text{S}}^{ав} < g_j^{лим} = K_j^{лим} \cdot \hat{g}_j$, (где $\hat{g}_j$ – расчетное потребление от ЭУ j). Для установившегося потокораспределения общее потребление $g_{\text{å}} = \sum_j g_j$; $\left(j \in J_{\text{h}(f)}^{Z} \cup J_{\text{h}(P)}^{Z} \cup J_{\text{h}(g)}^{Z}\right)$ представляет производственную мощность СТС. Систему будем считать восстановленной по отношению к какому-либо конкретному варианту аварийной

ситуации i-го элемента, если для всех контролируемых ЭУ за счет увеличения (резервирования) диаметров на некоторой группе элементов условие $g_j^{ав} \geq K_j^{лим} \cdot \hat{g}_j$ будет выполнено. Значения $K_j^{лим}$ принимаются в соответствии с установленными нормами.

Автономную оценку аварийной ситуации лишь на основе $g_j^{лим}$, то есть без учета влияния абонентских подсистем (АП) нельзя считать объективной. Если эти данные использовать в качестве граничных условий для анализа потокораспределения в системе при исключенном аварийном элементе, то получаемые при этом расчетные значения напоров $h_j^{ав}$ у потребителей не гарантируют пропуск $g_j^{лим}$ через АП. То есть, корректно определить резерв мощности можно лишь используя оба типа данных или их взаимосвязь. Отборы g_j на подсистемы отопления и горячего водоснабжения (ГВ) и давление h_j в ЭУ j для любого режима функционирования системы (в том числе и при отказе) однозначно связаны через полные гидравлические сопротивления соответствующих эквивалентных участков $x_j^э$. Величина $x_j^э$ может быть найдена по данным номинального режима функционирования СТС. Полученное таким образом значение $x_j^э$ можно рассматривать в качестве верхнего предела действительного гидравлического сопротивления АП, так как в аварийной ситуации реакция потребителя обычно направлена на его уменьшение.

При известных нормативах потребления из условия $h_j^{лим} - h_j^* = x_j^э \left(g_j^{лим}\right)^a$ можно установить минимальный уровень потенциалов в ЭУ $h_j^{лим}$, ниже которого гидравлическое сопротивление АП не позволит обеспечить пропуск лимитированного отбора потребителю. Первое соотношение используется применительно к подсистемам ГВ, а второе для подсистем отопления и ГВ при закрытой схеме. В случае использования этих соотношений одновременно, что возможно для абонентов, имеющих как отопительные подсистемы, так и открытые подсистемы ГВ достаточно принимать наибольшее значение.

Поиск мероприятий по резервированию должен выполняться на основе двух условий: $g_j^{ав} \geq g_j^{лим}$; $h_j^{ав} \geq h_j^{лим}$. В действительности условие $x_j^э = const$ не соблюдается, но тенденции в изменении гидравлического сопротивления АП будут лишь усиливать установленные неравенства. При обеспечении указанных ограничений возможно бесчисленное множество вариантов, поскольку возможно увеличение диаметров труб на нескольких участках одновременно и привлечение экономических показателей становится неизбежным. Задачу формирования нагруженного резерва можно квалифицировать как аналог известной задачи параметрической оптимизации. Отличие состоит в том, что она должна выполняться в виде цикла вычислений, каждая итерация которого включает два этапа: первый предназначен для имитации (прогноза) аварийной ситуации, связанной с исключением, вышедшего из строя элемента; второй - обеспечивает нахождение резерва по всей совокупности оставшихся элементов, гарантирующего лимитированное потребление у абонентов. Первый этап представляет из себя задачу анализа возмущенного состояния и выполняется на основе ММ из работы [3].

Второй этап резервирования можно представить как задачу дискретного нелинейного математического программирования, которая может быть реализована применительно к СТС на основе аппроксимационного алгоритма. Вместо номинального потребления $\hat{g}_j$ фиксируются лимитированные отборы $\hat{g}_j^{лим}$, определяемые двумя идентичными соотношениями вида $\hat{g}_j^{лим} = K_j^{лим} \cdot \hat{g}_j$, каждое из которых отвечает за конкретную подсистему АП.

Алгоритм решения задачи формирования нагруженного резерва

Ниже приведен алгоритм решения задачи формирования нагруженного резерва при управлении функционированием СТС.

1. По результатам решения задачи статического оценивания во всех ЭУ рассчитываются узловые отборы g_j и коэффициенты гидравлического сопротивления $x_j^э$ для эквивалентных участков.

2. Производится анализ потокораспределения по ММ из работы [3] с исключенным аварийным участком и определяются расчетные параметры $g_j^{ав}$ и $h_j^{ав}$ для множества контролируемых узлов.

3. Для всех категорий потребителей в соответствии с $K_j^{лим}$ устанавливается лимитированный отбор потребителя.

4. Значения рассчитанных в пункте 3 $g_j^{ав}$ для ЭУ сравниваются с $g_j^{лим}$. Если $g_j^{ав} \geq g_j^{лим}$, то $\hat{g}_j = g_j^{ав}$; в случае, если $g_j^{ав} < g_j^{лим}$, то принимают $\hat{g}_j = g_j^{лим}$.

5. По установленным величинам $\hat{g}_j$ рассчитываются значения $h_j^{лим}$ с помощью гидравлических характеристик ($x_j^э$) эквивалентных линий, определенных в пункте 1.

6. Вычисляются значения $\Delta h_j = h_j^{лим} - h_j^{ав}$ для тех ЭУ, отбор от которых $g_j^{ав} < g_j^{лим}$. Весь диапазон Δh_j разбивается на совокупность интервалов $d\hat{h}_j$.

7. Решается задача точного потокораспределения по ММ из работы [4] при установленных и фиксируемых $\hat{g}_j$. Полученные в результате анализа значения расчетных расходов участков в дальнейшем фиксируются, то есть $Q_i = const$.

8. Решением системы уравнений параметрической оптимизации в пределах итерации k, при заданном итеративном шаге $d\hat{h}_j$ и фиксированном, согласно пункту 8, вычисляются поправки $dD_i^{(k)}$ и новые расчетные значения диаметров труб по формуле $D_{ir}^{(k+1)} = D_{ir}^{(k)} + dD_{ir}^{(k)}$ при этом принимается, что $d\hat{h}_j = 0$ для ЭУ, узловой отбор от которых $g_j^{ав} \geq g_j^{лим}$.

9. Переходя к итерации $k+1$, пункт 9 повторяется с новыми значениями элементов диагональных матриц G и B, определенными для вычисленных величин $D_{ir}^{(k+1)}$ и фиксированном потокораспределении. Этот цикл производится до полной выборки интервалов Δh_j, что соответствует новым расчетным диаметрам труб, которые удовлетворяют условиям $g_j^{ав} \geq g_j^{лим}$; $h_j^{ав} \geq h_j^{лим}$.

10. Выполняется процедура стандартизации диаметров.

Цикл расчетов завершается, когда последний из отключаемых участков в списке не нарушает условия $h_j^{ав} \geq h_j^{лим}$ для всех ЭУ. Разработанный алгоритм в состоянии обеспечить требуемый уровень надежности снабжения абонентов исходя из лимитированного потребления (определяемого показателем $K_j^{лим}$).

Процедура формирования структурного резерва

Одним из наиболее часто реализуемых мероприятий структурного резервирования является установка перемычек на подающих магистралях систем теплоснабжения. Содержательную сущность этой задачи можно представить как решение двух основных вопросов: первый – как определить диаметры перемычек, если их состав и месторасположение известны; второй – каково должно быть их общее количество и если оно регламентировано, то каким образом. Метод формирования структурного резерва должен отвечать на оба поставленных вопроса, причем очевидно, что даже по смыслу они взаимосвязаны.

Структурная модель СТС, работающей в аварийном режиме содержит $n1$ функционирующих участков (исключая элемент, вышедший из строя), $n2$ участков эквивалентирующих АП, и присоединяемых к каждому из множества J_h^Z ЭУ, через которые ЦП поступает к потребителям, $n3$ резервных линий (перемычек). Из множества ЭУ выделим подмножество J_h^Z контролируемых ЭУ - потребителей, отбор от которых при функционировании резерва должен быть лимитирован, то есть не может опускаться ниже своего аварийного значения $g_j^{ав} = g_j^{лим} = K_j^{лим} \cdot \hat{g}_j$ (где $\hat{g}_j$ - расчетное потребление от ЭУ j до аварии). Остальные (не контролируемые) ЭУ потребителей $J_h^Z \setminus J_h^Z$ либо не

требуют жесткого регламентирования по $g_j^{лим}$ ($K_j^{лим}$), либо не подлежат восстановлению в результате любой аварийной ситуации, поскольку всегда соблюдается условие $g_j^{ав} \geq g_j^{лим}$. Отметим, что при параметрическом резервировании все без исключения узлы попадают в разряд контролируемых.

Как и для параметрического варианта резервирования участие фиктивных эквивалентов АП, но не для всех, а лишь для контролируемых ЭУ J_h^Z нужно исключить тем же способом. То есть, имея метрические параметры соответствующих фиктивных участков и лимитированное потребление по замыкающим соотношениям можно установить требуемые потенциалы. Таким образом, под *n2* следует подразумевать лишь совокупность эквивалентов от неконтролируемых ЭУ.

Задача формирования структурного резерва [2] формализуется линеаризованной системой уравнений вида:

$$\begin{pmatrix} C_{r'n1} & C_{r'n2} & C_{r'n3'} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \left(S_{n1(d)} + S(Q)^u_{n1(d)}\right) & 0 & 0 \\ 0 & S_{n2(d)} & 0 \\ 0 & 0 & S_{n2(d)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} dQ^u_{n1'1} \\ 0_{n2'1} \\ dQ^u_{n3'1} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \left(R_{n1(d)} + R(Q)^u_{n1(d)}\right) & 0 & 0 \\ 0 & R_{n2(d)} & 0 \\ 0 & 0 & R_{n2(d)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0_{n1'1} \\ 0_{n2'1} \\ dD^u_{n3'1} \end{pmatrix} = M^t_{p'e'} \, d\hat{H}_{e'1} \pm \sum_i H(Q)^u_i; \quad (1)$$

$$\begin{pmatrix} K_{r'n1} & 0_{r'n2} & K_{r'n3'} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \left(S_{n1(d)} + S(Q)^u_{n1(d)}\right) & 0 & 0 \\ 0 & S_{n2(d)} & 0 \\ 0 & 0 & S_{n2(d)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} dQ^u_{n1'1} \\ 0_{n2'1} \\ dQ^u_{n3'1} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \left(R_{n1(d)} + R(Q)^u_{n1(d)}\right) & 0 & 0 \\ 0 & R_{n2(d)} & 0 \\ 0 & 0 & R_{n2(d)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0_{n1'1} \\ 0_{n2'1} \\ dD^u_{n3'1} \end{pmatrix} = 0_{r'1} \pm \sum_i H(Q)^u_i; \quad (2)$$

$$\begin{pmatrix} A_{m'n1} & A_{m'n2} & A_{m'n3'} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} dQ^u_{n1'1} \\ dQ^u_{n2'1} \\ dQ^u_{n3'1} \end{pmatrix} = 0_{m'1}; \quad (3)$$

$$E_{n1(d)} \left(B_{n1(d)} \, Q_{n1'1} + T\text{¢}_{n1'1}\right) = -\mathbf{r}_t A_{n1'm} \, T\text{¢}_{m'1}; \quad (4)$$

$$\mathbf{s} A_{m'n1} \, Q^u_{n1(d)} \, T\text{¢}_{n1'1} - \mathbf{r} A_{m'n1} \, Q^u_{n1(d)} \, T\text{¢}_{n1'1} = \mathbf{r} g_{m1(d)} \, T\text{¢}_{m'1} - \mathbf{s} g_{m(d)} \, \hat{T}_{m'1}; \quad (5)$$

где элементы диагональных матриц S и R принимают значения $S_i = \alpha s_i Q_i^{\alpha-1} D_i^{-\beta}$, $R_i = \beta s_i Q_i^{\alpha-1} D_i^{-(1+\beta)}$ и соответственно относятся к основным участкам схемы и к перемычкам (резервным элементам); dQ, δD, $d\hat{H}$ – поправки к расчетным расходам, диаметрам резервных линий, фиксированным узловым потенциалам (только в контролируемых узлах); s_i – коэффициент гидравлического сопротивления участка *i*. Остальные обозначения соответствую введенным в работах [3, 5] обозначениям. Дополнительно отметим, что нижним индексом «n2» помечены эквиваленты подсистем ГВ открытого типа (если таковые имеются), а индексом «n3» – эквиваленты всех остальных подсистем абонентских подсистем, включая участки обратных магистралей тепловой сети до мест подключения подпиточных насосов. Использованы обозначяения: *C, K, A* – матрицы смежности независимых цепей, контуров и матрица инциденций соответственно; *M* – матрица маршрутов; *«t»* – символ транспонирования; *«d»* – признак диагональной матрицы; *«1»* – признак матрицы-столбца; $T\text{¢}$, $T\text{¢}$ – температуры в начальном узле после смешения и в конечном узле до смешения соответственно. Гидравлические параметры режима связанные моделями потокораспределения [3] включают: расходы среды на ветвях *Q*, или отборы в узлах *g*, потенциалы в узлах *H* и т.д.

Поскольку задача формирования ненагруженного резерва относится к анализу возмущенного состояния, то потенциалы в ЭУ: присоединения источников и в висящих

узлах эквивалентных уча,стков не претерпевают изменений и для них значения $d\hat{H} = 0$. Таким образом, поправки $d\hat{H}_j$ вводятся только для множества контролируемых узлов в соответствии с традиционными условиями фиксирования узлового потенциала:

Неизвестными в (1)-(5) являются расчетные расходы всех функционирующих в аварийном режиме участков, фиктивных и резервных линий, а также диаметры перемычек, то есть: $n1+n2+2\cdot n3$. Удвоенное значение слагаемого $n3$ возникает из-за того, что для резервных линий определению подлежат поправки не только в соответствующих им расходах, но и диаметрах. В работах [2, 10] учитываются вопросы замкнутости системы уравнений и устойчивости их решения.

В основе алгоритма решения задачи структурного резервирования также лежит аппроксимационный алгоритм, который дает возможность определить гидравлические характеристики перемычек. Линейная система уравнений (1)-(5) решается на каждый итерации при задаваемых в $\{J_h^z\}$ ЭУ унарной расчетной схемы значениях итеративных поправок $d\hat{H}_j^{(k)}$, позволяющих восстановить работоспособность системы в результате аварии, в соответствии с регламентируемыми значениями $K_j^{лим}$, при этом определяются значения $Q_i^{(k)}$ и поправки к диаметрам $dD_i^{(k)}$. Для каждой последующей итерации величины Q_i и D_i вычисляются по результатам предыдущей, в соответствии с зависимостями: $Q_i^{(k+1)} = Q_i^{(k)} + dQ_i^{(k)}$; $D_i^{(k+1)} = D_i^{(k)} + dD_i^{(k)}$.

