Министерство образования и науки Российской Федерации

ВЕСТНИК ВОЛГОГРАДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Серия: Строительство и архитектура

Вып. 2(83) Научно-теоретический и производственно-практический журнал **2021**

Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta
Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura

(Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering
Series: Civil Engineering and Architecture)

Выходит 4 раза в год
Основан в 1999 г.

Волгоград ВолгГТУ

С о д е р ж а н и е

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ. ОСНОВАНИЯ, ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Воронкова Г. В., Катеринина С. Ю., Рекунов С. С., Чураков А. А. Усиление железобетонных конструкций административно-бытового здания промышленного предприятия 5

Олянский Ю. И., Щекочихина Е. В. Особенности выветривания сарматских глин 14

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОГ, МЕТРОПОЛИТЕНОВ, АЭРОДРОМОВ, МОСТОВ И ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ

Ботин С. О., Артемова С. Г. Влияние транспортных и пешеходных потоков в местах стихийных остановок маршрутного транспорта 22

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Бурханова Р. А., Евстафьева Н. Ю., Акчурин Т. К. Изменение свойств полимерцементных композиций при их модификации двухкомпонентной полимерной системой холодного отверждения 36

Крутилин А. А., Крапчетова Т. В., Пахомова О. К., Инькова Н. А. Исследования влияния ввода шлака при помоле клинкера на прочностные характеристики получаемого цемента в условиях АО «Себряковцемент» 46

Лескин А. И., Алексиков С. В., Гофман Д. И., Стефаненко И. В. Комплексное органическое вяжущее для укрепления слабопрочных известняковых отсевов 53

Фокин В. М., Ковылин А. В., Усадский Д. Г. Неразрушающий контроль комплекса теплофизических свойств твердых строительных материалов 62

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Геращенко А. А., Власова О. С., Игнаткина Д. О., Сахарова А. А., Потоловский Р. В., Юрьев Ю. Ю. Комплексная система очистки сточных вод текстильного предприятия 72

Игнаткина Д. О., Геращенко А. А., Поздняков А. П., Федулова Е. В., Котломина Д. В., Юрьев Ю. Ю. Выбор оптимальной технологии локальной очистки сточных вод на примере предприятия табачной промышленности 84

Фомичев В. Т., Вурдова Н. Г., Губаревич Г. П., Савченко А. В. Использование импульсного электрического тока в технологии очистки сточных вод от примесей 97

Юрьев Ю. Ю., Москвичева А. В., Тимофеев А. Г., Болеев А. А., Катеринин К. В., Вурдова Н. Г. Защита от биокоррозии металлических конструкций оголовка водозаборного сооружения 104

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА

Меренцов Н. А., Персидский А. В., Гендлер А. С., Голованчиков А. Б. Совершенствование систем газоочистки производств стройматериалов за счет новой методики пусконаладочных работ промышленных насадок абсорберов 110

Растяпина О. А., Прокопенко В. В., Ганжа О. А. Методы оценки качества среды крупнейшего города 126

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Бадави А. А. Архитектурно-планировочные решения номеров малых гостиниц 137

Иванова Н. В., Шевчук И. В., Логунова В. В. Современные тенденции и перспективы развития архитектуры школьных зданий 156

ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Полонская А. А., Антюфеев А. В. Градостроительный и историко-культурный анализ комплекса зданий царицынской застройки по ул. Пугачевской г. Волгограда 166

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. ТЕОРИЯ РАЗВИТИЯ ГОРОДА

Гришин Б. М., Шевчук И. В., Антонова Н. Н., Тамбовцев А. М., Соколов И. И. Анализ функционального зонирования природного парка «Пятигорье» 182

Иванова Н. В., Брехов Е. М. Особенности развития архитектуры городов после пандемии коронавируса 190

Чернявская Т. А., Чернявский Ю. В., Брехемоу Р. Особенности современной системы расселения Гвинеи 199

УПРАВЛЕНИЕ ИНВЕСТИЦИОННО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ

Чернявская Т. А., Чернявский Ю. В., Баддур С. Организация градостроительных условий для обеспечения развития туристических комплексов в городах Сирии 211

ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ, ИНТЕНСИФИКАЦИЯ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

Чеснокова О. Г., Чередниченко Т. Ф., Чеснокова В. Д., Чеснокова М. Д. Актуальные вопросы проектирования утепления входных узлов гражданских зданий 221

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И АРХИТЕКТУРЕ

Санжапов Б. Х., Санжапов Р. Б. Поддержка принятия решений при анализе вариантов использования урбанизированных территорий в условиях их группового экспертного оценивания 229

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ

Колышев Ю. Б. Формирование творческой личности будущего архитектора и дизайнера на основе потенциала художественной подготовки 239

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИН СТРОИТЕЛЬНОГО И АРХИТЕКТУРНОГО НАПРАВЛЕНИЙ В ВУЗЕ

Дроботов В. И., Емельянова О. Е. Некоторые аспекты совершенствования архитектурного образования 248

От редколлегии 265

Content

BUILDING STRUCTURES, BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS. BASEMENTS, FOUNDATIONS. UNDERGROUND STRUCTURES

Voronkova G. V., Katerinina S. Yu., Rekunov S. S., Churakov A. A. Reinforcement of reinforced concrete structures of the administrative and household building of the industrial enterprise 5
Olyanskii Yu. I., Shchekochikhina E. V. Features of weathering of Sarmat clays 14

DESIGN, CONSTRUCTION AND MAINTENANCE OF HIGHWAYS, SUBWAYS, AERODROMES, BRIDGES AND TRAFFIC TUNNELS

Botin S. O., Artemova S. G. Influence of transportation and pedestrian flows in locations of spanal stops by route transport 22

BUILDING MATERIALS AND ARTICLES

Burkhanova R. A., Evstaf'eva N. Yu., Akchurin T. K. Change in the properties of polymercement compositions during their modification with a two-component polymer cold curing system 36
Krutilin A. A., Krapchetova T. V., Pakhomova O. K., Inkova N. A. Research of the influence of slag inlet when milling the clinker on strength characteristics of the received cement under the conditions of JSC «Sebryakovcement» 46
Leskin A. I., Aleksikov S. V., Gofman D. I., Stefanenko I. V. Complex organic binder for strengthening weak-strength limestone screenings 53
Fokin V. M., Kovylin A. V., Usadsky D. G. Non-destructive testing complex of thermophysical properties of solid building materials 62

WATER SUPPLY, SEWERAGE, CONSTRUCTIONS FOR WATER RESOURCES PROTECTION

Gerashchenko A. A., Ignatkina D. O., Yur'ev Yu. Yu., Sakharova A. A., Potolovskii R. V., Vlasova O. S. Comprehensive waste water purification system for a textile enterprise 72
Ignatkina D. O., Gerashchenko A. A., Pozdnyakov A. P., Fedulova E. V., Kotlomina D. V., Yur'ev Yu. Yu. Choosing the optimal technology for local wastewater treatment on the example of a tobacco industry enterprise 84
Fomichev V. T., Vurdova N. G., Gubarevich G. P., Savchenko A. V. Using pulse electric current in the technology of waste water purification from impurities 97
Yur'ev Yu. Yu., Moskvicheva A. V., Timofeev A. G., Boleev A. A., Katerinin K. V., Vurdova N. G. Protection against biocorrosion of metal structures water intake structure head 104

ENVIRONMENTAL ISSUES IN URBAN PLANNING

Merentsov N. A., Persidskii A. V., Gendler A. S., Golovanchikov A. B. System for automated calibration of technological parameters of mass exchange absorbtion apparatus for selective gas emissions cleaning with elastically deformable packing blocks 110
Rastyapina O. A., Prokopenko V. V., Ganzha O. A. Methods for assessing the quality of the environment of the largest city 126

GENERAL ARCHITECTURE

Badavi A. A. Architectural and planning solutions for small hotel rooms 137
Ivanova N. V., Shevchuk I. V., Logunova V. V. Current trends and prospects for the development of school building architecture 156

THEORY AND HISTORY OF ARCHITECTURE, RESTORATION AND RECONSTRUCTION OF HISTORICAL AND ARCHITECTURAL HERITAGE

Polonskaia A. A., Antyufeev A. V. City-planning and historical and cultural analiz of the tsaritsyn buildings complex on the st. Pugachevskaya, Volgograd 166

URBAN PLANNING. THEORY OF URBAN DEVELOPMENT

Grishin B. M., Shevchuk I. V., Antonova N. N., Tambovtsev A. M., Sokolov I. I. Analysis of functional zoning of the natural park "Pyatigorye" 182
Ivanova N. V., Brehov E. M. Features of the development of architecture cities after the coronavirus pandemic 190
Chernyavskaya T. A., Chernyavsky Yu. V., Brehemou R. Features of the modern urban planning organization of the territory of Guinea 199

CONTROL OF INVESTMENT URBAN PLANNING ACTIVITY

Chernyavskaya T. A., Chernyavsky Yu. V., Baddur S. Organization of urban planning conditions for the development of tourist complexes in Syrian cities 211

INNOVATIONS IN CONSTRUCTION, INTENSIFICATION, ENERGY SAVING AND ENERGY PERFORMANCE

Chesnokova O. G., Cherednichenko T. F., Chesnokova V. D., Chesnokova M. D. Topical issues in designing insulation of entrance units of civil buildings 221

INFORMATION TECHNOLOGY IN CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

Sanzhapov B. Kh., Sanzhapov R. B. Decision support in the analysis of options for the use of urban areas under their group expert evaluation 229

ORGANIZATION OF HIGHER EDUCATION IN FIELD OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE

Kolyshev Yu. B. Formation of the creative personality of the future architect and designer on the basis of the potential of artistic training 239

TEACHING METHODS FOR DISCIPLINES OF CONSTRUCTION AND ARCHITECTURAL BRANCHES OF LEARNING IN INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION

Drobotov V. I., Emel'yanova O. E. Some aspects of modernizing architectural education 248

From Editorial Team 265

УДК 69.059.7

Г. В. Воронкова, С. Ю. Катеринина, С. С. Рекунов, А. А. Чураков

Волгоградский государственный технический университет

УСИЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ АДМИНИСТРАТИВНО-БЫТОВОГО ЗДАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Рассмотрено усиление железобетонных конструкций здания, получивших повреждения в процессе их эксплуатации. Приведены основные результаты оценки технического состояния конструкций. Предложено несколько вариантов усиления несущих конструкций с изменением некоторых проектных решений. По результатам аналитического расчета разработаны конструктивные решения по обеспечению дальнейшей безопасной эксплуатации здания.

К л ю ч е в ы е с л о в а: реконструкция, усиление несущих конструкций, техническое состояние, железобетонные конструкции, надежность сооружений.

Введение

Рассматриваемый в данной работе объект — административно-бытовой корпус промышленного предприятия, возведенный в 1960-х гг. и непрерывно эксплуатируемый по назначению с момента его возведения до настоящего времени. Объект представляет собой трехэтажное здание с неполным продольным связевым каркасом. Перекрытие выполнено из сборных железобетонных плит. Пол первого этажа устроен по грунтовому основанию. На первом и втором этажах правого крыла здания располагаются помещения душевых.

Выполненное техническое освидетельствование объекта показало, что техническое состояние несущих конструкций зависит от места их расположения. Несущие конструкции помещений душевых (балки, колонны и плиты перекрытия) имеют опасные для нормальной эксплуатации разрушения. Отсутствие антикоррозионной защиты привело к значительной пластинчатой коррозии арматуры. В некоторых местах сечение рабочей арматуры уменьшилось на 60 %. Поперечная арматура балок оторвана от продольной рабочей и не выполняет своего функционального назначения. Систематическое переувлажнение грунта в результате нарушения целостности канализационных коллекторов привело к значительным его деформациям и неравномерным осадкам фундаментов. Конструкция бетонного пола первого этажа была запроектирована с опиранием на грунтовую засыпку. В результате нарушения технологии производства работ грунт под полом остался в разрыхленном состоянии и при замачивании стал уплотняться. Из-за этого в конструкции пола образовались характерные трещины и прогибы.

Результаты технического освидетельствования показали, что требуется усиление конструкций, подверженных воздействию влаги [1, 2]. Остальные конструкции здания находятся в удовлетворительном состоянии.

В данном случае типовое усиление металлическими обоймами [3] неэффективно вследствие нескольких причин:

- металлические конструкции усиления в душевых быстро придут в аварийное состояние из-за постоянного температурно-влажностного воздействия;

- элементы усиления колонны сразу не включатся в работу, т. к. между опорной плитой и балкой образуется свободное пространство; следовательно, требуется дополнительно выполнить систему подклинивания.

Также не подходит типовое восстановление растрескавшейся конструкции пола [4]. Из-за незавершившегося процесса уплотнения грунта через достаточно короткий промежуток времени произойдет разрушение восстановленного пола, и ремонт необходимо будет выполнять снова.

1. Проектирование и усиление конструкций

После изучения проектной и эксплуатационной документации, а также анализа результатов технического обследования предложено — восстановление эксплуатационной пригодности конструкций методом наращивания сечений и устройства железобетонных «рубашек». Было решено организовать новое монолитное перекрытие первого этажа в реконструируемой части бытовых помещений [5]. Основной трудностью данной работы стала была правильная организации технологии устройства перекрытия первого этажа из-за отсутствия подвала и технического подполья. Кроме того, из-за недостаточной жесткости в продольном направлении, а также наличия просадочных грунтов в основании и их интенсивного замачивания [6, 7] установлена необходимость дополнительного устройства диафрагм жесткости [8].

1.1. Проектирование и устройство монолитного перекрытия первого этажа

Проектируемое перекрытие представляет собой систему монолитных плит, опирающихся по контуру на монолитные железобетонные балки. Было предложено два варианта реконструкции, обусловленных тем, что по исходному проекту уровень чистого пола соответствует отметке +0,085.

Первый вариант предусматривает опирание балки на обрезы фундаментов с выводом уровня чистого пола на отметке +0,185.

Второй вариант предложен с целью соблюдения проектного уровня. В нем в зоне опирания монолитных железобетонных балок выполнена их подрезка на высоту 100 мм.

Схема расположения монолитных плит и балок в реконструируемой части бытовых помещений показана на рис. 1.

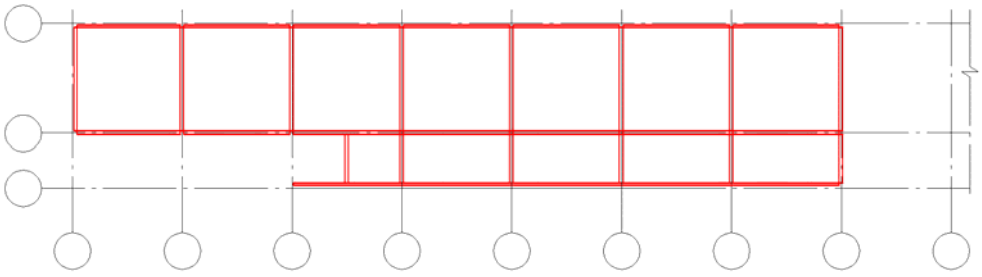


Рис. 1. Расположение проектируемых конструкций перекрытия первого этажа

Был выполнен аналитический расчет и конструирование плит и балок по обоим вариантам. Плита рассматривалась как свободно опертая по контуру и загруженная равномерно распределенной нагрузкой. Балки рассматривались

как шарнирно опертые и загруженные равномерно распределенной нагрузкой [9, 10]. Вид балок и их схемы армирования показаны на рис. 2.

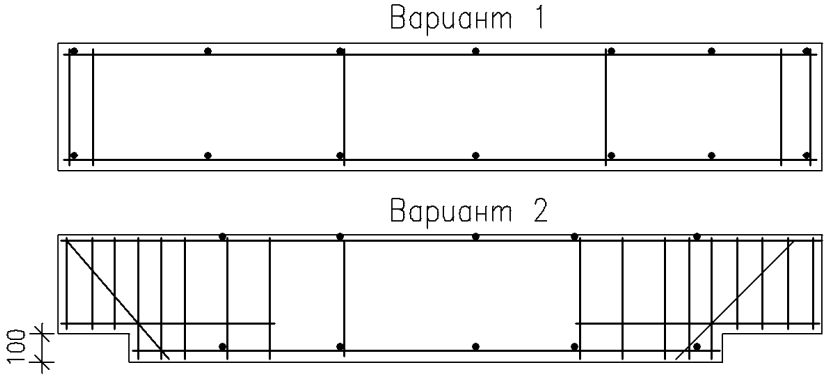


Рис. 2. Схемы армирования балок в двух вариантах реконструкции

1.2. Устройство монолитных балок на отметке –0,05 м

До начала основных работ по устройству монолитных балок было рекомендовано следующее:

- демонтировать существующие системы водоснабжения и водоотведения;
- разобрать внутренние перегородки;
- вскрыть старые полы вместе с железобетонной плитой;
- убрать из помещений строительный мусор;
- смонтировать новую систему водоснабжения и водоотведения;
- верхние обрезы фундаментов очистить от грунта, грязи и промыть водой;
- верхний слой фундамента выровнять и уплотнить;
- засыпать реконструируемый участок песком до отметки –0,50 м с послойным его уплотнением; каждый слой после уплотнения пролить водой.

После высыхания последнего слоя необходимо приступить к выполнению основных работ по устройству монолитных железобетонных балок. Для этого необходимо:

- установить опалубку для балок;
- собрать пространственные сварные каркасы балок;
- установить пространственные каркасы в опалубку балок с соблюдением защитного слоя бетона для арматуры;
- уложить бетон в опалубку, уплотнить его вибраторами, не допуская расслоения бетонной смеси. Верхние грани балок должны соответствовать отметке –0,05 м;
- при наборе прочности бетона балок не допускать его высыхания; необходимо периодически увлажнять бетон дождеванием через 2—3 дня после его укладки;
- снимать опалубку не рекомендуется раньше 5—6 дней со дня обетонирования.

Устройство монолитных плит по балкам необходимо начинать не раньше набора ими 70 % прочности бетона от проектной, то есть через 10—12 дней после обетонирования балок.

1.3. Устройство монолитных плит на отметке +0,06 м

Перед устройством монолитных плит было рекомендовано выполнить засыпку песком от отметки –0,40 м до верхней грани балок с послойным его уплотнением. Каждый слой после уплотнения пролить водой. После высыхания последнего слоя приступить к выполнению основных работ в следующей последовательности:

- по уплотненной песчаной подготовке выполнить гидроизоляцию;
- уложить сварные сетки с соблюдением защитного слоя бетона для арматуры двух направлений;
- в местах расположения колонн, трапов и стояков стержни сеток вырезать по месту с обрамлением отверстий;
- в середине ширины верхних граней балок установить на цементном растворе полосы из стали толщиной 5 мм и шириной 110 мм, т. е. на толщину монолитных плит;
- уложить бетон толщиной 110 мм, уплотнить его вибраторами, не допуская расслоения бетонной смеси; верх плит должен соответствовать отметке +0,06 м.

Работы по усилению колонн, устройству диафрагм жесткости, следует начать не раньше 10—12 дней после обетонирования плит.

1.4. Усиление колонн на первом и втором этажах с устройством диафрагм жесткости

В процессе разработки схемы усиления был выполнен аналитический расчет и конструирование диафрагм жесткости, обоснованное этим расчетом [11—13]. Схемы армирования диафрагмы и усиление колонн показаны на рис. 3.

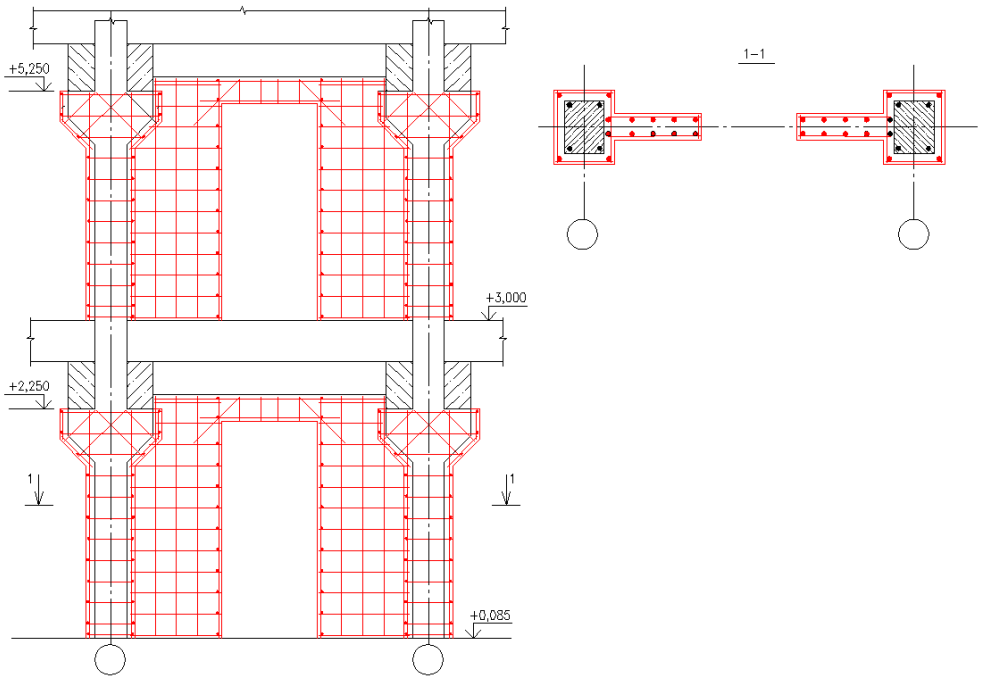


Рис. 3. Усиление колонн железобетонной обоймой с одновременным устройством диафрагмы жесткости

Перед усилением колонн и устройством диафрагмы жесткости необходимо предварительно выполнить следующие виды работ:

- разрушить отслаивающийся и шелушащийся бетон;
- очистить арматуру от ржавчины до металлического блеска щетками;
- снять лакокрасочное покрытие и штукатурку с поверхности колонны;
- сделать насечки на бетоне колонны;
- установить арматуру в проектное положение, приварив ее к существующей рабочей арматуре;
- выполнить обвязку колонны поперечной арматурой;
- объединить сетку диафрагмы с рабочей арматурой обрамления проема;
- объединить элементы сетки в пространственный каркас в проектном положении;
- установить опалубку и произвести бетонирование бетоном. Поверхность старого бетона колонны предварительно промыть водой.

1.5. Усиление плит перекрытий и ригелей над первым и вторым этажами

Работы по усилению плит перекрытий и ригелей на первом и втором этажах можно начинать сразу же после окончания усиления колонн и устройства диафрагм жесткости на этих этажах. Схемы армирования плиты перекрытия и ригеля показаны на рис. 4—7.

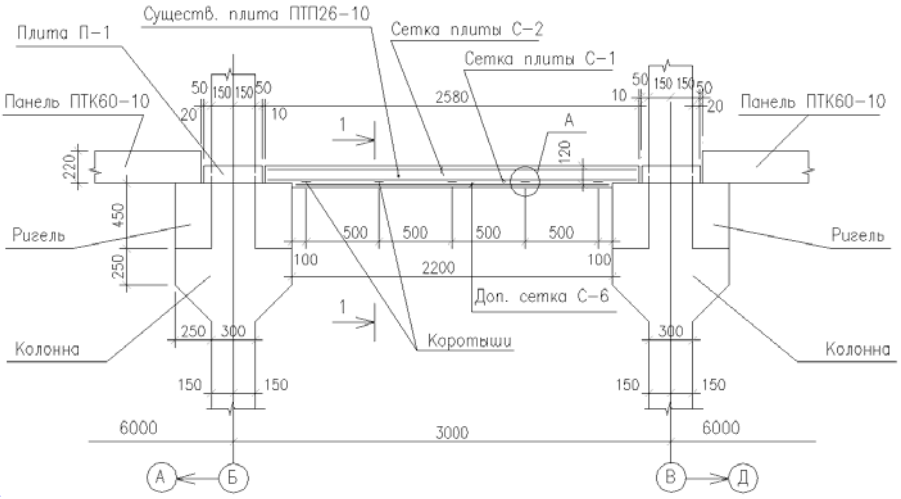


Рис. 4. Усиление плиты перекрытия, поперечный разрез

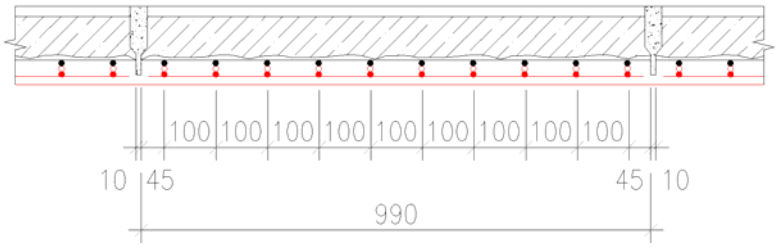


Рис. 5. Усиление плиты перекрытия, продольный разрез

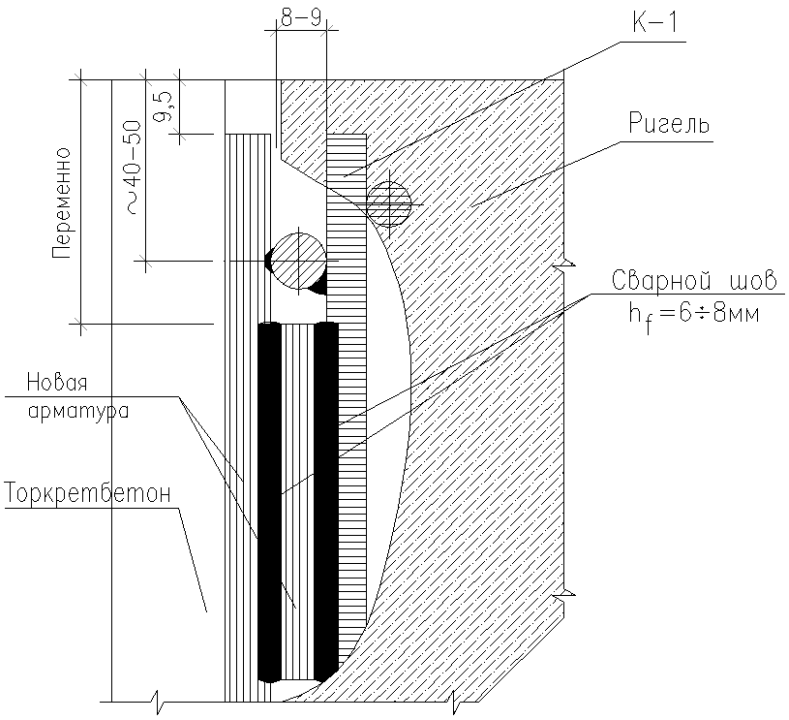


Рис. 6. Усиление верхней арматуры ригеля

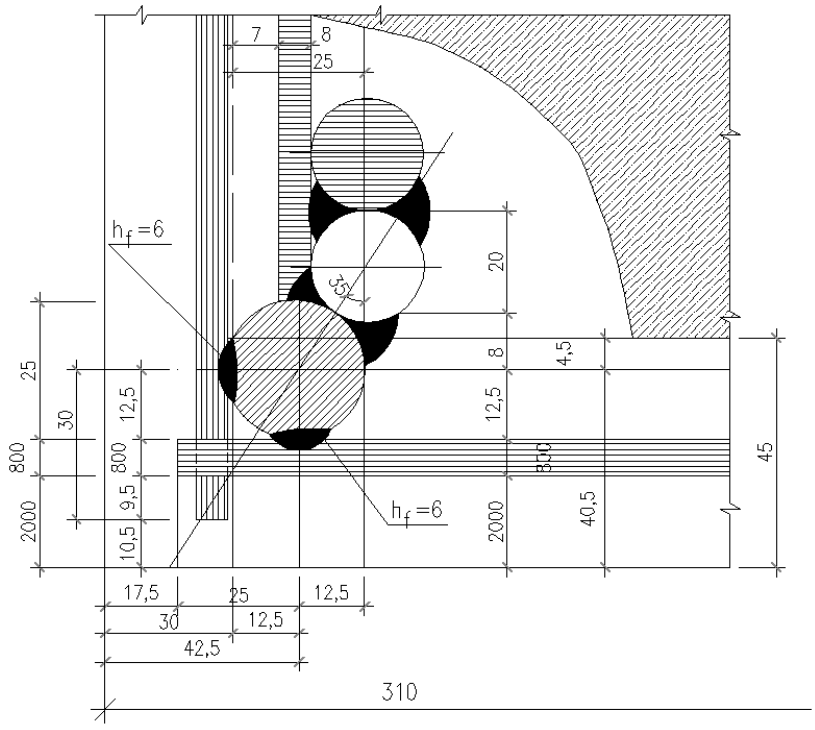


Рис. 7. Усиление нижней арматуры ригеля

Усиление предлагается осуществить методом наращивания [14—15]. Для этого необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- демонтировать существующие системы водоснабжения, канализации и вентиляции, находящиеся в местах расположения усиливаемых конструкций;
- разобрать все внутренние перегородки, мешающие проведению ремонтно-восстановительных работ;
- удалить оставшийся рыхлый бетон со всех поверхностей усиливаемой конструкции;
- очистить бетонные поверхности от лакокрасочного покрытия, а обнаженную арматуру различного функционального назначения — от пластинчатой и поверхностной коррозии;
- на неподверженных разрушению поверхностях конструкции нанести насечку;
- поверхности усиливаемых конструкций промыть водой.

Усиление ригелей и плит производится подваркой новой дополнительной рабочей арматуры с последующим послойным закрытием ее торкретбетоном. Работы ведутся в следующем порядке:

- сколоть защитный слой бетона для нижней рабочей арматуры. Оголить продольные и поперечные стержни в местах расположения стержней-коротышей;
- коротыши приварить прерывистым швом к продольной и поперечной арматуре;
- к коротышам приварить дополнительную арматуру в ригелях и сетку в плитах;
- непосредственно перед нанесением торкретбетона поверхности усиливаемой конструкции увлажнить, смочив водой;
- произвести послойное торкретирование поверхностей усиливаемой конструкции торкретбетоном до проектных размеров;
- после схватывания последнего слоя торкретбетона поверхности конструкции выровнять и затереть тонким слоем цементного раствора.

Все остальные ремонтно-восстановительные работы (восстановление перегородок; монтаж новой системы водоснабжения, водоотведения, вентиляции; устройство полов в душевых и гардеробных) следует проводить в предложенной последовательности в соответствии с их проектами. Ремонтные работы на втором этаже корпуса следует начать после окончания работ по усилению колонн, ригелей и плит перекрытия над первым этажом.

Выводы

В результате выполненной комплексной аналитическо-конструкторской работы получено инженерное решение задачи по восстановлению эксплуатационной пригодности объекта. Заказчику предложено два варианта выполнения работ по усилению конструкций, обеспечивающих дальнейшую безопасную эксплуатацию объекта. Предложенные схемы усиления содержат подробные указания по технологии выполнения работ.

Разработанные предложения позволили заказчику выполнить все необходимые виды работ силами своей организации, а объект реконструкции после выполнения данных работ эксплуатируется в работоспособном состоянии более 10 лет.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Завьялова О. Б.* Учет истории нагружения монолитных железобетонных плитно-стержневых систем при определении напряженно-деформированного состояния их элементов // Промышленное и гражданское строительство. 2012. № 7. С. 58—61.

2. *Бедов А. И., Сапрыкин В. Ф.* Обследование и реконструкция железобетонных и каменных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений. М.: АСВ, 1995. 192 с.

3. *Калашников С. Ю., Гурова Е. В., Курамшин Р. Х.* Отдельные вопросы систематизации предметной терминологии при проведении строительно-технической экспертизы // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2020. № 1(31). С. 33—38.

4. *Raizer V*. Reliability of Structures. Analysis and Applications / Backbone Publishing Company. New York, 2009.

5. *Макаров А. В.* Стержневой конечный элемент для динамического расчета пространственной рамы // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Технические науки. 2005. Вып. 5(16). С. 36—40.

6. Разработка методов расчета элементов конструкций из структурно-неоднородных материалов на основе построения физико-механических моделей / Л. В. Кукса, Л. М. Арзамаскова, Е. Е. Евдокимов, А. В. Сергеев // Проблемы прочности. 2006. № 4(382). С. 102—108.

7. *Grace N. F.* Concrete Repair with CFRP // Concrete international. 2004. Vol. 26. Iss. 5. Pp. 45—51.

8. *Курбацкий Е. Н., Сан Л. Т., Купчикова Н. В.* Методика расчета балок с кусочно-постоянными параметрами, основанная на свойствах изображений Фурье финитных функций // Научный потенциал регионов на службу модернизации. 2011. № 1(1). С. 53—58.

9. *Ray A. K., Tiwari Y. N., Chaudhuri S.* Evaluation of mechanical properties and assessment of residual life of a service-exposed water wall tube // Engineering Failure Analysis. 2000. Vol. 7. Iss. 6. С. 393—402.

10. *Карасев Г. М., Бардыкова А. А., Штадлер В. В.* Вычисление перемещений конца стержня при нагрузках, превышающих критические значения // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 1(70). С. 67—77.

11. Пат. RUS2460861 Российская Федерация, МПК E04G 23/02. Способ реконструкции промышленных и гражданских зданий / Г. В. Дегтярев, С. С. Кенебас, В. Г. Дегтярев ; патентообладатель: ФГОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет» (РФ). 2011105233/03, заявл. 2011.02.2011

12. *Poojara S. D., Patel P. V.* Axial deformation of columns in multi-story R.S. buildings // International journal of civil engineering and technology (IJCIET). 2014. Vol. 5. Iss. 3. Pp. 294—300.

13. *Kraisman J.* Management of the corporation: actual problems of modernity. Washington, DC. 2002. 560 p.

14. *Mkrtchyan A., Akcenov V., Mailyan D.* Experimental study of reinforced concrete columns of high-strength concrete // «Applied Sciences and technologies in the United States and Europe: common challenges and scientific findings»: Papers of the 2nd International Scientific Conference (September 9—10, 2013). Cibunet Publishing. New York, USA. 2013. 242 p.

15. *Mansur M. A., Paramasivam P.* Reinforced Concrete Beams with small Opening in Bending and Torsion // ACI Journal, 1984. Vol. 81. Pp. 180—185.

© Воронкова Г. В., Катеринина С. Ю., Рекунов С. С., Чураков А. А., 2021

Поступила в редакцию
в апреле 2021 г.

Ссылка для цитирования:

Усиление железобетонных конструкций административно-бытового здания промышленного предприятия / Г. В. Воронкова, С. Ю. Катеринина, С. С. Рекунов, А. А. Чураков // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 2(83). С. 5—13.

Об авторах:

Воронкова Галина Вячеславна — канд. техн. наук, доц., доц. каф. строительной механики, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; vvgala@mail.ru

Катеринина Светлана Юрьевна — канд. техн. наук, доц., доц. каф. цифровой экономики и технологий управления в городском хозяйстве и строительстве, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, г. Волгоград, 400074, ул. Академическая, 1; Katsvetlana@mail.ru

Рекунов Сергей Сергеевич — канд. техн. наук, доц., доц. каф. строительной механики, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; rekunoff@mail.ru

Чураков Алексей Александрович — канд. техн. наук, доц. каф. строительных конструкций, оснований и надежности сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; akexei.chirakov@yandex.ru

Galina V. Voronkova, Svetlana Yu. Katerinina, Sergey S. Rekunov, Aleksei A. Churakov

Volgograd State Technical University

REINFORCEMENT OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES OF THE ADMINISTRATIVE AND HOUSEHOLD BUILDING OF THE INDUSTRIAL ENTERPRISE

Reinforcement of reinforced concrete structures of the building, damaged during their operation, is considered. The main results of assessing the technical condition of structures are presented. Several options for strengthening the supporting structures with a change in some design solutions have been proposed. Based on the results of the analytical calculation, design solutions have been developed to ensure the further safe operation of the building.

K e y w o r d s: reconstruction, strengthening of load-bearing structures, technical condition, reinforced concrete structures, reliability of structures.

For citation:

Voronkova G. V., Katerinina S. Yu., Rekunov S. S., Churakov A. A. [Reinforcement of reinforced concrete structures of the administrative and household building of the industrial enterprise]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. *Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2021, iss. 2, pp. 5—13.

About authors:

Galina V. Voronkova — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; vvgala@mail.ru

Svetlana Yu. Katerinina — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; Katsvetlana@mail.ru

Sergey S. Rekunov — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; rekunoff@mail.ru

Aleksei A. Churakov — Candidate of Engineering Sciences, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; alexei.chirakov@yandex.ru

УДК 624.132.23

Ю. И. Олянский, Е. В. Щекочихина

Волгоградский государственный технический университет

ОСОБЕННОСТИ ВЫВЕТРИВАНИЯ САРМАТСКИХ ГЛИН

Проанализированы результаты лабораторных и натурных экспериментов по выветриванию сарматских глин в условиях умеренного климата Северного Причерноморья. Выявлена роль физического выветривания, основными процессами которого являются набухание — усадка и замораживание — оттаивание грунта. Установлено, что более термодинамически устойчивыми к внешним воздействиям являются засоленные сарматские глины.

Ключевые слова: сарматские глины, физическое выветривание, набухание — усадка, замораживание — оттаивание.

Сарматские глины широко распространены на юге Русской плиты, где они перекрываются другими отложениями либо выходят непосредственно на дневную поверхность, подвергаясь активному выветриванию под действием физических и химических факторов (агентов) выветривания. В результате изменяются их физико-механические свойства, уменьшается прочность, что ведет к возникновению различных инженерно-геологических процессов: оползней, оврагов, обвалов, размывов и др. При крупномасштабном строительстве, при разработке полезных ископаемых открытым способом, устройстве дорожных выемок и т. д. возникает необходимость решения следующих задач:

- установление мощности зоны съема выветренных пород и глубины заложения фундаментов;
- крутизны и конструкции откосов дорожных выемок, строительных котлованов и карьеров;
- прогноз инженерно-геологических процессов и явлений, приуроченных к склонам;
- разработка мероприятий по защите горных пород от воздействия различных агентов выветривания.

В разные годы изучением проблемы выветривания горных пород занимались Е. М. Сергеев, И. В. Попов, С. В. Воронкевич, Г. С. Золотарев, Н. В. Коломенский, В. И. Осипов, Л. Д. Ломтадзе, З. А. Макеев. В инженерной геологии при подразделении коры выветривания в условиях умеренного климата на зоны наиболее распространена схема Н. В. Коломенского, дополненная разными исследователями — Г. С. Золотаревым, З. А. Макеевым, В. В. Швецом и др. Степень выветренности пород ряд авторов предлагал оценивать при помощи различных показателей (А. Хемрол, С. Д. Воронкевич, В. Б. Швец, Г. С. Золотарев, Л. А. Ярг). Методика определения скорости выветривания рассмотрена в работах Е. М. Сергеева, Н. В. Коломенского, Г. С. Золотарева. Влияние процесса промерзания и оттаивания на изменение свойств глин при выветривании изучалось Е. М. Сергеевым, А. В. Минервиным, Е. Д. Ершовым, С. С. Морозовым и другими авторами.

Экспериментальные исследования выполнялись на территории Центрально-Молдавской возвышенности в г. Кишиневе. Изучались верхне- и

среднесарматские глины, залегающие в этом регионе на небольшой глубине, либо обнажающиеся на дневной поверхности [1—3]. Климат региона умеренно-континентальный, территория относится к зоне недостаточного увлажнения. Среднегодовая температура воздуха составляет +9,4 °С, поверхности почвы — +10…12 °С. Безморозный период длится в среднем 185 дней. Самый холодный месяц — январь со средней температурой –3…–5 °С. Лето сухое и жаркое. Самый сухой месяц — июль со среднемесячной температурой +19…22 °С. Среднегодовое количество осадков — 533 мм, испаряемость 665 мм, коэффициент увлажнения — 1,1 [4].

Исследования выполнялись в лабораторных и в натурных — полевых, условиях. В лаборатории изучались физико-механические свойства образцов глин, подвергающихся действию агентов выветривания — температуры и химически активной воды. В природных условиях на опытном полигоне моделировалось выветривание образцов глин на протяжении двух лет [5—9].

Важнейшим фактором выветривания является вода, которая в виде дождей или при таянии снега воздействует на поверхность глинистых пород, в данном случае — сарматских глин. С целью прогнозирования изменения свойств глин при физическом выветривании необходимо изучить поведение глин в условиях цикличного набухания — усадки и переменного увлажнения — высушивания. Влияние этого процесса на изменение состава и свойств глин в большинстве случаев более значительно, чем влияние процесса замораживания — оттаивания.

Изучалось поведение сарматских глин в условиях набухания — усадки [5]. Было установлено следующее.

1. У сарматских глин со смешанным типом структурных связей (по В. И. Осипову) максимальное значение величины свободного набухания зафиксировано после третьего цикла и составляет в среднем 0,56. Затем происходит снижение данного показателя до значения 0,45 (среднее) и стабилизация на этом уровне в конце последующих экспериментальных циклов увлажнения — высушивания.

2. У сарматских глин со значительным влиянием контактов фазового типа (по В. И. Осипову) максимальное значение величины свободного набухания приурочено к первому циклу и составляет 0,63 (среднее). Далее это значение уменьшается до 0,43 и происходит стабилизация на 7—8 циклах.

3. В процессе набухания — усадки влажность набухания стремится к своему постоянному значению, которое не зависит от исходной структуры грунта. Ее величина несколько больше значения влажности на границе текучести за счет свободной и рыхло связанной воды из образовавшихся в процессе эксперимента трещин в грунте. Стабилизация влажности набухания происходит на 4—5 циклах.

С целью установления влияния различного режима температур на изменение свойств глин при цикличном набухании — усадки одну серию образцов глин замораживали в набухшем состоянии при температуре –10 °С, затем проводилась их усадка. Другую серию образцов после каждого набухания подвергали воздействию температуры +70 °С, что соответствует природным условиям территории г. Кишинева. В результате анализа результатов экспериментов установлено, что повышение температуры до +70 °С не ведет к увеличению значений максимального набухания в процессе циклического

увлажнения — высушивания. Замораживание образцов глин в водонасыщенном состоянии увеличивает значение величины свободного набухания, что находит свое объяснение в дополнительном разрушении структурных связей в грунтах под воздействием отрицательных температур. Чем больше гидрофильность образцов глин, тем существеннее влияние замораживания на величину свободного набухания.

Изменения влажности на границе текучести при циклическом набухании — усадке не происходит. Ее значение для сарматских глин составляет в среднем 0,49…0,58. В связи с этим можно сделать вывод, что хотя основным процессом разрушения структуры грунта при физическом выветривании является набухание — усадка, в условиях указанного климата следует учитывать и воздействие отрицательных зимних температур.

Экспериментальные исследования выполнялись в натурных условиях [5]. На опытном полигоне были оборудованы два опытных участка, представляющие собой горизонтальные выемки размером 1,0×1,0 м глубиной 0,5 м, в которые плотно укладывались образцы грунта ненарушенного сложения (монолиты) размером 20×20×30 см. Образцы были отобраны в карьере Кишиневского кирпичного завода и представляли собой зеленовато-серые и черные глины без признаков выветривания . Образцы грунта засыпались почвенным слоем толщиной 20 см. Эксперимент продолжался в течение 2 лет. Через определенные промежутки времени образцы грунта извлекались. Визуально выделялись зоны выветривания, проводилось их макроописание, фотографирование, лабораторные исследования состава и свойств. Зоны выветривания определялись по схеме Н. В. Коломенского (1952 г.): I — глыбовая, II — крупнообломочная, III — мелкообломочная, IV — тонкого дробления. Характеристика степени выветривания проводилась с помощью показателя, предложенного Г. С. Золотаревым (1971 г.), который рассчитывался для группы свойств. Для физических свойств это коэффициент пористости, набухающих свойств — влажность набухания, прочности — сопротивление пенетрации грунта естественного сложения.

В таблице 1 приведены данные по измерению некоторых показателей химического состава сарматских глин при выветривании в современных условиях для двух серий образцов — засоленных (средний сармат) и незасоленных (верхний сармат). И для первых и для вторых характерно повышение содержания водорастворимых солей, общей карбонатности, гипса и емкости поглощения. При этом коэффициент агрегированности дисперсной фракции уменьшается примерно в 5 раз для первой и в 2 раза для второй серии образцов глин.

В таблице 2 приведены данные по выщелачиванию сарматских глин, содержащих пирит, в лабораторных условиях дистиллированной водой [10—14]. Содержание водорастворимых солей при этом уменьшается, общая карбонатность и содержание гипса — увеличиваются. Коэффициент агрегированности дисперсной фракции повышается. Такое различие в показателях можно объяснить различными воздействиями воды на испытуемые образцы. В первом случае (природные условия) дождевая или талая вода фильтруется через слой почвенного грунта и обогащается гуминовыми кислотами, повышая свою агрессивность к солевому составу глин. Во втором случае выщелачивание осуществлялось дистиллированной водой. Кроме того, в природных условиях эксперимент длился в среднем 15 месяцев, а в лабораторных — 3…4 месяца.

Таблица 1

Изменение некоторых показателей химического состава сарматских глин при выветривании в современных условиях

Показатель		Средний сармат			Верхний сармат		
		исходное состояние	время выветривания (сутки)		исходное состояние	время выветривания (сутки)	
			360	542		306	511
Сухой остаток, г/л		0,38	0,75	1,12	0,15	0,19	0,20
Катионы, %	Na^+	0,016	0,008	0,006	0,019	0,016	0,008
	K^+	0,016	0,014	0,014	0,008	0,007	0,006
	Ca^{2+}	0,047	0,121	0,203	0,025	0,030	0,031
	Mg^{2+}	0,027	0,053	0,072	0,012	0,006	0,010
Анионы, %	Cl^-	0,011	0,011	0,008	0,008	0,012	0,010
	SO_4^{2-}	0,247	0,497	0,782	0,046	0,051	0,058
	HCO_3^-	0,031	0,047	0,036	0,047	0,043	0,046
Карбонаты, %		8,90	11,06	15,06	11,71	15,25	25,57
Гипс, %		0,07	0,92	1,90	0,01	0,10	1,09
FeO, %		0,931	0,904	0,765	0,689	0,556	0,750
Fe_2O_3, %		0,498	0,618	1,004	0,536	0,502	0,918
$K = Fe_2O_3/FeO$		0,536	0,684	1,313	0,778	0,903	1,220
Емкость поглощения*		14,37	18,39	19,98	19,53	24,48	26,53
Коэффициент агрег. K_a		15,45	6,21	2,83	3,48	1,25	1,53

* мг-экв/ 100 г сухой породы.

Таблица 2

Изменение показателей состава и свойств незасоленных сарматских глин при диффузионном выщелачивании в лабораторных условиях

Наименование		До выщелачивания	После выщелачивания
Минерализация (по сухому остатку), г/100 г сухой породы		0,19	0,11
Катионы, г/100 г сухой породы	$K^+ + Na^+$	0,029	0,014
	Ca^{+2}	0,016	0,015
	Mg^{+2}	0,008	0.006
Анионы, г/100 г сухой породы	Cl^-	0.010	0,006
	SO_4^{-2}	0,090	0,028
	HCO_3^-	0,056	0,065
Содержание гипса, %		0,13	0,41
Карбонатность, %		14,11	15,60
Плотность, г/см^3		1,94	1,68
Пористость, %		45,2	58,4
Природная влажность		0,31	0,52
Влажность предела текучести		0,58	0,58
Свободное набухание ε_{sw}		0,13	0,12
Срезающее усилие $\tau_{0,1}$, $\times 10^5$ Па		1,29	0,66

В таблице 3 приведены данные по изменению показателей физико-механических свойств глин по зонам выветривания для засоленных и незасоленных групп образцов. Установлено, что незасоленные глины верхнего сармата более подвержены воздействию агентов выветривания, чем засоленные глины среднего сармата. В выветренном состоянии первые менее плотные, более пористые и влажные, а так же менее прочные, чем вторые.

Таблица 3

Изменение некоторых показателей физико-механических свойств сарматских глин по зонам выветривания

Зона выветривания	Средний сармат			Верхний сармат		
	II	III	IV	II	II	IV
Количество определений	18	30	29	26	22	13
Плотность, г/м^3	1,99[1] (0,02)	1,88 (0,10)	1,72 (0,12)	1,97 (0,05)	1,90 (0,08)	1,79 (0,09)
Пористость n, %	42,6 (0,84)	46,5 (3,43)	50,3 (4,79)	42,2 (2,12)	44,3 (3,58)	47,7 (4,20)
Природная влажность	0,27 (0,02)	0,28 (0,04)	0,27 (0,09)	0,25 (0,03)	0,25 (0,05)	0,26 (0,06)
Влажность	0,50 (0,05)	0,50 (0,03)	0,50 (0,04)	0,50 (0,08)	0,48 (0,10)	0,49 (0,08)
Степень влажности S_W	0,98 (0,03)	0,88 (0,10)	0,71 (0,20)	0,93 (0,07)	0,86 (0.10)	0,76 (0,13)
Свободное набухание	0,03 (0,02)	0,06 (0,06)	0,08 (0,09)	0,04 (0,05)	0,04 (0,05)	0,05 (0,04)
Влажность набухания	0,30 (0,02)	0,36 (0,04)	0,42 (0,04)	0,29 (0,03)	0,32 (0,05)	0,40 (0,10)
Объемная усадка	0,11 (0,03)	0,12 (0,08)	0,13 (0,08)	0,11 (0,05)	0,13 (0,0)	0,16 (0,09)
Набухание после усадки	0,39 (0,10)	0,37 (0,10)	0,29 (0,11)	0,43 (0,11)	0,35 (0,12)	0,28 (0,09)
Сопротивление пенетрации ест. сост. P_m, $\times 10^5$ Па	3,72 (1,02)	2,42 (1,61)	1,06 (0,81)	5,98 (1,98)	3,86 (3,01)	1,48 (0,54)
Сопротивление пенетрации наб. сост. P_m, $\times 10^5$ Па	1,51 (0,9)	0,6 (0,58)	0,17 (0,05)	1,27 (1,01)	0,82 (0,85)	0,29 (0,22)
Сопротивление пенетрации ус.-наб. P_m, $\times 10^5$ Па	0,13 (0,04)	0,10 (0,04)	0,09 (0,03)	0,14 (0,04)	0,12 (0,04)	0,10 (0,01)
Коэфф. разупрочнения ест.	3,67 (2,94)	6,24 (5,80)	6,52 (5,49)	7,75 (6,72)	7,95 (8,07)	6,67 (3,60)
Коэфф. разупрочнения наб.	12,2 (3,0)	5,66 (3,77)	2,19 (0,95)	9,5 (6,42)	8,2 (10,67)	3,01 (2,52)
Сопротив. срезу $\tau_{0,1}$[2]	1,30 (0,28)	0,96 (0,40)	0,50 (0,14)	2,10 (0,45)	1,86 (0,65)	0,98 (0,32)

Примечание: 1. В первой строке среднее значение; в скобках — стандартные отклонения. 2. $\tau_{0,1}$ — сопротивление срезу при вертикальной нагрузке 0,1 МПа.

Выводы

1. Основным процессом физического выветривания сарматских глин в условиях Центрально-Молдавской возвышенности является процесс набухания — усадки. Влияние отрицательных температур, вызывающее промора-

живание и оттаивание, существенно интенсифицирует процесс разрушения породы при выветривании. Это отмечается не только на макро- и мезоуровне при формировании трещин, но и на микроуровне, что подтверждается увеличением максимального набухания во время проведения опытов по циклическому увлажнению и высушиванию в различных режимах температур.

2. Термодинамически более устойчивыми к внешним воздействиям являются засоленные глины среднего сармата, что объясняется типом их структурных связей, обусловленном генезисом. В общем случае глинистые отложения с более прочными контактами между структурными элементами выветриваются с меньшей интенсивностью.

3. Продукты геохимического преобразования глин зависят от исходного состава породы и имеют одинаковую направленность для изучаемых отложений. Основными процессами, протекающими при проведении эксперимента, являются окисление, карбокатизация, засоление и накопление гипса. Для механического состава отмечено снижение коэффициента агрегированности дисперсной фракции, что находит свое объяснение разрушением пылеватых микроагрегатов в процессе выветривания.

4. Результаты выполненных исследований хорошо коррелируют с данными других авторов [10, 15, 16].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Олянский Ю. И., Щекочихина Е. В., Мозгунов М. Д., Адзиев С. М.* Инженерно-геологическая оценка вещественного состава и физико-механических свойств сарматских глин // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2017. № 48(67). С. 38—47.

2. *Олянский Ю. И., Щекочихина Е. В., Калиновский С. А.* Инженерно-геологические проблемы освоения территорий распространения дисперсных грунтов в сейсмоактивных районах // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2020. № 1(78). С. 30—37.

3. Реологические свойства сарматских глин с нарушенной структурой / Ю. И. Олянский, Е. В. Щекочихина, С. А. Калиновский и др. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. № 2(75). С. 11—19.

4. *Олянский Ю. И., Богомолов А. Н., Тихонова Т. М.* Сарматские глины. Состав, физико-механические свойства, типизация по устойчивости к обводнению // Saarbrucken, 2013. 230 с.

5. *Богдевич О. П.* Исследование закономерностей изменения физико-механических свойств глин в процессе выветривания (на примере Молдовы): автореферат дисс. … канд. геол.-минерал. наук. М., 1992. 25 с.

6. Оценка устойчивости сарматских глин к длительному обводнению на основе результатов лабораторных исследований / Ю. И. Олянский, Е. В. Щекочихина, С. А. Калиновский и др. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. № 54(73). С. 32—42.

7. *Богомолов А. Н., Олянский Ю. И., Щекочихин Е. В.* Прогноз прочности сарматских глин при длительном обводнении // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2018. № 2. С. 19—24.

8. Закономерности изменения состава и свойств глинистых пород при длительном взаимодействии с водой в основаниях инженерных сооружений / Ю. И. Олянский, Е. В. Щекочихин, С. А. Чарыкова и др. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2017. № 50(69). С. 7—15.

9. *Богомолов А. Н., Олянский Ю. И.* Инженерно-геологические аспекты взаимодействия глинистых пород с водой при техногенезе (на примере сарматских глин и лессовых пород) // Министерство образования Российской Федерации; Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет. Волгоград, 2016. 357 с.

10. *Osipov V. I.* Physicochemical theory of effective stress in soils. SpringerBriefs in Earth Sciences, 2015. С. 1—55.

11. *Olyansky Yu. I., Shchekochikhina E. V., Kuzmenk I. Y.* The forecast of durability indicates of the sarmatian clays underneath of engineering structures affected by technogenic floodwaters // Procedia Engineering. 2016. С. 2213—2217.

12. Seismic risk assessment for the greater Sochi area / V. I. Osipov, V. I. Larionov, N. I. Frolova, A. N. Ugarov, S. V. Kozharinov, T. V. Barskaya, S. P. Sushchev // Water Resources. 2016. Vol. 43. Iss. 7. Pp. 982—997.

13. *Olyanskii Yu. I., Shchekochikhina E. V., Kalinovskii S. A.* / Prediction of indexes of stability of sarmatian clays of foundations of hydrotechnical structures with long-term flooditiong // Power Technology and Engineering. 2019. Vol. 53. Iss. 1. Pp. 51—55.

14. *Bogomolov A. N., Olyanskii Yu. I., Shchekochikhina E. V.* Predicthion of strength of sarmat clays under the conditions of long-term watering // Soil Mechanics and Foundation Engineering. 2018. Vol. 55. Iss. 2. Pp. 96—102.

15. *Osipov V. I.* Environmental security issues associated with submerged cross-border pipelines (a case study of the blue stream gas pipeline). Environmental Security of the European Cross-Border Energy Supply Infrastructure, 2015. Pp. 1—12.

16. *Osipov V. I.* Large-scale thematic geological mapping of Moscow area // Engineering Geology for Society and Territory. Vol. 5: Urban Geology, Sustainable Planning and Landscape Exploitation. 2015. Pp. 11—16.

© Олянский Ю. И., Щекочихина Е. В., 2021

Поступила в редакцию
в апреле 2021 г.

Ссылка для цитирования:

Олянский Ю. И., Щекочихина Е. В. Особенности выветривания сарматских глин // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 2(83). С. 14—21.

Об авторах:

Олянский Юрий Иванович — д-р геол.-минерал. наук, доц., проф. каф. гидротехнических и земляных сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; olyansk@list.ru

Щекочихина Евгения Викторовна — канд. геол.-минерал. наук, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; karnat.1@yandex.ru

Yurii I. Olyanskii, Evgeniya V. Shchekochikhina

Volgograd State Technical University

FEATURES OF WEATHERING OF SARMAT CLAYS

The results of laboratory and field experiments on the weathering of Sarmatian clays in the temperate climate of the Northern Black Sea region are analyzed. The role of physical weathering is revealed, the main processes of which are swelling — shrinkage and freezing — thawing of the soil. It was found that non-saline Sarmatian clays are more thermodynamically resistant to external influences.

K e y w o r d s: Sarmatian clays, physical weathering, swelling — shrinkage, freezing — thawing.

For citation:

Olyanskii Yu. I., Shchekochikhina E. V. [Features of weathering of Sarmat clays]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2021, iss. 2, pp. 14—21.

About authors:

Yurii I. Olyanskii — Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; olyansk@list.ru

Evgeniya V. Shchekochikhina — Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation, karnat.1@yandex.ru

УДК 625.72

С. О. Ботин, С. Г. Артемова

Волгоградский государственный технический университет

ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ И ПЕШЕХОДНЫХ ПОТОКОВ В МЕСТАХ СТИХИЙНЫХ ОСТАНОВОК МАРШРУТНОГО ТРАНСПОРТА

Рассматривается процесс разработки оптимальных и актуальных методов и принципов разрешения конфликтных ситуаций, возникающих при взаимодействии транспортных и пешеходных потоков с остановочными пунктами, имеющими стихийный характер формирования, и соответствующее повышение безопасности участников дорожного движения.

К л ю ч е в ы е с л о в а: транспортный поток, маршрутная сеть, пешеходный поток, остановочный пункт общественного транспорта, транспортная сеть.

Развитие населенных пунктов влечет за собой образование новых масштабных производственных зон, спальных районов, а также досуговых мест с учетом уже сформированной и загруженной транспортной сети. Существующая транспортная инфраструктура многих крупных городов зачастую не справляется с увеличением количества автомобильного транспорта и пассажиропотока.

В частности, ранее разработанная маршрутная сеть крупных мегаполисов может не выполнять возложенных на нее обязанностей. Многие существующие остановочные пункты и транспортные пересадочные узлы не входят в зону актуального формирования современного пассажиропотока. В связи с этим начинают стихийно формироваться остановочные пункты городского пассажирского транспорта, что неминуемо влечет за собой возникновение аварийных ситуаций.

В общем представлении транспортная сеть города должна отвечать следующим требованиям и обеспечивать:

- удобные пассажирские связи по кратчайшим направлениям между местом жилья и районами приложения труда и учебы, объектами культурно-бытового назначения, центром города и центрами районов;
- удобные пассажирские связи объектов внешнего транспортного узла с жилыми районами и центром города;
- пропуск ожидаемого числа транспортных средств;
- необходимые скорости сообщения, гарантирующие нормативные затраты времени на передвижение;
- транспортные линии должны проходить по направлению главных пассажиропотоков;
- длина транспортных линий должна находиться в соответствии с общей площадью города и числом транспортных средств, курсирующих по сети;
- длина транспортной сети должна быть минимальной при условии максимального обслуживания территории города [1—6].

В свою очередь система городского массового пассажирского транспорта должна обеспечивать функциональную целостность и взаимосвязанность всех основных структурных элементов городской территории с учетом перспектив развития города и региона.

При разработке проекта организации транспортного обслуживания населения необходимо обеспечивать быстроту, комфорт и безопасность транспортных передвижений постоянного и временного населения города, а также ежедневных мигрантов в системах расселения.

При очень высокой плотности транспортной сети уменьшается дальность подходов к транспортным линиям, но увеличивается время ожидания транспортных средств за счет перераспределения подвижного состава по большей протяженности, увеличиваются капиталовложения в строительство улиц. При слишком малой плотности увеличивается дальность подходов к транспортным линиям, но уменьшается время ожидания транспортных средств.

Учитывая вышесказанное, маршрутная система должна отвечать следующим требованиям:

- соответствовать направлению основных пассажиропотоков;
- соединять районы проживания с основными объектами тяготения и с центром города по возможности по кратчайшим направлениям;
- способствовать беспересадочной связи района проживания со всеми основными фокусами тяготения населения;
- обеспечивать наименьшую пересадочность сообщений, основные фокусы тяготения должны иметь беспересадочную связь с центром города, объектами внешнего транспортного узла и по возможности между собой;
- конечные пункты маршрутов должны размещаться, как правило, вне центральной зоны города, где затруднительно выделить необходимые свободные площади для разворота и отстоя транспорта;
- при наличии в городе двух и более видов транспорта маршрутная система должна быть координированной, обеспечивающей удобные пересадки с одного вида транспорта на другой;
- кольцевые маршруты городского транспорта рекомендуется проектировать в городах с населением свыше 500 000 жителей.

Одним из сложных вопросов проектирования является определение необходимого числа маршрутов. Число маршрутов зависит от протяженности, плотности и конфигурации транспортной сети, для более развитой транспортной сети требуется большее число маршрутов.

В городах с рассредоточенными местами жительства и местами постоянной работы и отдыха маршрутов требуется больше, чем в городах такого же размера с концентрированным размещением жилых районов и мест приложения труда.

Общее число маршрутов в системе должно находиться в соответствии с количеством подвижного состава, работающего на ней. При увеличении числа маршрутов интервалы движения и время ожидания транспортных средств будут увеличиваться [7—10].

В работах отечественных исследователей также указывается на то, что проблемы организации дорожного движения возникают в результате увеличения темпов роста автомобилизации. В частности отмечается, что в случае, когда уровень автомобилизации достигает значения 370 авт./1000 человек, формируется спираль автомобильной зависимости, которая представляет собой циклическое воспроизведение проблем транспортной системы крупных горо-

дов на более высоком уровне, по сравнению с предыдущим витком. Кроме этого сопоставляется качественное изменение проблем организации дорожного движения с количественным увеличением транспортных средств (табл. 1).

Таблица 1

Проблемы организации дорожного движения в городах в зависимости от уровня автомобилизации

Количество автомобилей, на 1000 жителей	Проблемы ОДД
До 10	Саморегулирование системы, существенных проблем нет
Более 10 до 30	Появляются проблемы с безопасностью движения и пропускной способностью на пересечениях магистралей
Более 30 до 100	Обострение проблем с пропускной способностью магистральных улиц
Более 100 до 150	Обострение проблем с экологией и пропускной способностью УДС
Более 150 до 300	Общественное мнение готово к введению ограничений использования автомобилей в городе
Более 300 до 500	Исчерпание пропускной способности УДС города, применение платности и ограничения использования автомобилей в городе
Более 500	Заторы движения по всей УДС, создание внеуличной сети скоростных городских магистралей, ограничение использования автомобилей в городе

По результатам анализа отечественной и зарубежной литературы для решения проблем организации дорожного движения в городах можно выделить три основных подхода:

- дорожно-строительный;
- организационно-административный;
- внедрение интеллектуальных транспортных систем.

Для решения задач в области обеспечения безопасности дорожного движения рекомендуется выполнять анализ технологических показателей эффективности организации дорожного движения (рис. 1). Данные показатели позволят оценить состояние действующей транспортной сети.

Для оценки влияния транспортных потоков на места стихийных остановок пассажирского транспорта необходимо детально изучить принципы формирования транспортных потоков и механизм его работы.

Какими бы ни были подходы к моделированию транспортных потоков необходимо учитывать, что они обладают рядом особенностей, усложняющих их формализацию.

Во-первых, это стохастичность транспортных потоков — их характеристики допускают прогноз только с определенной вероятностью. Транспортный поток движется по транспортной сети, которая также обладает определенными характеристиками, допускающими более или менее строгое описание, и которые являются нестационарными.

Во-вторых, это нестационарность транспортных потоков, причем колебания их характеристик происходят как минимум в трех циклах — суточном, недельном и сезонном.

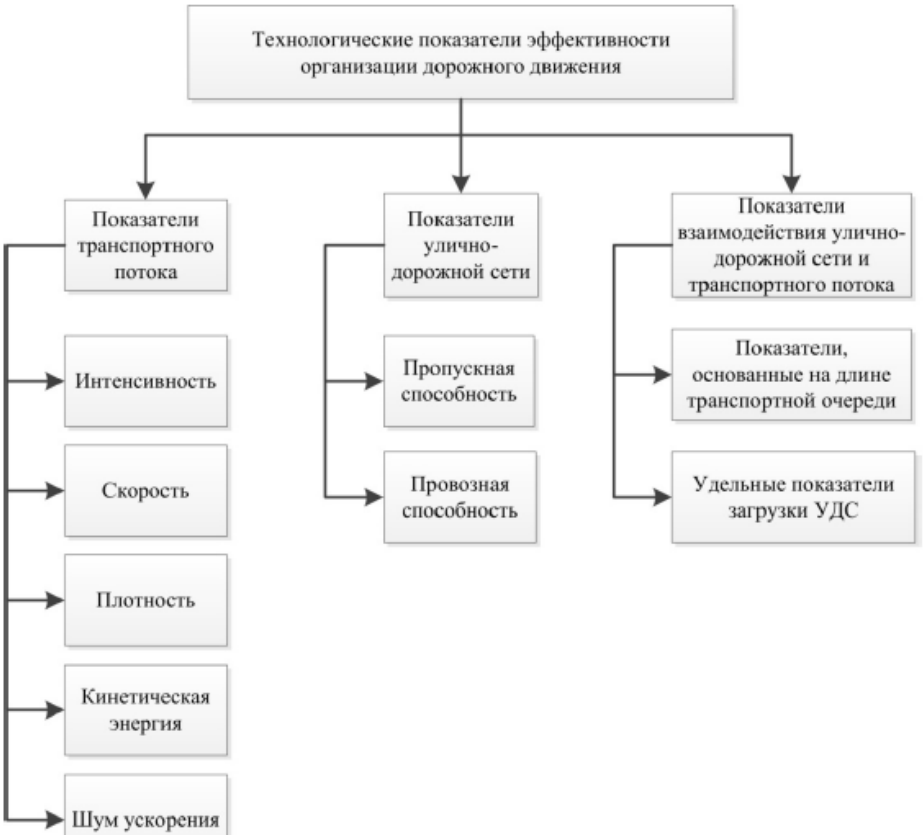


Рис. 1. Технологические показатели эффективности организации дорожного движения

В-третьих, это неполная управляемость, суть которой состоит в том, что даже при наличии полной информации о потоках и возможности информирования водителей о необходимых действиях, эти требования носят рекомендательный характер. Решения о выборе маршрута или режима движения производится водителем с присущими только ему субъективными факторами.

В-четвертых, особенностью дорожного движения как объекта управления является сложность и даже невозможность замера даже основных характеристик, определяющих качество управления. Так, оценка величины интенсивности движения требует либо наличия датчиков транспортных потоков на всех направлениях их движения, либо использования данных аэрофотосъемки, либо проведения трудоемкого ручного обследования.

В-пятых, принципиальная невозможность проведения масштабных натурных экспериментов в сфере управления дорожным движением. Эта невозможность предопределена необходимостью обеспечения безопасности движения, материальными и трудовыми затратами на проведение эксперимента (изменение разметки и дислокации дорожных знаков) и тем, что серьезные изменения в комплексной схеме организации движения затрагивают интересы большого количества людей — участников движения [11—18].

Транспортный поток и комплекс условий, в которых он движется, представляет собой типичный пример сложной системы, содержащей большое количество взаимно связанных и взаимодействующих между собой элементов. Движение транспортного потока является результатом непрерывного взаимодействия между отдельными элементами системы «водитель — автомобиль — дорога — окружающая среда» (ВАДС) как в пространстве, так и во времени. Особенностью этой системы является функционирование в условиях действия большого количества случайных факторов.