Особенностью реализации алгоритма является обеспечение условия, чтобы поправки $dD_i^{(k)}$ для двух подмножеств участков (реальные участки – $n1$ и фиктивные эквиваленты АП – $n2$) были равны нулю, поскольку в ходе решения изменению подлежат только диаметры перемычек. Это достигается за счет уже использования множителя недопустимости к соответствующим элементам диагональных матриц R начиная с первой и во всех последующих итерациях.

Для численной апробации и доказательства работоспособности разработанных математических моделей резервирования разработан вычислительный комплекс на базе пакета прикладных программ Hydrograph [5]. Основное предназначение пакета заключается в проведении гидравлических и технико-экономических расчетов в двух проблемных областях управления трубопроводными системами: проектирования и эксплуатации. Характер целевого продукта (газ, вода, нефть или любой другой ингредиент) принципиального влияния на компоновку программных средств в рамках загрузочных модулей не оказывает и определяет лишь совокупность констант, задающих вид и параметры соотношений гидравлики. Методологической базой пакета являются результаты исследований на основе применения энергетического эквивалентирования [5]. В составе пакета Hydrograph имеется 79 программных модулей, содержащих около 8,5 тысяч операторов.

Поскольку в разрабатываемом вычислительном комплексе используются типовые модули пакета, приведем краткое описание их назначения. Программные модули распределены по пяти следующим группам: программы управления, обеспечивающие управление выполнением отдельных этапов решения задач; программы формирования структурного состава гидравлической системы, обеспечивающие накопление и систематизацию информации о структурных элементах системы; программы ввода и вывода данных, производящие систематизацию исходных данных и результатов расчета; сервисные программы, способствующие удобству восприятия результатов расчета и сообщений об ошибках при анализе исходных данных и в процессе решения задач; вычислительные программы, реализующие стандартные алгоритмы математических методов для решения типовых задач прикладной математики.

Результаты численного решения рассматриваемой задачи приведены в работах [11, 12]. В работе [11] выполнена оценка надежности гидравлических систем при проведении вычислительных экспериментов с ординарными отказами линейных элементов. В работе [12] приведены результаты расширенного вычислительного эксперимента по оценке надежности и резервированию распределительных гидравлических систем при отказах структурных элементов. Проведенный вычислительный эксперимент доказал работоспособность разработанных математических моделей резервирования.

Сравнения результатов численного эксперимента приведены в работах [11, 12]. По результатам выполненных экспериментов сделаны выводы. В данной работе разработаны математические модели, с помощью которых можно рассчитать все недостающие параметры состояния СТС при условии оснащения ее датчиками давления и температурными датчиками в энергоузлах. Датчики должны быть оснащены устройствами телемеханики для синхронного опроса их на всей системе. Полученная таким образом информация, называемая «мгновенным снимком системы». Она должна синхронно поступить в диспетчерский пункт в качестве входных данных при расчете по разработанному программному комплексу. Выходными параметрами после расчета будет вся ранее недостающая информация о системе.

В заключение отметим, что так как разработанный алгоритм позволяет восполнять недостающую информацию о системе, то на основе получения такой информации можно оперативно восстанавливать штатный режим работы (в последствием с ремонтом аварийных участков) за счет рассчитанного с помощью программного комплекса наиболее рационального варианта установки резервных элементов.

Заключение

В результате проведенной работы получены математические модели задачи резервирования систем теплоснабжения. Последовательно рассмотрены задачи параметрического и структурного резервирования. Формирование полноценного аварийного резерва системы обеспечено при условии, когда транспортное резервирование выступает как сопутствующая процедура мероприятий по структурному резервированию. В основу задачи обоснования резерва мощности положена математическая модель анализа потокораспределения возмущенного состояния системы теплоснабжения, разработанная на основе применения энергетического эквивалентирования.

Создание современной автоматизированной системы управления на базе разработанных математических моделей поможет своевременно обработать информацию о состоянии объекта управления и при комплексном решении проблем диагностики.

Численная реализация полученных моделей в составе программного комплекса для дистанционной диагностики систем теплоснабжения повысит оперативность при принятии решений по полученной и обработанной информации в диспетчерских пунктах и поможет своевременно предотвратить для таких систем аварии. Наработки могут практически использоваться при проектировании и эксплуатации систем теплоснабжения.

Список библиографических ссылок

1. Сазонова С.А. Транспортное резервирование систем теплоснабжения // Вестник Воронежского государственного технического университета, 2011, т. 7, № 2. – С. 99-101.
2. Сазонова С.А. Структурное резервирование систем теплоснабжения // Вестник Воронежского государственного технического университета, 2010, т. 6, № 12. – С. 179-183.
3. Сазонова С.А. Итоги разработок математических моделей анализа потокораспределения для систем теплоснабжения // Вестник Воронежского государственного технического университета, 2011, т. 7, № 5. – С. 68-71.
4. Колодяжный С.А., Сушко Е.А., Сазонова С.А. Применение энергетического эквивалентирования для формирования граничных условий к модели анализа потокораспределения системы теплоснабжения // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения, 2013, № 3 (12). – С. 8-15.
5. Щербаков В.И., Панов М.Я., Квасов И.С. Анализ, оптимальный синтез и реновация городских систем водоснабжения и газоснабжения. – Воронеж: ВГУ, 2001. – 292 с.
6. Панов М.Я., Петров Ю.Ф., Щербаков В.И. Модели управления функционированием систем подачи и распределения воды. – Воронеж: ВГАСУ, 2012. – 272 с.
7. Колосов А.И., Панов М.Я., Стогней В.Г. Моделирование потокораспределения на этапе развития структуры городских систем газоснабжения // Вестник Воронежского государственного технического университета, 2013, т. 9, № 3-1. – С. 56-62.

8. Колосов А.И., Панов М.Я. Математическое моделирование процесса реструктуризации городских систем газоснабжения низкой ступени давления // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура, 2013, № 2 (30). – С. 34-41.
9. Панов М.Я., Суворова Ю.В. Параметрическая оптимизация городских систем газоснабжения // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения, 2013, № 1 (10). – С. 10-14.
10. Колодяжный С.А., Переславцева И.И. Математическое моделирование динамики основных опасных факторов в начальной стадии пожара // Известия КГАСУ, 2014, № 4 (30). – С. 403-412.
11. Сазонова С.А., Манохин В.Я. Оценка надежности систем газоснабжения при проведении вычислительных экспериментов с ординарными отказами линейных элементов // Научный вестник ВГАСУ. Серия: Высокие технологии. Экология. – Воронеж: ВГАСУ, 2015, № 1. – С. 138-147.
12. Мезенцев А.Б., Сазонова С.А. Результаты расширенного вычислительного эксперимента по оценке надежности и резервированию распределительных гидравлических систем // Моделирование систем и процессов, 2015, № 2. – С. 26-29.

Sazonova S.A. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru
Manokhin V.Ya. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: manohinprof@mail.ru
Manokhin M.V. – assistant
E-mail: fellfrostqtw@gmail.com
Nikolenko S.D. – candidate of technical sciences, professor
E-mail: nikolenkoppb1@yandex.ru
Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
The organization address: 394006, Russia, Voronezh, 20-letiya Oktyabrya st., 84

Mathematical modeling of backup heating systems in emergency situations

Resume

The results of the development of mathematical models for the study of the problem of capacity reserve of heating systems. Consistently solved two problems of reservation: parametric and structural redundancy. Formation of a full emergency reserve system on the assumption that transport redundancy acts as a companion treatment measures for structural redundancy.

The basis of the study of the problem of provision of power laid the mathematical model of the flow distribution analysis of a perturbed state of the heating system, developed through the use of energy equivalenting. For the numerical implementation of the approach proposed to use in practice, a clear correlation between the relative flow in the area, and the relative loss of production capacity in case of failure.

The paper presents the developed algorithm for solving the problem of formation of a loaded reserve in managing the operation of heating systems. The features of the algorithm.

The ultimate goal of development-creation of a modern automatic control system, which can be used for the developed mathematical models and methods for technical diagnostics functioning heating systems. The automated control system will promptly process the information about the state of the control object and complex problem-solving diagnostics.

Numerical realization of the obtained models as a part of software for remote diagnosis of heating systems will increase the efficiency of decision-making on the received and processed information in the control room and in a timely manner will help prevent accidents such systems. These developments can virtually be used in the design and operation of heating systems.

Keywords: mathematical modeling, reservation systems, heating systems, accidents, energy equivalenting, flow distribution.

Reference list

1. Sazonova S.A. Transport standby of the heat supply system // The herald of state technical university in Voronezh, 2011, v. 7, № 2. – P. 99-101.
2. Sazonova S.A. Structured standby of the heat supply system // The herald of state technical university in Voronezh, 2010, v. 6, № 12. – P. 179-183.
3. Sazonova S.A. Totals of the developments of the mathematical models of distribution flow analysis for heat supply system. The herald of state technical university in Voronezh, 2011, v. 7, № 5. – P. 68-71.
4. Kolodyazhny S.A., Sushko E.A., Sazonova S.A. Application for the formation of energy equivalenting boundary conditions for models of analysis of the heat supply system // Engineering systems and constructions, Voronezh, 2013, № 3. – P. 8-15.
5. Sherbakov V.I., Panov M.Ya., Kvasov I.S. Analysis, optimal synthesis and renovation municipal system water-supply and natural gas industry. – Voronesh: Publishing house VGU, 2001. – 292 p.
6. Panov M.Ya., Petrov Yu.F., Sherbakov V.I. Models of management systems functioning water supply and distribution. – Voronezh: VGASU, 2012. – 272 p.
7. Kolosov A.I., Panov M.Ya., Stogney V.G. Simulation of the flow distribution in the stage of development of the structure of urban gas supply systems // The herald of state technical university in Voronezh, 2013, v. 9, № 3-1. – P. 56-62.
8. Kolosov A.I., Panov M.Ya. Mathematical modeling of the process of restructuring the urban systems of gas supply of low pressure stage // Scientific Herald of Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Building and architecture, 2013, № 2 (30). – P. 34-41.
9. Panov M.Ya., Suvorova Yu.V. Parametric optimization of urban gas supply systems // Engineering systems and constructions, Voronezh, 2013, № 1. – P. 10-14.
10. Kolodyazhny S.A., Pereslavtseva I.I. Mathematical modeling of the dynamics of the main hazards in the initial stage of fire // News of the KSUAE, 2014, № 4 (30). – P. 403-412.
11. Sazonova S.A., Manokhin V.Ya. Evaluation of reliability of gas supply systems during the computational experiments with ordinary fault line elements // Scientific Bulletin of the VGASU. Series: High-Tech. Ecology. – Voronezh: VGASU, 2015, № 1. – P. 138-147.
12. Mezentsev A.B., Sazonova S.A. The results of the extended computing experiment to assess the reliability and redundancy of distribution of hydraulic systems // Modeling of systems and processes, 2015, № 2. – P. 26-29.

УДК 537.525
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. Зелёная, д. 1
Зайнашева Г.Н. – кандидат физико-математических наук, доцент
E-mail: Guzel_zn@mail.ru
Казанский государственный энергетический университет
Адрес организации: 420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51

Расчеты энергетического распределения и средней энергии свободных электронов в плазме тлеющего разряда

Аннотация

Энергетическое распределение свободных электронов – очень важная характеристика газоразрядной плазмы. Известно, что энергетическое распределение свободных электронов в плазме тлеющего разряда сильно отличается от максвелловского. Функция распределения свободных электронов по энергии (ФРЭЭ) определяется или в ходе очень трудоемких экспериментов или может быть получена в результате численного решения уравнения Больцмана для электронов с помощью современных компьютеров. Знание ФРЭЭ позволяет оценивать такие важные характеристики газоразрядной плазмы как средняя энергия электронов, дрейфовая скорость, коэффициенты диффузии электронов, константы скоростей различных кинетических процессов, обусловленных столкновениями электронов с атомами и молекулами.

В данной работе представлен эффективный метод расчета ФРЭЭ в тлеющем разряде для газовых смесей, содержащих в качестве компонент CO_2, CO, N_2, O_2, H_2, He, Ar. Рассчитаны ФРЭЭ и зависимости средней энергии электронов и других величин для лазерных смесей CO_2-и CO-лазеров, а также для чистых O_2, CO, CO_2 и воздуха в широком диапазоне параметра E/N (E – напряженность электрического поля, N – суммарная концентрация атомов и молекул). В большинстве случаев получено хорошее или удовлетворительное согласие рассчитанных характеристик с имеющимися экспериментальными данными.

Ключевые слова: тлеющий разряд, функция распределения электронов по энергии (ФРЭЭ), средняя энергия электронов.

Уравнение Больцмана для свободных электронов в плазме тлеющего разряда

К важнейшим характеристикам тлеющего разряда относятся такие характеристики, как частоты ионизации, рекомбинации, прилипания электронов к молекулам, скорости дрейфа в электрическом поле, коэффициенты диффузии, доли энергии электрического поля, идущие в различные степени свободы молекул. Благодаря работам по определению сечений элементарных процессов столкновений электронов с молекулами и разработке методов расчета функции распределения электронов по энергиям (ФРЭЭ) стало возможным находить искомые величины численно. Исследованиям ФРЭЭ было посвящено большое число работ.

Энергетическое распределение свободных электронов является одной из важных характеристик низкотемпературной плазмы газового разряда. В неравновесных разрядах (например, в тлеющем разряде) функция распределения электронов по энергии (ФРЭЭ) сильно отличается от максвелловской. Как известно, экспериментальное определение ФРЭЭ зондовым или СВЧ-методами связано со значительными техническими трудностями. Поэтому чаще всего энергетическое распределение электронов рассчитывают путем решения кинетического уравнения Больцмана [1-6]. В данной работе произведен численный расчет ФРЭЭ и средней энергии электронов для лазерных смесей газоразрядных CO_2-и CO-лазеров и других газов.

При выводе кинетического уравнения для ФРЭЭ принимается, что: 1) объемная плотность электронов n_e, положительных и отрицательных ионов n_p и n_n много меньше плотности нейтральных частиц, так что можно пренебречь электрон-ионными и

электрон-электронными столкновениями; 2) энергия кулоновского взаимодействия электронов много меньше их кинетической энергии: $e^2 n_e^{1/3} << kT_e$ (e – заряд электрона, k – постоянная Больцмана, T_e – температура электронов); 3) выполняется условие невырожденности плазмы: $kT_e >> \mathbf{h}^2 n_e^{2/3}/m$ ($\mathbf{h}$ - постоянная Планка, m – масса электрона). Поле считается однородным, стационарное решение ищется в виде разложения по полиномам Лежандра $P_j(\cos\theta)$, где θ – угол между направлением электрического поля $\boldsymbol{E}$ и скоростью электрона $\boldsymbol{v}$: Обычно ограничиваются двумя членами в разложении ФРЭЭ по полиномам Лежандра.