На скорость автомобилей существенно влияют тип и состояние дороги, кривизна, подъемы и уклоны, число полос, тип покрытия, расстояние видимости и др. На скоростных дорогах в хорошем состоянии скорость движения определяется геометрией элементов этих дорог. Таким образом, скорость транспортных средств зависит от категории автомобильной дороги.

В городских условиях скорость зависит от интенсивности движения, дорожных знаков, средств регулирования и помех движению. На городских дорогах скорости меньше, чем на междугородных трассах.

Средняя скорость на регулируемой, городской дороге с высокой интенсивностью движения редко превышает 35 км/ч. На нерегулируемой городской дороге с высокой интенсивностью движения скорость составляет 35…50 км/ч, а на скоростной дороге — 64…97 км/ч.

При движении автомобиля по кривой в плане дороги средняя скорость снижается и составляет 80…85 % от предельной скорости, рассчитанной по сцеплению.

Изменение интенсивности в течение года подчиняется известным закономерностям. Практически на всех дорогах наибольшая интенсивность достигается в летний и осенний периоды. Распределение интенсивности по месяцам года на незагруженных дорогах показано на рис. 2.

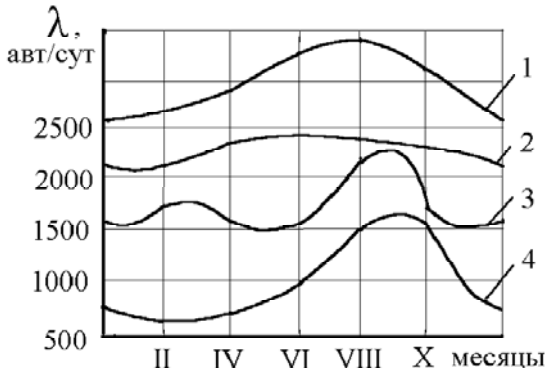


Рис. 2. Распределение интенсивности движения транспортных средств по месяцам года

На курортных дорогах в августе — октябре наблюдается один максимум интенсивности (кривая 4). В сельской местности пик интенсивности приходится на август и сентябрь (уборка урожая, кривая 3).

На дорогах промышленной зоны городов интенсивность изменяется незначительно (кривая 2). На пригородных дорогах пик интенсивности прихо-

дится на месяцы июль — октябрь (кривая 1). Минимум интенсивности приходится на месяцы январь — март.

Интенсивность движения также зависит от дня недели. По статистическим данным наибольшая интенсивность наблюдается в пятницу (рис. 3). Она достигает 125 % от среднесуточной интенсивности. Наименьшая интенсивность движения имеет место в воскресенье (72 %).

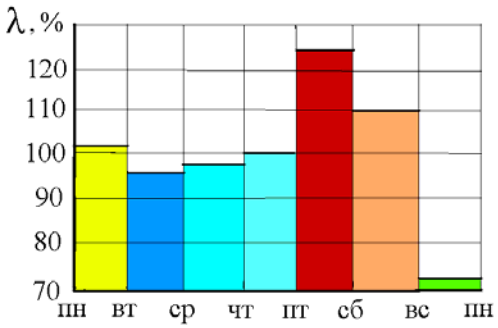


Рис. 3. Изменение интенсивности движения транспортных средств по дням недели

В течение суток интенсивность движения существенно изменяется. Зависимость интенсивности движения от времени суток имеет один или два максимума (рис. 4) в рабочий день. На дороге категории V один максимум приходится на 12…14 ч (кривая 3). На дороге категории III имеют место два максимума (кривая 2), приходящиеся на 10…11 и 18…19 ч. На дороге I категории (кривая 1) также наблюдаются два максимума (10…11 и 19…20 ч).

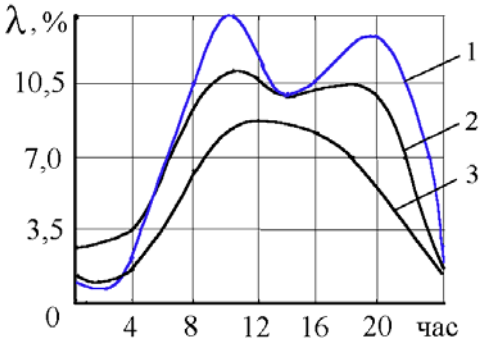


Рис. 4. Изменение интенсивности движения транспортных средств в зависимости от времени суток

Исследованиями установлено 4 наиболее характерных состояний движения транспортного потока: А, Б, В и Г. Их называют уровнями удобства движения. *Уровень удобства движения* отражает состояние потока, условия труда водителей, комфортабельность поездки, экономичность перевозок и уровень аварийности.

Рассматривая формирование пешеходных потоков, необходимо уделить внимание потребностям, которые должны быть обеспечены при проектиро-

вании пешеходных пространств. Также необходимо изучить механизм взаимодействия не только между пешеходами, но и в отношении «пешеход — водитель». Данный раздел является неотъемлемой частью исследования, поскольку на формирование стихийных мест остановок общественного транспорта ключевое влияние оказывают пешеходы и пассажиры.

При принятии решений следует учитывать, что в условиях современного городского развития пешеходы — приоритетная группа пользователей городской среды, а качество пешеходных пространств позволяет обеспечить благоприятное впечатление о деятельности органов власти.

Качество пешеходного пространства является инструментом оценки и корректировки градостроительной политики, так как напрямую влияет на качество жизни населения. В зависимости от постановки целей мониторинга выбирается тот или иной набор предварительных исследований и показателей. В частности, важным показателем является коэффициент значимости передвижения пешеходов (табл. 2).

Комплексная оценка соответствия пешеходного пути требованиям движения должна производиться на основе обследования пешеходных потоков и анализа дорожно-транспортных происшествий.

Обследование пешеходного движения является составной частью общего обследования городского движения и предусматривает натурное определение основных параметров пешеходных потоков и пешеходных путей сообщения, а также анализ дорожно-транспортных происшествий с пешеходами.

Таблица 2

Коэффициенты значимости передвижения пешеходов

Наименование зданий и сооружений	Коэффициент значимости передвижения
Театры, цирки, планетарии, концертные залы, выставочные павильоны, зоны отдыха	1,0
Торговые здания и сооружения, остановочные пункты общественного пассажирского транспорта	1,4
Кинотеатры, клубы, спортивные залы и арены, здания и сооружения коммунального и бытового обслуживания, жилые здания	1,5
Промышленные предприятия, административно-управленческие, научно-исследовательские и проектные учреждения, высшие и средние специальные учебные заведения	1,7

В процессе взаимодействия транспортных потоков, транспортных и пешеходных потоков неизменно возникают конфликтные и аварийные ситуации, требующие оперативного вмешательства. Одной из целей проведения исследования является разрешение одного из видов возникающих конфликтных ситуаций путем предлагаемого законного процесса включения стихийных мест остановок общественного транспорта в транспортную сеть и маршрутную систему города.

Прежде всего территориально определяется зона обследования, на которой сформировался стихийный остановочный пункт, с помощью визуального обследования основных маршрутов движения общественного транспорта в

часы пик или при помощи анкетирования местных жителей, а также с помощью данных автотранспортных предприятий.

Обеспечить выполнение поставленной задачи предлагается с помощью проведения определенного перечня натурных обследований. Каждое из наблюдений предполагает сбор информации узкого направления. Формы бланков для фиксирования наблюдений представлены на рис. 5, 6.

Форма № 1 **Интенсивность и структура транспортных потоков**		**Схема участка**		
Дата _____ День недели_____	Участок № _____ Пост № _____ Наименование улицы_____ Время наблюдения с _____ до _____час. _____мин.			
Вид транспорта	Количество транспортных средств	Итого в натуральных единицах	Коэфф. приведения	Итого в приведенных единицах
Легковые				
Грузовые до 2-х тонн				
Грузовые свыше 2-х тонн				
Грузовые с прицепом				
Автобус простой				
Автобус сочлененный				
Троллейбус				
Троллейбус сочлененный				
Мотоцикл				
Итого				

Рис. 5. Форма бланка учета № 1

Форма № 3 Интенсивность пешеходного движения		
Дата _____ День недели _____	Узел № _____ Пост № _____ Наименование улиц _____ Время наблюдения с _____ до _____час. _____мин.	
Время, мин	Количество пешеходов в направлении _____	Итого
00–15		
15–30		
30–45		
45–60		
Итого		
Коэффициент внутричасовой неравномерности		

Рис. 6. Форма бланка учета № 3

Следующим шагом является обработка и суммирование полученной информации. На основании полученных данных оформляется заключение о необходимости включения данной территории в действующий проект организации дорожного движения, обеспечения ежегодного содержания и выполнения обустройства остановочного пункта в соответствии с действующими нормами и стандартами. Полученные и обработанные данные предлагается включить в сравнительный анализ с данными за предыдущие 2 года с целью подтверждения ухудшения настоящих параметров.

Методы предлагаемых натурных наблюдений обеспечат получение данных, направленных на разрешение возникающих конфликтных ситуаций и будут использованы авторами для выполнения поставленных целей написания магистерской диссертации.

После прохождения всех стадий законного принятия в маршрутную сеть места остановки пассажирского транспорта требуется проведение обустройства на данной территории остановочного пункта в соответствии с нормативно-технической базой. На этом этапе предлагается к внедрению перечень инновационных и актуальных технологий, которые призваны повысить уровень комфорта пассажиров и сделать передвижение на общественном транспорте безопаснее и доступнее для всех групп населения [19—22].

При разработке и проектировании остановочного пункта необходимо руководствоваться тем, что все составляющие должны быть направлены на обеспечение безопасности, комфортного ожидания и информационного обеспечения всех групп населения.

Проектирование компонентов осуществляется в виде секций или модулей. Смысл такой разработки заключается в том, что при необходимости будет возможность для удаления, добавления, а также модернизации модуля, чтобы обеспечить его полноценную функциональность. Все геометрические параметры проектирования подбираются индивидуально, исходя из территориального расположения, обеспечения необходимой видимости с обязательным соблюдением действующих нормативных документов.

В зависимости от компоновки первые модули по ходу движения автотранспорта, должны быть оборудованы световозвращающими элементами. Это обеспечит дополнительную видимость на подходах к остановочному пункту.

Данный модуль закрытого типа будет иметь отдельный вход и выход, оборудован автоматическими дверьми типа «купе». Данное решение призвано обеспечить сохранение тепла внутри модуля.

В теплое время года для обеспечения вентиляции воздуха предусмотрены отверстия с установленными в них вентиляторами.

Также внутри павильона будут расположены USB-порты для зарядки мобильных устройств, бесплатный Wi-Fi.

Предлагается к внедрению установка видеокамер, которые будут выполнять следующие функции:

- снижение процента преступлений;
- слежение за дорожным движением;
- выявление нарушителей;
- антитеррористическая.

Внутри павильона будут располагаться схемы и маршруты движения общественного транспорта, номера телефонов экстренных служб, номера такси и т. д. Также внутри павильона предлагается разместить информационный дисплей, на который загружается актуальная информация о необходимом маршруте (где находится в данный момент, расписание, время подхода, время поездки, стоимость и пр.), адреса важных пунктов тяготения, общественных организаций, пунктов медицинской помощи, пунктов питания и проложен маршрут к ним с указанием видов транспорта.

Для маломобильных групп населения предусмотрено звуковое оповещение о приближающемся транспорте.

Ниже приведен примерный расчет предлагаемого остановочного павильона. Расчет материалов производился исходя из следующих расчетных габаритов павильона: 5350×1700×2950 мм. Индивидуальный подбор геометрических параметров павильона позволяет варьировать базовую стоимость. Предлагаемы материалы могут быть изменены по критериям качества и стоимости. Также может быть дополнен функциональный набор опций. Допускается компоновка первого и второго вариантов между собой для достижения максимальных показателей безопасности, информативности, комфорта (табл. 3).

Таблица 3

Компоненты остановочного павильона

Каркас	Профили холодно гнутые 1,5 мм, 2 мм. Ст.3пс, труба прокатная ГОСТ 8645-68
Ветрозащитные стенки	Триплекс 10/12 мм
Декоративные элементы обшивки	Композит алюминиевый 3/0,3 мм
Крыша	Закаленное стекло/литой поликарбонат 10 мм
Окраска	Порошковая полимерная краска OXIPLAST
Расчетная снеговая нагрузка, кПа	2,4
Нормативное значение ветрового давления, кПа	0,38
Полезная площадь, $м^2$	6,5
Потребляемая мощность, кВт	0,7/4
Номинальная стоимость, тыс. руб.	240

Цена остановочного модуля предполагается от 240 000 руб. Навигационные и информационные устройства комплектуются отдельно. Электропитание павильона и подключение к сети Интернет осуществляется подземными кабелями. В оснащение павильона могут входить: энергосберегающие осветительные приборы, встроенные видеокамеры, электронный информационный блок, видеокамеры (в пыле- и влагозащищенном исполнении), устройство экстренной связи со специальными службами, Wi-Fi, интерактивный навигационный монитор, ИК-нагреватели, громкоговорящие устройства, зарядная станция для мобильных устройств, звуковые прожекторы для слабовидящих, ИК нагревательные элементы, размещаемые в крыше, подогрев сидений, терминалы оплаты, вендинговые аппараты, банкоматы, световые рекламные короба (лайтбоксы).

Динамично развивающаяся улично-дорожная инфраструктура крупных городов требует разработки актуальных и современных мероприятий по обеспечению и повышению безопасности дорожного движения. Недостаточная изученность закономерностей распределения автомобильных потоков в городах не позволила найти быстродействующие меры повышения пропускной способности городских дорог и улиц. В результате происходит снижение скорости и безопасности дорожного движения, увеличение транспортных расходов и потерь времени пассажирами, снижение производительности работы автомобильного парка. Все это определяет актуальность темы данной статьи, ее востребованности на сегодняшний день. Статья преследует цель привлечения внимания научной общественности [23—38].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения: справочник / В. У. Рэнкин, П. Клафи, С. Халберт и др.; пер. с англ. М.: Транспорт, 1981. 592 с.

2. *Самойлов Д. С., Юдин В. А., Рушевский П. В.* Организация и безопасность городского движения: учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1981. 256 с.

3. *Овечников Е. В., Фишельсон М. С.* Городской транспорт. М.: Высшая школа, 1976. 352 с.

4. *Кременец Ю. А., Печерский М. П.* Технические средства регулирования дорожного движения. М.: Транспорт, 1981. 252 с.

5. Руководство по регулированию дорожного движения в городах // Министерство внутренних дел СССР, Министерство коммунального хозяйства РСФСР. М.: Стройиздат, 1974. 97 с.

6. *Горбанев Р. В.* Городской транспорт: учебник для вузов. М.: Стройиздат, 1990. 215 с.

7. Методические указания по проектированию сетей общественного транспорта, улиц и дорог. Вып. 1. М.: ЦНИИПГ Градостроительства, 1968. 125 с.

8. *Самойлов Д. С.* Городской транспорт: учебник для вузов. М.: Высшая школа, 1981. 258 с.

9. СП 42.13330.2011. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений / Минрегион России. М.: ОАО ЦПП, 2011. 105 с.

10. *Фишельсон М. С.* Транспортная планировка городов: учебное пособие для студентов автодорожных специальностей вузов. М.: Высшая школа, 1985. 239 с.

11. *Болдин А. П., Максимов В. А.* Основы научных исследований. М.: Академия, 2012. 336 с.

12. *Бражник А. А.* Анализ влияния дорожных факторов и информационных характеристик на величину пропускной способности автомобильных дорог // Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет. Вестник ХНАДУ. 2009. № 47. С. 23—28.

13. *Гольц Г. А.* Автодорожный комплекс в условиях взрывной автомобилизации: тенденции, закономерности, прогноз // Проблемы прогнозирования. 2002. № 4. С. 75—83.

14. ГОСТ Р 52289-2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств (с изменениями № 1, 2). М.: Стандартинформ, 2006. 108 с.

15. *Дрю Д.* Теория транспортных потоков и управления ими / Пер. с англ. Е. Г. Коваленко и Г. Д. Шермана; под ред. Н. П. Бусленко. М.: Транспорт, 1972. 424 с.

16. *Жданов В. Л., Григорьева Е. А.* Организация и безопасность дорожного движения. Кемерово: КузГТУ, 2012. 309 с.

17. *Капитанов В. Т., Хилажев Е. Б.* Управление транспортными потоками в городах. М.: Транспорт, 1985. 94 с.

18. *Клинковштейн Г. И., Афанасьев М. Б.* Организация дорожного движения. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 2001. 247 с.

19. *Михеева Т. И., Михеев С. В., Богданова И. Г.* Модели транспортных потоков в интеллектуальных транспортных системах // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. С. 216.

20. *Новиков К. В.* Методология и методы научного исследования. М.: Альтаир–МГАВТ, 2015. 212 с.

21. *Радоуцкий В. Ю., Шульженко В. Н., Носатова Е. А.* Основы научных исследований / под ред. В. Ю. Радоуцкого. Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. 133 с.

22. *Сильянов В. В.* Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения. М.: Транспорт, 1977. 303 с.

23. *Хегай Ю. А.* Проблемы автомобильного транспорта в России // Теория и практика общественного развития. 2014. № 8. С. 122—125.

24. *Abu-Lebdeh G., Benekohal R. F.* Development of traffic control and queue management procedures for oversaturated arterials // Transportation Research Record, 1997. Vol. 1603. Pp. 119—127.

25. *Abbas M., Chaudhary N., Pesti G., Sharma A.* Guidelines for determination of optimal traffic responsive plan selection control parameters // Report No. FHWA/TX-05/0-4421-2, Texas Transportation Institute. 2004. 98 p.

26. *Balaji P. G., Srinivasan D.* Type-2 fuzzy logic based urban traffic management // Engineering Applications of Artificial Intelligence. 2011. Vol. 24. Pp. 12—22.

27. *Courage K. G., Papapanou P.P.* Estimation of delay at traffic-actuated signals // Transportation research record. 1977. Vol. 630. Pp. 17—21.

28. Design guidance for intersection auxiliary lanes: National cooperative highway research program report 780 // Transport research board. Washington, DC, 2014. 160 p.

29. Highway Capacity Manual 2000 // Transportation research board, National research council. Washington, DC, 2000. 1134 p.

30. Highway Capacity Manual 2010. Vol. 1. Iss. 3 // Transportation research board, National research council. Washington, DC, 2010. 1650 p.

31. *Kashtalinsky A., Petrov V., Ryabokon Y.* Method Considering Traffic Stream Variability over Time when Determining Multiprogram Control Modes at Signaled Intersections // Transportation Research Procedia. 2017. Vol. 20. Pp. 277—282.

32. *Katwijk van R. T., De Schutter B., Hellendoor J.* Traffic adaptive control of a single intersection: A taxonomy of approaches // Proceedings of the 11th IFAC Symposium on Control in Transportation Systems, Delft, The Netherlands, 2006. Pp. 227—232.

33. *Li H.* Traffic adaptive control for isolated, over-saturated intersections, Ph.D. Dissertation / Department of Civil Engineering. Hawaii: University of Hawaii at Manoa, 2002.

34. *Newell G. F.* Theory of highway traffic flow / Institute of transportation studies, University of Carolina. Berkeley, 1990. 301 p.

35. *Фоменко Н. А., Нагуманова А. В., Алексиков С. В.* Анализ транспортных потоков основных магистралей г. Волгограда // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 54(73). С. 121—131.

36. *Сапожкова Н. В., Федина М. А., Кубахова А. С., Барашников В. А.* Внедрение платного парковочного пространства на улично-дорожной сети г. Волгограда с целью разгрузки полосы общественного транспорта // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 3(76). С. 81—91.

37. *Коростелева Н. В., Басов В. А.* Перспективы организации транспортно-пересадочных узлов в крупных городах (на примере Волгограда) // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2020. Вып. 1(78). С. 108—117.

38. *Алексиков С. В., Лескин А. И., Гофман Д. И., Альшанова М. И.* Повышение пропускной способности УДС Волгограда // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2020. Вып. 4(81). С. 74—83.

© Ботин С. О., Артемова С. Г., 2021

Поступила в редакцию
в апреле 2021 г.

Ссылка для цитирования:

Ботин С. О., Артемова С. Г. Влияние транспортных и пешеходных потоков в местах стихийных остановок маршрутного транспорта // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 2(83). С. 22—35.

Об авторах:

Ботин Семен Олегович — магистрант, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; semen0405@yandex.ru

Артемова Светлана Георгиевна — канд. техн. наук, доц. каф. строительства и эксплуатации транспортных сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

Semen O. Botin, Svetlana G. Artemova

Volgograd State Technical University

INFLUENCE OF TRANSPORTATION AND PEDESTRIAN FLOWS IN LOCATIONS OF SPANAL STOPS BY ROUTE TRANSPORT

The purpose of this article is to consider the process of developing optimal and relevant methods and principles for resolving conflict situations that arise in the process of interaction of transport and pedestrian flows with stopping points, which have a spontaneous formation and a corresponding increase in the safety of road users.

K e y w o r d s: traffic flow, route network, pedestrian flow, public transport stop, transport network.

For citation:

Botin S. O., Artemova S. G. [Influence of transportation and pedestrian flows in locations of spanal stops by route transport]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. *Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2021, iss. 2, pp. 22—35.

About authors:

Semen O. Botin — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; semen0405@yandex.ru

Svetlana G. Artemova — Candidate of Engineering Sciences, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation

УДК 620.191.33:666.974.2

Р. А. Бурханова, Н. Ю. Евстафьева, Т. К. Акчурин

Волгоградский государственный технический университет

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ПРИ ИХ МОДИФИКАЦИИ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ ПОЛИМЕРНОЙ СИСТЕМОЙ ХОЛОДНОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ

В статье рассмотрена наполненная двухкомпонентная полимерная система холодного отверждения (НДПС). Для оценки влияния модификатора НДПС на изменение прочностных и эксплуатационных характеристик бетонных композиций были изготовлены серии образцов модифицированного мелкозернистого бетона. Набор прочности осуществлялся в стандартных тепловлажностных условиях. Определялись плотность, показатели прочности при сжатии, изгибе, водопоглощение. Оценивалась коррозионная стойкость бетонной полимерцементной композиции. Показатели определялись в сравнении при модификации мелкозернистого бетона ненаполненой ДПС и НДПС, наполненной абразивными частицами и углеволокном в соотношении равном 1,0. Такое изменение технических характеристик позволяет значительно расширить область использования полученных составов полимерцементной композиции, модифицированной ДПС и НДПС.

К л ю ч е в ы е с л о в а: наполненная двухкомпонентная полимерная система (НДПС), модифицированный бетон, плотность, прочность при сжатии, прочность при изгибе, водопоглощение, коррозионная стойкость.

Использование термореактивных полимеров в качестве модификаторов структуры полимерцементных (ПЦ) композиций, которые в сформировавшейся цементной матрице переходят в нерастворимое состояние, считается наиболее эффективным. При этом происходит изменение поровой структуры цементного камня: уменьшается размер пор, часть их становятся замкнутыми при образовании полимерных мембран, поверхность открытых пор покрывается полимерной пленкой, приобретая гидрофобные свойства. Изображение микроструктуры полимерцементной композиции, модифицированной двухкомпонентной полимерной системой (НДПС) холодного отверждения на рис. 1, 2 подтверждает данное высказывание. Образующийся композиционный материал характеризуется повышением значений морозостойкости, коррозионной стойкости и водонепроницаемости [1—10].

Полимерцементное отношение во многом определяет свойства затвердевших растворов и бетонов. Собственно ПЦ-материалы формируются при отношении содержания песка и цемента П/Ц больше диапазона 0,02…0,04. В этом случае полимерная фаза в цементном камне образует органическую структуру (рис. 2) в отличие от пластификаторов, вводимых в небольших количествах и поэтому изменяющих только структуру неорганической составляющей. При значении П/Ц до 0,2…0,25 гидратные фазы образуют кристаллизационно-коагуляционную структуру, которая укрепляется в дефектных местах (поры, трещины) полимерной составляющей, что обусловливает формирование более прочной и эластичной структуры. При большем П/Ц образуется непрерывная полимерная сетка.

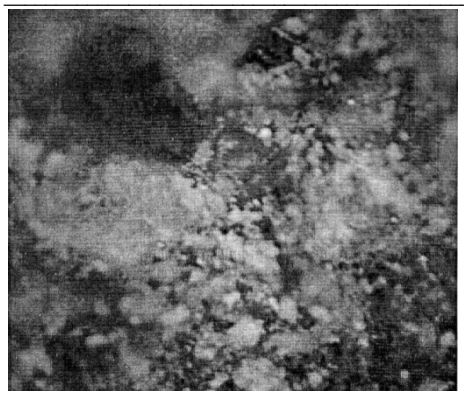


Рис. 1. Микрофотография структуры полимерцементной композиции, модифицированной НДПС

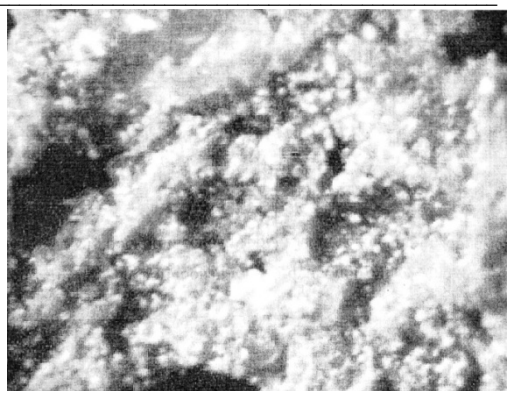


Рис. 2. Микрофотография структуры полимерцементной композиции, модифицированной наполненной НДПС

Переход от дискретной к непрерывной полимерной структуре зависит от величины полимерцементных частиц в водной дисперсии бетонной системы. С уменьшением размера частиц снижается переходное значение П/Ц. Так например, для частиц синтетического латекса размером около 0,8 мкм оптимальное П/Ц составляет 0,14…0,16. Для поливинилацетатной дисперсии (2…5 мкм) оно изменяется в пределах 0,18…0,22. С повышением дисперсности частиц полимерной добавки увеличивается прочность композиции.

Размер частиц НДПС составляет 4 мкм (около 50 % от массы), остальная часть это частицы размером менее 4 мкм. Исходя из теоретических предпосылок и результатов исследований ряда авторов [11—19], для модификации мелкозернистого бетона П/Ц было выбрано в диапазоне 0,1…0,3.

Для оценки влияния модификатора НДПС на изменение прочностных и эксплуатационных характеристик бетонных композиций были изготовлены серии образцов модифицированного мелкозернистого бетона. Набор прочности осуществлялся в стандартных тепловлажностных условиях. Составы для испытаний представлены в табл. 1.

Определялись плотность, показатели прочности при сжатии, изгибе, водопоглощение. Оценивалась коррозионная стойкость бетонной полимерцементной композиции. Показатели определялись в сравнении при модификации мелкозернистого бетона ненаполненой ДПС И НДПС, наполненной абразивными частицами и углеволокном в соотношении равном 1,0.

Таблица 1

Составы мелкозернистого бетона, модифицированного НДПС

Составы	Соотношения по массе			
	В/Ц	Песок/цемент	НДПС/цемент	ДПС/цемент
Контрольный образец (КО)	0,4	3:1	—	—
Состав 1	0,4	3:1	0,1…0,3	—
Состав 2	0,4	3:1	—	0,1…0,3

В таблице 2 представлены результаты эксперимента при варьировании П/Ц в композиции. Взаимоотношение между изменением прочностных характеристик бетона и величины П/Ц показывает, что максимальных значений показатель прочности при сжатии достигает при введении полимерного модификатора НДПС в области 0,2…0,25.

Таблица 2

Изменение свойств полимерцементной композиции в зависимости от количества модификатора НДПС/ДПС

Свойства	Технические характеристики составов (через 28 сут.)				
	КО	П/Ц = 0,1	П/Ц = 0,2	П/Ц = 0,25	П/Ц = 0,3
Плотность, кг/м^3	2180	2075/2045	1980/2010	1790/1810	1725/1724
Прочность при сжатии, МПа	21,8	45,6/50,3	58,3/54,2	59,4/60,3	60,1/62,8
Прочность при изгибе, МПа	1,7	4,5/6,9	6,9/8,4	9,2/10,2	9,5/11,5
Водопоглощение, %	11,8	3,5/2,4	1,6/1,7	0,6/0,8	0,7/0,5

Причем наполнение ДПС дисперсными частицами и дискретными волокнами оказывает идентичное действие в структуре композиции, способствуя снижению ее плотности. Так плотность снизилась на 25 % при использовании как ненаполненной ДПС, так и наполненной НДПС. В сравнении с исходным образцом показатель прочности при сжатии увеличился практически в 3 раза. Но наибольший эффект от модификации мелкозернистых составов НДПС проявился в росте показателя прочности при изгибе, он вырос в 10 раз. Показатель водопоглощения уменьшился в среднем в 10 раз.

Тенденции изменения технических характеристик полимербетонной композиции при ее модификации НДПС представлены в графическом виде на рис. 3—6.

Такое значительное изменение технических характеристик позволяет расширить область использования полученных составов полимерцементной композиции, модифицированной ДПС и НДПС.

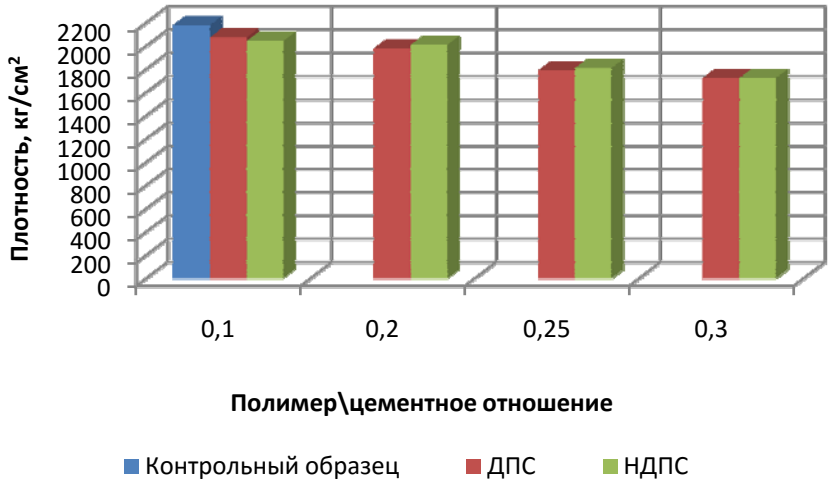


Рис. 3. Изменение плотности полимерцементной композиции, модифицированной наполненной НДПС в зависимости от П/Ц

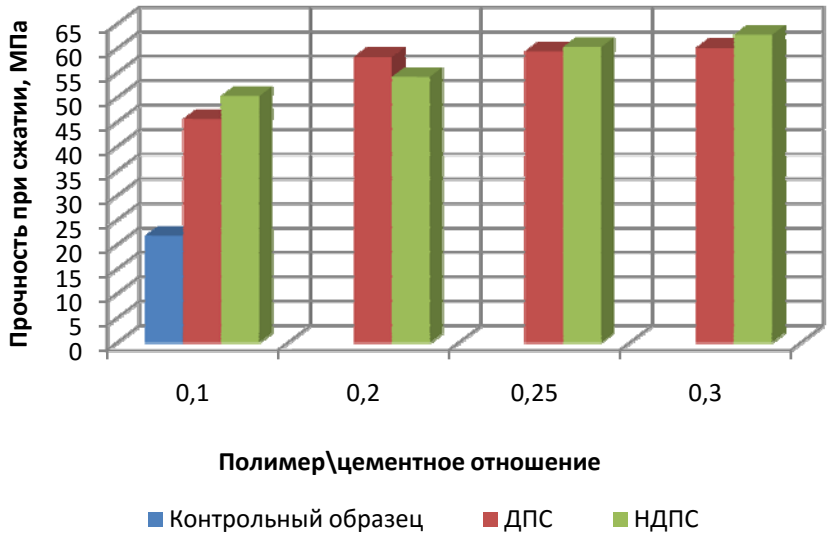


Рис. 4. Изменение прочности при сжатии полимерцементной композиции, модифицированной наполненной НДПС в зависимости от П/Ц

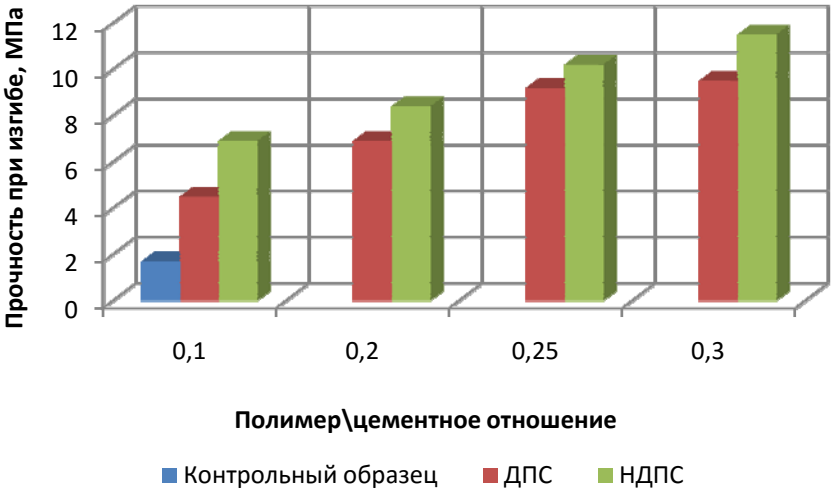


Рис. 5. Изменение прочности при изгибе полимерцементной композиции, модифицированной наполненной НДПС в зависимости от П/Ц

При действии агрессивных сред на полимерцементную композицию, модифицированную НДПС, в ее структуре будут происходить физические и химические процессы, аналогичные тем, что имеют место и при воздействии агрессивных сред на полимерное покрытие на основе НДПС. При этом необходимо учесть, что основным компонентом НДПС является порошкообразная эпоксидная смола, которая после отверждения в смеси с фенолформальдегидной смолой, отличается повышенной механической прочностью, тепловой и химической стойкостью.

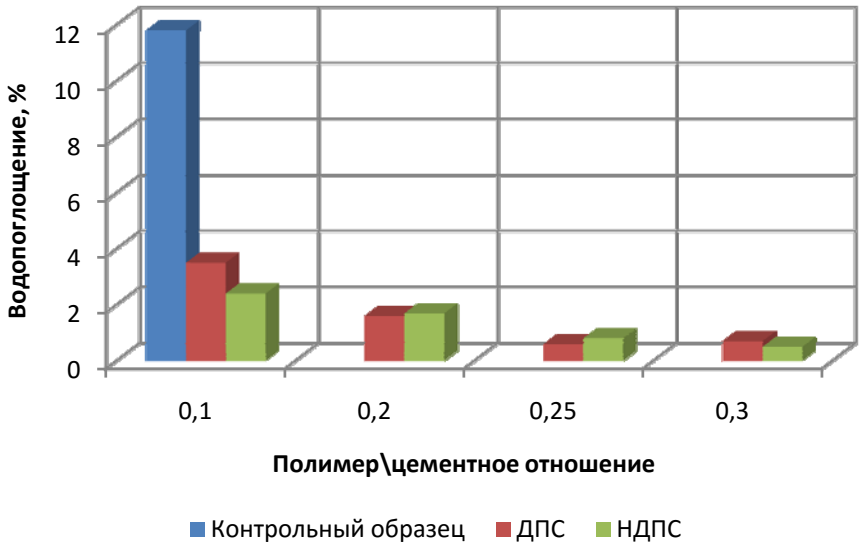


Рис. 6. Изменение водопоглощения полимерцементной композиции модифицированной наполненной НДПС в зависимости от П/Ц

Исследования химической стойкости модифицированной полимерцементной композиции проводили в кислых и щелочных растворах по общепринятым методикам [8—12], по итогам промежуточных испытаний определяли изменение массы образцов — Δm, %; коэффициент химической стойкости — $K_{хс}$ (табл. 3).

Таблица 3

Изменение показателей химической стойкости полимерцементной композиции, модифицированной НДПС, в различных агрессивных средах

Показатели	Время экспонирования, сут.						
	0	30	60	90	180	270	360
5%-й раствор ортофосфорной кислоты							
Δm, %	0	0,07	0,09	0,112	0,113	0,134	0,140
$K_{хс}$	1	0,990	0,981	0,975	0,968	0,975	0,960
3%-й раствор азотной кислоты							
Δm, %	0	0,131	0,213	0,321	0,409	0,513	0,534
$K_{хс}$	1	0,960	0,931	0,870	0,821	0,810	0,821
5%-й раствор соляной кислоты							
Δm, %	0	0,035	0,055	0,088	0,120	0,130	0,132
$K_{хс}$	1	0,924	0,926	0,870	0,854	0,823	0,824
10%-й раствор лимонной кислоты							
Δm, %	0	0,430	0,382	0,392	0,117	0,135	0,154
$K_{хс}$	1	0,961	0,942	0,937	0,896	0,880	0,883
25%-й раствор аммиака							
Δm, %	0	0,077	0,101	0,144	0,215	0,257	0,306
$K_{хс}$	1	0,971	0,952	0,932	0,961	0,875	0,865

Результаты экспериментов представлены в виде графических зависимостей изменения коэффициента химической стойкости, изменения массы образцов от времени экспонирования композиции (рис. 7, 8).

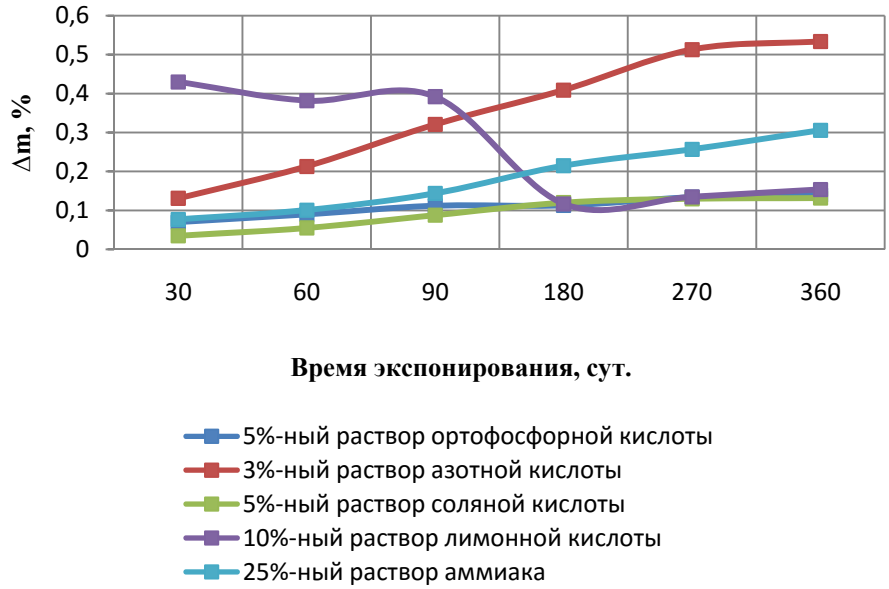


Рис. 7. Изменение массопоглощения полимерцементной композиции, модифицированной ненаполненной ДПС

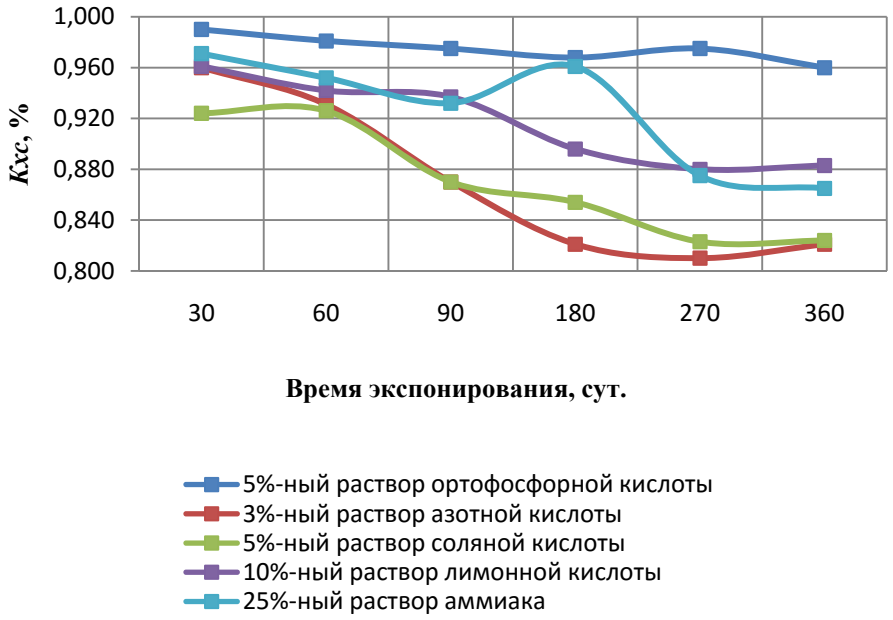


Рис. 8. Изменение коэффициента химической стойкости полимерцементной композиции, модифицированной наполненной НДПС

Наблюдается рост массы образцов полимербетонной композиции в растворах ортофосфорной, соляной и азотной кислот, аммиака. Могут происходить процессы химического взаимодействия реакционноспособных компонентов композита (песчаный наполнитель) и электролита с образованием растворимых в воде солей. Но в нашем случае прирост массы образцов обусловлен образованием в композите нерастворимых соединений, которые кристаллизуются в порах и уплотняют структуру на начальной стадии воздействия, но могут и разрушить ее с увеличением объема сверхкритического предела [19—24]. Иначе обстоит дело при воздействии на композицию раствора лимонной кислоты. Резкое снижение массы образцов сопровождается в дальнейшем ее стабилизацией. Деструкция в этом случае может быть вызвана процессами вымывания из композита десорбцией компонентов растворимых в воде, в частности, песчаного наполнителя [25—29].

Изменение коэффициента химической стойкости подтверждает высказанную гипотезу роста показателя массопоглощения. Прирост массы образцов в растворах азотной и соляной кислот в среднем на 20 % не сдерживает снижение $K_{хс}$ в среднем на 15 %. Следовательно, увеличение массопоглощения можно объяснить уплотнением структуры полимерцементной композиции за счет образования соматричной фазы. Поведение композиции в растворе аммиака нельзя назвать однозначным. При воздействии же лимонной кислоты на композицию снижение $K_{хс}$ составляет 8…10 %.

С учетом всего вышеизложенного следует отметить, что полимерцементную композицию, модифицированную НДПС можно считать коррозионностойкой, так как значение $K_{хс}$ не уменьшилось ниже допускаемого значения 0,8.

Выводы

1. Введение в состав бетонной смеси порошкообразной НДПС совместно с цементом и заполнителем позволило получить новый полимерцементный композит. Добавка КОЖ 136-41 придала частицам ДПС и наполнителю гидрофильности. Образование соматричной структуры композиции с монолитной решеткой, в которой полимерная фаза проникает через фазу продуктов гидратации цемента, обусловила изолирующий эффект полимерных пленок и мембран в структуре. Что приводит к снижению проницаемости за счет сопротивления внутреннему передвижению жидкостей, при этом растет химическая стойкость композиции. Этот эффект усиливается при введении наполненной системы НДПС в составы бетонных композиций.

2. Для модификации мелкозернистого бетона П/Ц было выбрано в диапазоне от 0,1 до 0,3. Определялись плотность, показатели прочности при сжатии, изгибе, водопоглощение. Максимальных значений показатели прочности достигают при введении полимерного модификатора НДПС в области 0,2…0,25 П/Ц, что не противоречит существующим теоретическим положениям. Показатель плотности снизился на 25 % при использовании как ненаполненной ДПС, так и наполненной НДПС. Прочность при сжатии увеличился в 3 раза. Наибольший эффект от модификации мелкозернистых составов НДПС проявился в росте показателя прочности при изгибе, он вырос в 10 раз. Показатель водопоглощения уменьшился в среднем в 10 раз.

3. Исследования химической стойкости модифицированной НДПС полимерцементной композиции проводили в кислых и щелочных растворах по

общепринятой методике. Прирост массы образцов в растворах азотной и соляной кислот в среднем на 20 % не сдерживает снижение K_{xc} в среднем на 15 %. Рост массопоглощения образцов объясняется уплотнением структуры полимерцементной композиции за счет образования соматричной фазы. При воздействии же лимонной кислоты на композицию снижение K_{xc} составляет 8…10 %. Полимерцементную композицию, модифицированную НДПС, можно считать коррозионностойкой, так как значение K_{xc} не опустилось ниже допускаемого значения 0,8.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Sudarsana Rao H., Somashekaraiah H. M., Ghorpade Vaishali G.* Strength and workability characteristics of fly ash based glass fibre reinforced high-performance concrete // International Journal of Engineering Science and Technology. 2011. Vol. 3. Iss. 8. Pp. 6266—6277.

2. *Havlikova I.* Modified Cement-Based Mortars: Crack Initiation and Volume Changes // Materiali in Tehnologije. 2015. Vol. 49. Iss. 4. Pp. 557—561.

3. *Рыбьев И. А., Жданова Н. И.* Создание строительных материалов с заданными свойствами // Известия вузов. Строительство. 2003. Вып. 3. С. 45—48.

4. *Рыбьев И. А, Жданова Н. И.* Проектирование состава бетона оптимальной структуры с использованием компьютерной программы EXCEL // Известия вузов. Строительство. 2000. Вып. 12. С. 33—37.

5. *Соловьева В. Я.* Проектирование высокопрочного бетона с улучшенными физико-механическими характеристиками // Бетон и железобетон. 2007. Вып. 3. С. 16—18.

6. *Струлев С. А., Ярцев В. П.* Полимербетон на основе эпоксидной и полиэфирной смол с использованием асбофрикционных отходов // Academia. Архитектура и строительство. 2011. Вып. 3. С. 109—111.

7. *Тринкер А. Б.* Управление структурой и свойствами бетона // Технологии бетонов. 2012. Вып. 11—12. С. 34—38.

8. *Соломатов В. И., Селяев В. П.* Химическое сопротивление композиционных строительных материалов. М.: Стройиздат, 2002. 312 с.

9. *Уоррен К.* Новые интеллектуальные материалы и конструкции. М.: Техносфера, 2013. 224 с.

10. *Чистов Ю. Д., Краснов М. В.* Наномодификаторы в неавтоклавном ячеистом бетоне // Технологии бетонов. 2010. Вып. 7—8. С. 68—71.

11. *Дворкин Л. И., Год В. И., Дворкин О. Л.* Испытания бетонов и растворов. Проектирование их составов. М.: Инфра-Инженерия, 2008. 432 с.

12. *Дубницкий В. Ю., Чернявский В. Л.* Оценка коррозионного состояния бетона при сложных агрессивных воздействиях // Известия вузов. Строительство и архитектура. 1988. Вып. 10. С. 20—22.

13. Защита строительных конструкций промышленных зданий от коррозии / Под ред. Ф. М. Иванова, Ю. А. Савиной. М.: Стройиздат, 2012. 174 с.

14. Исследования в области защиты бетона и железобетона от коррозии в агрессивных средах: сборник трудов НИИЖБ. М.: Стройиздат, 2008. 72 с.

15. *Оудиан Дж.* Основы химии полимеров / Под ред. З. Г. Роговина. М.: Химия, 2006. 326 с.

16. *Зубов П. И., Сухорева Л. А.* Структура и свойства полимерных покрытий. М.: Химия, 2009. 25 с.

17. *Ngog Thanh Tran*. Fracture energy of ultra-high-performance fiber-reinforced concrete at high strain rates // Cement and Concrete Research. 2015. Vol. 101. Iss. 1. Pp. 80—90.

18. *Соломатов В. И., Федорцов А. П.* Позитивный эффект коррозии полимербетонов // Бетон и железобетон. 1981. Вып. 2. С. 20—25.

19. *Mohammeda M. K., Al-Hadithi A. I., Mohammed M. H.* Production and optimization of eco-efficient self-compacting concrete SCC with limestone and PET // Construction and Building Materials. 2019. Vol. 197. Pp. 734–746.

20. *Foreman Matthew R., Vollmer Frank.* Optical Tracking of Anomalous Diffusion Kinetics in Polymer Microspheres // Physical Review Letters. 2015. Vol. 114. Iss. 11. Pp. 257—266.

21. *Gadzhiev A. M., Kurbanov R. M., Khadzhishalapov G. N.* The influence of the filler grain composition on the properties of the heat-resistant basaltic // Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences. 2017. Vol. 44. Iss. 3. Pp. 146—155.

22. *Ратнер С. Б., Ярцев В. П.* Физическая механика пластмасс. Как прогнозируют работоспособность. М.: Химия, 2015. 320 с.

23. *Burkhanova R. A., Akchurin T. K., Stefanenko I. V.* Modified heat-resistant concrete using slag aggregates // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 962. 9 p. URL : https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/962/2/022015/pdf.

24. *Бурханова Р. А, Евстафьева Н. Ю., Акчурин Т. К.* Наполнение эпоксидных полимеров как фактор получения многокомпонентной композиции с улучшенными прочностными свойствами // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2020. Вып. 4(81). С. 151—161.

25. *Sun Hongfang, Zishanshan Li, Shazim Ali Memon*. Influence of ultrafine 2CaO center dot SiO_2 powder on hydration properties of reactive powder concrete // Materials. 2015. Vol. 8. Iss. 9. Pp. 6195—6207.

26. *Skazlic M., Skazlic Z., Majer J.* Application of high performance fibre reinforced shotcrete for tunnel primary support // Proceedings of the 10th International Conference. Shotcrete for Underground Support. 2012. Pp. 206—214.

27. *Shi X. S., Collins E. G., Zhao X. L.* Mechanical properties and microstructure analysis of fly ash geopolymeric recycled concrete // Journal of Hazardous Materials. 2012. Vol. 237. Pp. 20—29.

28. *Balakrishna M. N., Mohamad F., Evans R.* Durability of concrete with differential concrete mix design // International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). 2020. Vol. 7. Iss. 4. Pp. 696—701.

29. *Al-Hadithi A. I., Hilal N. N.* The possibility of enhancing some properties of self-compacting concrete by adding waste plastic fibers // Journal of Building Engineering. 2016. Vol. 8. Pp. 20—28.

© Бурханова Р. А., Евстафьева Н. Ю., Акчурин Т. К., 2021

Поступила в редакцию
в апреле 2021 г.

Ссылка для цитирования:

Бурханова Р. А., Евстафьева Н. Ю., Акчурин Т. К. Изменение свойств полимерцементных композиций при их модификации двухкомпонентной полимерной системой холодного отверждения // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 2(83). С. 36—45.

Об авторах:

Бурханова Рената Анверовна — канд. техн. наук, доц. каф. строительных материалов и специальных технологий, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; renata_vlg@mail.ru

Евстафьева Наталья Юрьевна — инженер лаборатории № 1 каф. энергоснабжения, теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; n16121976@yandex.ru

Акчурин Талгать Кадимович — советник РААСН, канд. техн. наук, проф., зав. каф. строительных материалов и специальных технологий, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; Scopus ID: 57190967539; info@vgasu.ru

Renata A. Burkhanova, Natal'ya Yu. Evstaf'eva, Talgat K. Akchurin

Volgograd State Technical University

CHANGE IN THE PROPERTIES OF POLYMERCEMENT COMPOSITIONS DURING THEIR MODIFICATION WITH A TWO-COMPONENT POLYMER COLD CURING SYSTEM

The article deals with a filled two-component cold curing polymer system (FTPS). To assess the influence of the FTPS modifier on the change in the strength and performance characteristics of concrete compositions, a series of samples of modified fine-grained concrete were made. Strength gain

was carried out under standard thermal and humidity conditions. Density, compressive strength, bending strength, water absorption were determined. The corrosion resistance of the concrete polymer-cement composition was evaluated. The indicators were determined in comparison when modifying fine-grained concrete with unfilled TPS and FTPS filled with abrasive particles and carbon fiber in a ratio of 1.0. Such a change in technical characteristics makes it possible to significantly expand the area of application of the obtained compositions of a polymer-cement composition modified with TPS and FTPS.

K e y w o r d s: two-component polymer system (FTPS), modified concrete, density, compressive strength, flexural strength, water absorption, corrosion resistance.

For citation:

Burkhanova R. A., Evstaf'eva N. Yu., Akchurin T. K. [Change in the properties of polymercement compositions during their modification with a two-component polymer cold curing system]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. *Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2021, iss. 2, pp. 36—45.

About authors:

Renata A. Burkhanova — Candidate of Engineering Sciences, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; renata_vlg@mail.ru

Natal'ya Yu. Evstaf'eva — Engineer, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; n16121976@yandex.ru

Talgat K. Akchurin — Candidate of Engineering Sciences, Professor, RAASN advisor, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; Scopus ID: 57190967539; info@vgasu.ru

УДК 691.542

А. А. Крутилин[а], Т. В. Крапчетова[б], О. К. Пахомова[а], Н. А. Инькова[а]

[а] Себряковский филиал Волгоградского государственного технического университета
[б] АО «Себряковцемент»

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВВОДА ШЛАКА ПРИ ПОМОЛЕ КЛИНКЕРА НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛУЧАЕМОГО ЦЕМЕНТА В УСЛОВИЯХ АО «СЕБРЯКОВЦЕМЕНТ»

Проведено исследование влияния ввода шлака при помоле клинкера на прочностные характеристики получаемого цемента.

К л ю ч е в ы е с л о в а: цемент, шлак, характеристика исходных материалов, физико-механические испытания, гидравлический пресс.

В соответствии с ГОСТ 31108-2016 портландцемент может быть не только бездобавочным, но и содержать минеральную добавку от 5 до 95 %. В качестве минеральных добавок — основных компонентов цемента, применяют гранулированный шлак по ГОСТ 3476-2019, активные минеральные добавки — пуццоланы, глиежи, микрокремнезем, золы-уноса, обожженные сланцы и добавку-наполнитель известняк по соответствующим нормативным документам. Применительно к АО «Себряковцемент» рассмотрена возможность использования в качестве основного компонента в цементе доменного гранулированного шлака в количестве, не снижающем его основные показатели и класс прочности согласно стандарту.

Целью данной работы являются сравнительный анализ цементов, содержащих разное количество добавки по ГОСТ 31108—2016, и рассмотрение возможности повышения класса прочности и улучшения свойств цементов с повышенным содержанием шлака.

Для достижения цели были проведены физико-механические испытания цементов. На основании сравнительного анализа сделаны соответствующие выводы о влиянии количества добавки на свойства готового вяжущего.

В качестве основного материала для испытаний использовали:

- портландцементный клинкер, полученный в условиях АО «Себряковцемент»; характеристика клинкера приведена в табл. 1, 2;
- доменный гранулированный шлак, по коэффициенту качества соответствующий второму сорту по ГОСТ 3476-2019; характеристика шлака приведена в табл. 3;
- камень гипсоангидритовый II—III сорт в соответствии с ГОСТ 4013-2019.

Исследовательская работа проводилась по следующим основным этапам.

Первым этапом в промышленных условиях осуществлялся помол образцов, вещественный состав которых представлен в табл. 4. Для помола использовалась шаровая мельница ∅ 3×14 м производительностью 50 т/ч, работающая в открытом цикле.

Таблица 1

Химико-минералогический состав портландцементного клинкера АО «Себряковцемент»

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	п	р	K_H	C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF	MgO
21,56	5,31	4,30	66,72	2,25	1,24	0,94	66,00	12,02	6,78	13,06	1,51

Таблица 2

Физико-механические свойства портландцементного клинкера АО «Себряковцемент»

Сроки схватывания, начало, (ч:мин)	Объемный вес, г/см^3		Активность, МПа	
	Свободное состояние	Уплотненное состояние	2 сут.	28 сут.
2:30	1,43	1,58	24,81	51,98

Таблица 3

Химический состав доменного гранулированного шлака

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	TiO_2	K_1
38,35	6,66	1,04	39,65	11,83	0,96	1,37

Таблица 4

Вещественный состав цементов

№ образца	Состав, %		
	клинкер	гипс	шлак
1	94	6	0
2	89	6	5
3	79	6	15
4	54	6	40

На втором этапе в условиях испытательной лаборатории был проведен анализ физико-механических свойств полученных образцов цемента. Образцы испытывались по следующим характеристикам:

- прочность на изгиб и сжатие в возрасте 2 и 28 сут.;
- тонкость помола;
- удельная поверхность;
- содержание основных добавок: SO_3 и доменного шлака;
- сроки схватывания.

Определение данных показателей проводилось согласно методике, указанной в ГОСТ 30744-2001. В качестве испытательного оборудования применялись следующие приборы:

- прибор Вика для определения сроков схватывания;
- рассеиватель пневматический РП-5 для определения тонкости помола;
- поверхностимер ПСХ-12 для определения удельной поверхности.

Основным критерием при сравнительном анализе полученных образцов в исследовательской работе являлась их прочностная характеристика, на основании которой присваивается класс прочности готового цемента.

Согласно стандарту для испытания данной характеристики используются пресса с предельной нагрузкой до 500 кН, обеспечивающие нагружение образца в режиме чистого сжатия. Погрешность измерения нагрузки не должна быть более ±1 % в верхних 4/5 диапазона измерения.

Этим требованиям вполне отвечает гидравлический пресс ИП-1000, который был применен в качестве испытательной машины для определения пределов прочности на изгиб и сжатие образцов-балочек. Пресс ИП-1000 модифицирован измерительной системой СИ-2, которая отображает в реальном времени создаваемую на образце нагрузку и скорость нагружения в кН/с, имеет 4 уровня защиты от перегрузки и 3 диапазона измерения.

Соответствие всех указанных измерительных приборов требованиям стандарта и метрологическим характеристикам дает высокую гарантию достоверности результатов испытаний (табл. 5).

Таблица 5

Результаты испытаний образцов цементов

№	Тонкость помола, %	Удельная поверхность, $м^2/кг$	Сроки схватывания, ч:мин		Прочность, МПа, 2 сут.		Прочность, МПа, 28 сут.		Содержание SO_3, %	Содержание шлака, %
			начало	конец	изгиб	сжатие	изгиб	сжатие		
1	2	304	3:15	4:45	4,51	21,35	7,96	50,31	2,54	0
2	7,9	306	3:00	4:30	4,34	17,84	7,18	49,14	2,74	5
3	7,4	318	2:45	3:45	4,67	15,48	6,90	46,83	2,64	15
4	9,4	305	2:35	4:00	3,02	12,36	5,48	39,01	2,96	40

На третьем этапе был проведен анализ полученных данных и построены диаграммы, наглядно показывающие различный характер цементов с разным содержанием добавки доменного гранулированного шлака (рис. 1—3).

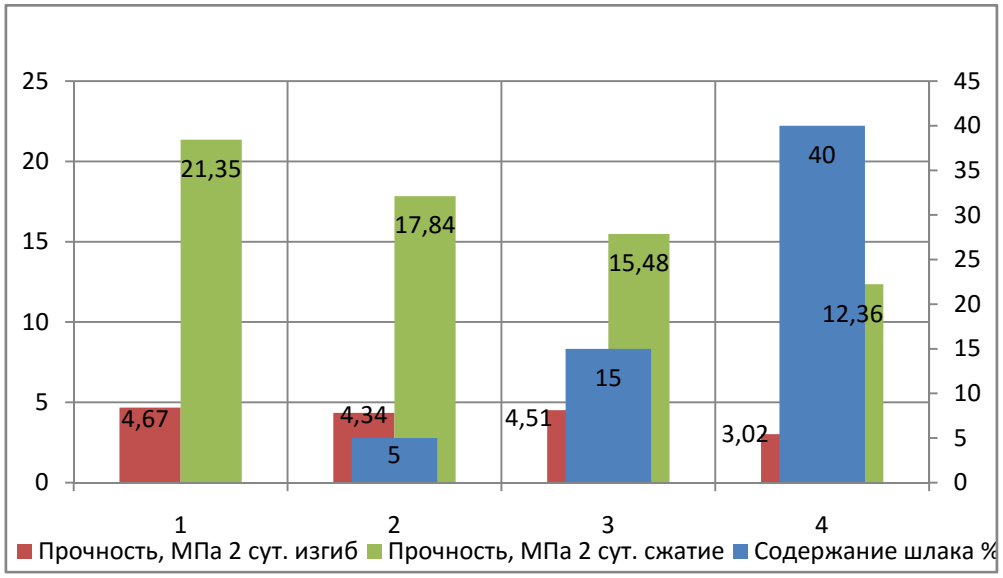


Рис. 1. Зависимость активности цемента в возрасте 2 суток от количества шлака

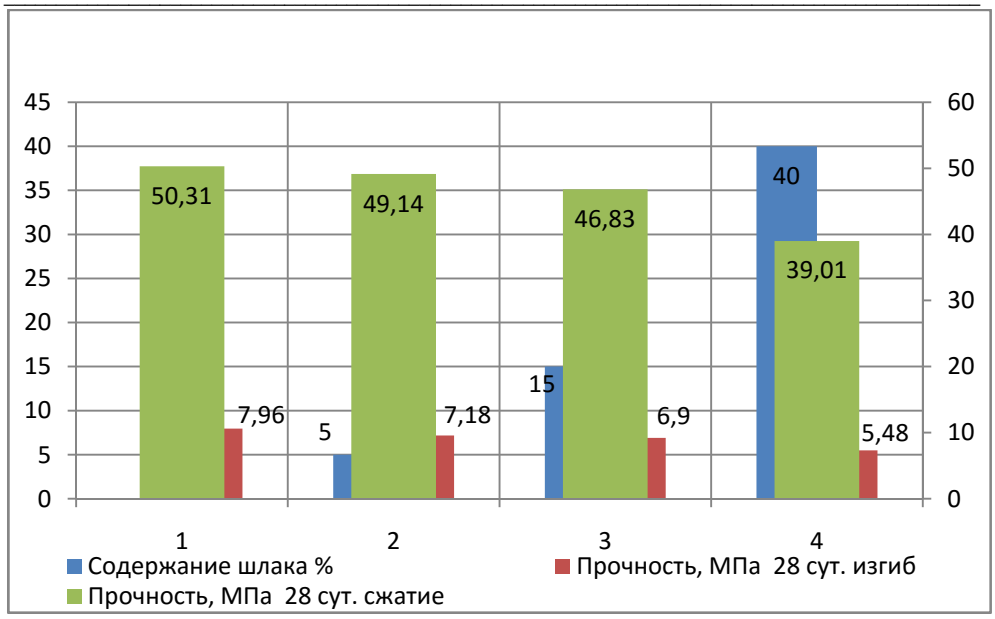


Рис. 2. Зависимость активности цемента в возрасте 28 суток от количества шлака

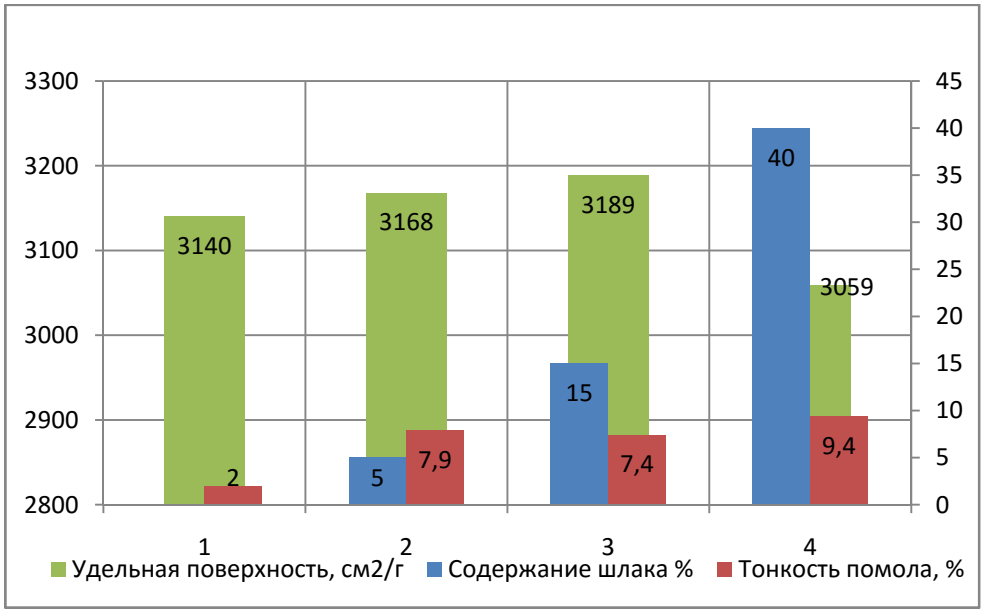


Рис. 3. Зависимость удельной поверхности и тонкости помола цемента от количества шлака

Исходя из полученных данных, образец 1 без содержания шлака имеет самую высокую активность в возрасте 28 суток (что определяет его марочную прочность).

С увеличением ввода шлака до 5 и 15 % (образцы 2, 3) прочностные характеристики незначительно падают, что в принципе не влияет на класс прочности, и образцы вполне соответствуют классу 42,5.

Увеличение шлака до 40 % (образец 4) приводит к резкому снижению активности цемента на целую марку. При этом также наблюдается изменение таких параметров, как тонкость помола и удельная поверхность цемента в худшую сторону.

Выводы

Возможно, регулируя тонкость помола по удельной поверхности в сторону ее повышения, можно получить цементы с более высокими прочностными характеристиками, в т. ч. и у цементов с повышенным содержанием добавок (в частности, доменного шлака).

Одним из путей является модернизация мельниц помола открытого цикла с установкой сепараторов. В итоге замкнутый цикл, при котором материал неоднократно возвращается на домол до нужной тонкости, позволяет регулировать гранулометрический состав цементов, получая более высокие показатели свойств удельной поверхности. Кроме того, повышается производительность мельниц, снижаются энергозатраты. Сепаратор оптимизирует работу мельницы, предотвращает переизмельчение тонких частиц и расширяет возможности совместного помола материалов с различной размалываемостью.

Следующим этапом исследовательской работы предполагается получение цементов того же состава, что описаны в образцах 1—4, в мельницах замкнутого цикла с целью добиться улучшения свойств и достижения класса прочности не менее 42,5 МПа у цементов с повышенным содержанием доменного гранулированного шлака.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Влияние способов помола на реологию тонкомолотых многокомпонентных цементов. В сборнике: Наукоемкие технологии и инновации / Н. И. Алфимова, П. В. Трунов, Е. Е. Шадский, Д. Ю. Попов и др. // Юбилейная Международная научно-практическая конференция, посвященная 60-летию БГТУ им. В. Г. Шухова (XXI научные чтения), 2014. С. 28—31.

2. Использование промышленных отходов в производстве вяжущих веществ. В сборнике: Междисциплинарные подходы в материаловедении и технологии. Теория и практика / А. Н. Боцман, А. В. Ищенко, С. А. Захаров, М. С. Челядник // Сборник трудов Всероссийского совещания заведующих кафедрами материаловедения и технологии материалов. Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. 2015. С. 45—48.

3. *Евченко К. А*. Зависимость прочностных характеристик шлакопортландцемента от наличия доменного шлака // Сборник трудов XI Международного молодежного форума «Образование. Наука. Производство». Материалы форума. Белгород, 2019.

4. Влияние доменного шлака на качество цемента по ГОСТ 31108-2003 / Ф. Л. Капустин, Д. В. Рагозин, А. А. Кузнецов, И. С. Семериков и др. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2010. № 15. С. 22—24.

5. *Лесовик В. С., Агеева М. С., Иванов А. В.* Гранулированные шлаки в производстве композиционных вяжущих // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. 2011. № 3. С. 29—32.