В данной работе уравнение Больцмана для свободных электронов было использовано нами в виде, описанном ранее в работах [3-6]. Там же была изложена методика вычисления ФРЭЭ. После нахождения ФРЭЭ определяются следующие интегральные характеристики плазмы: дрейфовая скорость электронов $V_{др}$ в электрическом поле, средняя энергия электронов ε, константы скоростей различных кинетических процессов. Они вычисляются по известным формулам [3-6]. На рис. 1-7 представлены некоторые результаты расчетов.

Результаты расчетов ФРЭЭ и средней энергии свободных электронов

На рис. 1 представлены рассчитанные ФРЭЭ для лазерной смеси CO_2 /N_2/He = 1/7/12 при различных значениях параметра E/N и T = 300 К, $T_v(CO_2) = T_v(N_2)$ = 1500 К. Здесь T – температура газовой смеси, T_v (CO_2) – колебательная температура антисимметричной колебательной моды CO_2, $T_v(N_2)$ – колебательная температура азота.

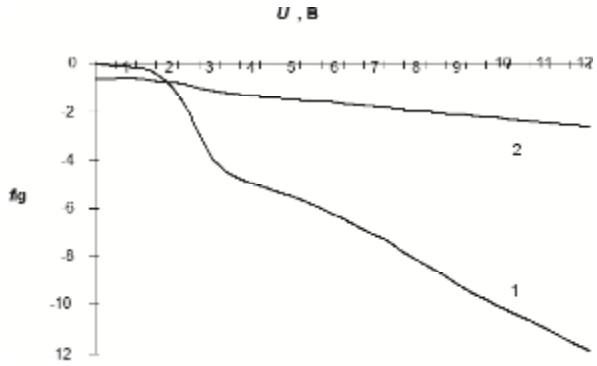


Рис. 1. ФРЭЭ для смеси CO_2 / N_2 /He = 1/7/12: 1 – $E/N = 1\cdot 10^{-16}$ В·см^2, 2 – $E/N = 7\cdot 10^{-16}$ В·см^2

При $E/N = 10^{-16}$ В·см^2 ясно наблюдается характерный излом ФРЭЭ. Следует подчеркнуть, что больцмановское распределение по колебательным уровням азота при расчете энергетического распределения электронов было взято нами здесь для простоты. Расчеты проведены с учетом девозбуждения колебательных уровней азота и углекислого газа.

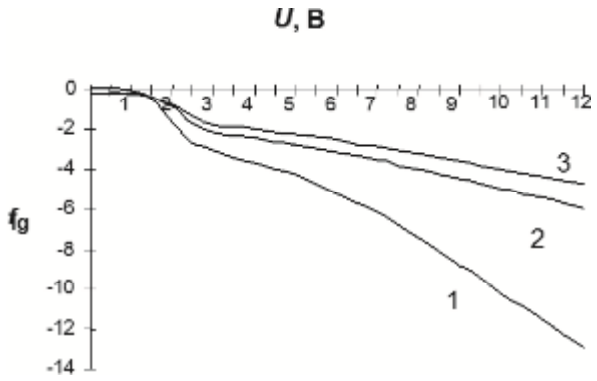


Рис. 2. ФРЭЭ для смеси CO/N_2 = 1/6.14:
1 – $E/N = 1.5\cdot 10^{-16}$ В·см^2, 2 – $E/N = 4.5\cdot 10^{-16}$ В·см^2, 3 – $E/N = 6\cdot 10^{-16}$ В·см^2

На рис. 2 представлены рассчитанные ФРЭЭ для смеси CO/N_2 = 1/6.14 при *E/N* = $1{,}5\cdot10^{-16}$ В·см^2 (кривая 1), *E/N* = $4{,}5\cdot10^{-16}$ В·см^2 (кривая 2) и *E/N* = $6\cdot10^{-16}$ В·см^2 (кривая 3). При этом полагалось T = 90 К, $T_v(CO) = T_v(N_2)$ = 1500 К.

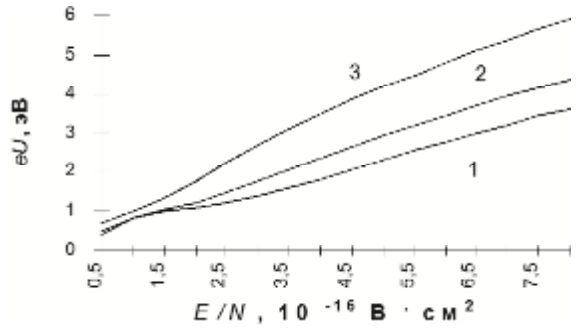


Рис. 3. Зависимости средней энергии электронов
от приведенной напряженности электрического поля *E/N*:
1 – $CO_2/N_2/He$ = 1/2/3, 2 – $CO_2/N_2/He$ = 1/1/3, 3 – $CO_2/N_2/He$ = 1/1/8

На рис. 3 представлены кривые зависимостей от параметра *E/N* средней энергии электронов для смесей $CO_2/N_2/He$ = 1/2/3 (кривая 1), $CO_2/N_2/He$ = 1/1/3 (кривая 2) и $CO_2/N_2/He$ = 1/1/8 (кривая 3). Очевидно, что с увеличением содержания молекулярного компонента в смеси средняя энергия электронов уменьшается; это объясняется увеличением энерговклада от электронов в колебательные и электронные степени свободы молекул. На рис. 4 приведены аналогичные кривые для смесей $CO_2/N_2/He$ = 1/10/10, $CO_2/N_2/He$ = 1/7/12 и CO_2/N_2 = 1/1 (кривые 1, 2, 3, соответственно).

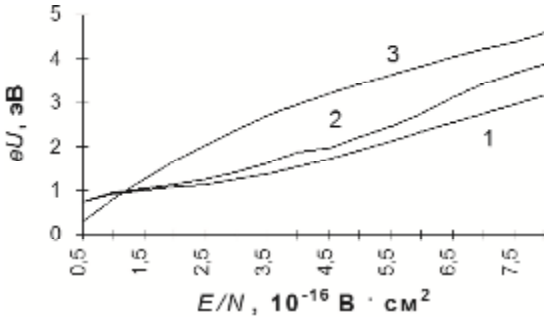


Рис. 4. Зависимости средней энергии электронов
от приведенной напряженности электрического поля *E/N* в смесях:
1 – $CO_2/N_2/He$ = 1/10/10, 2 – $CO_2/N_2/He$ = 1/7/12, 3 – CO_2/N_2 = 1/1

На рис. 5 и 6 представлены результаты расчета средней энергии электронов в O_2, CO, CO_2 и в воздухе, при изменении *E/N* в интервале $(1 - 400)\cdot10^{-21}$ В·м^2. На рис. 2.7 показаны результаты расчета средней энергии электронов в смеси $CO/N_2/He$ = 1/6/*n*.

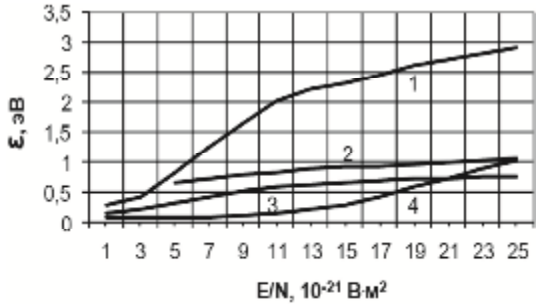


Рис. 5. Средняя энергия электронов: 1 – O_2, 2 – воздух, 3 – CO, 4 – CO_2

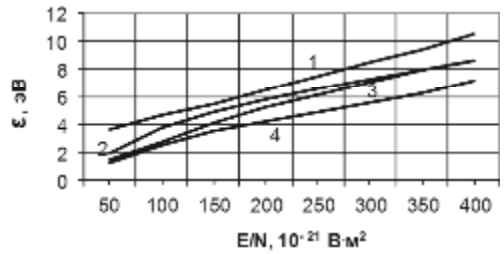


Рис. 6. Средняя энергия электронов: 1 – O_2 , 2 – CO_2, 3 – воздух, 4 – CO

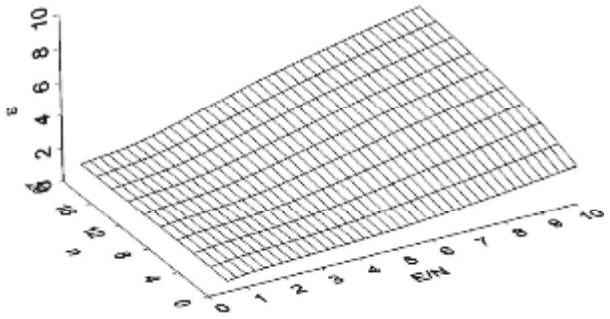


Рис. 7. Средняя энергия электронов (эВ) в смеси $CO/N_2/He$ = 1/6/*n*

На рис. 7 параметр *E/N* измеряется в единицах (10^{-20}В·м^2)

В заключение на рис. 8 и 9 приведены результаты расчетов дрейфовой скорости электронов в чистом кислороде и окиси углерода.

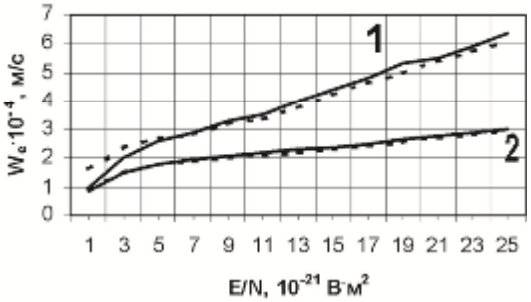


Рис. 8. Дрейфовая скорость электронов в кислороде (1) и окиси углерода (2).
Сплошные линии – расчет, пунктирные – эксперимент [8]

На рис. 8 представлены результаты для O_2 (кривая 1) и CO (кривая 2) при изменении *E/N* в интервале (1-25)·10^{-21} В·м^2. Пунктирные линии соответствуют результатам экспериментов, полученным в работе [360]. Наблюдается хорошее согласие расчетов с экспериментом для *E/N* в интервале (5-25)·10^{-21} В·м^2.

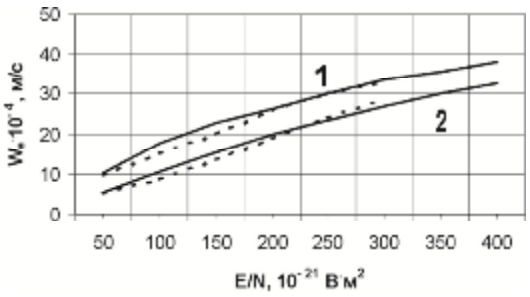


Рис. 9. Дрейфовая скорость электронов в кислороде (1) и окиси углерода (2).
Сплошные линии – расчет, пунктирные – эксперимент [8]

На рис. 9 приведены данные по дрейфовой скорости для этих же газов, но при более высоких значениях параметра *E/N*, изменяющегося в интервале (50-400) $\cdot 10^{-21}$ В$\cdot$м^2. Очевидно, что расчетные данные отличаются от экспериментальных не более чем на 10 %.

Список библиографических ссылок

1. Смит К., Томсон Р. Численное моделирование газовых лазеров. – М.: Мир, 1981. – 516 с.
2. Гордиец Б.Ф., Осипов А.И., Шелепин Л.А. Кинетические процессы в газах и молекулярные лазеры. – М.: Наука, 1980. – 512 с.
3. Арасланов Ш.Ф., Сафиуллин Р.К. Известия вузов. Проблемы энергетики, 1999, № 7-8. – С. 61-68.
4. Сафиуллин Р.К. Расчет констант скоростей ионизации и диссоциативного прилипания электронов к молекулам в газоразрядной плазме // Известия вузов. Проблемы энергетики, 2001, № 7-8. – С. 55-63.
5. Сафиуллин Р.К., Арасланов Ш.Ф., Мулланyров Ф.Ш. Расчет коэффициентов диффузии и дрейфовой скорости электронов в рабочих смесях CO_2- и CO-лазеров // Известия КГАСУ, 2005, № 1 (3). – С. 152-154.
6. Сафиуллин Р.К. Расчет дрейфовой скорости электронов в умеренных и сильных электрических полях // Известия вузов (Проблемы энергетики), 2000, № 11-12. – С. 49-53.
7. Сафиуллин Р.К. Расчет энергетического распределения и коэффициентов переноса электронов в рабочих смесях CO_2- и CO-лазеров. Труды VI Международной научно-технической конференции «Компьютерное моделирование 2005». – СПб., 2005. – С. 84-88.
8. Сафиуллин Р.К. Математическое моделирование процессов в низкотемпературной плазме тлеющего разряда применительно к CO_2 и CO-лазерам // Автореф. докт. дисс. на соиск. степени докт. физ.-мат. наук. – Казань, 2006. – 35 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
Zainasheva G.N. – candidate of physical mathematical sciences, associate professor
E-mail: Guzel_zn@mail.ru
Kazan State University of Power Energy
The organization address: 420066, Russia, Kazan, Krasnoselskaya st., 51

Calculations of energy distribution and mean energy of free electrons in glow discharge plasma

Resume

Electron energy distribution function (EEDF) is a very important property of gas discharge plasma. It is well known that in glow discharges EEDF strongly differs from the Maxwellian one and so it must be calculated numerically by solution of Bolzmann equation for free electrons of plasma or measured in the very laborious experiments. Knowledge of EEDF allows one to evaluate important characteristics of gas discharge plasma such as a mean energy of electrons, electron drift velocity, diffusion coefficients and the rates of various kinetic processes due to electron-molecule collisions.

In this paper the effective method for EEDF calculation is described for the gas mixtures containing CO_2, CO, N_2, O_2, H_2, He and Ar species. Then the EEDE and mean electron energies for gas mixtures of CO_2 and CO lasers were calculated as well as for pure O_2, CO CO_2 gases and for air. The calculations were carried out for a wide range of the parameter *E/N* (*E* the electic field strength, *N* the total particle density of atoms and molecules). In most cases the calculated quantities turned out to be in a good or in a satisfactory agreement with the available experimental values.

Keywords: glow discharge, electron energy distribution function (EEDF), mean electron energy.