6. *Михин А. С.* Сравнение эффективности производства цемента на ОАО «Себряковцемент» по мокрому, полусухому и сухому способам // ALITinform: Цемент. Бетон. Сухие смеси. 2015. № 4—5. URL: https://alitinform.ru/articlenoce/sravnenie-effektivnosti-proizvodstva-cementa-na-oao-sebryakovcement-po-mokromu-polusuhomu-i-suhomu-sposobam/

7. *Панюшкина Т. А., Иноземцев Т. В., Фатиев М. М.* Регулятор реологических свойств цементных материалов // Труды I Международного совещания по химии цемента. М.: РХТУ, 2000.

8. *Новоселов А. Г., Вакуленко Е. А., Ершова Ю. И.* Исследование влияния шлака ОЭМК на свойства клинкера и цемента. В сборнике: Наукоемкие технологии и инновации // Сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В. Г. Шухова. 2019. С. 122—127.

9. *Kim Y., Lee K. M., Bang J. W.* Effect of W/C Ratio on Durability and Porosity in Cement Mortar with Constant Cement Amount // Materials Science and Engineering. 2015. DOI: 10.1155/2014/273460.

10. Cement, Lime and Magnésium Oxide Manufacturing Industries. Sevila: Europan Commission. 2009. URL: https://docplayer.net/20635482-Cement-lime-and-magnesium-oxide-manufacturing-industries.html.

11. *Bouny B. V., Kinomura K., Thiery M.* Easy assessment of durability indicators for service life prediction or quality control of concretes with high volumes of supplementary cementitious materials // Cement and Concrete Composites. 2011. URL: https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00913221.

12. Mechanisms of cement hydration / J. W. Bullard, H. M. Jennings, R. A. Livingston et al. // Cement and Concrete Research. 2011. Vol. 41. Pp. 1208—1223.

13. *Singh N. B., Shivani C., Rai S.* Chemistry of portland cement // Journal of the Indian Chemical Society. 2003. Vol. 80. Iss. 4. Pp. 319—325.

14. Taylor HFW. Cement Chemistry. 2nd Edition. Thomas Telford, 1997.

15. *Hanehara S., Yamada K.* Interaction between cement and chemical admixture from the point of cement hydration, absorption behaviour of admixture, and paste rheology // Cement and Concrete Research. 1999. Vol. 29. Iss. 8. Pp. 1159—1165.

© Крутилин А. А., Крапчетова Т. В., Пахомова О. К., Инькова Н. А., 2021

Поступила в редакцию
в апреле 2021 г.

Ссылка для цитирования:

Исследование влияния ввода шлака при помоле клинкера на прочностные характеристики получаемого цемента в условиях АО «Себряковцемент» / А. А. Крутилин, Т. В. Крапчетова, О. К. Пахомова, Н. А. Инькова // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 2(83). С. 46—52.

Об авторах:

Крутилин Александр Александрович — канд. техн. наук, доц. каф. строительных материалов и специальных технологий, Себряковский филиал Волгоградского государственного технического университета (СФ ВолгГТУ). Российская Федерация, 403343, Волгоградская область, г. Михайловка, ул. Мичурина, 21

Крапчетова Татьяна Владимировна — инженер-аналитик, АО «Себряковцемент». Российская Федерация, 403342, Волгоградская область, г. Михайловка, ул. Индустриальная, 2

Пахомова Олеся Константиновна — старший преподаватель каф. строительных материалов и специальных технологий, Себряковский филиал Волгоградского государственного технического университета (СФ ВолгГТУ). Российская Федерация, 403343, Волгоградская область, г. Михайловка, ул. Мичурина, 21

Инькова Надежда Александровна — старший преподаватель каф. строительных материалов и специальных технологий, Себряковский филиал Волгоградского государственного технического университета (СФ ВолгГТУ). Российская Федерация, 403343, г. Михайловка, ул. Мичурина, 21

Alexander A. Krutilin[a], Tatyana V. Krapchetova[b], Olesya K. Pakhomova[a], Nadezhda A. Inkova[a]

[a] Sebryakovsk branch of Volgograd State Technical University
[b] JSC "Sebryakovcement"

RESEARCH OF THE INFLUENCE OF SLAG INLET WHEN MILLING THE CLINKER ON STRENGTH CHARACTERISTICS OF THE RECEIVED CEMENT UNDER THE CONDITIONS OF JSC "SEBRYAKOVCEMENT"

A study of the influence of slag water during clinker grinding on the strength characteristics of the resulting cement has been carried out.

K e y w o r d s: cement, slag, characteristics of raw materials, physical and mechanical tests, hydraulic press.

For citation:

Krutilin A. A., Krapchetova T. V., Pakhomova O. K., Inkova N. A. [Research of the influence of slag inlet when milling the clinker on strength characteristics of the received cement under the conditions of JSC “Sebryakovcement”]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. *Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2021, iss. 2, pp. 46—52.

About authors:

Alexander A. Krutilin — Candidate of Engineering Sciences, Sebryakovsk Branch of Volgograd State Technical University. 21, Michurina st., Mikhailovka, 403343, Russian Federation

Tatyana V. Krapchetova — engineer-analyst, JSC “Sebryakovcement”. 2, Industrialnaya st., Mikhailovka, 403342, Russian Federation

Olesya K. Pakhomova — Senior Lecturer of Building Materials and Special Technologies Department, Sebryakovsk Branch of Volgograd State Technical University. 21, Michurina st., Mikhailovka, 403343, Russian Federation

Nadezhda A. Inkova — Senior Lecturer of Building Materials and Special Technologies Department, Sebryakovsk Branch of Volgograd State Technical University. 21, Michurina st., Mikhailovka, 403343, Russian Federation

УДК 625.862

А. И. Лескин, С. В. Алексиков, Д. И. Гофман, И. В. Стефаненко

Волгоградский государственный технический университет

КОМПЛЕКСНОЕ ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЯЖУЩЕЕ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ СЛАБОПРОЧНЫХ ИЗВЕСТНЯКОВЫХ ОТСЕВОВ

В работе представлены результаты экспериментальных исследований и оценки практического использования отсевов слабопрочных известняков, загрязненных грунтом. Проведены сопоставимые испытания исходных отсевов, чистого и загрязненного, определены гранулометрические составы, содержание глинистых примесей, карбонатных и прочих включений, оптимальные влажности и объемные массы при стандартном уплотнении. Подобраны и испытаны минеральные смеси с различным содержанием вяжущего, описаны процессы формирования их структуры.

К л ю ч е в ы е с л о в а: отсевы дробления, известняки, прочность, эмульсия, вяжущее.

Введение

Актуальным направлением ресурсосбережения в дорожном строительстве является применение слабопрочных известняков при сооружении оснований и покрытий автомобильных дорог [1]. На территории Волгоградской области согласно перечню действующих лицензий на пользование участками недр местного значения, содержащими общераспространенные полезные ископаемые, по состоянию на 05.02.2021 действует 8 месторождений — Перекопское, Арчединское, Липкинское, Зимовское, Калининское, Муруговское, Шляховское и Жирновское[1]. Их полезную толщу слагают необводненные карбонатные породы верхней части фаунистической зоны касимовского яруса, а продуктивные отложения представлены известняками, которые переслаиваются с доломитами.

В карьерах месторождений накопилось большое количество вскрышных пород и отсевов дробления щебня фракций 0…20 мм с грунтовыми примесями. Данный материал ввиду несоответствия ряда его количественных и качественных характеристик действующим нормативным документам, регламентирующим их применение в дорожном строительстве, не в полной мере используется организациями, производящими работы и из конуса дробильно-сортировочных установок транспортируется в отвал. Объем накопившихся отвалов отсевов дробления и отходов разрабатываемой породы составляет более 1,510 млн м^3. Поэтому анализ и оценка возможности использования в конструктивных слоях дорожной одежды данного материала является актуальной задачей.

Постановка задачи

Природная цементирующая способность слабопрочных известняков, основанная на принципе водосвязности, то есть самоцементации, в условиях уплотнения с поливом водой показала хорошие результаты для IV и V дорожно-климатических зон [2]. Пример долголетней службы основания из малопрочного известняка с покрытием из того же материала, обработанного

[1] URL: https://oblkompriroda.volgograd.ru/other/licenses/

органическим вяжущим, показан авторами в работах [3—5]. А. К. Славуцкий приводит ориентировочные количества жидкого битума при смешивании со слабопрочным известняком для вариантов с различным содержанием известняковой пылеватой фракции, с увеличением которой требуется 9…10 % вяжущего [3]. Большое количество вяжущего вызвано усиленной адсорбционной способностью мелких частиц известняка и трудностью его равномерного распределения. Согласно СП 34.13330—2012 п. 8.33 табл. 8.9 для автомобильных дорог общего пользования рекомендована и нормирована минимальная толщина слоя из каменных материалов и грунтов, обработанных органическим или неорганическим вяжущим в 10 см, а работоспособность дорожной одежды определяется фактическим модулем упругости в неблагоприятный весенне-осенний период при известной интенсивности движения.

Слабопрочный известняк с большим содержанием пылеватой фракции следует обрабатывать достаточно маловязким органическим вяжущим из соображений высокой адсорбирующей способности мелких частиц известняка, повышения когезионной и адгезионной прочности вяжущего на карбонатной поверхности. В поры минерального материала избирательно впитывается масляная фракция вяжущего, что предъявляет повышенные требования к нему с точки зрения стабильности структуры. Основной задачей исследования является разработка комплексного органического вяжущего состоящего из 2 или более компонентов, в которых содержание основного компонента составляет менее 90 % по массе [6]. В качестве основного компонента могут быть использованы возможно имеющиеся в дорожных организациях отходы процессов нефтепереработки, битум, гудрон, мазут, машинное масло и дизельное топливо [7—9].

Характеристика исходных отсевов по гранулометрии, плотности и оптимальной влажности

Наряду с используемым чистым отсевом фракции 0…20 мм имеются большие запасы пока не используемого отсева известнякового камня, загрязненного примесями вскрышного грунта.

Проведены сопоставимые испытания исходных отсевов: чистого и загрязненного, определены гранулометрические составы, содержание глинистых примесей, карбонатных и прочих включений, оптимальные влажности и объемные массы при стандартном уплотнении.

Основное отличие гранулометрии чистого и загрязненного отсевов заключается в повышенном на 11 % содержании пылеватой фракции < 0,071 мм у загрязненного материала и невысокой прочностью крупных фракций (M < 300) (табл. 1).

Таблица 1

Гранулометрические составы отсевов известняка фракции 0…20 мм

Вид отсева	Массовая доля, % зерен минерального материала мельче, мм								
	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071
Чистый	100	95	64	52	41	34	29	25	21
Загрязненный	85	77	64	55	48	46	40	36	32

Содержание глинистых примесей в чистом отсеве 3,4 %, в загрязненном — 3,9 %.

Кривые оптимальной влажности и максимальной плотности при стандартном уплотнении (рис. 1) свидетельствуют о закономерном увеличении оптимальной влажности уплотнения для загрязненного отсева по сравнению с чистым на 2 %, при этом максимальная плотность чистого отсева на 0,1 г/см^3 выше.

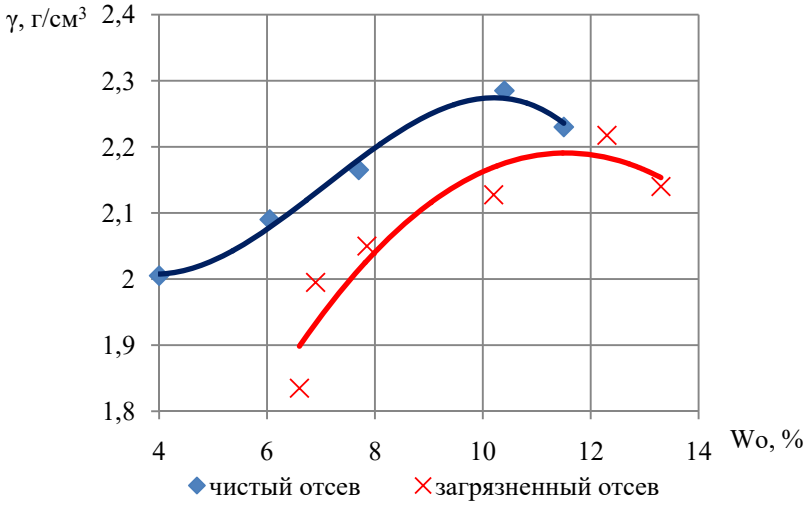


Рис. 1. Зависимость объемной массы γ, г/см^3, от весовой влажности *W*, %, при стандартном уплотнении

График (см. рис. 1) практически применяется для определения количества материалов на устройство слоя основания из отсева. Оптимизация влажности позволит достигнуть максимальной плотности слоя при минимальном числе проходов катка.

Наряду с карбонатной породой ($CaCO_3$, $MgCO_3$) рассматриваемые известняки содержат значительные включения кремнеземистого состава, в химический состав которых входят SiO_2 с примесями Al_2O_3, Fe_2O_3 [10]. Карбонатные породы обладают лучшим сцеплением с органическим вяжущим по сравнению с кремнеземистыми, поэтому представляют интерес определения процентного количества карбонатных соединений в отсевах.

Результаты определения содержания карбонатной породы для отдельных фракций отсевов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты определения содержания карбонатной породы

Вид отсева	Содержание $CaCO_3$, %, во фракциях, мм								
	20…40	10…20	5…10	5…1,25	1,25…0,63	0,63…0,315	0,315…0,16	0,16…0,071	< 0,071
Чистый	–	18	23	26	40	38	40	42	50
Загрязненный	20	26	26	38	36	33	50	50	47

Большое количество $CaCO_3$ в фракциях 0,315…0,05 мм благотворно скажется на сцеплении органического вяжущего и водостойкости органоминеральной смеси.

Подбор органического вяжущего и технологии смешения с отсевом

В качестве основного компонента вяжущего использован нестандартный материал в виде высоковязкого гудрона с условной вязкостью $C_{60}^{5} = 238$с. Попытка обработать минеральный отсев только гудроном по обычной технологии дала отрицательный результат, так как он оставался в виде сгустков и в увлажненном, и в сухом отсеве. Нагрев смешиваемых компонентов до 80…100 °С улучшил смачивание минеральной поверхности вяжущим, однако при 8%-м его содержании крупные минеральные зерна отсева оставались непокрытыми вяжущим. Сформированные образцы с 8 % гудрона по типу холодного асфальтобетона разрушились после вакуумированного водонасыщения, несмотря на то, что в сухом состоянии при 20 °С их прочность на сжатие была очень высокой: для чистого отсева 3,4 МПа, для загрязненного — 4,6 МПа. Это вызвано интенсивным поглощением порошкообразной частью отсевов вяжущего и неравномерным его распределением в минеральном материале. Добиться достаточной водостойкости образцов можно за счет значительного повышения содержания вяжущего, но это экономически нецелесообразно.

Для исключения нагрева материалов при смешении и реализации технологии перемешивания на дороге гудрон разжижали зимним дизельным топливом Волгоградского НПЗ. Уменьшение вязкости гудрона наиболее полно произошло при содержании разжижителя в интервале 9…12 % (рис. 2).

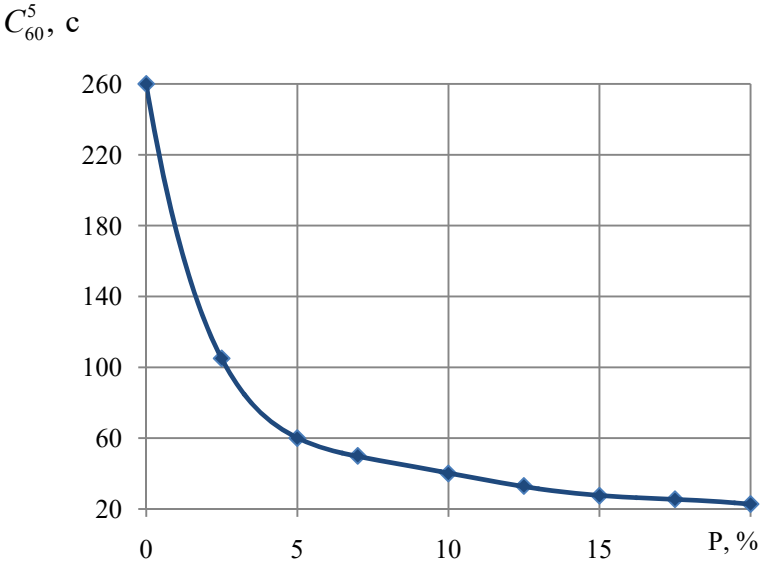


Рис. 2. Изменение вязкости (C_{60}^{5}, с) в зависимости о содержания разжижителя (P, %)

Обработка загрязненного минерального отсева гудроном, содержащим 9…12 % разжижителя, показала, что при 8%-м содержания вяжущего однородность его распределения по поверхности минеральных зерен после длительного перемешивания при отсутствии прогрева нельзя признать удовлетворительной в связи с повышенной адсорбционной активностью большого количества порошкообразной минеральной фракции. Прочность образцов при температуре 20 °С после вакуумированного водонасыщения стала находиться в пределах 0,9…1,2 МПа. Примененная технология разжижения гудрона сложна из-за длительного и энергоемкого перемешивания минерального материала с вяжущим.

Ранее авторами [11—13] был предложен и апробирован способ повышения прочностных характеристик известнякового щебня марок М 300—400, основанный на гидрофобизации материала пропиткой водным раствором на основе составленного органического композитного материала, и технология его осуществления [14, 15].

Смешение отсева с различным количеством гидрофобизатора для приготовления исходной суспензии к эмульгированию показало возможность применения эмульсионной технологии с 18%-й влажностью, однако оптимальным содержанием влаги является 20…22 %, так как при этом существенно облегчается перемешивание и ускоряется процесс эмульгирования. В качестве органического вяжущего использовали гудрон, нагретый до 80 °С (вариант 1) и 25 °С (вариант 2).

Перемешивание гудрона с водно-минеральной суспензией осуществляли при температурах воздуха 20 °С и выше. С повышением температуры процесс эмульгирования при перемешивании немного ускоряется. Испытан для эмульгирования исходный высоковязкий гудрон, а также разжиженный зимним дизельным топливом, при этих условиях существенной разницы в эмульгировании не наблюдалось. Процесс эмульгирования с одновременной обработкой минеральных отсевов происходил гораздо быстрее по сравнению с процессом смешения разжиженного гудрона со слегка влажными (3…5 %) отсевами по традиционной не эмульсионной технологии. Равномерность распределения вяжущего в эмульсионно-минеральных смесях несравненно выше, чем при традиционно технологии.

Испытаны минеральные смеси с содержанием гудрона 5, 6, 7, 8 %. Замечено, что можно хорошо распределить гудрон в смесях при любом низком его содержании, чего совершенно невозможно добиться по традиционной технологии.

Минеральная смесь с загрязненным отсевом при отмеченных содержаниях гудрона выглядит светлей по сравнению с чистым отсевом. Цвет однородный серый, при увеличении содержания вяжущего несколько темнеет, приобретает коричневый оттенок. Формирование образцов из смесей с различным содержанием гудрона осуществляется через 1 сут. после приготовления замесов. Дополнительную смесь из загрязненного отсева с 8 % гудрона формировали через 2 сут. после приготовления замеса.

ГОСТ 30491-2012 нормирует физико-механические показатели образцов при обработке жидкими битумами и эмульсиями. Результаты выполненных испытаний свидетельствуют об удовлетворении технических требований по физико-механическим показателям для образцов из предложенных мине-

ральных смесей, приготовленных на загрязненном известняковом отсеве (рис. 3—6) при содержании высоковязкого гудрона 5 и 7 %. Отметим лучшую водостойкость образцов с 7 % гудрона.

Высокая прочность сухих образцов с 5 % гудрона при 20 °С объясняется преобладанием сил кристаллизационных цементирующих связей между минеральными зернами. Склеивающее и водозащитное действие гудрона выражено частично. Кристаллизационные цементирующие связи под действие сил воды постепенно разрушаются, что вызывает снижение прочности образцов в результате капиллярного водонасыщения. Увеличение содержания гудрона с 5 до 7 % повышает водостойкость в 1,23 раза (рис. 5), обеспечивая хоть и пониженную, но достаточную прочность сухих образцов.

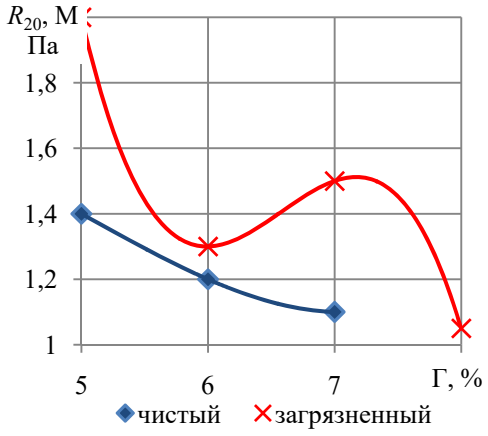


Рис. 3. Влияние содержания гудрона на прочность сухих образцов на сжатие при 20 °С

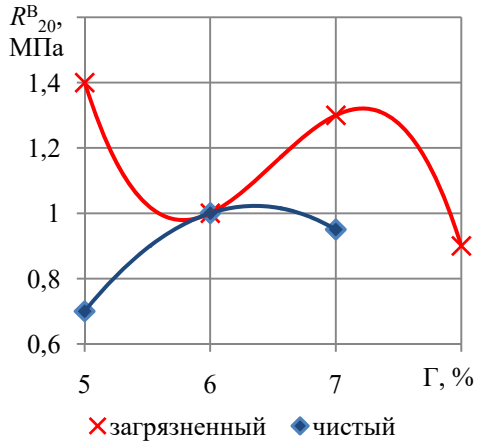


Рис. 4. Влияние содержания гудрона на прочность капиллярно-водонасыщенных образцов на сжатие при 20 °С

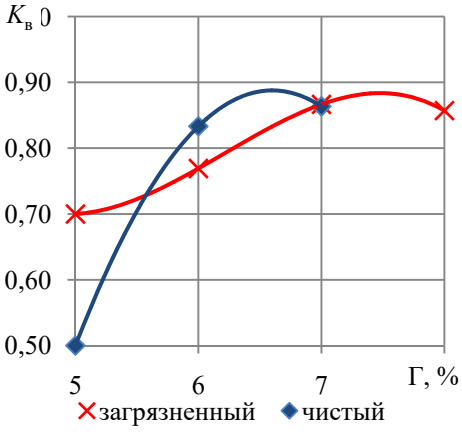


Рис. 5. Зависимость водостойкости образцов от содержания гудрона

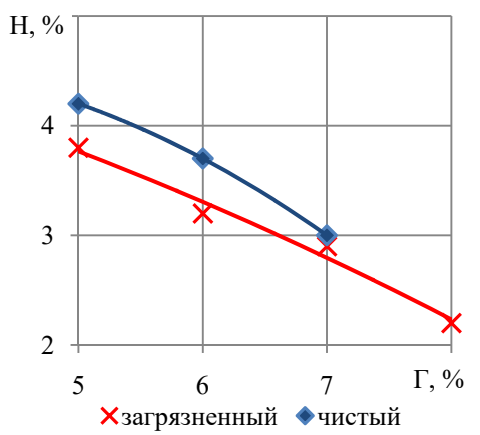


Рис. 6. Зависимость объемного набухания образцов от содержания гудрона

Обсуждение результатов

Меньшее содержание порошкообразного известняка в чистом отсеве ведет к понижению прочности сухих образцов, эмульсионная технология с данным гудроном не обеспечивает минимально допускаемой прочности. Для укрепления чистого отсева потребуется более вязкое органическое вяжущее, которое невозможно проэмульгировать без подогрева материалов. Установлены закономерности изменения прочности капиллярно водонасыщенных образцов обработанных материалов (рис. 4). У чистого обработанного отсева с увеличением содержания гудрона прочность постепенно возрастает. Обработанный загрязненный отсев «копирует» прочность сухих образцов на сниженном уровне. Коэффициент водостойкости возрастает с увеличением содержания гудрона в минеральных смесях для чистого отсева. Через 7 сут. после выдержки прочность образцов при 50 °С для обработанного 7 % гудрона загрязненного отсева была равна 1,0, что соответствует требованию ГОСТ 30491-2012.

В конечной стадии формирования выполнено доуплотнение образцов на прессе при стандартной нагрузке после 30 сут. выдержки их на воздухе. Остаточное содержание влаги в образцах составило 1,6…2 % независимо от содержания гудрона. После доуплотнения прочность образцов при 50 °С обоих отсевов с 7 % гудрона возросла в 2 раза по сравнению с определенной в стандартных условиях через 7 сут., подтвердив нарастание прочности при формировании.

За счет повышенного содержания порошкообразного известняка и грунта неглинистой природы так называемый загрязненный отсев при обработке высоковязким гудроном характеризуется более высокими физико-механическими показателями по сравнению с чистым. Дело в том, что содержание глинистых примесей в расчете от массы порошкообразной фракции в загрязненном отсеве не больше, чем в чистом. Вместо определения — «загрязненный» следовало бы отсев назвать обогащенным порошкообразным известняком и грунтом со слабопрочными крупными зернами. Дробление сравнительно небольшого количества крупных слабопрочных зерен в технологических процессах приготовления минеральных смесей и укатки в покрытии не должно быть пагубным, так как эти зерна достаточно хорошо окружены защитным слоем вяжущего.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Малеванский В. В.* Дорожные основания и покрытия из малопрочных известняков. М.: Транспорт, 1971. 96 с.

2. *Сухоруков Ю. М., Найденов А. Н.* Применение в дорожном строительстве малопрочных известняков без укрепления // Обзорная информация. Серия «Автомобильные дороги». ЦБНТИ. 1989. № 5. С. 2—18.

3. Автомобильные дороги: Одежды из местных материалов: учебное пособие для вузов / А. К. Славуцкий, В. К. Некрасов, Г. А. Ромаданов и др.; под ред. А. К. Славуцкого. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1987. 255 с.

4. *Салль А. О.* Строительство щебеночных оснований из местных каменных материалов. Л.: ЛДНТП, 1979. 35 с.

5. *Дагаев Б. И.* Основания дорожных одежд из малопрочных известняков. М.: Транспорт, 1988. 69 с.

6.*Руденский А. В.* Качество битумов — один из важнейших факторов эффективности строительства и эксплуатации дорог // Дорожники. 2016. № 1(6). С. 32—34.

7. *Могилева М. Н., Вовко В. В., Акчурин Т. К.* Применение техногенных и местных строительных материалов в технологиях асфальтобетонных смесей // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. № 46(65). С. 39—47.

8. Получение связующих для дорожного строительства из смесей бурого угля, нефтяных остатков и полимерных отходов / В. И. Шарыпов, Н. Г. Береговцова, С. В. Барышников, Б. Н. Кузнецов // Химия в интересах устойчивого развития. 2005. Т. 13. № 5. С. 655—662.

9. *Ильина О. Н., Силкин В. В.* Нефтяной шлам — отход во вторичное сырье для дорожного строительства // Журнал экологии и промышленной безопасности. 2014. № 1—2. С. 106—107.

10. *Shixaliyev K.S.* The study of the properties of limestone grains surfaces and determination of optimal proportions between breakstone and limestone // British journal of innovation in science and technology. 2018. Vol. 3. Iss. 1. Pp. 31—36.

11. *Лескин А. И., Гофман Д. И., Катасонов М. В*. Улучшение прочностных характеристик низкомарочного и малопрочного щебня путем обработки органическим композитным материалом // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2017. № 48(67). С. 130—139.

12. *Leskin A.I., Aleksikov S.V., Gofman D.I.* Organic composite binder improving the physical and mechanical properties of low-strength stone materials // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 962: International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety (ICCATS 2020) URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/962/2/022002/pdf.

13. Патент 2678173. Российская Федерация, МПК E01C 3/04, E01C 7/18. Способ возведения дорожной одежды / Д. И. Гофман, А. И. Лескин, А. Н. Гайдадин, А. Р. Бабаян, И. И. Глазунов; ВолгГТУ, 2019.

14. Патент 2689106. Российская Федерация, МПК МПК B01C 3/04. Способ укрепления подвижных песков / Д. И. Гофман, А. И. Лескин, С. В. Алексиков, А. А. Баев; ВолгГТУ. 2019.

15. Патент 2642754. Российская Федерация, МПК C04B 20/10. Способ приготовления известнякового строительного щебня / Д. И. Гофман, А. И. Лескин, М. В. Катасонов; ВолгГТУ, 2018.

© Лескин А. И., Алексиков С. В., Гофман Д. И., Стефаненко И. В., 2021

Поступила в редакцию
в апреле 2021 г.

Ссылка для цитирования:

Комплексное органическое вяжущее для укрепления слабопрочных известняковых отсевов / А. И. Лескин, С. В. Алексиков, Д. И. Гофман, И. В. Стефаненко // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 2(83). С. 53—61.

Об авторах:

Лескин Андрей Иванович — канд. техн. наук, доц., доц. каф. строительства и эксплуатации транспортных сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; leskien@inbox.ru

Алексиков Сергей Васильевич — д-р техн. наук, проф., зав. каф. строительства и эксплуатации транспортных сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; AL34rus@mail.ru

Гофман Дмитрий Иванович — старший преподаватель каф. строительства и эксплуатации транспортных сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; dima.0103@mail.ru

Стефаненко Игорь Владимирович — д-р техн. наук, проф., Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; info@vgasu.ru

Andrei I. Leskin, Sergei V. Aleksikov, Dmitrii I. Gofman, Igor' V. Stefanenko

Volgograd State Technical University

COMPLEX ORGANIC BINDER FOR STRENGTHENING WEAK-STRENGTH LIMESTONE SCREENINGS

The paper presents the results of experimental studies to assess the practical use of low-strength limestone screenings contaminated with soil. Comparable tests of the initial screenings, clean and polluted, were carried out, the granulometric compositions, the content of clay impurities, carbonate and other inclusions, the optimal humidity and volume masses with standard compaction were determined. Mineral mixtures with different binder content were selected and tested, and the processes of their structure formation were described.

K e y w o r d s: screenings crushing, limestone, strength, emulsion, binder.

For citation:

Leskin A. I., Aleksikov S. V., Gofman D. I., Stefanenko I. V. [Complex organic binder for strengthening weak-strength limestone screenings]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2021, iss. 2, pp. 53—61.

About authors:

Andrei I. Leskin — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; leskien@inbox.ru

Sergei V. Aleksikov — Doctor of Engineering Sciences, Professor, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; AL34rus@mail.ru

Dmitrii I. Gofman — Senior Lecturer, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; dima.0103@mail.ru

Igor' V. Stefanenko — Doctor of Engineering Sciences, Professor, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; info@vgasu.ru

УДК 536.24

В. М. Фокин, А. В. Ковылин, Д. Г. Усадский

Волгоградский государственный технический университет

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ КОМПЛЕКСА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТВЕРДЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Приведены результаты экспериментального исследования комплекса теплофизических характеристик твердых строительных материалов методом неразрушающего контроля: при стационарном тепловом режиме и при максимальной плотности теплового потока. Приведена методика экспериментального исследования и расчетные формулы для определения коэффициента теплопроводности λ, объемной теплоемкости ($c\rho$), температуропроводности a, коэффициента теплоусвоения B с использованием волнового числа $k_т$. Экспериментальное исследование теплофизических свойств образца из текстолита проводилось на приборе ИТП-МГ-250, полученные результаты сравнивались со справочными.

К л ю ч е в ы е с л о в а : теплофизические свойства, неразрушающий контроль, коэффициент теплопроводности, температуропроводность, теплоемкость, коэффициент теплоусвоения, волновое число.

В настоящее время существуют различные методы и реализующие их измерительные средства неразрушающего контроля комплекса теплофизических свойств твердых строительных и теплоизоляционных материалов [1—7]. Теоретической основой разработанных методов являются физико-математические модели температурных полей в исследуемых объектах при различных видах и режимах теплового воздействия на контролируемые материалы и изделия [8—12].

Разработанный ранее авторами метод неразрушающего контроля для определения комплекса теплофизических свойств твердых строительных материалов [13] дополнен измерением плотности теплового потока на поверхности образца, времени его достижения, а также использованием для расчетов теплофизических свойств волнового числа. Для подтверждения точности полученных значений теплофизических свойств разработанным авторами методом проведено экспериментальное исследование образца из текстолита — материала с известными теплофизическими свойствами. Экспериментальное исследование теплофизических свойств проводилось на приборе ИТП-МГ-250.

Предлагаемая авторами методика определения комплекса теплофизических свойств твердых строительных материалов заключается в следующем. На середину поверхности образца из текстолита устанавливают датчик измерения температуры и датчик теплового потока. Далее образец толщиной δ, помещают между нагревателем и холодильником в прибор ИТП-МГ-250, задается температура нагрева $T_н$ и температура охлаждения $T_х$. Одновременно после включения прибора производится запись температуры на поверхности образца со стороны нагревателя $T_{П1}$ и холодильника $T_{П2}$, а также значений теплового потока $q_п$ на поверхности исследуемого образца со стороны нагревателя. Запись показаний ведется до наступления стационарного режима.

Общий вид распределения температур на поверхности образца со стороны нагревателя $T_{П1}$ и холодильника $T_{П2}$, а также теплового потока $q_п$ со стороны нагревателя в установке ИТП-МГ-250 приведен на рис. 1.

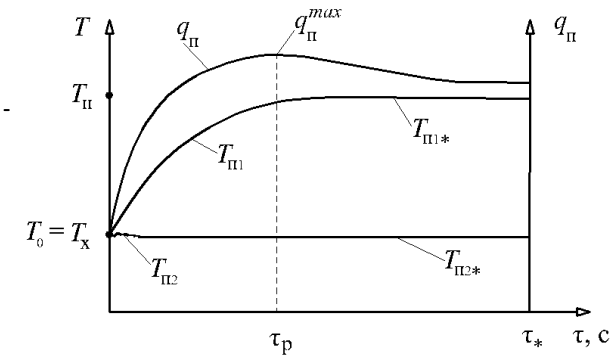


Рис. 1. Распределение температур и теплового потока по толщине образца: T_0 — начальная температура образца, °С; $T_н$ — температура нагревателя, °С; $T_х$ — температура холодильника, °С; $T_{П1}$ — температура образца со стороны нагревателя, °С; $T_{П2}$— температура образца со стороны холодильника, °С; $T_{П1*}$ — температура образца со стороны нагревателя в стационарном режиме, °С; $T_{П2*}$ — температура образца со стороны холодильника в стационарном режиме, °С; $q_П$ — тепловой поток, Вт/м^2; $q_п^{max}$ — максимальная плотность теплового потока, Вт/м^2; τ_*^{max} — время достижения максимального теплового потока, с; $\tau*$ — время наступления стационарного теплового режима, с

После включения устройства температура образца со стороны холодильника $T_{П2}$ начинает незначительно изменяться, достигает заданного значения температуры $T_х$ и становиться постоянной $T_{П2*} = T_х$. Температура образца со стороны нагревателя $T_{П1}$ начинает расти, достигает своего заданного значения и становиться равной температуре нагревателя $T_{П1*} = T_Н$, т. е. наступает стационарный тепловой режим. Тепловой поток $q_п$ также начинает изменяться: вначале увеличивается с течением времени, достигает своего максимального значения $q_п^{max}$ в момент времени $\tau_р$, далее тепловой поток снижается, стабилизируется и становится постоянным во времени, наступает стационарный тепловой режим.

Авторами были проведены серии экспериментальных исследований теплофизических свойств текстолита методом неразрушающего контроля с помощью прибора ИТП-МГ-250. Приведем результаты для двух режимов измерений:

- в стационарном режиме при q_*;
- в режиме при $q_п^{max}$.

I режим (стационарный), при q_*

Коэффициент теплопроводности и коэффициент термического сопротивления рассчитываются по известным для стационарного теплового режима формулам. Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К), вычисляется по закону Фурье

$$\lambda = \frac{q_* \delta}{T_н - T_х}, \quad (1)$$

где q_* — плотность теплового потока в стационарном тепловом режиме, Вт/м^2; δ — толщина образца, м; $T_н$ — температура нагревателя, °С; $T_х$ — температура холодильника, °С.

Термическое сопротивление теплопроводности, (м^2·К)/Вт, вычисляется по формуле

$$R = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{T_н - T_х}{q_*}, \quad (2)$$

где λ — коэффициента теплопроводности, Вт/(м·К), δ — толщина образца, м.

Экспериментальное исследование текстолита проводится от начальной температуры образца T_0 = 18,0 °С и заданных в приборе ИТП-МГ-250 температуры холодильника $T_х$ = 14 °С, температуре нагревателя $T_н$ = 34,0 °С. После достижения времени $\tau_* = 40$ мин установился стационарный тепловой режим при постоянной температуре образца 34 °С. Вычислительное устройство ИТП-МГ-250 показало следующие значения:

λ — коэффициент теплопроводности — 0,261 Вт/(м·К);

R — термическое сопротивление теплопроводности — 0,074 (м^2·К)/Вт;

q_* — плотность стационарного теплового потока — 267,7 Вт/м^2;

τ_* — время наступления стационарного теплового режима — 2400 с (40 мин).

Коэффициент теплоусвоения, Вт/(м^2·К), рассчитывается по формуле

$$B = \frac{2}{R} \quad (3)$$

и численно равен

$$B = \frac{2}{0,074} = 27,03.$$

Волновое число, 1/м, рассчитывается по формуле

$$k_т = \frac{H}{\delta}, \quad (4)$$

где H — безразмерное волновое число (при стационарном тепловом режиме безразмерное волновое число равно H = 1,4).

И численно равно

$$k_т = \frac{1,4}{0,0195} = 71,8.$$

Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К), также можно вычислить по формуле

$$\lambda = \frac{B}{1,41k_{т}}, \tag{5}$$

$$\lambda = \frac{27,03}{1,41 \cdot 71,8} = 0,267.$$

Из расчетов видно, что значения коэффициента теплопроводности, определяемые по формуле (1) и по формуле (5), практически равны — 0,261 Вт/(м·К) и 0,267 Вт/(м·К) соответственно.

Объемная теплоемкость вычисляется по формуле

$$(c\rho) = \frac{B^2 \cdot 2\tau_*}{\lambda \cdot 2\pi}. \tag{6}$$

Объемная теплоемкость, Дж/(м^3·К), численно равна

$$(c\rho) = \frac{(27,03)^2 \cdot 4800}{0,267 \cdot 2 \cdot 3,14} = 2\ 091\ 522.$$

Температуропроводность вычисляется по формуле

$$a = \frac{\pi}{2\tau_* k_{т}^2}. \tag{7}$$

Температуропроводность, м^2/с, численно равна

$$a = \frac{3,14}{2 \cdot 2400 \cdot 71,8^2} = 0,1269 \cdot 10^{-6}.$$

Температуропроводность также определяется по известной формуле:

$$a = \frac{\lambda}{(c\rho)}, \tag{8}$$

$$a = \frac{0,267}{2091522} = 0,1277 \cdot 10^{-6}.$$

Из расчетов видно, что значения температуропроводности, определяемые по формуле (7) и по формуле (8), практически равны — $0,1269 \cdot 10^{-6}$ и $0,1277 \cdot 10^{-6}$ м^2/с соответственно.

Авторами был проведен математический эксперимент по определению значения теплового потока на поверхности образца со стороны нагревателя в стационарном режиме и значения при этом условии безразмерного числа Фурье. Было установлено, что при наступлении стационарного теплового режима на поверхности пластины, при экспериментальном исследовании на установке ИТП-МГ-250 число Фурье составляет $Fo = 0,8$. Формула для расчета числа Фурье имеет вид

$$Fo = \frac{a\tau_*}{\delta^2}, \tag{9}$$

где a — температуропроводность, м^2/с; τ_* — время наступления стационарного теплового режима, с; δ — толщина исследуемого образца, мм.

Подставив рассчитанное значение температуропроводности в формулу (9), получим

$$Fo = \frac{0{,}1269 \cdot 2400}{0{,}0195^2} = 0{,}8.$$

Таким образом, данный расчет, при котором найденное число Фурье равно полученному в результате экспериментальных исследований на установке ИТП-МГ-250, подтверждает точность разработанной методики определения теплофизических свойств для стационарного теплового режима.

II режим, при $q_{\text{п}}^{\max}$

Для расчета комплекса теплофизических характеристик: объемной теплоемкости, температуропроводности, коэффициента теплоусвоения, определяются максимальная плотность теплового потока и температура поверхности исследуемого образца со стороны нагревателя при максимальном значении плотности теплового потока. Для этого на поверхность исследуемого образца со стороны нагревателя устанавливается дополнительный датчик для измерения плотности теплового потока. В процессе эксперимента тепловой поток начинает возрастать от начального значения до максимального $q_{\text{п}}^{\max}$ (рис. 1). Также определяется температура на поверхности образца со стороны нагревателя $T_{\text{П1}}$ во время фиксирования максимального значения плотности теплового потока $q_{\text{п}}^{\max}$ и время $\tau_{\text{р}}$ наступления $q_{\text{п}}^{\max}$.

Начальная температура поверхности образца со стороны нагревателя T_0 измерялась до начала эксперимента.

Максимальная амплитуда колебаний температурной полуволны (°С) на поверхности материала со стороны нагревателя вычисляется по формуле

$$\vartheta_{\text{п}}^{\max} = 0{,}5(T_{\text{П1}} - T_0), \tag{10}$$

где $T_{\text{П1}}$ —температура поверхности образца со стороны нагревателя, при максимальном значении теплового потока, °С; T_0 — начальная температура поверхности образца со стороны нагревателя, °С.

Коэффициент теплоусвоения, Вт/(м^2·К), вычисляется по формуле

$$B = \frac{q_{\text{п}}^{\max}}{\vartheta_{\text{п}}^{\max}}, \tag{11}$$

где $q_{\text{п}}^{\max}$ — максимальная плотность теплового потока при $\tau_{\text{р}}$, Вт/м^2, $\vartheta_{\text{п}}^{\max}$ — максимальная амплитуда колебаний температурной полуволны, °С.

Объемная теплоемкость, Дж/(м^3·К), вычисляется по формуле

$$(c\rho) = \frac{B^2 \cdot z}{\lambda \cdot 2\pi}, \tag{12}$$

где B — коэффициент теплоусвоения, Вт/(м^2·К); z — время достижения тепловым потоком своего максимального значения $z = \tau_р$, с; λ — коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К).

Температуропроводность, м^2/с, вычисляется по известной формуле (8)

$$a = \frac{\lambda}{(c\rho)},$$

где λ — коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К); $(c\rho)$ — объемная теплоемкость, Дж/(м^3·К).

Экспериментальное исследование текстолита проводилось при начальной температуре образца $T_0 = 22{,}0$ °С. Максимальная плотность теплового потока $q_п^{max} = 304{,}8$ Вт/м^2 наблюдается при времени $\tau_р = 22$ мин.

Вычислительное устройство ИТП-МГ-250 показало следующие значения:

δ — толщина образца — 0,0195 м;

T_0 — начальная температура образца — 22,0 °С;

$T_н$ — температура нагревателя — 34,0 °С;

$T_х$ — температура холодильника — 19,0 °С;

$T_{П1}$ — температура образца со стороны нагревателя при максимальном значении плотности теплового потока — 34,0 °С;

q_* — плотность стационарного теплового потока — 208 Вт/м^2;

$q_п^{max}$ — максимальный тепловой поток — 304,8 Вт/м^2;

$\tau_р$ — время достижения максимального теплового потока — 1320 с.

На рисунке 2 приведено экспериментальное распределение температур и теплового потока на поверхности образца из текстолита.

Максимальная амплитуда колебаний температурной полуволны вычисляется по формуле (10) и численно равна

$$\vartheta_п^{max} = 0{,}5(T_{П1} - T_0) = 0{,}5(34{,}0 - 22{,}0) = 6\ °С.$$

Коэффициент теплоусвоения вычисляется по формуле (11) и численно равен

$$B = \frac{q_п^{max}}{\vartheta_п^{max}} = \frac{304{,}8}{6{,}0} = 50{,}8\ \text{Вт}/\left(\text{м}^2 \cdot \text{К}\right).$$

Объемная теплоемкость вычисляется по формуле (12) и численно равна

$$\left(c\rho\right) = \frac{B^2 \cdot z}{\lambda \cdot 2\pi} = \frac{50{,}8^2 \cdot 1320}{0{,}263 \cdot 2 \cdot 3{,}14} = 2062462\ \text{Дж}/(\text{м}^3 \cdot \text{К}),$$

где λ — коэффициент теплопроводности текстолита, рассчитанный в стационарном режиме, Вт/(м·К).

Волновое число рассчитывается по формуле и численно равно

$$k_т = \frac{B}{1{,}41 \cdot \lambda} = \frac{50{,}8}{1{,}41 \cdot 0{,}263} = 137\ 1/\text{м}.$$

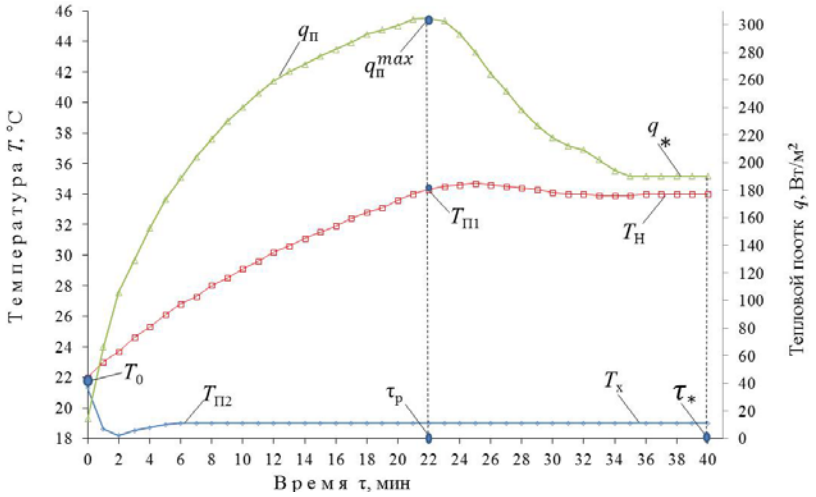


Рис. 2. Экспериментальное распределение температур и теплового потока в образце из текстолита: $T_н$ — экспериментальное распределение температуры текстолита со стороны нагревателя, °С; $T_х$ — экспериментальное распределение температуры текстолита со стороны холодильника, °С; $T_{П1}$ — температура образца со стороны нагревателя при максимальном значении плотности теплового потока, °С; $T_{П2}$ — температура образца со стороны холодильника, °С; T_0 — начальная температура образца, °С; $q_п$ — экспериментальное распределение теплового потока в образце со стороны нагревателя, Вт/м^2; $q_п^{max}$ — максимальное значение плотности теплового потока, Вт/м^2; q_* — плотность стационарного теплового потока, Вт/м^2; $τ_р$ — время достижения максимального теплового потока, с; $τ_*$ — время наступления стационарного теплового режима, с

Температуропроводность рассчитывается по формуле и численно равна

$$a = \frac{\pi}{\tau_р k_т^2} = \frac{3{,}14}{1320 \cdot 137^2} = 0{,}127 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}. \quad (13)$$

Температуропроводность также рассчитывается по известному соотношению и численно равна

$$a = \frac{\lambda}{(c\rho)} = \frac{0{,}263}{2062462} = 0{,}1275 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}. \quad (14)$$

Из расчетов видно, что значения коэффициента температуропроводности, определяемые по формуле (13) и по формуле (14), практически равны: $0{,}127 \cdot 10^{-6}$ и $0{,}1275 \cdot 10^{-6}$ м^2/с соответственно.

В таблице приведены теплофизические свойства текстолита из литературы [9—11] и полученные экспериментально при I и II режимах измерений.

Сравнивая значения коэффициента теплопроводности, объемной теплоемкости и температуропроводности текстолита, рассчитанные при двух режимах измерений с табличными значениями, можно сделать вывод о минимальном расхождении между ними и высокой точности разработанной методики, в т. ч. с использованием волнового числа и числа Фурье. Полученные экспериментальные данные согласуются со справочными, которые приведены в табл., расхождение составляет не более 10 %.

Теплофизические свойства текстолита

Параметр	I режим, при q_*	II режим, при $q_{\text{п}}^{\max}$	Табличные значения
Коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м·К)	0,267	0,263	0,23…0,34
Объемная теплоемкость ($c\rho$), кДж/(м^3·К)	2091,5	2062,5	1911…2114
Температуропроводность a,·10^{-6} м^2/с	0,1269 0,1277	0,127 0,1275	0,12…0,161

Выводы

1. Приведенный метод неразрушающего контроля комплекса теплофизических свойств твердых строительных материалов [13], дополненный измерением плотности теплового потока на поверхности образца и времени его наступления, позволяет определить коэффициент теплопроводности, температуропроводность и объемную теплоемкость при максимальном значении теплового потока на поверхности пластины до наступления стационарного теплового режима.

2. Полученные экспериментальные значения для образца текстолита — коэффициент теплопроводности λ, объемная теплоемкость ($c\rho$), температуропроводность a, согласуются со справочными данными, приведенными в литературе [14—16], расхождение составляет не более 10 %.

3. Полученные теплофизические свойства текстолита — коэффициент теплопроводности, температуропроводность и объемная теплоемкость, при двух режимах измерений показывают минимальное расхождение значений, высокую точность и надежность разработанного авторами метода.

4. Рассчитанные значения коэффициента теплопроводности, температуропроводности и объемной теплоемкости с помощью волнового числа $k_{\text{т}}$ согласуются со значениями, полученными с помощью метода, разработанного авторами, расхождение составляет не более 5 %.

5. Рассчитанные с помощью волнового числа $k_{\text{т}}$ значения коэффициента теплопроводности, температуропроводности и объемной теплоемкости согласуются со справочными данными, приведенными в литературе [14—16], расхождение составляет не более 10 %.

6. Разработанный авторами метод неразрушающего контроля для расчета теплофизических свойств с использованием максимального теплового потока $q_{\text{п}}^{\max}$ позволяет значительно сократить время проведения эксперимента по сравнению со стационарным режимом измерений (в проводившихся экспериментах примерно в 2 раза).

7. Рассчитанные значения температуропроводности текстолита подтверждают математический эксперимент по выявлению безразмерного числа Фурье при наступлении стационарного теплового режима. Число Фурье составляет $Fo = 0{,}8$.

8. Разработанный авторами метод неразрушающего контроля можно применять для определения комплекса теплофизических характеристик строительных и теплоизоляционных материалов. Он позволяет значительно сократить время проведения эксперимента и более точно определять теплофизические характеристики по сравнению с другими методами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Kovylin A. V., Usadsky D. G., Lepilov V. I.* The buildings innovative method fencing thermal regime study // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 698: The International Scientific Conference “Construction and Architecture: Theory and Practice for the innovation Development”. 2019. 6 p. DOI: 10.1088/1757—899X/698/5/055026.

2. *Kuznetsov G. V., Katz M. D.* Analysis of conditions for determining the thermophysical characteristics of energetic materials by the laser pulse method // Russian journal of physical chemistry. 2016. Pp. 978—982.

3. *Yakushkin I. P.* Development of a module to measure losses through building envelopes for the smart energy-saving ventilation automatic control system // International journal of control theory and applications. 2016. Pp. 01—07.

4. *Yur'ev B. P., Gol'tsev V. A.* Thermophysical properties of kachkanar titanomagnetite pellets // Steel in translation. 2016. Pp. 329—333.

5. *Фокин В. М.* Научно-методологические основы определения теплофизических свойств материалов методом неразрушающего контроля. М.: Машиностроение—1, 2003. 140 с.

6. *Фокин В. М.*, *Ковылин А. В.* Теоретические основы определения теплопроводности, объемной теплоемкости и температуропроводности материалов по тепловым измерениям на поверхности методом неразрушающего контроля // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2009. Вып. 14(33). С. 123–127.

7. *Усадский Д. Г.* Методы технического контроля эффективных энергетических систем зданий и сооружений // Новая наука: стратегии и векторы развития. 2016. № 4—2(76). С. 181—184.

8. *Dzhuraev D. S., Safarov M. M.* Studies of thermophysical properties of ferrofluids // Measurement techniques. 2016. Pp. 743—746.

9. *Shchukina T. V., Sheps R. F., Burak E. E.* Energy-saving regimes examination during new generation building structures insolation // International multi-conference on industrial engineering and modern technologies electronic edition. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Pp. 022—072.

10. The study of the influence of the initial furnace temperature on the temperature drop across the section of a billet using physical modeling / O. B. Kryuchkov, P. I. Malenko, S. S. Konovalov, etc. // Черные металлы. 2018. Pp. 34—40.

11. *Чернышов В. Н., Чернышов А. В., Голиков Д. О.* Метод и система оперативного контроля теплофизических характеристик строительных материалов // Контроль. Диагностика. 2010. № 11. С. 34–41.

12. *Ковылин А. В., Фокин В. М.* Методика определения коэффициентов теплопроводности, теплоусвоения, тепловой инерции, температуропроводности и объемной теплоемкости строительных и теплоизоляционных материалов методом неразрушающего контроля // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. Волгоград, 2010. № 19(38). С. 112—117.

13. Патент № 2421711. Российская Федерация, МПК[8] *G* 01 *N* 25/00. Способ неразрушающего контроля комплекса теплофизических характеристик твердых строительных материалов / В. М. Фокин, А. В. Ковылин; заявитель и патентообладатель ВолгГАСУ. № 2009129316/28; заявл. 29.07.2009; опубл. 10.02.2011. Бюл. № 4. 9 с.

14. *Исаченко В. П., Осипова В. А., Сукомел А. С.* Теплопередача: учебник для вузов. 3-е изд. М.: «Энергия», 1975. 488 с.

15. Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент: справочник / Е. В. Аметистов, В. А. Григорьев, Б. Т. Емцев и др.; под общ. ред. В. А. Григорьева и В. М. Зорина. М.: Энергоиздат, 1982. 512 с.

16. *Катаев В. М., Попов В. А., Сажин Б. И.* Справочник по пластическим массам. 2-е изд., пер. и доп. Т. 1. М.: Химия, 1975. 448 с.

© Фокин В. М., Ковылин А. В., Усадский Д. Г., 2021

Поступила в редакцию
в апреле 2021 г.

Ссылка для цитирования:

Фокин В. М., Ковылин А. В., Усадский Д. Г. Неразрушающий контроль комплекса теплофизических свойств твердых строительных материалов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 2(83). С. 62—71.

Об авторах:

Фокин Владимир Михайлович — д-р техн. наук, проф., Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

Ковылин Андрей Васильевич — канд. техн. наук, доц., доц. каф. энергоснабжения, теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

Усадский Денис Геннадиевич — канд. техн. наук, доц. каф. энергоснабжения, теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; Usadsky@bk.ru.

Vladimir M. Fokin, Andrei V. Kovylin, Denis G. Usadsky

Volgograd State Technical University

NON-DESTRUCTIVE TESTING COMPLEX OF THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF SOLID BUILDING MATERIALS

The article presents the methods of experimental investigation of the complex of thermophysical characteristics of solid building materials the method of non destructive testing: at a stationary thermal regime and at a maximum heat flux density. The method of experimental research and calculation formulas for determining the coefficient of thermal conductivity, volumetric heat capacity, thermal conductivity, heat absorption coefficient, using the wavenumber are presented. An experimental study of the thermophysical properties of the textolite sample under study was carried out on the ITP-MG-250 device, and the results obtained were compared with reference data.

K e y w o r d s: thermophysical characteristics, non-destructive testing, thermal conductivity coefficient, thermal diffusivity coefficient, heat capacity, heat assimilation coefficient, wavenumber.

For citation:

Fokin V. M., Kovylin A. V., Usadsky D. G. [Non-destructive testing complex of thermophysical properties of solid building materials]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2021, iss. 2, pp. 62—71.

About authors:

Vladimir M. Fokin — Doctor of Engineering Sciences, Professor, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation

Andrei V. Kovylin — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation

Denis G. Usadsky — Candidate of Engineering Sciences, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; Usadsky@bk.ru.

УДК 628.3:677.02

А. А. Геращенко, О. С. Власова, Д. О. Игнаткина, А. А. Сахарова, Р. В. Потоловский, Ю. Ю. Юрьев

Волгоградский государственный технический университет

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ТЕКСТИЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Увеличение потребности в воде, повышение требований к ее качеству диктуют поиск эффективных технологий водоподготовки и очистки сточных вод. Существующие технологии локальной очистки, предусматривающие частичное снижение загрязнения общего стока, малоэффективны и не обеспечивают переориентацию на малоотходные технологии. Предложенная комплексная система очистки сточных вод позволяет снижать водопотребление на предприятиях текстильной промышленности за счет внедрения локальной замкнутой системы водоснабжения основного производства с использованием раздельной схемы очистки сточных вод прядильно-ткацкого и красильно-печатного цехов текстильного предприятия, их концентрирования и выделения из сточных вод компонентов загрязняющих веществ.

К л ю ч е в ы е с л о в а: замкнутые системы водоснабжения, безотходное производство, концентрирование, кубовые красители, хвостовые установки.

На предприятиях текстильной промышленности из натуральных волокон производятся изделия самого разного ассортимента. В состав предприятий входят прядильно-ткацкое, отделочное и красильно-печатное производства, которые представляют собой текстильные фабрики по производству хлопчатобумажных тканей с подсобными зданиями. Сброс сточных вод от различных операций в одну сеть канализации на объекте приводит к их смешиванию и образованию многокомпонентной смеси, которую невозможно эффективно очистить ни одним из методов. Для более эффективного проведения очистки сточных вод целесообразно по возможности разделить потоки, например, создав несколько отдельных внутрицеховых сетей промышленной канализации с сбросом в каждую из них сточных вод от конкретной технологической операции, что является оптимальным решением при выборе высокоэффективных методов очистки и композиции локальных конструкций. В связи с этим целесообразно разработать комплексную систему мероприятий по очистке сточных вод, которая обеспечит максимальное повторное использование химикатов и водных ресурсов, а также позволит улучшить очистку сточных вод по отдельным компонентам. Для повторного использования очищенных стоков для одной и той же технологической операции могут быть использованы 2 или 3 отдельные сети канализации даже для одного технологического процесса. Например — для раздельного отвода стоков после горячей и холодной промывки. В этом случае каждый сток, подаваемый по отдельной сети, также должен обрабатываться на локальных объектах в независимых устройствах [1—3].

На текстильных предприятиях вода расходуется:

- на технологические нужды в отделочных, калибровочных цехах, а также в цехах окраски и мерсеризации;
- для нужд вентиляции, дополнительного увлажнения воздуха в цехах, испарения в кондиционерах и венткамерах, мойки поддонов кондиционеров;

• для нужд котельной, охлаждения оборудования, для собственных нужд станции.

Каждый из этих процессов требует разного количества воды и реагентов, соответственно, сточные воды этих процессов будут значительно отличаться. Самый водоемкий процесс на хлопчатобумажной фабрике — крашение ткани [1—3].

На основании анализа собранных данных установлено, что сточные воды текстильных предприятий могут содержать хлопок, перевязочные материалы, натриевую соль лейкосоединений (растворенная форма кубового красителя) и другие загрязняющие вещества в концентрациях, превышающих соответствующие нормы в десятки раз.

Объемы условно очищенных сточных вод после очистных сооружений завода практически полностью сбрасываются в городскую канализационную сеть. Предприятие теряет в основном производстве более 90 % используемой воды.

В связи с указанными факторами на первом этапе исследования был проведен экспериментальный поиск условий, позволяющих повторно использовать очищенные сточные воды и компоненты загрязняющих веществ. Все дальнейшие исследования проводились только с раздельными стоками прядильно-ткацкого и красильно-печатного цехов, что связано с химическим составом рабочих сред [3—6].

После тщательного экспериментального отбора в соответствии со сформулированными особенностями принят способ концентрирования стоков упариванием для получения качественного дистиллята, необходимого в системе оборотного водоснабжения очистных сооружений, и концентратов для дальнейшей переработки. Это послужило основой для разработки «хвостовых установок», позволяющих полностью реализовать комплексную систему очистки стоков и создать безотходную технологию выделения компонентов загрязнителей [6—8].

В лабораторных условиях поиск проводился на модельных и реальных растворах текстильного комбината ООО «Камышинский ХБК», которое в данном эксперименте является производственной площадкой компании. На основе полученных данных представлены технические требования к потенциальному способу очистки сточных вод до требуемых стандартов. Значительная часть эксперимента посвящена определению концентраций загрязнителя в предполагаемом конечном продукте (в процессе очистки воды их назвали концентратами). Исследования проводились на модельных и реальных растворах. Оптимальный состав концентратов представлен в табл. 1.

Состав концентрата ПТП можно получить путем концентрирования сточных вод в 6—8 раз, он не требует дополнительной обработки, а его срок хранения составит до 60—70 сут. Концентрации приведенных веществ оптимальны для их дальнейшего использования при получении гидроизоляционных рубероидов и других строительных материалов [9—11].

Показанный в табл. 1 состав концентрированных сточных вод КПП исследовался для определения оптимальных параметров электрохимической обработки раствора для выделения в осадок кубовой краски. Также был определен материал анода, время и температура обработки, концентрация NaOH и $NaHSO_3$. В ходе эксперимента получился состав концентрата сточных вод КПП, упаренный или концентрированный в 10—11 раз [9—11].

Таблица 1

Химический состав концентратов, используемый для дальнейшей переработки

Загрязнитель	Ед. изм.	Количество	
		До концентрирования	Концентрат
Прядильно-ткацкое производство (ПТП)			
Хлопок	г/л	42,0…52,4	290,0…366,0
Шлихта	г/л	16,4…23,3	115,0…160,5
Неорганические	г/л	3,0…7,0	21,0…49,0
ПАВ	г/л	6,0…8,0	48,0…56,0
Красильно-печатное производство (КПП)			
Краситель:			
растворенный	г/л	0,012…0,018	0,12…0,18
нерастворенный	г/л	0,027…0,034	0,27…0,34
Сульфаты	г/л	0,01…0,017	0,1…0,17
pH	—	8,0…8,5	9,5…10,0

Лейкосоединения полициклических кубовых красителей представляют собой двух, четырех, а иногда и шестиосновные органические соединения. Основность свободных лейкосоединений кубовых красителей, часто называемых «кубической» кислотой, определяется количеством хиноидных групп, которые могут быть восстановлены с образованием гидрохинольной формы. Гидрохинол, который образует краситель с сильным основанием, образует кислые и средние соли, которые, подобно солям, образованным со слабой кислотой и сильным основанием, легко гидролизуются. Кубическая кислота, образующаяся в результате реакции гидролиза, имеет ограниченную растворимость и может выпадать в осадок, что, в свою очередь, приводит к неравномерности и потере интенсивности цвета во время окрашивания. Чтобы предотвратить гидролиз и сместить равновесие влево, в растворе должен присутствовать избыток гидроксида натрия. Этот избыток должен быть тем больше, чем менее выражены кислотные свойства кубической кислоты [11—13].

Дальнейшие исследования проводились на концентратах модельных растворов и реальных стоков с концентрациями компонентов, соответствующими составу табл. 1 (концентрация сгущенного стока после предусмотренной в проекте выпарной установки). Количество реагентов и оптимальная температура приведены в табл. 2.

Исследовались модельные растворы, которые были приготовлены из шести рассмотренных красителей с повышенной концентрацией — концентрацией конденсированных стоков на выходе после испарителя, предусмотренного проектом.

Для изучения влияния различных факторов на процесс извлечения красителя из сточных вод были взяты шесть типов кубового красителя:

кубовый желтый 3Х;

кубовый ярко-оранжевый КХ;

кубовый коричневый К;

кубовый ярко-зеленый 2Ж;

кубовый синий О;

кубовый алый 2Ж.

Таблица 2

Количество реагентов и оптимальная температура

Краситель	Порошок для крашения, г	Приготовление маточного куба			
		Вода дистиллированная, мл	Раствор едкого натра 32,5 %, мл	Гидросульфит натрия, г	Температура восстановления, °С
Кубовый желтый 3Х	0,3	200	0,3	0,1	50
Кубовый ярко-оранжевый КХ	0,55	200	0,3	0,1	50
Кубовый коричневый К	1	200	0,3	0,1	50
Кубовый ярко-зеленый 2Ж	0,3	200	0,6	0,2	60
Кубовый синий О	0,33	200	0,6	0,15	60
Кубовый алый 2Ж	0,25	200	0,6	0,2	60

Для изучения свойств и влияния различных факторов, влияющих на извлечение красителя, была собрана лабораторная установка, показанная на рис. 1.

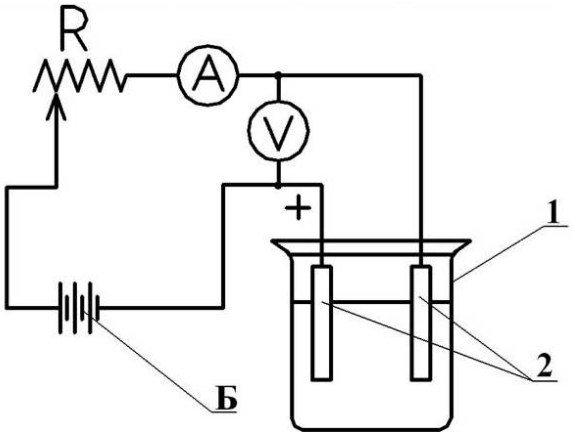


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: *1* — химический стакан; *2* — электроды; А — амперметр; Б — источник тока; R — реостат; V — вольтметр

В стакан наливают воду с учетом введения матового куба и добавляют раствор гидроксида натрия. Раствор нагревают до температуры, оптимальной для восстановления красителя, добавляют гидросульфит натрия, перемешивают, а затем добавляют маточный куб, смывая остатки маточного куба раствором красителя. Согласно литературных данных, натриевая соль лейкосоединения (≥C = ONa), образующаяся при крашении хлопка, растворима в воде и имеет сродство к целлюлозному волокну, но при окислении кислородом

воздуха (обусловленном технологией крашения) превращается в соответствующий нерастворимый исходный краситель (пигмент).

Проанализировав химический состав стоков КПП, авторы пришли к выводу о содержании в составе сточных вод растворимых и нерастворимых форм красителя, поэтому состав модельных растворов максимально приближен к реальному стоку с учетом его усреднения за 30 дней. Эти модельные растворы окисляли кислородом воздуха, моделируя окисление при крашении в промышленных условиях. Это позволило доказать, что при существующих начальных концентрациях кубового красителя в сточных водах, не превышающих 0,018 г/л, в исходном стоке содержится натриевая соль лейкосоединения в растворенной форме, и остальное в нерастворенном виде — 0,034 г/л [12—14].

При выборе оптимальных условий электрохимической обработки исследования проводились с модельными растворами, содержащими исследуемые группы кубовых красителей, не растворимых в кислой среде. Именно этот факт лежит в основе их электрохимического выделения из стоков. Исследуемый исходный сток имеет pH = 8,0…8,5, после концентрирования — pH = 9,0…9,5. Зная, что в анодном пространстве при существующем составе сточных вод может окисляться только вода, создавая кислую среду, были проведены комплексные исследования, которые позволили рекомендовать не только необходимый состав концентрата, но и все условия для максимального выхода кубового красителя. При максимальных значениях электропроводности и минимальной вязкости при электрохимической обработке водной среды снижение pH раствора до 5,0…5,4 в анодном пространстве полностью превращает растворимую натриевую соль лейкосоединения в нерастворимую.

Важнейшим условием для успешного проведения электрохимического процесса является выбор материала электрода, который определяется в основном природой начальных и конечных продуктов электрохимической реакции, а также химической стабильностью данного электрода и его инертностью по отношению к среде, в которой происходит электролиз. Основная трудность возникает из-за того, что большинство металлов термодинамически нестабильны в условиях анодной поляризации (происходит их растворение или пассивация). Особые условия эксплуатации анодов при электролизе разбавленных растворов NaCl связаны с тем, что помимо разряда ионов хлора на них выделяется значительное количество кислорода [12—14].