Reference list

1. Smith K., Thomson R. Computer modeling of gas lasers. – M.: Publishers Mir, 1981. – 512 p.
2. Gordietz B.F., Osipov A.I., Shelepin L.A. Kinetic processes in gases and molecular lasers. – M.: Publishers Nauka, 1980. – 512 p.
3. Araslanov Sh.F., Safiullin R.K. Energetic distribution of electrons in glow discharge plasma // Izvestya vuzov. Problemy Energetiky, 1999, № 7-8. – P. 61-68.
4. Safiullin R.K. Calculation of rates of ionization and electron dissociative attachment to molecules in gas discharge plasma // Izvestya vuzov. Problemy Energetiky, 2001, № 7-8. – P. 55-63.
5. Safiullin R.K., Araslanov Sh.F., Mullanurov F.Sh. Calculations of electron diffusion coefficients and electron drift velocities in laser mixtures of CO_2 and CO Lasers. // Izvestija KGASU, 2005, № 1 (3). – P. 152-154.
6. Safiullin R.K. Calculation of electron drift velocity in moderate and strong electric fields. // Izvestija vuzov Problemy Energetiki, 2000, № 11-12. – P. 49-53.
7. Safiullin R.K. Calculation of free electrons energy distribution in laser mixtures of CO_2 and CO. Lasers. Papers of VI International scientific conference «Computer Modeling 2005». – SPb., 2005. – P. 84-88.
8. Safiullin R.K. Mathematical modeling of the processes in low temperature glow discharge plasma in application for CO_2 and CO Lasers // The master's thesis author's abstract of a Doct. Phys.-Math. Sci. – Kazan, 2006. – 35 p.

УДК 629.114
Сахапов Р.Л. – доктор технических наук, профессор
E-mail: rustem@sakhapov.ru
Махмутов М.М. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: maratmax@yandex.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Влияние исследуемых факторов на производительность снегоуборочной машины

Аннотация

В статье приведены факторы, влияющие на производительность снегоуборочной машины. При проведении экспериментальных исследований разработан эксперимент [1], то есть уровни варьирования факторов изменяли целенаправленно в зависимости от условий проведения каждого опыта. Были реализованы композиционные В-планы (планы Бокса) второго порядка.

Получена модель, отражающая в закодированном виде влияние значимых факторов на производительность снегоуборочной машины. На основании экспериментальных данных были построены графики зависимости количества полос, площади уборки снега, коэффициента наполнения рабочего органа и скорости движения производительность машины. Проверка с помощью критерия Фишера и Стьюдента (F_t=2,30) гипотезы (F_p=2,27) адекватности модели (1) (табл. 4) показала пригодность ее использования в качестве прогнозирования производительности снегоуборочной машины с доверительной вероятностью 95 %.

Ключевые слова: производительность, площадь уборки, коэффициент наполнения, скорость движения, критерий Стьюдента, критерий Фишера.

При проведении экспериментальных исследований разработан эксперимент [1], то есть уровни варьирования факторов изменяли целенаправленно в зависимости от условий проведения каждого опыта. Были реализованы композиционные В-планы (планы Бокса) второго порядка.

В табл. 1 представлены уровни и интервалы варьирования факторов.

Таблица 1

Уровни и интервалы варьирования факторов

Наименование уровней	Обозначения	Факторы			
		X_1	X_2	X_3	X_4
Нижний	-1	100	2500	0,7	2
Центральный	0	105	3000	0,75	2,5
Верхний	+1	110	3500	0,8	3
Интерв. варьир.	D X	5	500	0,05	0,5

Исследуемые факторы были в закодированном виде и рассчитывались по следующим формулам:

$$X_1 = \frac{n_ц - 105}{5}, X_2 = \frac{S - 3000}{500}, X_3 = \frac{K_н - 0,75}{0,05}, X_4 = \frac{V - 2,5}{0,5}.$$

Влияние зависимости количества полос, площади уборки снега, коэффициента наполнения рабочего органа и скорости движения производительность машины оценивалось после обработки результатов опытов (табл. 1) по разработанному плану матрицы четырехфакторного эксперимента [1].

Сравнение коэффициентов регрессии при факторах, рассчитанных по плану второго порядка с соответствующим доверительным интервалом, показывает, что наибольшее влияние на величину производительности оказывает фактор скорости движения машины, а наименьшее оказывает фактор коэффициента наполнения рабочего органа [2] и составляет 4,1 % от наиболее значимого фактора. Влияние количества полос

и площадь уборки снега соответственно ниже в 1,19 и 2,34 раза от наиболее значимого фактора (табл. 3).

Постановка эксперимента с реализацией центральных композиционных планов второго порядка позволяет также выявить влияние квадратов. Практически одинаковое влияние на производительность оказывают факторы количества полос и скорости движения машины [3, 4]. Остальные значения коэффициентов регрессии в условиях проведения экспериментальных исследований имели показатели ниже доверительного интервала, значения которых приведены в табл. 4.

Что же касается коэффициентов факторов при парных взаимодействиях, то значимыми среди исследуемых факторов являются количество полос с площадью уборки снега; площади уборки снега со скоростью движения. Влияние парных факторов площади уборки снега с коэффициентом наполнения и коэффициента наполнения со скоростью движения одинаково и составляют 83,3 % от наиболее значимых факторов. Значимость остальных факторов в рассматриваемых диапазонах варьирования меньше доверительного интервала и не представляет интереса для исследования.

Таким образом, модель, отражающая в закодированном виде влияние значимых факторов на производительность снегоуборочной машины, будет иметь вид:

$$W = -0{,}35X_1 + 0{,}178X_2 + 0{,}017X_3 - 0{,}417X_4 + 0{,}05X_1^2 + 0{,}004X_2^2 + 0{,}035X_3^2 + 0{,}05X_4^2. \quad (1)$$

В результате анализа математической модели (1) установлено, что с увеличением количества полос производительность снижается по экспоненциальной зависимости (рис. 1).

Таблица 2

Результаты значений производительности

№ п/п	Исследуемые параметры				Результаты значений производительности W, га/ч			Сред. знач. W, га/ч	Сред. квад. откл.	Абс. погр. ΔX,%	Отн. погр. δ,%
	X_1	X_2	X_3	X_4	1	2	3				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	-	-	-	23,8	23,6	23,4	23,6	0,1155	0,337	$3{,}45E\cdot10^{5}$
2	+	-	-	-	22,4	21,4	23,4	22,4	0,577	1,7	$1{,}7\cdot10^{-4}$
3	-	+	-	-	22,0	24,0	26,0	24,0	0,012	5,0	18,0
4	-	-	+	-	21,6	23,6	25,6	23,6	0,012	5,0	21,0
5	+	+	-	+	23,7	22,7	21,7	22,7	0,058	2,5	11,0
6	-	+	+	-	25,2	23,2	21,2	23,2	0,012	5,0	21,0
7	+	-	+	-	22,5	24,5	23,5	23,5	0,012	5,0	18,0
8	+	+	+	+	21,6	23,6	25,6	23,6	0,012	5,0	21,0
9	-	0	0	-	23,7	22,7	21,7	22,7	0,058	2,5	11,0
10	+	0	0	+	25,2	23,2	21,2	23,2	0,012	5,0	21,0
11	0	-	0	+	23,0	25,0	24,0	24,0	0,012	5,0	18,0
12	0	+	0	-	21,6	23,6	25,6	23,6	0,012	5,0	21,0
13	0	0	-	+	23,7	22,7	21,7	22,7	0,058	2,5	11,0
14	0	0	+	+	20,3	20,2	20,1	20,2	0,058	0,25	1,2
15	0	0	0	+	20,0	21,0	22,0	21,0	0,058	2,5	13,0
16	0	0	0	+	22,7	23,7	24,7	23,7	0,058	2,5	11,0
17	0	0	0	0	19,8	20,2	20,6	22,2	0,058	0,25	1,2
18	0	0	0	0	22,0	24,0	23,0	23,0	0,058	2,5	13,0
19	0	0	0	0	20,1	22,1	21,1	21,1	0,058	2,5	18,0
20	0	0	0	0	19,2	21,2	23,2	21,2	0,012	5,0	23,0
21	0	0	0	0	21,6	21,2	21,4	21,4	0,012	5,0	27,0
22	0	0	0	0	25,2	23,2	21,2	23,2	0,012	5,0	21,0
23	0	0	0	0	26,2	24,2	22,2	24,2	0,012	5,0	21,0
24	0	0	0	0	22,2	20,2	21,2	21,2	0,012	5,0	21,0
25	0	0	0	0	23,7	23,5	23,6	23,6	0,012	5,0	21,0

Таблица 3

Коэффициенты уравнения регрессии производительности

№ п/п	Наименование коэффициентов	Обозначение	Значение коэффициентов
1	2	3	4
1	Свободный член	B_0	+ 21,9
Коэффициенты при факторах			
2	Количество полос, $n_ц$	B_1	- 0,350
3	Площадь уборки снега, S	B_2	+ 0,178
4	Коэффициент наполнения, $К_н$	B_3	+ 0,017
5	Скорость движения, V	B_4	- 0,417
Коэффициенты квадратов при факторах			
6	Количество полос, R	B_{11}	+ 0,05
7	Площадь уборки снега, n	B_{22}	+ 0,004
8	Коэффициент наполнения, $К_н$	B_{33}	+ 0,035
9	Скорость движения, V	B_{44}	+ 0,05
Коэффициенты факторов при парных взаимодействиях			
10	$n_ц$ и S	B_{12}	+ 0,006
11	$n_ц$ и $К_н$	B_{13}	+ 0,004
12	$n_ц$ и V	B_{14}	+ 0,008
13	S и $К_н$	B_{23}	+ 0,005
14	S и V	B_{24}	+ 0,006
15	$К_н$ и V	B_{34}	+ 0,005

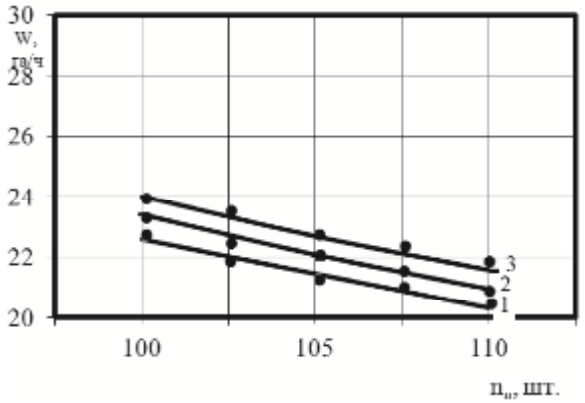


Рис. 1. Влияние количества полос на производительность при:
1 – S = 2500 м^2; 2 – S =3000 м^2; 3 – S =3500 м^2

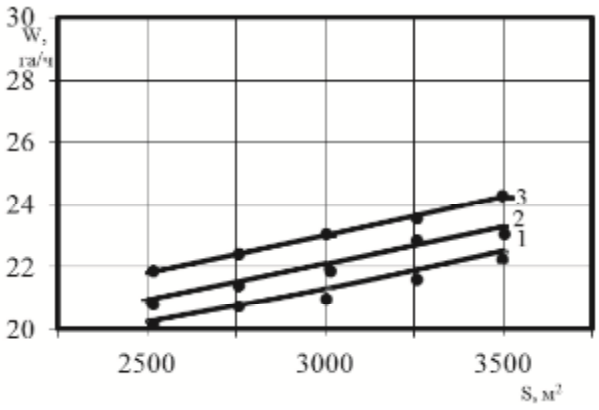


Рис. 2. Влияние площади уборки снега на производительность при:
1 – $К_н$ = 0,7; 2 – $К_н$ = 0,75; 3 – $К_н$ = 0,8

При скорости движения V = 2,5 м/с и с увеличением количества полос n на 5 шт. производительность уменьшается на 1 га/ч. При скорости движения V = 3 м/с и с увеличением количества полос n на 10 шт. производительность уменьшается на 1,5 га/ч.

На рис. 2 представлена графическая зависимость влияния площади уборки снега на производительность. Установлено, что с увеличением площади уборки снега производительность увеличивается по экспоненциальной зависимости. При коэффициенте наполнения рабочего органа $K_н$ = 0,7 и с увеличением площади уборки [7] снега на 500 м^2 производительность увеличивается на 1 га/ч. При коэффициенте наполнения рабочего органа $K_н$ = 0,8 и с увеличением площади уборки снега на 1000 м^2 производительность увеличивается на 2 га/ч.

На рис. 3 представлена графическая зависимость влияния коэффициента наполнения на производительность снегоуборочной машины [8]. Установлено, что с увеличением коэффициента наполнения рабочего органа производительность увеличивается по экспоненциальной зависимости. При скорости движения V = 2,5 м/с и с увеличением коэффициента наполнения $K_н$ на 0,05 производительность увеличивается на 0,5 га/ч. При скорости движения V=3 м/с и с увеличением коэффициента наполнения $K_н$ на 0,1 производительность увеличивается на 1 га/ч.

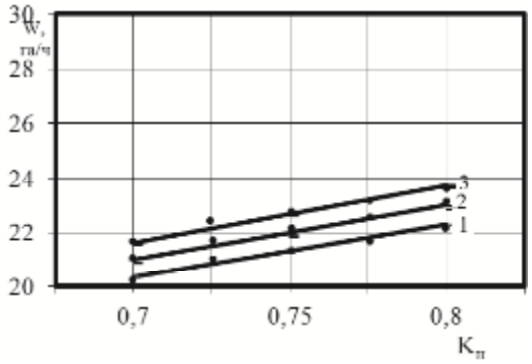


Рис. 3. Влияние коэффициента наполнения рабочего органа на производительность при:
1 – V = 2 м/с; 2 – V = 2,5 м/с; 3 – V = 3 м/с

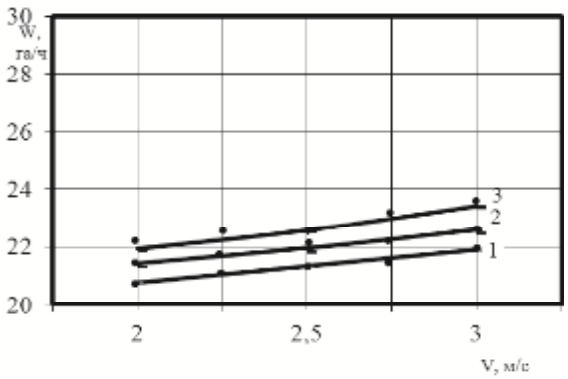


Рис. 4. Влияние скорости движения машины на производительность при:
1 – $K_н$ = 0,7; 2 – $K_н$ = 0,75; 3 – $K_н$ = 0,8

На рис. 4 представлена графическая зависимость влияния скорости движения на производительность. Установлено, что с увеличением скорости движения машины производительность увеличивается по квадратичной зависимости. При коэффициенте наполнения $K_н$ =0,75 и с увеличением скорости движения V на 0,5 м/с производительность увеличивается на 1,2 га/ч. При коэффициенте наполнения $K_н$ =0,8 и с увеличением скорости движения V на 1 м/с производительность увеличивается на 1,5 га/ч.

Таблица 4

Значения критических областей коэффициентов регрессии и критерия Фишера экспериментальных уравнений регрессии при доверительной вероятности 95 %

№ п/п	Название экспериментальной модели и ее номер	Коэффициенты			Крит. Фишера расчет.
		факторов	квадратов	парных взаимод.	
1	2	3	4	5	6
1	Производительность W, га/ч	0,283	0,901	0,388	0,77

Заключение

1. В результате математической модели (1) установлено, что повышение производительности объясняется увеличением коэффициента наполнения рабочего органа. Установлено, что при скорости движения V = 2,5 м/с и с увеличением количества полос n на 5 шт. производительность уменьшается на 1 га/ч. При коэффициенте наполнения рабочего органа $K_н$ = 0,8 и с увеличением площади уборки снега на 1000 м^2 производительность увеличивается на 2 га/ч. При коэффициенте наполнения $K_н$ =0,8 и с увеличением скорости движения V на 1 м/с производительность увеличивается на 1,5 га/ч.