С учетом стоимостных характеристик в качестве анодных материалов для лабораторных исследований были выбраны графит и нержавеющая сталь (рис. 2, 3).

Графит является высокоэлектропроводным, электрохимически активным анодным материалом. Сочетание этих свойств с невысокой стоимостью обусловливает его широкое применение и представляет интерес для использования в технологических системах водоочистки. Однако графитовые аноды, вследствие значительной пористости, впитывают большие количества раствора соли, поэтому действие электрического тока проявляется не только на поверхности анода, но и в самом электроде, что создает благоприятные условия для его разрушения. При этом происходит окисление — «сгорание», графита продуктами электролиза, а также разрыхление его структуры выделяющимися электролитическими газами, приводящие к механическому осыпанию зерен углерода, что подтверждают данные рис. 2, 3.

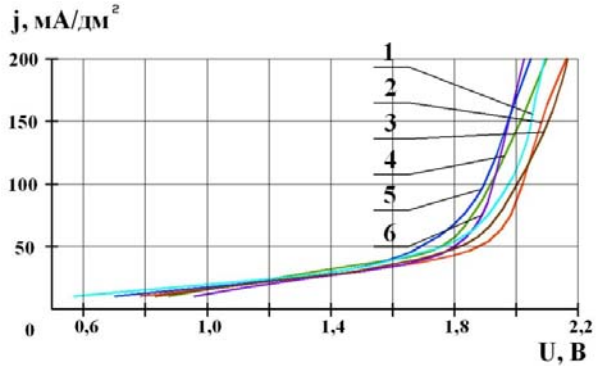


Рис. 2. Поляризационные кривые, снятые на графитовом аноде: *1* — кубовый желтый 3Х; *2* — кубовый ярко-оранжевый КХ; *3* — кубовый коричневый К; *4* — кубовый ярко-зеленый 2Ж; *5* — кубовый синий О; *6* — кубовый алый 2Ж

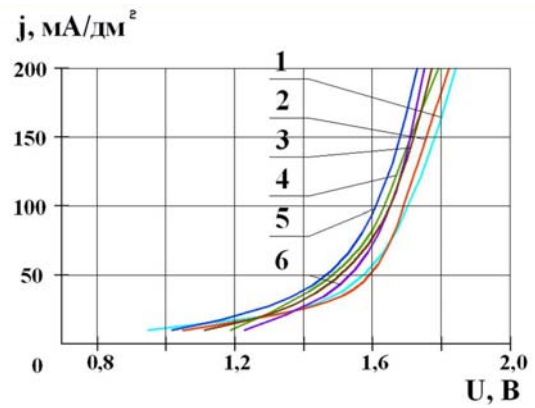


Рис. 3. Поляризационные кривые, снятые на аноде из нержавеющей стали: *1* — кубовый желтый 3Х; *2* — кубовый ярко-оранжевый КХ; *3* — кубовый коричневый К; *4* — кубовый ярко-зеленый 2Ж; *5* — кубовый синий О; *6* — кубовый алый 2Ж

На рисунке 4 мы видим, что при изменении напряжения от 0,6 до 1,6 В плотности тока в растворах красителей меняются незначительно. После 1,6 В плотность тока начинает увеличиваться.

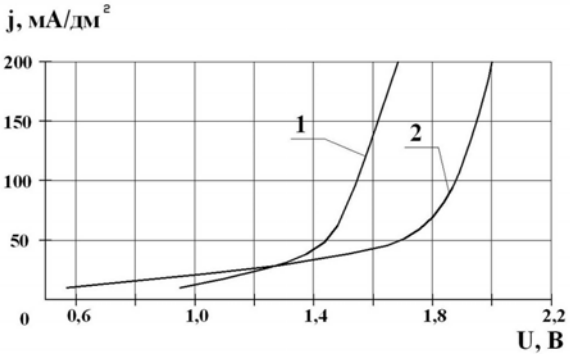


Рис. 4. Анодные поляризационные кривые в растворе смеси красителей: *1* — анод из нержавеющей стали; *2* — анод из графита

Потенциал нержавеющей стали при плотностях тока от 45 до 80 мА/дм^2 значительно ниже потенциала графитового анода. В результате этого напряжение на электролизере с анодами из нержавеющей стали при той же плотности тока, на 0,2…0,3 В ниже, чем с анодами из графита, что снижает энергозатраты при осуществлении этой реакции. Определившись с материалом анода, найдем его оптимальную площадь. Оказалось, что соотношение $S_а$:$S_к$ = 10:1. Таким образом, для практического использования рекомендуется материал анода — нержавеющая сталь. Рабочая плотность тока 45…80 мА/дм^2 [12—14].

Далее определяли время электрохимической обработки, в течение которого достигалось максимальное значение эффективности извлечения кубового красителя, которое составило 20…25 мин (рис. 5).

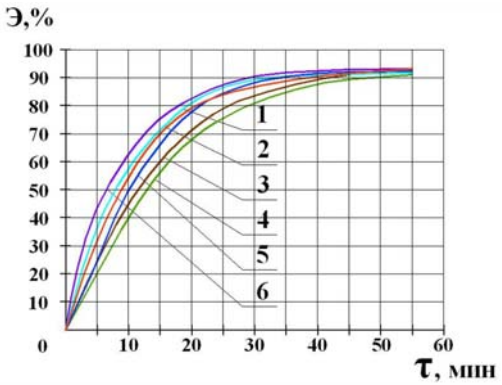


Рис. 5. Эффективность обработки в зависимости от времени: *1* — кубовый желтый 3Х; *2* — кубовый ярко-оранжевый КХ; *3* — кубовый коричневый К; *4* — кубовый ярко-зеленый 2Ж; *5* — кубовый синий О; *6* — кубовый алый 2Ж

Для перехода растворимой формы красителя в нерастворимую необходимо уменьшить pH. Реакция pH среды является определяющим фактором в процессе извлечения кубового красителя, поскольку именно pH раствора влияет на концентрацию растворенных и нерастворенных форм кубовых красителей (рис. 6).

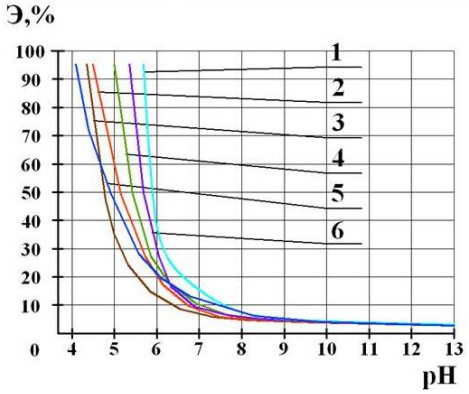


Рис. 6. Зависимость эффективности очистки от pH раствора: *1* — кубовый желтый 3Х; *2* — кубовый ярко-оранжевый КХ; *3* — кубовый коричневый К; *4* — кубовый ярко-зеленый 2Ж; *5* — кубовый синий О; *6* — кубовый алый 2Ж

Чем выше pH раствора, тем больше краситель находится в форме натриевой соли лейкосоединения, то есть в растворенном состоянии. Понижение pH приводит к переходу красителя в нерастворенное состояние.

Экспериментально установлено, что максимальная эффективность (более 90 %) перехода красителя в нерастворенную форму достигается при pH = 5,0…5,5, что соответствует времени обработки 20…25 мин.

В электрохимических системах с повышением температуры электролита скорость химической реакции увеличивается, а перенапряжение электродных реакций снижается. Температурный коэффициент перенапряжения выделения водорода и кислорода составляет 2…4 мВ/°С.

Повышение температуры от комнатной до 60…80 °С снижает перенапряжение этих процессов на 30…40 %, а также увеличивает эффективность очистки (рис. 7), что позволяет рекомендовать сокращение времени обработки при нагревании раствора до соответствующих величин. Это целесообразно, если необходимо очистить сточные воды объемом более 10 000 м^3/сут. и при этом использовать вторичный пар определенных технологических процессов. Для производственной площадки данного исследования оптимальная температура составляет 25 °С [12—14].

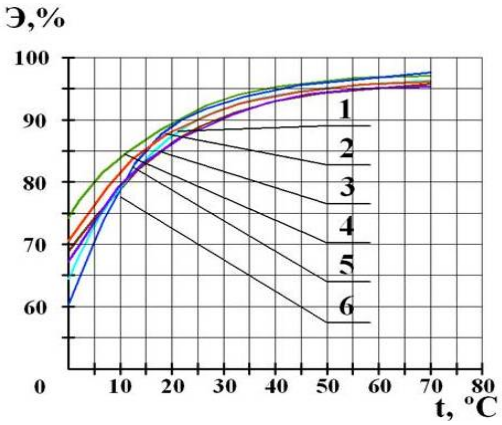


Рис.7. Зависимость эффективности очистки от температуры сточных вод: *1* — кубовый желтый 3Х; *2* — кубовый ярко-оранжевый КХ; *3* — кубовый коричневый К; *4* — кубовый ярко-зеленый 2Ж; *5* — кубовый синий О; *6* — кубовый алый 2Ж

Концентрат содержит восстановитель кубового красителя гидросульфит натрия. В процессе извлечения красителя из сточных вод изучалось, как концентрация восстановителя влияет на электропроводность раствора, что, в свою очередь, определяет эффективность очистки (рис. 8).

На рисунке 8 видно, что увеличение концентрации гидросульфита натрия ведет к увеличению эффективности очистки, что вызвано увеличением электропроводности раствор. Однако при концентрации выше 1,8 г/л эффективность очистки увеличивается незначительно. Оптимальная концентрация $NaHSO_3$ составляет 2,0 г/л [15].

На основании проведенных исследований рекомендованы параметры электрохимической обработки (табл. 3) исследованного концентрата (см. табл. 1).

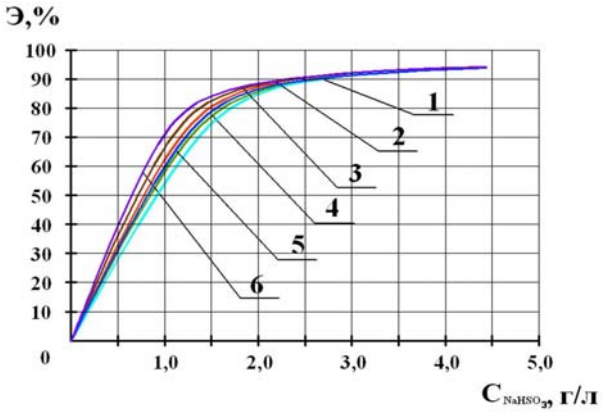


Рис. 8. Зависимость эффективности очистки от концентрации $NaHSO_3$ в растворе: *1* — кубовый желтый 3Х; *2* — кубовый ярко-оранжевый КХ; *3* — кубовый коричневый К; *4* — кубовый ярко-зеленый 2Ж; *5* — кубовый синий О; *6* — кубовый алый 2Ж

Представленные параметры определяют работу электролизной установки, которая при рассмотрении замкнутого стока вод, является «хвостовой установкой» [15].

Таблица 3

Параметры электрохимической обработки концентрата КПП

№ по плану	Наименование	Величина
1	Материал анода	нержавеющая сталь
2	Время обработки, мин	20…25
3	pH	8,0…8,5
4	Температура, °С	25
5	Плотность тока, мА/дм^2	45…80
6	Концентрация $NaHSO_3$, г/л	2,5
7	$S_а$:$S_к$	10:1

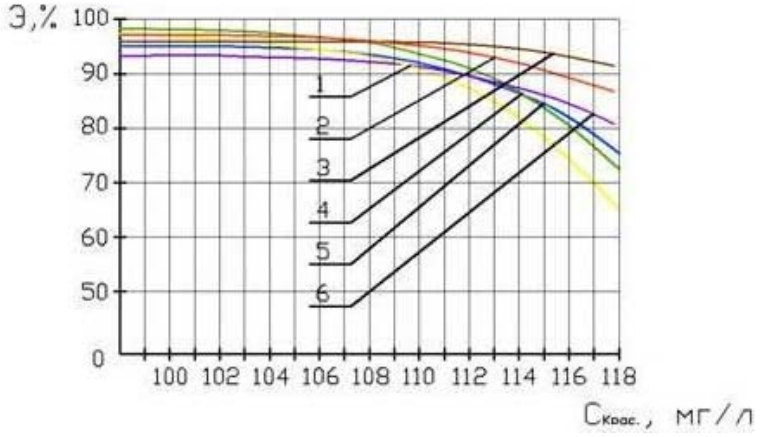


Рис. 9. Зависимость эффективности очистки от исходной концентрации красителя: *1* — кубовый желтый 3Х; *2* — кубовый ярко-оранжевый КХ; *3* — кубовый коричневый К; *4* — кубовый ярко-зеленый 2Ж; *5* — кубовый синий О; *6* — кубовый алый 2Ж

Таким образом, анализ и обобщение отечественных и зарубежных научных достижений и выполненные исследования показали, что на сегодняшний день является целесообразным:

- создание комплексной системы очистки сточных вод, образующихся в конкретных технологических операциях, и проектирование локальных сооружений с целью повторного использования воды;
- использование метода обработки сточных вод текстильного предприятия упариванием, который обеспечивает получение высококачественного дистиллята и концентрата, пригодных для дальнейшего использования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ефимов А. Я., Тавarткиладзе И. М., Ткаченко Л. И.* Очистка сточных вод предприятий легкой промышленности. Киев: Техника, 1985. 230 с.

2. *Васильев Г. В., Ласков Ю. М., Васильева Е. Г.* Водное хозяйство и очистка сточных вод предприятий текстильной промышленности. М.: Легкая индустрия, 1976. 223 с.

3. *Тимонин А. С.* Инженерно-экологический справочник: в 3 т. Т. 2. Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2003. 884 с.

4. *Аксенов В. И.* Замкнутые системы водного хозяйства металлургических предприятий. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1991. 124 с.

5. *Алферова Л. А., Нечаев А. П.* Замкнутые системы водного хозяйства промышленных предприятий, комплексов и районов. М.: Стройиздат, 1984. 272 с.

6. *Беличенко Ю. П.* Замкнутые системы водообеспечения химических производств. М.: Химия, 1990. 191 с.

7. *Ласков Ю. М., Ефимова Е. А.* Очистка сточных вод красильно-отделочных предприятий хлопчатобумажной промышленности физико-химическими методами // В книге: Вопросы очистки сточных вод. М., 1980. С. 102—108.

8. *Ломова О. С., Яковлева Е. И.* Расчет и проектирование выпарных установок. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010. 70 с.

9. *Таубман Е. И.* Выпаривание. М.: Химия, 1982. 328 с.

10. *Штриплинг Л. О., Туренко Ф. П.* Основы очистки сточных вод и переработки твердых отходов. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005. 193 с.

11. Исследование условий концентрирования сточных вод, содержащих красители / А. А. Геращенко, Т. А. Кузьмина, З. К. Ибрагимова, Д. К. Щитов и др. // Потенциал интеллектуально одаренной молодежи — развитию науки и образования: материалы III Международного научного форума молодых ученых, студентов и школьников. Астрахань, 2014. С. 283—285.

12. *Краснобородько И. Г., Светашева Е. С.* Электрохимическая очистка сточных вод. Л.: ЛИСИ, 1978. 89 с.

13. Электрохимический способ извлечения кубовых красителей из сточных вод красильно-печатных производств / Е. В. Москвичева, А. В. Москвичева, А. А. Геращенко, А. А. Сахарова и др. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 43(62). С. 152—160.

14. *Трегубов А. Ю., Фокин К. В., Геращенко А. А.* Способ извлечения СПАВ и красителей из сточных вод текстильных производств // Ежегодная научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава и студентов Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета : сборник тезисов докладов конференции. Волгоград, 2016. С. 26—27. URL: http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/

15. *Щелочкова А. А.* Разработка замкнутой системы водного хозяйства основного производства текстильного предприятия: автореф. дис. … канд. тех. наук. Волгоград, 2012. 19 с.

© Геращенко А. А., Власова О. С., Игнаткина Д. О., Сахарова А. А., Потоловский Р. В., Юрьев Ю. Ю., 2021

Поступила в редакцию
в апреле 2021 г.

Ссылка для цитирования:

Комплексная система очистки сточных вод текстильного предприятия / А. А. Геращенко, О. С. Власова, Д. О. Игнаткина, А. А. Сахарова, Р. В. Потоловский, Ю. Ю. Юрьев // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 2(83). С. 72—83.

Об авторах:

Геращенко Алла Анатольевна — канд. техн. наук, доц. каф. водоснабжения и водоотведения, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; viv_vgasu@mail.ru

Власова Оксана Сергеевна — канд. техн. наук, доц., доц. каф. пожарной безопасности и защиты в чрезвычайных ситуациях. Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; viv_vgasu@mail.ru

Игнаткина Дарья Олеговна — ассистент каф. водоснабжения и водоотведения, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; viv_vgasu@mail.ru

Сахарова Анастасия Андреевна — старший преподаватель каф. водоснабжения и водоотведения, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; viv_vgasu@mail.ru

Потоловский Роман Валерьевич — канд. техн. наук, доц. каф. водоснабжения и водоотведения, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; potolovski@.ro.ru

Юрьев Юрий Юрьевич — канд. техн. наук, доц., зав. каф. водоснабжения и водоотведения, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; viv_vgasu@mail.ru

Alla A. Gerashchenko, Oksana S. Vlasova, Dar'ya O. Ignatkina, Anastasiya A. Sakharova, Roman V. Potolovskii, Yurii Yu. Yur'ev,

Volgograd State Technical University

COMPREHENSIVE WASTE WATER PURIFICATION SYSTEM FOR A TEXTILE ENTERPRISE

Increasing demand for water, increasing requirements for its quality dictate the search for effective technologies for water treatment and wastewater treatment. The existing technologies of local treatment, provide for a partial reduction in pollution of the general runoff, are ineffective and do not provide a reorientation to low-waste technologies. The proposed integrated wastewater treatment system makes it possible to reduce water consumption at textile enterprises by introducing a local closed water supply system of the main production using a separate wastewater treatment scheme for the spinning and weaving and dyeing and printing shops of a textile enterprise, their concentration and separation from the wastewater of the spinning and weaving and dyeing and printing shops for the components of pollutants.

K e y w o r d s: closed water supply systems, waste-free production, concentration, vat dyes, tailing plants.

For citation:

Gerashchenko A. A., Vlasova O. S., Ignatkina D. O., Sakharova A. A., Potolovskii R. V., Yur'ev Yu. Yu. [Comprehensive waste water purification system for a textile enterprise]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2021, iss. 2, pp. 72—83.

About authors:

Alla A. Gerashchenko — Candidate of Engineering Sciences, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; viv_vgasu@mail.ru

Oksana S. Vlasova — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; viv_vgasu@mail.ru

Dar'ya O. Ignatkina — Assistant of Water Supply and Disposal Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; viv_vgasu@mail.ru

Anastasiya A. Sakharova — Senior Lecturer of Water Supply and Disposal Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; viv_vgasu@mail.ru

Roman V. Potolovskii — Candidate of Engineering Sciences, Docent of Water Supply and Disposal Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; potolovski@.ro.ru

Yurii Yu. Yur'ev — Canidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; viv_vgasu@mail.ru

УДК 628.3:663.97

Д. О. Игнаткина, А. А. Геращенко, А. П. Поздняков, Е. В. Федулова, Д. В. Котломина, Ю. Ю. Юрьев

Волгоградский государственный технический университет

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЛОКАЛЬНОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ТАБАЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Рассматриваются проблемы выбора рациональной технологии локальной очистки сточных вод на примере предприятия табачной промышленности. В состав стоков входит значительный диапазон загрязняющих вредных компонентов: взвешенные частицы, растворенные неорганические и органические вещества, различные микроорганизмы. Выделены основные факторы, влияющие на выбор метода очистки загрязненных вод. На примере табачной фабрики был детально изучен технологический процесс и определены среднесменные значения химического состава сточных вод, образующихся в контрольном колодце перед выпуском в городскую канализационную сеть. Произведен выбор пунктов отбора проб с учетом схемы расположения сетей водоотведения табачной фабрики и мест образования сточных вод в технологической цепочке до смешения с хозяйственно-бытовыми с целью детального количественного анализа. Качественная характеристика фабричных стоков важна для выбора оптимальной схемы очистки. В лабораторных условиях были апробированы методы очистки, оценена их эффективность и даны рекомендации по выбору рациональной технологии локальной очистки, позволяющей повторно использовать очищенные стоки в замкнутой системе водоснабжения.

К л ю ч е в ы е с л о в а: предприятия табачной промышленности, сточные воды, методы очистки.

В зависимости от вида загрязнений, входящих в состав сточных вод (СВ), выбирают методы их очистки. Если стоки имеют значительный диапазон загрязнений — взвешенные, растворенные неорганические и органические вещества, различные микроорганизмы, то технологическую схему последовательного удаления поллютантов из воды необходимо подбирать, исходя из использования наиболее эффективных, конструктивно доступных и экономически целесообразных способов (методов) очистки СВ [1—7].

СВ табачной индустрии имеют более простой химический состав, чем городские стоки, поэтому у предприятий данной отрасли нет необходимости в строительстве сложных очистных сооружений. Типовые же проекты, функционирующие на предприятиях табачной промышленности (ПТП) средней производственной мощности, могут быть достаточно громоздкими по занимаемой площади и поэтому экономически нерентабельными на малых предприятиях. Таким образом, выбор схемы очистки СВ табачных предприятий, обеспечивающей необходимую степень удаления основных видов загрязнителей при минимальных затратах, является актуальной задачей.

В настоящее время на различных табачных фабриках (ТФ) для очистки СВ применяют механические, химические, физико-химические и биологические методы очистки.

Факторы, влияющие на выбор метода очистки загрязненных вод ПТП:

- количественный и качественный химический состав СВ;
- объемы образования некондиционных вод;

- возможность и рентабельность с экономической точки зрения извлечения из очищаемых загрязненных примесей ценных веществ;
- использование очищенной воды для повторного и оборотного водоснабжения или при сбросе в водоем с учетом действующих нормативных требований, предъявляемых к ее качеству [3, 7, 8].

Выбрав рациональный вариант технологии очистки СВ, можно достигнуть эффекта очистки от органических поллютантов до 85…98 %, от механических — до 95…98 % [3, 4, 9—11].

Из анализа методов очистки СВ, применяемых на ПТП видно, что всем им присущи определенные недостатки [5, 12, 13]. Поэтому при выборе способа очистки от загрязняющих примесей необходимо учитывать не только их физико-химический состав, но и требования, которым должны удовлетворять очищенные воды: при сбросе в водоем — нормативам допустимого сброса (НДС), а при использовании очищенных СВ в производственном процессе предприятия — технологическому регламенту или инструкции.

Перед авторами стояла задача на примере ПТП, расположенного на территории Российской Федерации, провести лабораторные исследования по определению состава сточных вод и дать рекомендации по выбору рациональной технологии локальной очистки, позволяющей повторно использовать очищенные стоки в замкнутой системе водоснабжения.

Для выявления основных загрязняющих веществ на данном предприятии был детально изучен технологический процесс и определены среднесменные значения химического состава СВ, образующихся в контрольном колодце перед выпуском в городскую канализационную сеть (табл. 1).

Аналитический контроль проб СВ производился согласно требованиям ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб» и Методических указаний по отбору проб для анализа сточных вод (ПНД Ф 12.15.1-08, 2015).

Из данных таблицы 1 следует, что анализируемые СВ имеют многокомпонентный состав, а концентрации загрязнений превышают нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) для сброса в городскую канализационную сеть г. Волгограда по следующим показателям: БПК (полн.), ХПК, АПАВ, взвешенным и азотсодержащим веществам и по сухому остатку.

Поэтому следующим этапом работы по изучению химического состава производственных СВ ТФ стало определение основных мест их образования в технологической цепочке до смешения с хозяйственно-бытовыми СВ с целью детального количественного анализа, важного для выбора оптимальной схемы очистки. Выбор пунктов отбора проб производился с учетом схемы расположения сетей водоотведения ТФ. Места отбора СВ, рассматриваемой ТФ представлены на рис. 1.

Результаты качественного и количественного химического анализа отобранных проб СВ в 5 основных пунктах их образования сведены в табл. 2. На основании полученных данных построена сравнительная диаграмма превышения содержания загрязняющих веществ СВ (рис. 2) в соответствие с нормативными требованиями (Постановление Администрации Волгограда от 18.06.2015 «Об утверждении нормативов водоотведения (сброса) по составу и свойствам сточных вод, отводимых в окружающую природную среду через централизованные системы водоотведения Волгограда»).

Таблица 1

Усредненные среднемесячные показатели химического состава СВ, образующихся на предприятии табачной индустрии РФ

Показатель загрязняющих веществ	ПДК*	Значение показателя в различные моменты времени, ч							
		08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
Взвешенные вещества, мг/дм^3	41,09	63,00	37,00	111,00	56,00	130,00	25,00	147,00	87,00
БПК$_{полн}$, мг·O$_2$/дм^3	34,44	830,00	557,00	1261,00	591,00	716,00	808,00	1404,00	1397,00
ХПК, мг·O$_2$/дм^3	51,66	1235,00	848,00	1723,00	875,00	1098,00	1240,00	2218,00	2178,00
Железо$_{(общ.)}$, мг/дм^3	0,24	0,21	0,23	0,17	0,19	0,20	0,15	0,18	0,22
АПАВ, мг/дм^3	0,41	1,97	0,44	0,69	0,96	0,83	1,50	1,01	1,45
Сульфаты, мг/дм^3	97,30	73,00	75,00	78,00	74,00	72,00	69,00	71,00	74,00
Сухой остаток, мг/дм^3	490,00	605,00	703,00	1139,00	774,00	719,00	716,00	1824,00	694,00
Фосфаты, мг/дм^3	1,30	0,60	0,21	1,31	0,85	0,49	0,67	0,38	0,41
Нефтепродукты, мг/дм^3	0,86	0,68	0,76	0,73	0,55	0,81	0,72	0,90	1,20
Жиры, мг/дм^3	10,00	9,60	8,35	6,82	2,80	7,00	8,44	4,60	5,50
Аммоний, мг/дм^3	26,98	22,20	28,30	54,20	30,20	35,30	29,70	33,20	24,00
Прокаленный остаток, мг/дм^3	—	217,00	220,00	231,00	223,00	219,00	219,00	234,00	223,00
Водородный показатель, pH	6,5…8,5	6,13	6,22	5,73	6,58	6,35	5,69	6,37	6,48

Примечание.
*Нормативы ПДК загрязняющих веществ, установленные согласно Постановления Администрации Волгограда от 18.06.2015 № 840. URL: http://www.garant.ru/hotlaw/volga/633238;
отбор проб производился в период с 2017 по 2019 гг.; по показаниям счетчика усредненный расход воды 91 м^3 (30 % СВ), на стоки приходится 63,7 м^3

Чистка СЦ

Чистка и мойка оборудования ТЦ

Работа оборудования ТЦ

Работа столовой

Работа СЦ

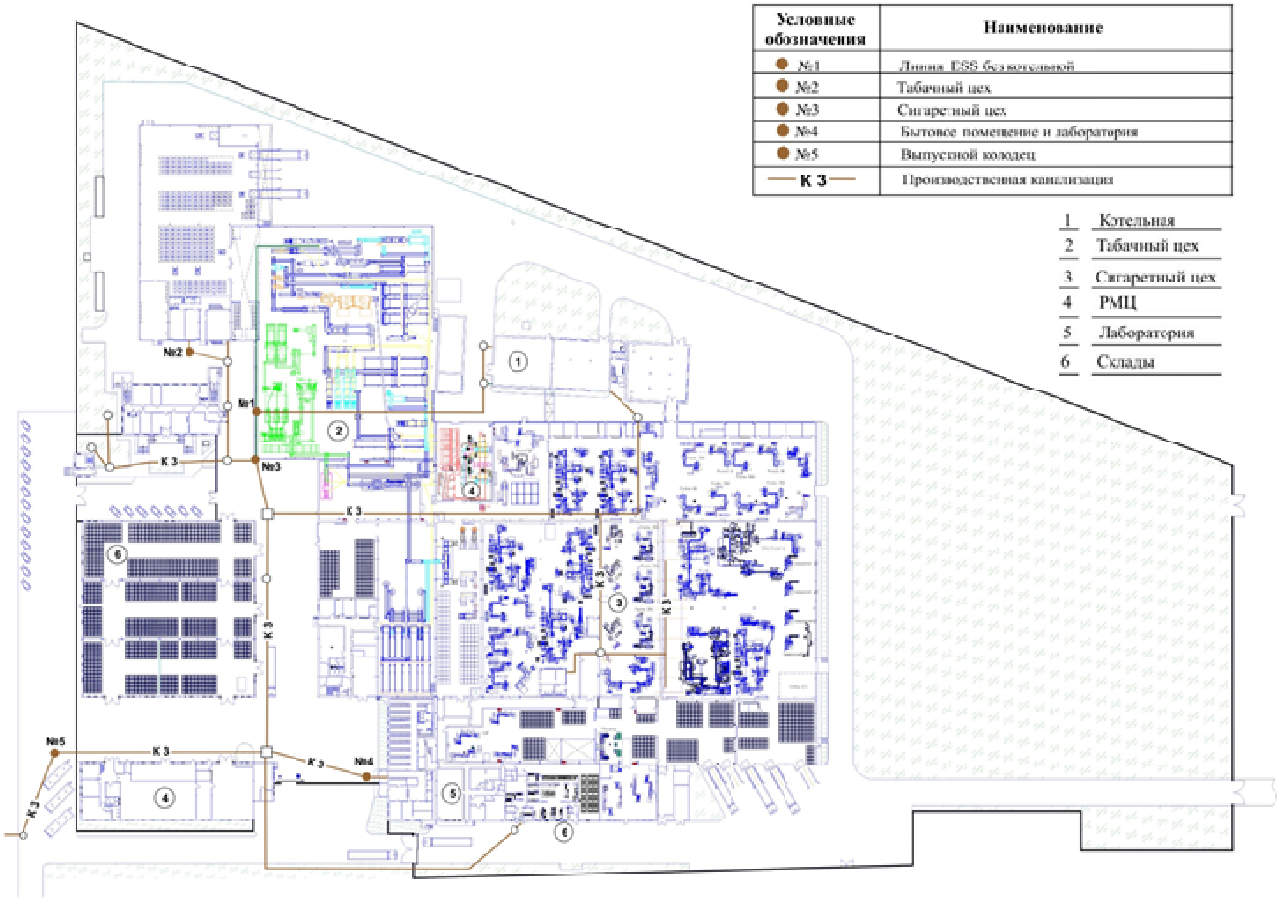


Рис. 1. Генплан предприятия табачной индустрии РФ с местами отбора проб

Таблица 2

Усредненные показатели химического состава СВ, образующихся на предприятии табачной индустрии РФ за период 2017—2019 гг.

Места отбора проб (категория СВ) / Наименование показателей	ПДК*	ФК**	ПДК	ФК	ПДК	ФК	ПДК	ФК	ПДК	ФК
	№1 линии ESS и CRES		№2 бытовые табачного цеха		№3 сигаретный цех		№4 бытовые помещ. +лаб. корпус		№5 выход с фабрики	
	Производственные		Хоз.-бытовые		Производствен-ные		Хоз.-бытовые		Смешанные	
Взвешенные вещества, мг/дм^3	41,09	153	41,09	22	41,09	242	41,09	38	41,09	181
БПК$_{полн.}$, мг·O$_2$/дм^3	34,44	1410	34,44	59	34,44	543	34,44	244	34,44	1856
ХПК, мг·O$_2$/дм^3	51,66	2455	51,66	97	51,66	824	51,66	373	51,66	2830
Железо$_{(общ.)}$, мг/дм^3	0,24	0,12	0,24	0,18	0,24	0,23	0,24	0,15	0,24	0,2
Жиры, мг/дм^3	10	5,7	10	1,69	10	2,78	10	4,3	10	5,9
Аммоний (NH$_4$), мг/дм^3	26,98	44,11	26,98	8,08	26,98	48,35	26,98	12,77	26,98	32,5
Нефтепродукты, мг/дм^3	0,862	0,59	0,862	0,44	0,862	0,62	0,862	0,42	0,862	0,94
АПАВ, мг/дм^3	0,41	23,6	0,41	6,4	0,41	24,8	0,41	30,2	0,41	21,8
Фосфаты, мг/дм^3	1,3	< 0,05	1,3	0,66	1,3	0,85	1,3	0,14	1,3	0,56
Сульфаты, мг/дм^3	97,30	83	97,30	71	97,30	78	97,30	77	97,30	75
Сухой остаток, мг/дм^3	490	920	490	160	490	782	490	162	490	834
Прокаленный остаток, мг/дм^3	—	250	—	217	—	229	—	220	—	225
pH	6,5…7,5	6,1	6,5…7,5	7,75	6,5…7,5	8,8	6,5…7,5	7,2	6,5…7,5	6,69

Примечания. *ПДК установлены согласно Постановления Администрации Волгограда от 18.06.2015 № 840. **ФК — фактическая концентрация.