2. Проверка с помощью критерия Фишера и Стьюдента (F_t=2,30) гипотезы (F_p=2,27) адекватности модели (1) (табл. 4) показала пригодность ее использования в качестве прогнозирования мощности фрезерования с доверительной вероятностью 95 %.

Список библиографических ссылок

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976. – 279 с.
2. Васильев И.А. Вопросы экономической эффективности дорожных машин. – М.: Машиностроение, 1971. – 392 с.
3. Дорожная техника: Каталог – справочник / под общей редакцией Б.С. Марышева и Ю.Ф. Устинова. – М.: изд-во ассоциации «РАДОР», Ч. 2, 2004. – 96 с.
4. Дружинин Н.К. Выборочное наблюдение и эксперимент. – М.: Статистика, 1977. – 176 с.
5. Крившин А.П. Повышение эффективности использования дорожных машин. – М.: Машиностроение, 1980.
6. Куляшов А.П., Молев Ю.И., Шапкин В.А., Щепетов В.А. Современные способы разработки льда. – М.: Спутник+, 2005. – 137 с.
7. Методические рекомендации по разработке проекта содержания автомобильных дорог. / Минтранс России, Гос. служба дор. хозяйства. – М., 2003. – 39 с.
8. Патент на полезную модель № 155623 РФ, МПК E01H 1/00. Снегоуборочная машина / Сахапов Р.Л., Махмутов М.М., Габдуллин Т.Р., Махмутов М.М., Земдиханов М.М. заяв. 26.01.2015; опубл. 10.10.2015. Бюл. № 28. – 2 с.

Sakhapov R.L. – doctor of technical sciences, professor
E-mail: rustem@sakhapov.ru
Makhmutov M.M. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: maratmax@yandex.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The influence of the studied factors on the capacity of milling

Resume

In this article was presented the factors affecting the performance of the snow machines. The resulting model, which reflects in coded form the influence of significant factors on the

performance of the snow machines was built. Based on the experimental data were plotted according to the number of lanes, area of snow removal, the filling ratio of the working body and speed performance of the machine. Testing using the Fisher test and student t-test (Ft=2,30) hypotheses (Fp=2,27) the adequacy of the model (1) (tabl. 4) showed the suitability of its use as a forecasting performance of the snow machines with confidence probability of 95 %.

Keywords: performance, area cleaning, filling ratio, speed, student's criterion, Fisher's criterion.

Reference list

1. Adler P., Markova E.V., Granovsky Y. Planning experiment in the search for optimal conditions. – M.: Nauka, 1976. – 279 p.
2. Vasiliev I.A. Economic efficiency of road machines. – M.: Mashinostroenie, 1971. – 392 p.
3. Road machinery: the Directory / Under the General editorship of B.S. Marysheva and Y.F. Ustinov. – M.: publishing association «Rador», Part 2, 2004. – 96 p.
4. Druzhinin N.N. To selective observation and experiment. – M.: Statistica, 1977. – 176 p.
5. Kryuchin A.P. Improving the efficiency of road machines. – M.: Mashinostroenie, 1980.
6. Kulash A.P., Molev Y.I., Shapkin V.A., Shchepetov V.A. Modern methods of development of ice. – M.: Sputnik+, 2005. – 137 p.
7. Methodical recommendations on development of draft road maintenance. / The Ministry Transport of Russia, State. service dor. economy. – M., 2003. – 39 p.
8. Patent № 155623 the Russian Federation, IPC AN 1/00. Snowblower / Sakhapov R.L., Makhmutov M.M., Gabdullin T.R., Makhmutov M.M., Zemlyanov M.M. stated. 26.01.2015; publ. on 10.10.2015. Bull. № 28. – 2 p.

УДК 551.32
Хамитов Т.К. – кандидат технических наук, старший преподаватель
E-mail: tagirkx@yandex.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Оценка динамической нагрузки на покрытие от падения снега при экспертизе зданий с перепадом высоты

Аннотация

В зимнее время встречаются случаи обрушения покрытий, вызванные сползанием и падением снежной массы на нижерасположенную крышу или конструкцию. Причиной данного явления являются отсутствие снегозадерживающих устройств на кровле, а также тепловыделение от чердака и колебания температуры воздуха, в результате которых происходит подтаивание и снижение сцепления снега с кровлей. В связи с этим возникает задача оценки величины динамической (ударной) нагрузки на покрытие от падения снежной массы с некоторой высоты. Принимая снежную массу за материальную точку, на основе общих теорем динамики находится величина ударной нагрузки на покрытие.

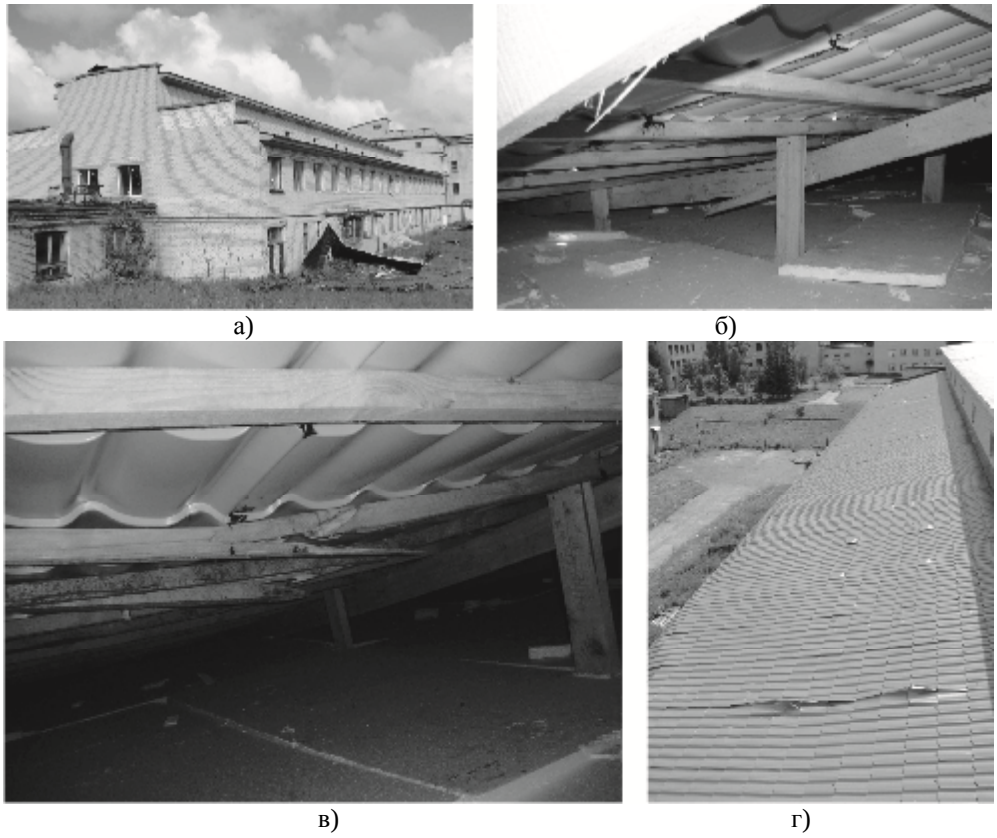
Ключевые слова: здания с перепадом высоты, снежная масса, ударная нагрузка, коэффициент динамичности.

Для некоторых зданий и сооружений характерны покрытия с перепадом высоты – это фонарные конструкции, навесы, козырьки и т.п. Расчет несущих конструкций покрытий на статическую снеговую нагрузку достаточно полно отражено в нормативных документах. Однако в зимнее время встречаются случаи обрушения покрытий, вызванные сползанием и падением снежной массы на нижерасположенную крышу или конструкцию. Проблема особенно актуальна для таких покрытий, если на них не установлены снегозадерживающие устройства. Причиной сползания снежной массы с кровли являются также тепловыделение от чердака и колебания температуры воздуха, в результате которых происходит подтаивание и снижение сцепления снега с кровлей. На рис. 1 показан пример разрушения конструкций крыши корпуса № 9 на территории научного городка ФГУ «ФЦТРБ-ВНИВИ», г. Казань.

Известно, что при падении тела с высоты сила удара во много раз может превосходить вес тела. Анализ причин обрушения покрытий зданий с перепадом высоты, связанных со сползанием и падением снежной массы, приводит к необходимости рассматривать динамическую снеговую нагрузку как лавинную. Имеется немало теоретических и экспериментальных исследований [1-4], посвященных определению давления снежных лавин о преграду или сооружение. В России до 1992 г. лавинные нагрузки рассчитывались на основе инструкции СН 517-80. В данной инструкции приводится квадратичная зависимость ударного давления от скорости лавины. Более поздние экспериментальные работы [5, 6] показали линейную зависимость ударного давления от скорости. Следует отметить, что в настоящее время в нормативной литературе (СП 20.13330.2011, СП 116.13330.2012) отсутствуют какие-либо методики и рекомендации, регламентирующие динамическую нагрузку (лавинные нагрузки) от снега при его падении с высоты. Отсутствие теоретических разработок, доведенных до практического использования, объясняется чрезвычайной сложностью данной задачи, в том числе отсутствием теории ударного взаимодействия рыхлых тел по жестким преградам. В данной статье сделана попытка определить величину ударной нагрузки на покрытие при падении на нее снежной массы с некоторой высоты. При этом для описания движения снежной массы используются модель материальной точки и элементарная теория удара из курса теоретической механики. Такой подход применялся в ранних работах [7, 8]. Очевидно, что такое упрощение задачи не претендует на полноту описания явления, однако может являться первым приближением оценки ударной нагрузки.

Рассматривается покрытие здания с перепадом высоты (рис. 2) со следующими данными: p – снеговая нагрузка на кровлю; m – масса снега; α – угол наклона верхней

кровли; β – угол наклона нижней кровли; h – перепад высоты; f – коэффициент трения скольжения снега по кровле; l – половина пролета стропил верхней кровли; v_0 – начальная скорость снежной массы в момент отрыва от верхней кровли; v_1 – скорость снежной массы в момент удара о нижнюю кровлю; b – длина участка нижней кровли, на которой падает снежная масса.



а) б) в) г)

Рис. 1. Разрушение конструкций крыши здания (а) после аварии:
б – стропил; в – обрешетки; г – кровли

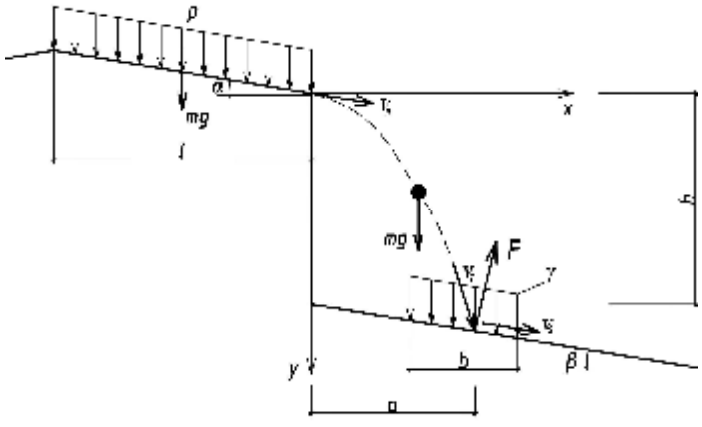


Рис. 2.

Снежная масса m с некоторой площади верхней кровли смещается на расстояние $l/2$ и в момент отрыва кровли имеет скорость v_0. Воспользуемся теоремой об изменении кинетической энергии точки:

$$\frac{mv_0^2}{2} = mg\frac{l}{2}\times(\sin\alpha - f\cos\alpha), \qquad (1)$$

откуда находим:

$$v_0 = \sqrt{gl \times (\sin\alpha - f\cos\alpha)}\,. \qquad (2)$$

Определим скорость снега v_1 в момент удара о нижнюю кровлю. Запишем теорему об изменении кинетической энергии точки:

$$\frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = mg \times (h + a \times tg\beta)\,, \qquad (3)$$

откуда скорость:

$$v_1 = \sqrt{v_0^2 + 2g \times (h + a \times tg\beta)}\,, \qquad (4)$$

где $a = v_0 \cos\alpha \times \sqrt{2h/g}$.

Для определения величины силы удара F о нижнюю кровлю воспользуемся теоремой об изменении количества движения точки при ударе. При этом упавшее количество снега на участок длиной b заменим полосой распределенной нагрузки с погонной массой γ. Запишем теорему в дифференциальной форме:

$$\gamma dx\bar{v}_2 - \gamma dx\bar{v}_1 = d\bar{S}\,, \qquad (5)$$

где γ – погонная масса снега (распределенная нагрузка по площадке длиной b, куда падает снег (рис. 2)); $\bar{v}_1$, $\bar{v}_2$ – векторы скоростей элементарного участка снежной полосы до и после удара, $d\bar{S}$ – элементарный импульс силы удара $\bar{F}$, направленный по нормали к нижней кровле; dx – длина элементарного участка снежной полосы; γdx – масса элементарного участка снежной полосы.

Модуль вектора $d\bar{S}$ находим из прямоугольного треугольника (рис. 3):

$$dS = v_1 \times \gamma \times dx \times \sin\varphi\,, \qquad (6)$$

где φ – угол между векторами $\bar{v}_1$ и $\bar{v}_2$, который зависит от уклона β нижней кровли и угла падения δ снежной массы до удара. Угол φ находим по рис. 3:

$$\varphi = 90^0 - \beta - \delta\,. \qquad (7)$$

Здесь $\delta = arctg\dfrac{v_{1x}}{v_{1y}}$, $v_{1x} = v_0\cos\alpha$, $v_{1y} = v_0\sin\alpha + \sqrt{2gh}$.

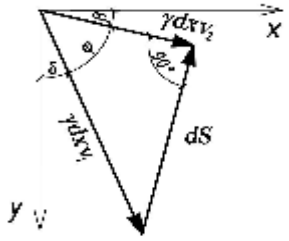


Рис. 3

Разделив обе части равенства (6) на dt и учитывая, что $\dfrac{dS}{dt} = F$, $\dfrac{dx}{dt} = v$, получим:

$$F = v_1^2 \times \gamma \times \sin\varphi\,. \qquad (8)$$

С учетом формул (2) и (4), окончательно получим:

$$F = \gamma\left(v_0^2 + 2g \times (h + a \times tg\beta)\right) \times \sin\varphi \qquad (9)$$

или

$$F = \gamma g\left(l(\sin\alpha - f\cos\alpha) + 2(h + a \times tg\beta)\right) \times \sin\varphi\,. \qquad (10)$$

Приведем формулу для давления лавины о защитное сооружение по СН 517-80:

$$p_л = \frac{\gamma_л v_л^2}{g}\sin^2\beta\,,\ \text{Н/м}^2, \qquad (11)$$

где β – угол между направлением лавины и поверхностью сооружения, град; $v_л$ – скорость лавины, м/с; $\gamma_л$ – объемный вес снега, Н/м^3; g = 9,81 м/с^2.

Сравнение формул (8) и (11) показывает, что величина ударного давления снега квадратично зависит скорости, хотя это не подтверждается экспериментами [5, 6].

Пример

Рассмотрим движение снежной полосы шириной 1 м по верхней кровле при следующих данных:

p =100 кг/м^2, l =3,5 м, h = 2 м, f = 0,015, $\alpha = \beta$ = 9º, g = 9,81 м/с^2.

Масса снега m с площади $1 \cdot l$ равна $m = 1 \cdot l \cdot p$ =350 *кг*. Пусть b =1 *м* – длина участка на нижней кровле, на которую падает снежная масса. Тогда погонная масса снега

$g = m / b = 350$ кг/м.

По вышеприведенным формулам имеем следующие выражения:

$$v_0 = \sqrt{9,81 \times 3,5 \times \left(\sin 9^0 - 0,015 \cos 9^0\right)} = 2,2 \text{ м/с},$$

$$v_{1x} = 2,2 \times \cos 9^0 = 2,18 \text{ м/с}; \; v_{1y} = 2,2 \times \sin 9^0 + \sqrt{2 \times 9,81 \times 2} = 6,61 \text{ м/с},$$

$$\varphi = 90^0 - 9^0 - arctg \frac{2,18}{6,61} \approx 63^0; \; a = 2,2 \times \cos 9^0 \times \sqrt{2 \times 2 / 9,81} = 1,387 \text{ м},$$

$$F = 350 \times \left[2,2^2 + 2 \times 9,81 \times \left(2 + 1,387 \times tg 9^0\right)\right] \times \sin 63^0 = 15090 \text{ Н}.$$

Коэффициент динамичности k, равный отношению силы удара к весу упавшей снежной полосы:

$$k = \frac{F}{mg} = \frac{15090}{350 \times 9,81} \approx 4,4.$$

Таким образом, даже приближенный анализ показывает, что динамическая нагрузка может существенно превосходить статическую снеговую нагрузку и это необходимо учитывать при проектировании крыш с перепадом высот.

Выводы

1. При экспертной оценке аварий покрытий (крыш) с перепадом высот, связанных со сползанием и падением снежной массы, а также при проектировании таких крыш, наряду со статическим воздействием необходимо учитывать также и динамическое воздействие снеговой нагрузки.

2. Более точная количественная оценка ударной нагрузки снега о покрытие требует проведения специальных экспериментов по изучению ударного взаимодействия рыхлых тел по жестким преградам.

Список библиографических ссылок

1. Катюшин В.В. Здания с каркасами из рам переменного сечения. – М.: Стройиздат, 2005. – 656 с.
2. Соловьев А.С., Калач А.В., Лебедев О.М. Математические модели лавинных процессов // Монография. – Saarbrucken: LAP, 2013. – 141 с.
3. Соловьев А.С., Калач А.В. Современное состояние вопроса изучения снежных лавин // Монография, 2013. – 137 с.
4. Дюнин А.К. В царстве снега. Изд-во «Наука». Сибирское отделение. – Новосибирск, 1983. – 161 с.
5. Ядрошников В.И. Исследование взаимодействия движущихся снежных масс с препятствиями. // Труды НИИЖТа, 1979, вып. 195. – С. 29-47.
6. Жилин А.М. Определение расчетных нагрузок при защите железнодорожного пути от снежных лавин. // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Новосибирск, 1992. – 19 с.
7. Гофф А.Г., Оттен Г.Ф. Борьба со снежными обвалами // В кн.: Снег и снежные обвалы в Хибинах. – Л. – М.: Гидрометеоиздат, 1938. – С. 71-98.
8. Саатчян Г.Г. Снег и снежные обвалы // Труды Тбилисского НИИ сооружений, 1936, вып. 27.

Khamitov T.K. – candidate of technical sciences, senior lecturer
E-mail: tagirkx@yandex.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Evaluation of dynamic loads on the coating from snow falling in the appraisal of buildings with height difference

Resume

In winter there are cases of collapse of the buildings roofs caused by slipping and falling snow masses on the roof or underlying structure. The cause of this phenomenon are the lack of snow retention devices on the roof and heat from the attic and fluctuations in air temperature, resulting in melting and reduction of adhesion of snow from the roof. Analysis of the causes of collapse of the building roofs with height difference involving the fall of the snowpack, leads to the need to consider dynamic snow loads as avalanche. This raises the problem of estimating the magnitude of the dynamic loads on the coating from falling snow masses with a certain height. Currently in construction standard no procedures and recommendations governing the avalanche load, so the solution to this problem seems urgent. Taking a snow mass for a material point the magnitude of shock load on the coating in the article is found.

Keywords: the building with height difference, weight of snow, impact load, dynamic factor.

Reference list

1. Katyushin V.V. Buildings with frames made of frames of variable cross section. Publisher «Stroiizdat». – M., 2005. – 656 p.
2. Solovyov S.A., Kalach A.V., Lebedev A.M. Mathematical model of avalanche processes // Monograph. – Saarbrucken: LAP, 2013. – 141 p.
3. Soloviev A.S., Kalach A.V. Modern state of the problem the study of snow avalanches // Monograph, 2013. – 137 p.
4. Dyunin A.K. In the Kingdom of snow. Publishing House «Nauka». Siberian branch. – Novosibirsk, 1983. – 161 p.
5. Yadroshnikov V.I. Study of the interaction between moving masses of snow with obstacles. // Trudy VNIIZHTa, 1979, vol. 195. – P. 29-47.
6. Zhilin A.M. Determination of design loads while protecting the railroad tracks from avalanches. // The dissertation on competition of a scientific degree of candidate of technical Sciences. – Novosibirsk, 1992. – 19 p.
7. Goff A.G., Otten G.F. Fight against snow avalanches // In kN.: Snow and avalanches in the Khibiny mountains. – L. – M.: Gidrometeoizdat, 1938. – P. 71-98.
8. Saatchyan G.G. Snow and avalanches // Proceedings of the Tbilisi research Institute of constructions, 1936, vol. 27.

УДК 74.01/.09
Белов М.И. – кандидат искусствоведения, доцент
E-mail: belov_m@list.ru
Михайлова А.С. – кандидат искусствоведения, доцент
E-mail: misuoka@gmail.com
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Когнитивный подход в истории дизайна

Аннотация
Современная теория истории пополнилась новым инструментарием. Рассматривается понятие когнитивного подхода, его основные особенности. На основе опыта когнитивной истории О.М. Медушевской проводится параллель с эволюционными процессами в дизайне, а также предпринимается попытка применения когнитивного подхода для изучения истории дизайна, используя авторские феноменологический, феноменально-географический подходы. Это новый инструмент, рекомендуемый к применению в историко-теоретических дисциплинах для специалистов «архитектор-дизайнер».
Ключевые слова: история дизайна. когнитивный подход, когнитивная история, междисциплинарный подход.

XXI век вместе с чаяниями и надеждами нового времени принес с собой новые потребности и запросы человечества, обозначившие новые векторы развития, новые инновационные технологии в различных направлениях человеческой деятельности. Меняется восприятие современного человека, его отношение к окружающей среде, взаимодействие с информационными потоками и принципиально новое их осмысление. Безусловно, это затрагивает и образовательную сферу в целом, и предмет нашего рассмотрения – историю дизайна, в частности.

Рассмотрение истории дизайна в рамках традиционного линейного подхода уже не является достаточным: постоянно растущая динамика событий современного информационного общества требует от исследователей объективно раскрыть всю сложность и глубину происходящих процессов в дизайне. История дизайна – это не просто летопись в предметах, как поэтично ее называют во многих публикациях. Современные взгляды на историю дизайна все чаще открывают нам более сложный и многокомпонентный подход, корень которого произрастает из взаимодействия разных направлений человеческой деятельности.

В современном гуманитарном познании все еще наблюдаются трудности, связанные с отсутствием целостной теории познания исторических процессов, до сих пор нет и четких понятий, которыми могли бы оперировать разные области знаний. Безусловно, новая социальная реальность требует новые методы познания, сопоставление и интеграцию их с традиционными методами познания. Среди наиболее часто упоминающихся проблем в новейшее время ключевое место занимают глобализационные и информационные процессы (глобализация и информатизация). Глобализация в свое время привела к разрушению устойчивых границ культурной и национальной идентичности, причем исторически сформировавшихся. Одним из следствий глобализации стало и ослабление европоцентрической идеи как наиболее значимого подхода гуманитарных наук. Рост объема информации и скорости ее распространения в результате появления новых технологий уже к середине XX в. привел к крушению линейной модели истории. Другой причиной этого явления также явилась возможность непосредственного обмена информацией представителями разных культур поскольку стал возможен непосредственный обмен информацией между представителями разных культур, не прибегая к учету их исторического генезиса).

Глобализация и информатизация, являясь относительно современными явлениями, не могли не повлиять и на методы описания исторических процессов. В XX веке, в основном, использовались такие исторические методы, как системный подход,

логическое моделирование, типологизация. Все они были ориентированы в своем роде на идею целостности, однако полностью преодолеть однолинейный подход им не удалось. Ученые-историки стали развивать идеи вариативности исторического процесса, признавая и существование возможных исторических альтернатив и различных направлений в истории, на которые накладывались разнообразные компоненты культурного и цивилизационного характера. Нелинейный подход, как реакция на линейное понимание истории, зародилось еще в эпоху Просвещения XVIII в., и уже в нем базисом стали цивилизационная и культурологическая концепции истории. Суть этого подхода заключается в отрицании существования одной единственной линии развития человечества. Однолинейности противостоит многолинейность (а также многокомпонентность, многофакторность), более соответствующая сложному комплексному процессу смены стадий развития человечества, чередованию культурно-исторических типов, культур, цивилизаций. Линейные концепции, представляемые чаще всего в стадиальном или периодическом виде, абстрагировали и упрощали непрерывность исторического развития. Нелинейные концепции абсолютизируют прерывность исторического развития. Полилинейные концепции позволяют проследить одномоментность и вариативность исторического процесса. Таким образом, в рамках данного подхода большое внимание уделяется уникальности и неповторимости исторического процесса, множественности моделей развития общества, сложному узору причинно-следственных связей, не способных быть продемонстрированными в линейной концепции. Сущность нелинейного подхода к истории состоит в том, что история человечества подразделяется на некоторое число совершенно самостоятельных образований – локальных цивилизаций, каждая из которых имеет свою собственную самобытную историю, отличается уникальностью культурно-исторических событий [1].

Необходимо отметить, что термин «цивилизация» употребляется в нескольких смыслах: во-первых, как ступень исторического развития человечества, следующая за варварством (Л. Морган, Э. Тоффлер); во-вторых, понятие «цивилизация» очень часто приравнивается к понятию «культура» (А. Тойнби); в-третьих, под цивилизацией также понимается определенная стадия в развитии локальных культур, включая стадию их деградации и упадка (О. Шпенглер) [5]. Попробуем адаптировать это определение к дизайну. Мы полагаем, что дизайн – это продукт деятельности прежде всего Западной цивилизации, но, как ни странно, включает в себя все три названных смысла. Во-первых, индустриальный дизайн обозначил переход к принципиально другому типу производства; во-вторых, обозначил формирование нового типа культуры – культуры потребителей; и, наконец, в-третьих, история дизайна показывает нам спектр мировоззрений наций дизайна. В этом контексте предлагаемая концепция нелинейного (полтлинейного, многомерного) подхода к истории дизайна представляется нам чрезвычайно актуальной.

Одним из новых подходов к историческим процессам стал когнитивный подход. В связи с появлением новых направлений в науке и образовании, рождается и новый понятийный аппарат. Не смотря на то, что термин «когнитивный» (от латинского слова cognitio – знание, познание), означающий «познавательный», «имеющий отношение к познанию», появился уже достаточно давно – в шестидесятых годах прошлого века, говорить о повсеместном и активном его применении и формировании состоявшейся теории вряд ли приходится. Психологических исследованиях возникает новая парадигма когнитивной психологии, или когнитивистики, в ней традиционные познавательные процессы играют одну из ключевых ролей. Этот метод стал востребован в области дизайн-проектирования, на уровне работы с формой, цветом, фактурой – все эти процессы рассматриваются как составные части общего процесса обмена информацией между человеком и средой, придавая особое значение новой области применения дизайна – интерактивной. Это направление считается в настоящее время одним из перспективных, поэтому ощущается нарастающий к нему интерес. Стоит заметить, что когнитивный подход способствует обновлению, переосмыслению и расширению возможностей использования информационного потока, в том числе и в области истории дизайна.

Если мы рассматриваем историю дизайна как стандартную вузовскую дисциплину, то, безусловно, в создавшихся условиях необходимо заняться поисками и созданием новых технологий обучения студентов – когнитивных. Когнитивный подход к обучению

должен обеспечить важные для современного специалиста элементы развития: эффективное понимание окружающего мира в его реальном существовании, успешную адаптацию к жизни в условиях постиндустриального (информационного) общества и необходимое для этого интеллектуальное развитие. Например, с помощью специальной системы заданий, обеспечивающих логическую переработку информации.

Погружаясь же глубже в возможности когнитивного подхода, мы начинаем использовать общий процесс информационного обмена между человеком и средой на разных уровнях и исторических срезах, особенно важно для историко-культурологических дисциплин, в том числе (и особенно) для истории дизайна, демонстрирующей нам активную сторону этого взаимодействия – предметы, созданные из окружающей материи и наполняющие ее.

По мнению многих теоретиков, локомотивом когнитивного содружества, является теория искусственного интеллекта, поэтому в когнитологии доминирует технологический подход к изучению знаний, а критерием качества когнитивных теорий является практическая реализация [7]. Нелинейность, многокомпонентность познавательного подхода позволяет нам синтезировать общую концепцию взаимодействия теории и практики дизайнерского проектирования, показать ее в историческом развитии,

Одним из виднейших теоретиков когнитивной науки, в частности, когнитивной истории, была Ольга Михайловна Медушевская. По ее мнению, когнитивная история – наука, предметом которой является изучение человека как живого существа, обладающего разумом и проявляющего свою разумность созиданием целенаправленно создаваемого интеллектуального продукта [7]. Когнитивная история позволяет сориентироваться в закономерностях, базирующихся на когнитивных возможностях человека, к примеру, на простой способности фиксации информации. Можно получить информацию в биологической системе, вывести ее за пределы этой системы, в более устойчивую материальную, а затем провести процесс внедрения фиксированнюй информации в свою биологическую систему. Данная методика во многом напоминает часто используемое современными проектировщиками направление бионики, а точнее биомиметики. Надо отметить, что по Медушевской, фиксация смысла осуществляется в понятиях, интеллектуальных продуктах (вещах) и различных системах кодирования. И если мы рассматриваем дизайн как комплексную деятельность, которая сегодня задействует не только материальную сторону создания объектов, но и интеллектуальную, то он (интеллектуальный продукт дизайна) и выступает в качестве связующего звена, соединяющего социум, обеспечивающего информационный ресурс. О.М. Медушевская называет его выступающим макрообъектом истории. Благодаря этой способности человечество фиксирует свое целенаправленное поведение в материальном образе. Это делает человечество способным к самопознанию, а когнитивную историю – эмпирической наукой [7].

Сказанное О.М. Медушевской прекрасно подходит к истории дизайна, наглядно демонстрирующей нам эволюцию интеллектуального труда дизайнера и материальное его воплощение в объектах дизайна, помимо всего прочего замечая в нем важный заложенный потенциал национального и интернационального синтеза. Объекты дизайна как свидетели исторических процессов, могут быть рассмотрены абсолютно по-разному в разных интерпретациях. Общие требования к эргономике предметов, схожие эстетические образы и позволяют получить некую общую картину мира у разных индивидов – пользователей объекта дизайна и выполнить условие перехода от интерпретации к пониманию. Таким образом, по Медушевской, мы получаем возможность содержательный диалог культур на уровне проектирования дизайн-объектов. Сегодня тема национального и интернационального компонента становится особенно актуальной и востребованной, а когнитивный подход к историческим процессом – тем самым важным инструментом их изучения.

За 100 лет своего существования, дизайн подарил людям колоссальное количество объектов, и, казалось бы, придумать что-то новое уже невозможно. Однако, из года в год, дизайнеры нам предлагают новые синтезы функций, новые оригинальные формы и принципиально инновационные объекты, поражающие воображение удивляющие своим решением (технологическим, конструктивным, эстетическим и пр.). Характер развития информационного обмена напоминает витки спирали: каждый новый виток постоянно

наращивает общий объем информационного ресурса, участвующего в процессе обмена. Такая же схема может нам встретиться в исследовании развития дизайна Японии с постоянным возвращением к истокам и наращиванием синтеза национальных и интернациональных компонентов объектов индустриального дизайна в этой стране. В спиралевидном движении можно увидеть преобразовательные ситуации (ключевые точки, факторы, влияющие на развитие), которые автор (исследователь, дизайнер, художник) совершает в глубине своего сознания. Это – идея обретения смысла, понимания, творчества, когда мысль выступает в виде идеального образа будущего интеллектуального продукта. [7]. Другим наглядным примером работы этого положения обретения смысла и синтезаможет быть развитие дизайна в Италии. Итальянский индустриальный дизайн постоянно подпитывается идеями традиционного ремесленного формообразования, и в этом синтезе рождаются удивительно красивые, наполненные смыслом, уникальным синтезом ремесленных традиций и технологических инноваций произведения.

Применяя когнитивный подход к истории дизайна, мы в силу своих индивидуальных особенностей и предпочтений и мыслей будем различно постигать смысл тех или иных явлений. По Медушевской, постижение смысла – это последний этап размышления, – когнитивная ситуация, в ходе которой индивид по-разному группирует набор имеющихся данных. Безусловно, это одна из самых важных и ответственных задач исследователя – рассмотрение временной событийной последовательности или их связь в динамической последовательности или некой логически выстроенной взаимосвязи, выявление внутренних взаимосвязей в различных параметрических ситуациях, группировка этих параметров и событий, позволяющие нам исследовать систему отношения объекта и информационной среды. Поиски ведутся в реализованном объекте селовеческой деятельности, имеющем материальную форму – вещи, выступающей также и средством опосредованного информационного обмена в автономной человеческой информационной среде [7]. Такой подход становится основой междисциплинарных направлений, генеалогическим исследованием, чутко реагирующим на воздействие различных (социо-культурных, общественно-политических, экономических, философо-теоретических и др.) факторов. История из науки, описывающей явления прошлого, становится дисциплиной, осуществляющей конструирование и моделирование процессов, упреждающее прогнозирование [7].

Это нам демонстрирует дизайн и его история. До последнего времени история дизайна, как и история архитектуры и искусств, рассматривалась как линейный процесс. К сожалению, во многих современных изданиях мы встречаем аналогичные упомянутым в отношении истории искусств и архитектуры классификации, а также достаточно искусственно устанавливаются рамки представления стилей и персоналий. Это утверждение можно проиллюстрировать изданиями западных искусствоведов Шарлотты и Петера Филла, Берндта Польстера, Ганса Винглера и др. Пролистывая их, можно заметить линейное построение изложения материала, зачастую показывающее нам лишь хронологическое развитие дизайна, оставляя за кадром сложные взаимосвязи между объектами дизайна, стилями и мастерами. Определенный интерес, на наш взгляд, представляется не просто поэтапное рассмотрение истории дизайна, а с раскрытием общественно-политических, социо-культурных событий, оказавших наиболее существенное влияние на эволюцию предметного окружения человека. В этом, на наш взгляд, можно увидеть отголосок реализации когнитивного подхода. Проектирование и производство изделия как ответ на актуальные вопросы общества рождает иконический объект дизайна, который отражает экономическое, социальное и культурное развитие общества отдельно взятой страны или всего мирового сообщества в целом. Формирование «дизайн-икон» происходит под воздействием многих факторов, среди которых можно выделить следующие основные группы: социально-экономические, общественно-политические, социокультурные, художественно-стилистические, научно-технические, философско-теоретические и факторы уникального авторства. В группу помимо всего философо-теоретических факторов вошли определенные философские течения, сформировавшие мировоззрение мастеров дизайна и отразившиеся в их предметном творчестве, или отдельные творческие принципы авторов, ставшие позже философскими категориями.

В рамках когнитивного подхода можно считать достаточно объективными сформулированные принципы описания истории дизайна в КГАСУ[1]:

Феноменологический принцип описания истории индустриального дизайна, в качестве базиса использует хронологические ряды общемировых иконических объектов дизайна – своеобразных феноменальных явлений в истории дизайна. Данный принцип может быть успешно использован в тех случаях, когда необходимо представить целостную картину общей истории дизайна с учетом многоаспектных групп факторов влияния на формообразование в мировом дизайне. В их роли чаще всего выступают наиболее значимые политические, экономические и социокультурные события. Феноменологический принцип особенно успешно может быть применен в периодизации истории дизайна, для начальной стадии изучения истории дизайна, а также для ее краткого резюмирующего изложения. В публикациях О.М. Медушевской мы также встречаем упоминание феноменологии как как определяющего типа научной рефлексии. Феноменологический подход, общая и универсальная методология гуманитарных и естественных наук признается сегодня наиболее перспективной, поскольку оказывается, прежде всего, концептуально открытой и способной адаптироваться к специфической ситуации современных способов историзации знания [7].

Историко-географический принцип описания истории дизайна предполагается использовать для детального многофакторного рассмотрения поэтапного развития индустриального дизайна геополитически обособленного субъекта. Он эффективен для углубленного изучения развития отдельной страны или ряда территориально– и культурно-близких друг другу стран. Стоит отметить, что и в этом случае в качестве объекта описания выступают иконические объекты дизайна, правда уже местного (локального) характера, именно на них строится описание истории дизайна по историко-географическому признаку. Как и в первом случае, история дизайна здесь тоже рассматривается в контексте экономических, социокультурных, политических и других особенностей субъекта. Например, по этому принципу рассматривается история как отдельной страны (Испания, Италия, Англия, Австрия и т.д.), так и групп стран (Скандинавия: Финляндия, Дания, Швеция; Южная Америка: Бразилия, Мексика, Аргентина и т.д.), а нередко и целого континента (Америка, Африка, Австралия и т.д.). Историко-географический принцип позволяет рассмотреть зависимость творческой деятельности от территориальной и природной основы, а также определить историческую взаимосвязь с прошлым.

Феноменально-географический принцип сохраняет многофакторность при описании истории индустриального дизайна, сохраняя стремление к целостности общей исторической картины. Феноменально-географический принцип можно рекомендовать для описания всеобщей истории индустриального дизайна.

Пример реализации этого принципа можно увидеть в изданиях, посвященных развитию дизайна с попыткой совмещения ярких событий на мировой дизайн-арене, выявлением вклада отдельной страны в мировую историю предметного формообразования. Таким образом, формируется ряд государств мира, внесших существенный вклад в общую копилку иконических объектов дизайна общемирового уровня, получившие вследствие этого название «нации дизайна». Такмии нациями дизайна в настоящее время принято считать Германию, Италию, США, Скандинавские страны, Японию и Великобританию.

Исходя из вышесказанного можно сделать следующие выводы:

1. Когнитивный подход – один из современных инструментов описания исторических подходов, который мы ни в коем случае не можем игнорировать, составляя эволюцию и такого вида человеческой деятельности, как дизайн.

2. История дизайна – это полилинейный, многоаспектный и многоуровневый конгломерат, и в рамках когнитивного подхода рассматривается как эволюция предметов в сложных системах локального и мирового уровня. Она позволяет нам рассматривать различные взаимосвязи и на основе этого когнитивного процесса выстраивать различные

[1] Михайлова А.С. «Дизайн как особый вид проектно-художественной деятельности». Диссертация канд. иск., 2009 г.

сценарии развития дизайна. Эта система является открытой и динамику ее эволюции можно проследить по шедеврам дизайнерской деятельности – «дизайн-иконам».

2. Иконические объекты дизайна («дизайн-иконы») являются квинтэссенцией предметного формообразования, носителями непрерывно развивающейся культурной составляющей окружающей среды. Они несут в себе и запечатленные самые яркие образы прошлого, и возможное изменение представления о будущем (футурологические идеи, художественно-стилевое влияние на процесс предметного проектирования, временная фиксация художественного образа).

3. Когнитивный подход в истории дизайна позволяет расширить арсенал используемых инструментов описания сложного исторического процесса в дизайне. Синонимичен во многом синергетическому подходу, он помогает изучить ритм колебаний, изменений, обнаружить точки притяжения, бифуркации и ветвления сложной системы – истории дизайна. Его периодическую смену состояний смену состояний мы наблюдаем в смене дизайн-наций на сцене дизайна, а также в процессе развития дизайн-икон как на локальном, так и на мировом уровнях.

Когнитивный подход вкупе с полилинейным (синергетическим) подходом, как нам представляется, может стать новым инструментом в описании (научном представлении) истории дизайна. С одной стороны, это позволит получать узкоспециализированные знания по истории дизайна, а с другой – более целостной и объективной картины его развития. Переход к нелинейному изучению истории дизайна представляет сложный процесс, однако становится все более очевидно, что это – важная задача в формировании комплексного многомерного знания по истории дизайна.

Список библиографических ссылок

1. Яскевич Я. С. «Основы философии». Минск: Высшая школа, 2009. – 268 с.
2. Надыршин Н.М., Рябов О.Р. Учебник нового поколения // Дизайн-ревю, 2014, № 1-2. – С. 46-61.
3. Аткинсон Р.Л., Аткинсон Р.С., Смит Э.Е., Бем Д.Дж., Нолен-Хоэксема С. «Введение в психологию». Под общей редакцией В.П. Зинченко. 15-е международное издание. – СПб.: Прайм-Еврознак, 2007. – С. 460-467.
4. Симбирцева Н.А. Визуальное в современной культуре. URL: http://journals.uspu.ru/attachments/article/88/Ch_1_2012_5.pdf (дата обращения: 19.08.2015).
5. Михайлова А.С. Полилинейность как принцип современной трактовки дизайна // Вестник ОГУ, 2013, № 1. – С. 48-52.
6. Келле В. Ж. Идея многомерности в познании социальной реальности. URL: http://anthropology.ru/ru/texts/kelle/symp12_09.
7. Тоффлер Элвин // Википедия – свободная энциклопедия. URL: http://ru.wikipediaorg/wiki/Тоффлер, Элвин.
8. Медушевская О.М. Пространство и время в науках о человеке: Избранные труды. – М.: Центр гуманитарных инициатив, 2013. – 463 с.
9. Новикова Е.Ю. Когнитивная психология в дизайне. URL: http://enidtp.ru/ru_RU/download/127/ (дата обращения: 19.08.2015).
10. Михайлова А.С. Индустриальный дизайн как вид проектно-художественной деятельности в условиях развитого промышленного производства XX века (1920-1980-е гг.). Автореф. дисс. канд. искусствовед. – М., 2009.

Belov M.I. – candidate of art, associate professor
E-mail: belov_m@list.ru
Mikhaylova A.S. – candidate of art, associate professor
E-mail: misuoka@gmail.com
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Cognitive approach in the history of design

Resume

The modern theory of history was replenished with new tools. The concept of cognitive approach, its main features is considered. On the basis of experience of cognitive history of O. M. Medushevskaya the parallel with evolutionary processes in design is drawn, and also an attempt of application of cognitive approach for studying of history of design is made, using author's phenomenological, phenomenal and geographical approaches. It is the new tool recommended for application in historical and theoretical disciplines for students of speciality «architect-designer».

Cognitive approach together with multilinear (synergetic) approach, from our point of view, can become the new tool in the description (scientific representation) of design history. On the one hand, it will allow to gain highly specialized knowledge of design history, and with another – more complete and objective picture of its development. Transition to nonlinear studying of history of design represents difficult process, however it becomes more and more obvious that it is an important task in formation of complex multidimensional knowledge of design history.

Keywords: design history. cognitive approach, cognitive history, interdisciplinary approach.

Reference list

1. Yaskevich Ya.S. «Fundamentals of philosophy». – Minsk: Vyshaya shkola, 2009. – 268 p.
2. Nadyrshin N.M., Ryabov O.R. Textbook of new generation // Dizajn revju, 2014, № 1-2. – P. 46-61.
3. Atkinson R.L., Atkinson R.S., Smith E.E., Bem D.Dzh., Nolen-Hoeksema S. «Introduction to psychology». Under the general edition of V.P. Zinchenko. 15th international edition. – SPb.: Prime-Evroznak, 2007. – P. 460-467.
4. Simbirtseva of N.A. Vizuality in modern culture. URL: http://journals.uspu.ru/ attachments/article/88/Ch_1_2012_5.pdf (reference date: 19.08.2015).
5. Mikhaylova A.S. Polilineynost as principle of modern interpretation of design // Bulletin of regional public institution, 2013, №. 1. – P. 48-52.
6. Kelle V.Zh. Idey of multidimensionality in knowledge of social reality. URL: http:// anthropology.ru/ru/texts/kelle/symp12_09.
7. Toffler Alvin. Wikipedia – the free encyclopedia. URL: http://ru.wikipediaorg/wiki/ Toffler, Alvin.
8. Medushevsky O.M. Space and time in sciences about the person: Chosen works. – M.: Center of humanitarian initiatives, 2013. – 463 p.
9. Novikova E.Yu. Cognitive psychology in design. URL: http://enidtp.ru/ru_RU/download /127/ (reference date: 19.08.2015).
10. Mikhaylova A.S. Industrial design as type of project – art activity in the conditions of the developed industrial production of the XX century (the 1920-1980th). Avtoref. cand. art. – M., 2009.

ПРАВИЛА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СТАТЕЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В НАУЧНОМ ЖУРНАЛЕ «ИЗВЕСТИЯ КАЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА»

Статья должна быть набрана в программе Microsoft Word (версия не ранее MS Word 97). Файл, названный именем автора статьи, представить с расширением RTF.

Параметры страницы:

- размер страницы – 297х210 мм (формат А4);
- поля: сверху – 20 мм, снизу – 20 мм, слева – 30 мм, справа – 30 мм;
- ориентация страницы – книжная.

Параметры форматирования текста:

- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта – 11 пт;
- абзацный отступ – 10 мм (не задавать пробелами);
- выравнивание – по ширине;
- заголовки полужирным шрифтом, с выравниванием по центру;
- междустрочный интервал – одинарный.

При наборе статьи исключить автоматический перенос слов. Запрещено уплотнение интервалов шрифта.

Объем публикации – не менее 5 полных страниц и не более 10 страниц, включая таблицы и иллюстрации. Иллюстративный материал не должен перегружать статью (не более 4 рис.). Таблицы и иллюстрации скомпоновать с учетом вышеуказанных полей.

Таблицы создать средствами Microsoft Word и присвоить им имена: Таблица 1, Таблица 2 и т.д. Название таблицы с порядковым номером (или номер таблицы без названия) располагается над таблицей. Текст таблицы должен быть набран шрифтом размером 10 пт с одинарным межстрочным интервалом.

Иллюстрации представить в основных графических форматах (tif, jpg, bmp, gif) с именами Рис. 1, Рис. 2 и т.д. Все объекты должны быть черно-белыми (градации серого), четкого качества. Выравнивание – по центру. Рекомендуемое разрешение – 300 dpi. Названия иллюстраций и подписи к ним набираются шрифтом размером 10 пт с одинарным межстрочным интервалом. Не допускается выполнение рисунков в редакторе Microsoft Word. Минимальный размер иллюстраций – 80х80 мм, максимальный – 170х240 мм.

Для набора формул, которые не возможно набрать в Word, и вставки символов использовать встроенный в Microsoft Word редактор формул Microsoft Equation или Math Type. Формулы в статье, подтверждающие физическую суть исследования (процесса), представляются без развернутых математических преобразований. Формулы компонуются с учетом вышеуказанных полей (при необходимости использовать перенос формулы на следующую строку), помещаются по центру строки, в конце которой в круглых скобках ставится порядковый номер формулы (формулы и их порядковые номера - в таблицах с невидимыми границами). Ссылку на номер формулы в тексте также следует брать в круглые скобки. Следует применять физические величины, соответствующие стандарту СТ СЭВ 1052-78 (СН 528-80).

Иллюстрации, формулы, таблицы и ссылки на цитированные источники, встречающиеся в статье, должны быть пронумерованы в соответствии с порядком цитирования в тексте. При этом, ссылка на литературные источники берётся в квадратные скобки.

Уникальность текста статьи должна составлять не менее 75 %.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК 691.33
Иванов И.И. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: ivanov@kgasu.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1
разделительный интервал
Современные строительные материалы
разделительный интервал
Аннотация
Текст аннотации (50-100 слов)
Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, карбамидные пенопласты, модификация
разделительный интервал
Текст статьи
разделительный интервал
Список библиографических ссылок
разделительный интервал
Ivanov I.I. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: ivanov@kgasu.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1
разделительный интервал

Modern building material
разделительный интервал

Resume

Текст резюме (150-200 слов)

Keywords: thermal insulating materials, of carbamide foams, updating
разделительный интервал

Reference list*

* Перечень ссылок, переведённый на английский язык (названия изданий не переводить – писать в латинской транскрипции).

Перечень библиографических ссылок обязателен!

Библиографические ссылки представить в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.

Примеры:

1. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 500 с.
2. Драновский А.Н. Динамические параметры прочности песков // Сб. научных трудов «Материалы 49-й Республиканской научной конференции». – Казань: КГАСА, 1998. – С. 186-191.
3. Завадский В.Ф., Путро Н.Б., Максимова Ю.С. Поризованная строительная керамика // Строительные материалы, 2004, № 2. – С. 21-22.
4. Корчагина В.И. Исследование в области модификации ПВХ и биполимерных систем на его основе // Автореферат канд. дисс. на соиск. степени канд. хим. наук. - Казань, 1974. - 22 с.
5. Химическая технология керамики: Учеб. пособие для вузов / Под ред. проф. И.Я. Гузмана. – М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2003. – 496 с.
6. Приемопередающее устройство: пат. 2187888 Рос. Федерация. № 2000131736/09; заявл. 18.12.00; опубл. 20.08.02. Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с.
7. ГОСТ 9128-97. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. – М., 2000. – 15 с.
8. Отчёт по НИР. Инв. № 02200703350. Соколов Б.С. и др. Разработка новых и совершенствование существующих методов расчёта железобетонных и каменных элементов, конструкций зданий и сооружений.
9. Инвестиции останутся сырьевыми // PROGNOSIS.RU: ежедн. интернет-изд. 2006. 25 янв. URL: http://www.prognosis.ru/print.html?id=6464 (дата обращения: 19.03.2007).

Примеры перевода перечня ссылок на английский язык:

1. Bazhenov Yu.M. Technology of concrete. – M: Publishers ASV, 2002. – 500 p.
2. Dranovsky A.N. Dynamic parametres of durability of sand // The collection of proceedings «Materials of 49th Republican scientific conference». – Kazan: KSABA, 1998. – P. 186-191.
3. Zavadsky V.F., Putro N.B., Maksimova Yu.S. Porous building ceramics // Stroitelnye materialy, 2004, № 2. – P. 21-22.
4. Korchagina V.I. Research in the field of updating of PVC and bipolymerous systems on its basis // The master's thesis author's abstract on competition of degree of a Cand. Chem. Sci. - Kazan, 1974. - 22 p.
5. Chemical technology of ceramics: Studies. The grant for high schools / Under the editorship of prof. I.J. Guzmana. – M: LTD RIF « Stroymaterialy», 2003. – 496 p.
6. The send-receive device: the patent 2187888 Russian Federation. № 2000131736/09; It is declared 18.12.00; it is published 20.08.02. The bulletin № 23 (II part). – 3 p.
7. GOST 9128-97. Mixes asphalt-concrete road, air field and asphalt-concrete. – M., 2000. – 15 p.
8. The report on research work. Inv. № 02200703350. Sokolov B.S. and others. Working out new and perfection of existing methods of calculation of ferro-concrete and stone elements, designs of buildings and constructions.
9. Investments remain raw // PROGNOSIS.RU: the daily Internet-edition 2006. 25 jan. URL: http://www.prognosis.ru/print.html?id=6464 (reference date: 19.03.2007).

В список литературы вносятся только опубликованные работы.

Название статьи должно отражать основную идею выполненного исследования, быть по возможности кратким. Аннотация (1 абзац от 500 до 1000 знаков с пробелами) должна ясно излагать содержание статьи и быть пригодной для самостоятельного опубликования.

В разделе **«Введение»** рекомендуется указать нерешенные ранее вопросы, сформулировать и обосновать цель работы и, если необходимо, рассмотреть ее связь с важными научными и практическими направлениями. Могут присутствовать ссылки на публикации последних лет в данной области, включая зарубежных авторов.

Основная часть статьи должна подробно освещать содержание исследований, проведенных автором (авторами). Полученные результаты должны быть освещены с точки зрения их научной новизны и сопоставлены с соответствующими известными данными. Основная часть статьи может делиться на подразделы (с разъяснительными заголовками) и содержать анализ последних публикаций, посвященных решению вопросов, относящихся к данным подразделам.

В разделе **«Заключение»** должны быть в сжатом виде сформулированы основные полученные результаты с указанием их новизны, преимуществ и возможностей применения.

Язык публикации: русский или английский.

Тезисы к публикации не принимаются!

Если статья была или будет направлена в другое издание, необходимо сообщить об этом редакции. Ранее опубликованные статьи к рассмотрению не принимаются.

От авторов в редакцию журнала предоставляются следующие материалы:

- **Два экземпляра статьи в четко распечатанном виде, скрепленные степлером, подписанные автором (ами);**
- **Электронный носитель (**CD-диск. Электронная версия статьи должна соответствовать варианту на бумажном носителе);
- **Две рецензии** (соответствующего уровня) от двух независимых организаций;
- **Экспертное заключение о возможности опубликования, оформленное в организации, откуда исходит рукопись**;
- **Анкета автора (ов) в предлагаемой форме** (заполнить на русском и английском языке).

Материалы к публикации вложить в полиэтиленовый файл.

Датой поступления статьи считается день представления последнего из вышеуказанных материалов.

Представленные авторами научные статьи направляются на независимое закрытое рецензирование специалистам по профилю исследования, членам редакционной коллегии. Основными критериями целесообразности публикации являются новизна полученных результатов, их практическая значимость, информативность. В случае, когда по рекомендации рецензента статья возвращается на доработку, датой поступления считается день получения редакцией ее доработанного варианта. К доработанной статье в обязательном порядке прикладываются ответы на все замечания рецензента. Статьи, получившие отрицательные заключения рецензентов и не соответствующие указанным требованиям, решением редакционной коллегии журнала не публикуются и не возвращаются (почтовой пересылкой). Редакционная коллегия оставляет за собой право на редактирование статей с сохранением авторского варианта научного содержания.

После уведомления редакцией принятия рукописи и согласования сроков её публикации с ответственным исполнителем журнала авторы представляют копию платежной квитанции или справку, подтверждающую обучение автора (ов) в аспирантуре на момент подачи статьи.

Расчет стоимости не зависит от объема текста статьи на странице.

Журнал «Известия КГАСУ» выходит 4 раза в год, тиражом 500 экз. Журнал является подписным изданием и включен в общероссийский каталог ОАО Агентства «РОСПЕЧАТЬ», индекс издания – 36939.

АВТОРЫ, ЯВЛЯЮЩИЕСЯ ЧЛЕНАМИ РЕДКОЛЛЕГИИ И (ИЛИ) ПОДПИСЧИКАМИ ЖУРНАЛА, ИМЕЮТ ПРЕИМУЩЕСТВЕННОЕ ПРАВО НА ОПУБЛИКОВАНИЕ СВОИХ СТАТЕЙ.

СТАТЬИ АСПИРАНТОВ ПУБЛИКУЮТСЯ БЕСПЛАТНО.

Научная статья в полном объеме будет также размещена на официальном сайте «Известия КГАСУ» – электронном научном издании (ЭНИ) http://izvestija.kgasu.ru/ (Свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС 77-31046 от 25.01.2008).

Все материалы направлять по адресу: 420043, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1, ОПИР, комн. 79. Телефон (843) 510-46-39, 236-26-88 (тел./факс). E-mail: patent@kgasu.ru. Ответственный исполнитель журнала – Хабибулин Марат Максутович.

Банковские реквизиты:
КГАСУ
420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1
ИНН 1655018025 КПП 165501001
Сч. 40501810292052000002
в ГРКЦ НБ РТ Банка России г. Казань
БИК 049205001
Л/с 20116Х06860

Указать назначение платежа: Код дохода: 00000000000000000130 реализация изд. деят-ти.

АНКЕТА АВТОРА(ОВ)

(заполняется в электронном виде отдельным файлом, названным «Анкета», с расширением RTF)

Фамилия, имя, отчество (полностью), **учёная степень,** **звание,** **должность.** **Полное наименование организации, город** (указывается, если не следует из названия организации) (для каждого автора) **Адрес организации**	
Название статьи	
Аннотация (от 50 до 100 слов)	
Ключевые слова (от 5 до 10 слов или словосочетаний)	
Научная тематика статьи	Впишите одну из представленных: - Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия; - Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности; - Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов; - Строительные конструкции, здания и сооружения; - Основания и фундаменты, подземные сооружения; - Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение; - Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов; - Строительные материалы и изделия; - Гидротехническое строительство; - Технология и организация строительства; - Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей; - Гидравлика и инженерная гидрология; - Строительная механика; - Экология (в строительстве); - Экономика и управление народным хозяйством (в строительстве); - Системный анализ, управление и обработка информации (в строительстве); - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (в строительстве); - Техническая эстетика и дизайн.
Паспортные данные (номер, кем выдан, дата выдачи, адрес регистрации), **ИНН**	
Адрес для переписки	
E-mail	
Контактные телефоны	

AUTHOR'S QUESTIONNAIRE

(it is filled in electronic type by separate file named «Questionnaire» with expansion RTF)

Full Last name First name, Middle name **Scientific degree,** **Scientific rank,** **Current position.** **Full name of the organization**, **City** (it is noticed if it is not clear from the name of organization) (for each author) **The organization address**	
Title of the article	
Resume (The volume from 150 to 200 words)	
Keywords (from 5 to 10 words or phrases)	
Scientific topic of the article	Include one of the presented: - Theory and history of architecture, restoration and reconstruction of historical-architectural heritage; - Architecture of buildings and constructions. Creative conceptions of architectural activity; - Town-planning, planning of rural settlements; - Building constructions, buildings and structures; - Ground works and foundations, underground constructions; - Heating, ventilation, air conditioning, gas supply and illumination; - Water-supply, water drain, building systems of water resources protection; - Building materials and making; - Hydraulic engineering construction; - Technology and organization of building; - Design and construction of roads, metropolitan railways, airdromes, bridges and transport tunnels; - Hydraulics and engineering hydrology; - Building mechanics; - Ecology (in building); - Economy and management of a national economy (in building); - System analysis, management and information processing (in building); - Mathematical modelling, numerical methods and complexes of programs (in building); - Technical aesthetics and design.
Mailing address	
Telephone numbers for communication	

Известия КГАСУ
2015 г., № 4 (34)

Гл. редактор: Низамов Р.К.
Учредитель и издатель:
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»

Макет и редактирование: Бибикина А.Р.

Адрес редакции: 420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1
Тел. для справок: (843) 510-46-39

Журнал зарегистрирован: Регистр. ПИ № ФС77-25136
Электронное периодическое издание: http://izvestija.kgasu.ru Регистр. Эл № ФС 77-31046
Федеральная служба
по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций
и охране культурного наследия.
Индекс издания – 36939
Общероссийский каталог ОАО Агентства «РОСПЕЧАТЬ»

Подп. к печати 17.11.2015 Формат 60x84/8
Заказ 378 Бумага тип. № 1
Усл.-печ. л. 59,7 Уч.-изд. л. 60,2
Тираж 500 экз.
I завод-100

Отпечатано в Издательстве КГАСУ, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1