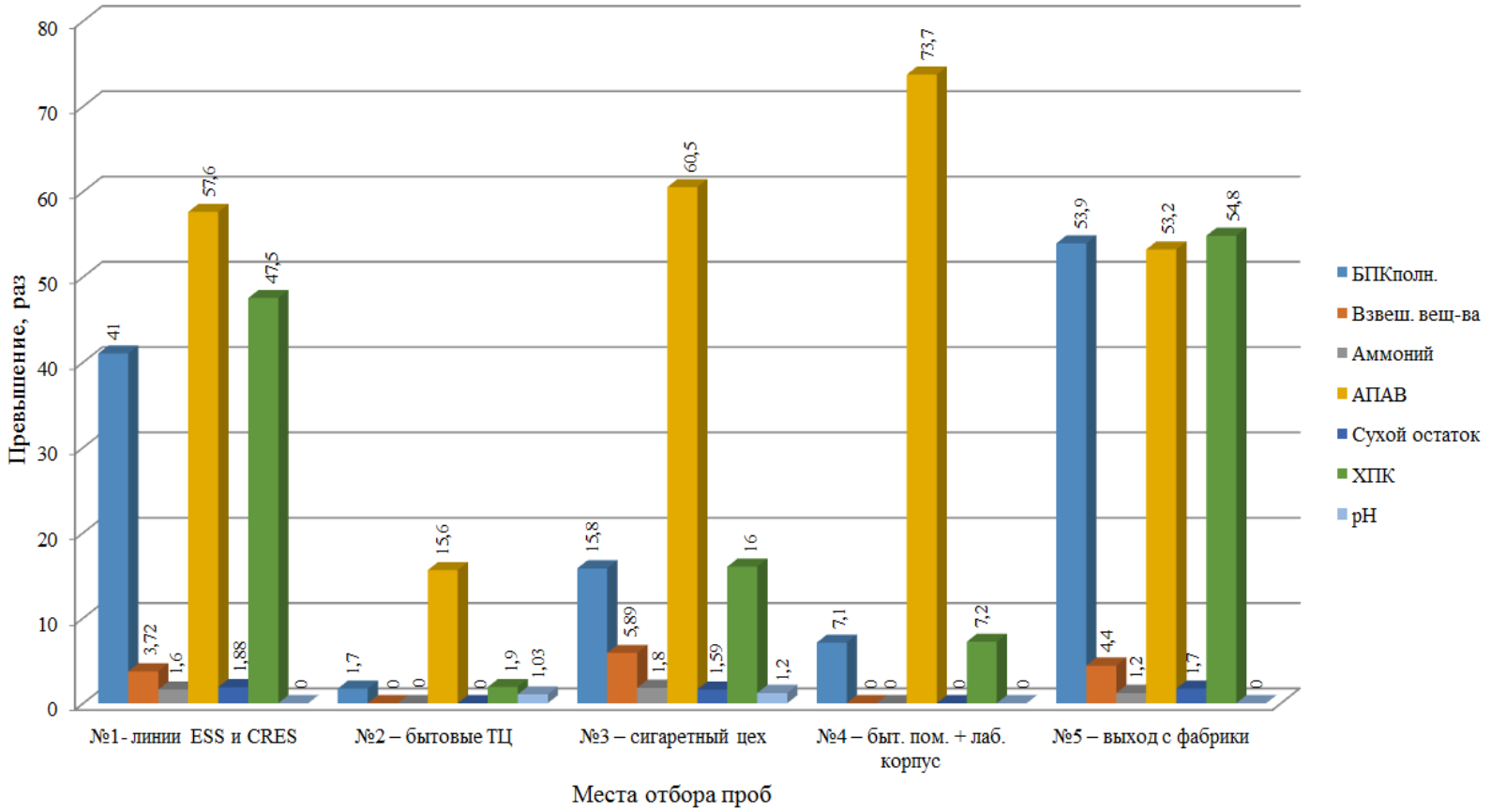


Рис. 2. Диаграмма превышений ПДК по загрязняющим веществам предприятия табачной индустрии РФ

Из представленных в табл. 2 и на диаграмме (см. рис. 2) данных видно, что основная величина загрязняющих веществ образуется в следующих производственных процессах (рис. 3):

1) ***рабочие линии ESS и CRES***, предусматривающие подготовительный этап обработки исходного сырья (табачной жилки), который сопровождается следующими технологическими операциями: дробление, просеивание, очистка от металлических примесей, обработка перегретым паром, расщепление, увлажнение и нанесение добавок, улучшающих физические и вкусовые свойства табака [4, 8, 14];

2) ***сигаретный цех,*** куда заранее подготовленный табак транспортируется для производства готовых табачных изделий [4, 15—17].

а *б* *в* *г*

Рис. 3. Источники образования СВ в результате производственного процесса на предприятии табачной индустрии: *а* — мойка скребкового механизма от клея; *б* — отходы после расщепления табачной жилки; *в* — емкость для смыва остаточных компонентов, образующихся в результате; *г* — промывка емкостей после использования ароматических соусов в технологическом процессе

В модельных лабораторных условиях авторами были опробованы некоторые механические, физико-химические и химические методы очистки [3, 7, 18—20]. Данные по результатам очистки обозначенными способами с учетом выявленных загрязняющих компонентов СВ с превышением ПДК (табл. 2) представлены в табл. 3.

По результатам предварительных исследований выявлено, что наиболее эффективными являются методы биологической и реагентной очистки, а также сорбция и электрохимическое окисление. Однако каждый из них имеет свои недостатки.

Таблица 3

Сравнительная характеристика методов очистки СВ

Показатели \ Метод очистки		Механическая очистка		Биологическая очистка (биореактор)	Сорбция	Реагентное окисление (H_2O_2, MnO_2)	Электрохимическое окисление
		Отстаивание	Фильтрование				
Эффективность очистки, %	$БПК_{полн}$	15…20	18…25	87…90	17…22	85…89	90…94
	ХПК	17…25	20…28	92…95	20…29	91…96	92…96
	Взвешенные вещества	43…52	83…90	81…87	30…36	15…25	72…81
	Аммоний (NH_4)	2…9	15…17	80…92	89…91	85…88	41…45
	АПАВ	1…5	8…10	94…97	88…94	82…91	85…92
Примечания		Является только предварительным этапом очистки воды. В данном случае не может применяться как основной метод очистки.		Высокие капитальные затраты, необходимость строгого соблюдения технологического режима очистки (поддержание заданного уровня насыщения кислородом и температуры процесса) — недостатки метода	Высокие значения концентраций $БПК_{полн.}$ и ХПК СВ делают применение метода сорбции экономически не выгодным.	Окисление до CO_2 и H_2O; процесс взрывоопасен, метод чувствителен к концентрации H_2O_2, температуре, свету.	Высокая эффективность метода обеспечивается подбором оптимальных условий электроокисления: материала электродов; плотности тока; времени электрообработки. От этого также зависит общий расход электроэнергии.

Биологическая очистка является наиболее экологически чистым методом, но область ее применения ограничивается условиями проведения, диапазоном активности биопрепаратов, температурой, кислотностью, концентрацией загрязнения, аэробными условиями [9, 10, 21].

Метод реагентного окисления не выгоден с экономической точки зрения, так как требует значительных расходов реагентов. К тому же данный метод пожаро- и взрывоопасен [3, 6, 22]. а также в результате обработки происходит окисление органических соединений, входящих в состав загрязнений, до CO_2 и H_2O, что препятствует выделению и анализу загрязняющих компонентов.

Сорбционный метод является весьма эффективным для извлечения из СВ многокомпонентных примесей при их низкой концентрации [10, 11, 19, 23]. При очистке высококонцентрированных стоков, какими и являются некондиционные воды рассматриваемой ТФ, адсорбция будет эффективна в качестве стадии доочистки.

Таким образом, результаты предварительных лабораторных исследований свидетельствуют о том, что основному требованию, предъявляемому к технологии очистки СВ на ТФ, а именно доведение концентраций производственных стоков до ПДК загрязняющих веществ, позволяющих как сбрасывать очищенную воду в канализационную сеть города, так и многократно использовать ее в технологическом процессе, отвечает способ электрохимического окисления. К преимуществам метода относятся высокая эффективность при очистке высококонцентрированных по показателям $БПК_{полн}$ и ХПК стоков, надежность и быстрый ввод установок на рабочий режим эксплуатации [14, 15, 22, 24—26].

Исходя из состава СВ, образующихся на ТФ, предложена предварительная технологическая блок-схема поэтапной очистки, базирующаяся на методе электрохимического окисления в сочетании с предварительной механической очисткой и последующей доочисткой сорбционным методом (рис. 4).

Рис. 4. Технологическая блок-схема поэтапной очистки СВ ТФ

Принципиальная блок-схема предлагаемой локальной очистки многокомпонентных СВ ТФ предусматривает поступление высоконцентриванных производственных СВ (смешанный сток, см. табл. 1) в накопительную емкость (накопитель — усреднитель), где происходит пневматическое перемешивание жидкости. Затем для удаления взвешенных частиц СВ поступают в вертикальный отстойник. В технологической схеме предусмотрен смеситель пневматического типа (контактный смеситель) для введения в очищаемую сточную жидкость раствора поваренной соли (NaCl) с целью интенсификации последующего этапа электрохимической очистки. После взаимодействия СВ с рабочим раствором реагента NaCl они направляются на электроокислительно-сорбционную обработку, где происходит окончательная очистка от загрязнений в электрофлотоадсорбере. Отделенные от СВ осадок и шлам, образующиеся в вертикальном отстойнике и электрофлотоадсорбере соответственно, направляются на механическое обезвоживание (шламоуплотнитель) и дальнейшую утилизацию.

Заключение

Таким образом, несмотря на обилие различных методов очистки некондиционных вод на ПТП, проблема выбора рационального и эффективного способа очистки от различного рода загрязнений остается актуальной. Авторам на конкретном примере удалось показать, что при осуществлении подбора методов локальной обработки СВ и типов применяемых при этом очистных сооружений необходимо, в первую очередь, руководствоваться характером загрязнений, спецификой производства, режимом спуска стоков, а также местными условиями, определяющими требования к необходимой степени очистки стоков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Вайслер Т., Хельманн В., Чеботарева М.* Эффективная очистка сточных вод круглый год // Пищевая промышленность. 2001. № 4. С. 70—71.

2. *Василенко Л. В., Никифоров А. Ф., Лобухина Т. В.* Методы очистки промышленных сточных вод / Уральский государственный лесотехнический университет. Екатеринбург, 2009. 174 с.

3. *Гандурина Л. В., Фомичева Е. В.* Интенсификация физико-химической очистки сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2004. № 5. С. 17—20.

4. *Игнаткина Д. О.* Разработка технологии очистки многокомпонентных сточных вод предприятия табачной промышленности: автореф. дис. … канд. тех. наук: 05.23.04. Пенза, 2019. 24 с.

5. *Аксенов В. И., Мигалатий Е. В., Никифоров А. Ф.* Очистка природных и сточных вод: учеб. пособие : в 2 ч. Тамбов : Изд-во ИП Чесноков А. В., 2011. Ч. 1. 167 с.

6. *Алексеев А. И., Валов М. Ю., Юзвяк З. Е.* Критерии качества водных систем: учебное пособие. СПб: Химиздат, 2002. 212 с.

7. *Ксенофонтов Б. С., Москалев С. В., Дулина Л. А.* Очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности от поверхностно-активных веществ // Материалы конгресса «Вода: Экология и технология» ЭВАТЭК—2004 : в 2 ч. Коломна, 2004. Ч. 2. С. 696—697.

8. *Ahmad A. L., Ismail S., Bhatia S.* Ultrafiltration behavior in the treatment of agro-Pandey // Resources Conservation and Recycling. 2003. Vol. 37. Iss. 2. Pp. 101—117.

9. *Маркитанова Л. И., Кисс В. В., Каверзнева Т. Т.* Водоснабжение и очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности: учебное пособие. СПб: СПбГУНиПТ, 2006. 134 с.

10. *Игнаткина Д. О., Войтюк А. А., Федулова Е. В.* Разработка экологически безопасной технологии очистки многокомпонентных сточных вод предприятий пищевой промышленности // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности : материалы VI Всероссийской (с международным участием) научно-технической конференции молодых исследователей / под общ. ред. Н. Ю. Ермиловой, И. Е. Степановой ; Волгоградский государственный технический университет. Волгоград, 2019. С. 187—189.

11. Современные решения в вопросе разработки эффективных технологических схем очистки сточных вод на предприятиях пищевой промышленности / Д. О. Игнаткина, Э. П. Доскина, Е. В. Федулова, В. А. Коробков // Технология очистки воды «ТЕХНОВОД — 2019» : материалы XII Международной научно-практической конференции / Южно-Российский государственный политехнический университет им. М. И. Платова. Новочеркасск, 2019. С. 291—297.

12. *Bressan M.* Improved combined chemical and biological treatments of olive oil mill wastewaters // Journal of Agricultural & Food Chemistry. 2004. Vol. 52. Iss. 5. Pp. 1228—1233.

13. *Chipasa K. B.* Limits of physicochemical treatment of waste water in the vegetable oil refining industry // Pol. J. Environ. Stud. 2001. Vol. 10. Iss. 3. Pp. 141—147.

14. К вопросу выбора некоторых технологических параметров электрохимической очистки многокомпонентных сточных вод на примере предприятий табачной промышленности / Д. О. Игнаткина, Э. П. Доскина, Е. В. Федулова, В. А. Коробков // Технология очистки воды «ТЕХНОВОД — 2019» : материалы XII Международной научно-практической конференции / Южно-Российский государственный политехнический университет им. М. И. Платова. Новочеркасск, 2019. С. 291—297.

15. К вопросу о применении метода электроокисления для очистки сточных вод предприятий пищевой индустрии / Д. О. Игнаткина, А. В. Москвичева, Э. П. Доскина, Л. В. Олефиренко и др. // Инновационное развитие регионов: потенциал науки и современного образования : материалы II Национальной научно-практической конференции. / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань, 2019. С. 246—250.

16. Полезная модель 198750. Российская Федерация, МПК C02F 9/06. Устройство для очистки сточных вод от многокомпонентных загрязнений для промышленных предприятий / А. А. Войтюк, Д. О. Игнаткина, А. В. Москвичева. Заявка 2020112690, 2020.03.28

17. *Jacques F.* Physical adsorption: experiment, theory and applications. Springer, 1997. 619 p.

18. *Jozsef T.* Adsorption: Theory, Modelin, and analysis. CRCPres, 2002. 904 p.

19. Экспериментальная оценка эффективности адсорбции многокомонентных загрязнений с использованием органобентонитового сорбента / Д. О. Игнаткина, А. А. Войтюк, А. А. Геращенко, В. И. Салеева // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2020. № 4(34). С. 28—33.

20. A combination machine for industrial wastewater purification / A. V. Moskvicheva, D. O. Ignatkina, E. V. Moskvicheva, D. N. Lebedev // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 698: The International Scientific Conference "Construction and Architecture: Theory and Practice for the innovation Development" (CATPID—2019). [IOP Publishing], 2019. 6 p. DOI: 10.1088/1757-899X/698/5/055037.

21. *Ignatkina D. O. , Moskvicheva E. V. , Voytyuk A. A.* Composite Sorbent Filter Material on the Basis of Man-Caused and Minerals // Materials Science Forum. 2019. Vol. 945. Pp. 983—987. – URL: https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.945.

22. Некоторые особенности электрохимической обработки сточных вод предприятий пищевой индустрии / Д. О. Игнаткина, А. В. Москвичева, В. А. Коробков, А. В. Щербаков, и др. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 2(75). С. 140—148.

23. *Tay J. H., Jeyaseelan S.* Membrane filtration for reuse of waste water from beverage industry // Resources Conservation & Recycling. 1995. Vol. 15. Iss 1. Pp. 33—40.

24. *Saravacos G. D., Iredale H. D.* Physical treatments of food processing waste waters // Food and Life Science Bulletin. 1971. Vol. 12. Pp. 1—5.

25. Источники образования и химический состав сточных вод предприятий пищевой промышленности / Д. О. Игнаткина, А. В. Москвичева, А. А. Войтюк, Е. В. Федулова // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. Саратов: СГТУ, 2019. С. 582—586.

26. *Шапкин Н. П., Жамская Н. Н., Кондриков Н. Б.* Фундаментальные основы технологии очистки сточных вод // Тезисы докладов Международного экологического конгресса «Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности». Санкт Петербург, 2000. С. 259.

© Игнаткина Д. О., Геращенко А. А., Поздняков А. П., Федулова Е. В., Котломина Д. В., Юрьев Ю. Ю., 2021

Поступила в редакцию
в апреле 2021 г.

Ссылка для цитирования:

Выбор оптимальной технологии локальной очистки сточных вод на примере предприятия табачной промышленности / Д. О. Игнаткина, А. А. Геращенко, А. П. Поздняков, Е. В. Федулова, Д. В. Котломина, Ю. Ю. Юрьев // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 2(83). С. 84—96.

Об авторах:

Игнаткина Дарья Олеговна — ассистент каф. водоснабжения и водоотведения, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; viv_vgasu@mail.ru

Геращенко Алла Анатольевна — канд. техн. наук, доц. каф. водоснабжения и водоотведения, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; viv_vgasu@mail.ru

Поздняков Андрей Петрович — канд. физ.-мат. наук, доц., Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; pozd74@mail.ru

Федулова Екатерина Владимировна — студентка, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; fedulova973@mail.ru

Котломина Дарья Витальевна — студентка, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; k.darya98@mail.ru

Юрьев Юрий Юрьевич — канд. техн. наук, доц., зав. каф. водоснабжения и водоотведения, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; viv_vgasu@mail.ru

Dar'ya O. Ignatkina, Alla A. Gerashchenko, Andrey P. Pozdnyakov, Ekaterina V. Fedulova, Darya V. Kotlomina, Yurii Yu. Yur'ev

Volgograd State Technical University

CHOOSING THE OPTIMAL TECHNOLOGY FOR LOCAL WASTEWATER TREATMENT ON THE EXAMPLE OF A TOBACCO INDUSTRY ENTERPRISE

The problems of choosing a rational technology for local wastewater treatment are considered on the example of a tobacco industry enterprise. The composition of effluents includes a significant range of polluting harmful components: suspended particles, dissolved inorganic and organic substances, various microorganisms. The main factors influencing the choice of the method for treating polluted waters are highlighted. Using the example of a tobacco factory, the technological process was studied in detail and the average shift values of the chemical composition of wastewater generated in the control well before being released into the city sewer network were determined. The selection of sampling points was made, taking into account the layout of the drainage networks of the tobacco factory and the places of wastewater formation in the technological chain before mixing with household ones for the purpose of detailed quantitative analysis. The qualitative characteristics of factory effluents are important for choosing the optimal treatment scheme. In laboratory conditions, treatment methods were tested, their effectiveness was assessed, and recommendations were given on the choice of a rational technology for local treatment that would allow the reuse of treated wastewater in a closed water supply system.

K e y w o r d s: tobacco industry enterprises, waste water, treatment methods.

For citation:

Ignatkina D. O., Gerashchenko A. A., Pozdnyakov A. P., Fedulova E. V., Kotlomina D. V., Yur'ev Yu. Yu. [Choosing the optimal technology for local wastewater treatment on the example of a tobacco industry enterprise]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2021, iss. 2, pp. 84—96.

About authors:

Dar'ya O. Ignatkina — Assistant of Water Supply and Disposal Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; viv_vgasu@mail.ru

Alla A. Gerashchenko — Candidate of Engineering Sciences, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; viv_vgasu@mail.ru

Andrey P. Pozdnyakov — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; pozd74@mail.ru

Ekaterina V. Fedulova — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; fedulova973@mail.ru

Darya V. Kotlomina — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; k.darya98@mail.ru

Yurii Yu. Yur'ev — Canidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; viv_vgasu@mail.ru

УДК 544.6:628.345

В. Т. Фомичев[а], Н. Г. Вурдова[б], Г. П. Губаревич[а], А. В. Савченко[а]

[а] Волгоградский государственный технический университет
[б] АО «ГМС Нефтемаш»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА В ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ПРИМЕСЕЙ

Проведены исследования влияния частоты и скважности импульсного тока на снижение содержания ионов железа и хрома (III) при электрокоагуляционной очистке промывных сточных вод гальванического хромирования. Разработаны рекомендации для применения электрокоагуляции в производственных условиях.

К л ю ч е в ы е с л о в а: электрокоагуляция, нестационарный электролиз, очистка сточных вод, электролиты хромирования.

Проблема охраны окружающей среды от промышленного загрязнения является одной из важнейших экономических и социальных задач, решение которой в первую очередь направлено на обеспечение воспроизводства и рационального использования ресурсов.

В современных гальванических производствах используется широкая номенклатура технологических процессов, связаные с использованием воды, потребление которой составляет до 12 % свежей воды от общего его расхода. Основная масса промышленных стоков не может быть сброшена в городскую систему канализации или в водоем без предварительной очистки на локальных очистных сооружениях [1, 2].

Гальванические производства имеют специфические особенности в использовании воды, свои источники загрязнения и, следовательно, требуют решения проблемы очистки воды.

Определенным резервом в решении этих проблем является использование электрического тока в технологии очистки сточных вод [3], при которой происходит прямое превращение электрической энергии в энергию химических реакций. Электрообработка сточных вод (СВ) при сочетании ее с другими методами, позволяет успешно очищать сточные воды от примесей различного состава и дисперсности.

Наиболее перспективным применением электрического тока для очистки воды является электрокоагуляционный метод с использованием мембран, разделяющих анодное и катодное пространство электрохимического устройства [4, 5]. Этот метод позволяет во многих случаях не только извлечь из СВ загрязняющие вещества, но и вернуть очищенные воды в производство для повторного их использования.

Несмотря на очевидные преимущества метод электрокоагуляции нуждается в интенсификации — необходим поиск эффективных мер по снижению пассивации анодов, а также поддержанию в межэлектродном объеме условий, предотвращающих образования нерастворимых соединений [6]. Использование постоянного тока для электродиализной очистки и регенерации растворов лимитируется невозможностью увеличения плотности тока, связанной с возрастанием концентрационной поляризации у поверхности мембран и ее

влиянием на ресурсные характеристики мембран (снижение селективности, образование осадков гидроокисей на мембранах) [7].

Перспективным направлением в разработке электрокоагуляторов является использование для питания электрокоагуляторов импульсного тока [8, 9].

В данной работе объектами исследования были выбраны хромосодержащие сточные воды и отработанные электролиты хромирования.

Было проведено исследование влияния плотности, частоты и скважности импульсного тока на процесс регенерации отработанного электролита и очистки хромосодержащих сточных вод, а также определена частота импульсов, на которой достигается наибольшая скорость очистки.

Исследования проводили с одномолярными растворами сульфатов меди, железа, хрома, а также отработанным стандартным электролитом хромирования. В качестве католита использовался 3…5%-й раствор серной кислоты, использовалась мембрана ионообменная типа МК-40Л.

Определение оптимальной частоты для разделения тяжелых металлов проводилось на установке, основным элементом которой является электролизер, разделенной на две камеры мембраной. Катод — из стали, анод — титановый [10].

Методом частотного сканирования определялось изменение потенциала и силы тока в зависимости от частоты, скважности и плотности импульсного тока (рис. 1, 2). Показано, что на определенных частотах система испытывает минимальное и максимальное сопротивление — пики и впадины на кривых.

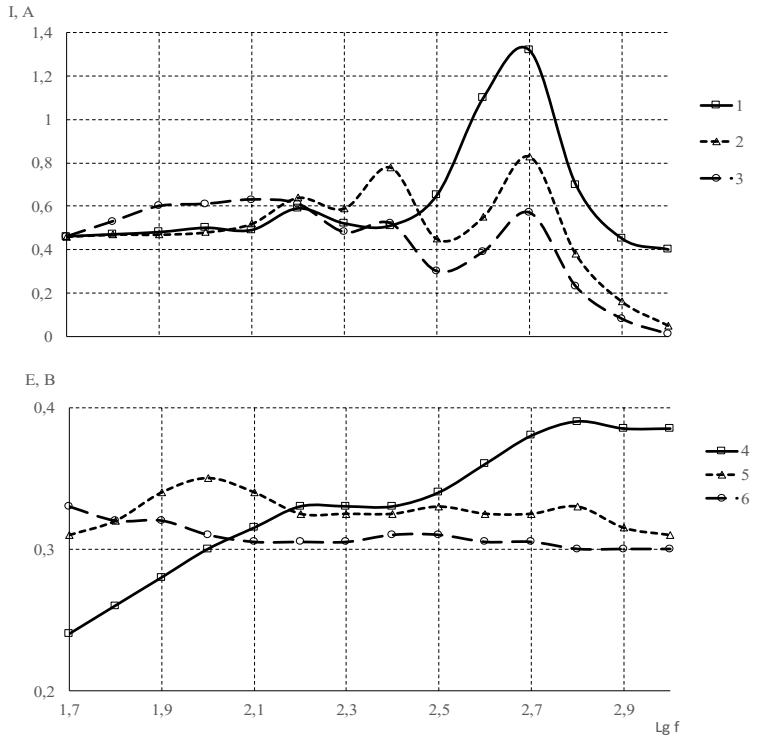


Рис. 1. Зависимость величины силы тока *I* (кривые 1, 2, 3) и напряжения *E* (кривые 4, 5, 6) от частоты тока *f* на электродиализной ячейке, при скважности тока: 1 и 4 — 2; 2 и 5 — 5; 3 и 6 — 10. Средняя плотность тока 1,5 А/дм^2. Состав электролита, г/л: CrO_3 — 250, H_2SO_4 — 2,5. Катод — сталь, анод — титан

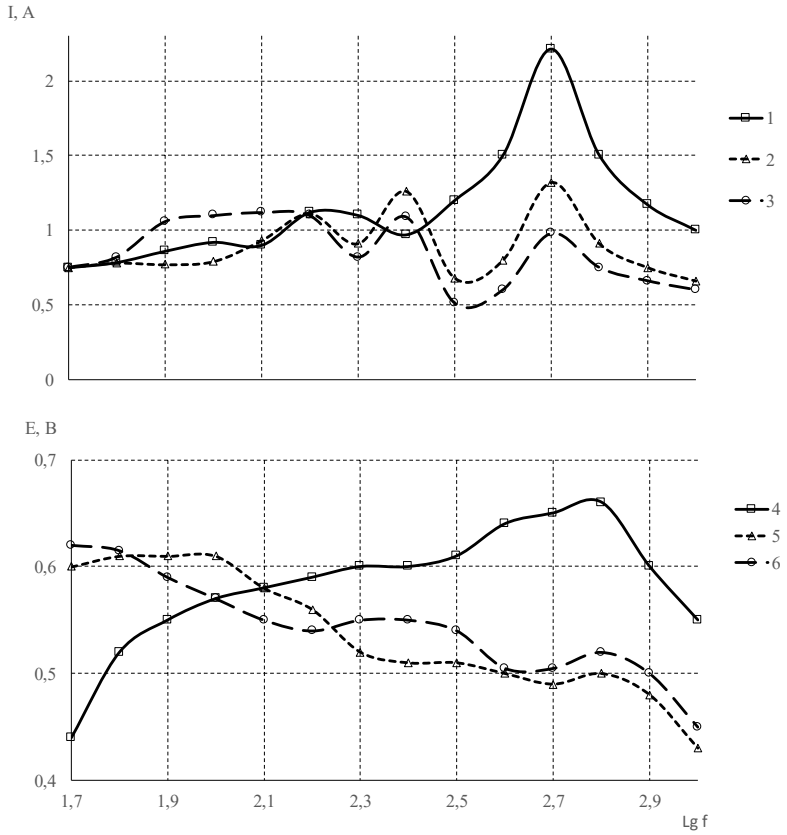


Рис. 2. Зависимость величины силы тока *I* (кривые 1, 2, 3) и напряжения *E* (кривые 4, 5, 6) от частоты тока *f* на электродиализной ячейке, при скважности тока: 1 и 4 — 2; 2 и 5 — 5; 3 и 6 — 10. Средняя плотность тока 2,5 А/дм^2. Состав электролита, г/л: CrO_3 — 250, H_2SO_4 — 2,5. Катод — сталь, анод — титан

Полученные формы кривых можно объяснить с позиции закона Ома. В этом случае сопротивление в электродиализаторе определяется сопротивлением раствора и мембраны [11—13]. Если задавать небольшую скорость изменения частоты импульсов тока или напряжения во времени, можно принять общее сопротивление раствора постоянным. Тогда экстремумы на токовых кривых вызваны изменением сопротивлением мембраны, которое в свою очередь объясняется резким увеличением (или уменьшением) скорости доставки ионов к примембранной пленке [14]. На границе «раствор — мембрана» наблюдается концентрационный градиент, определяемый концентрацией всех ионов. При достижении оптимальной частоты по определенному иону, он получает приоритет в переходе границы, определяемый его физико-химическими характеристиками. В этом случае общий поток ионов, проходящий через мембрану, будет обогащаться ионами, имеющими преимущества перехода и, как следствие, на кривой зависимости появляется максимум.

В работе также проводилось определение скорости изменения концентрации ионов железа и хрома (III) в электролите хромирования в зависимости от частоты импульсов. Измерения концентрации ионов проводились колориметрически. Экстинкцию измеряли на фотоколориметре методом сравнения.

Определение концентрации ионов железа (III) проводилось колориметрированием сульфосалицилатного комплекса железа красно-фиолетового цвета, образуемого сульфосалициловой кислотой с солями железа в кислой среде (рис. 3, 4). Так резкое изменение концентрации ионов в начале эксперимента (при частоте 150 Гц) объясняется высокой селективной способностью мембраны, ранее в эксперименте не используемой. В экспериментах с уже работающей мембраной максимальное изменение ионов железа и хрома (III) в электролите соответствует частоте импульсного тока 510 Гц.

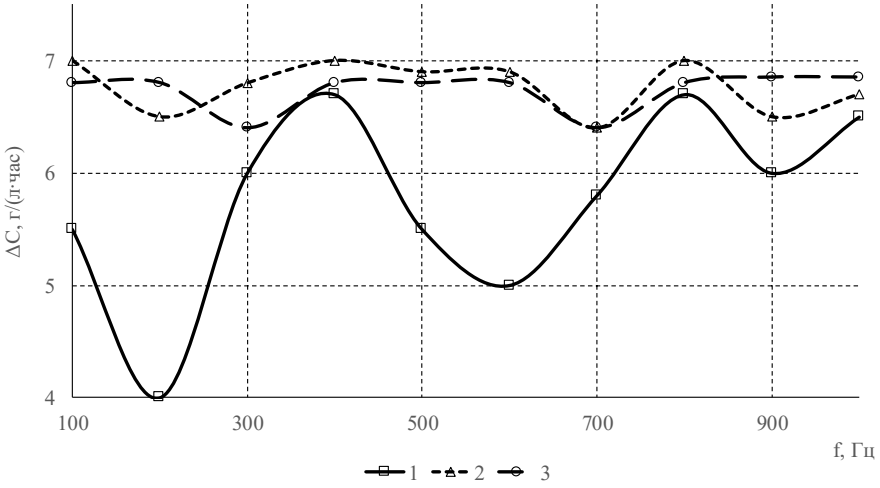


Рис. 3. Зависимость изменения концентрации ионов железа (общая) Δ*C* от частоты тока *f* при электродиализе хромового электролита при скважности импульсов: 1 — 2; 2 — 5; 3 — 10. Средняя плотность тока 3 А/дм^2

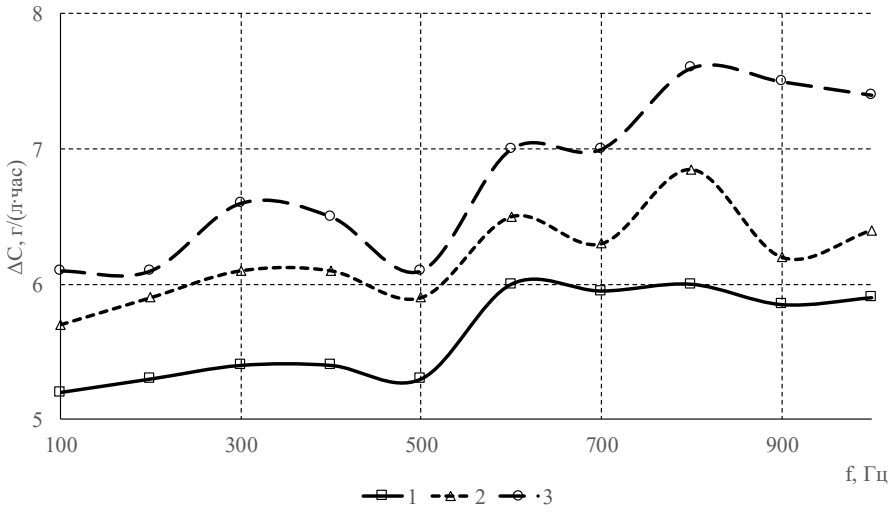


Рис. 4. Зависимость изменения концентрации ионов хрома (III) Δ*C* от частоты тока *f* при электродиализе хромового электролита при скважности импульсов: 1 — 2; 2 — 5; 3 — 10. Средняя плотность тока 3 А/дм^2

Из анализа зависимости потенциала системы от скважности импульсов и плотности тока, следует, что наименьшие отклонение потенциала от равновесного его значения наблюдается на резонансной частоте и скважности импульса равной 2. С увеличением скважности так же, как и плотности тока, возрастает отклонение потенциала от равновесного состояния, при этом достигается потенциал разложения воды, и образующиеся ионы H^+ и OH^- начинают принимать участие в общем переносе тока через мембрану [15]. Эти процессы вызывают снижение выхода по току удаляемых ионов, возрастание омических потерь и, в конечном итоге, снижение пропускной способности установки [16].

Это явление нежелательно при электродиализе, так как при определенных значениях pH образуются гидроокиси, которые осаждаются на поверхности и порах мембраны, снижая ее производительность [17].

Для борьбы с осадкообразованиями на мембранах в работе был использован импульсный униполярный ток, что позволило оказывать влияние на процесс образования осадков. Так pH примембранного слоя при повышении плотности тока от 1,0 до 4,0 А/дм^2 на резонансной частоте изменяется на 1…1,5 единицы, тогда как при постоянном токе и других частотах — на 2…5 единиц. Значения pH образования гидроксидов хрома, железа в одномолярных растворах составляют $Cr(OH)_3$ — 4,0, $Fe(OH)_3$ —1,5, $Fe(OH)_2$ — 6,5 соответственно [18—20].

Из вышеизложенного следует, что, изменяя частоту и скважность импульсного тока, можно регулировать величину pH примембранного слоя и тем самым активно влиять на процессы осадкообразования на мембранах и очистки гальваностоков.

Выводы

1. Оптимальные значения частоты и скважности импульсного тока для электродиализной очистки и регенерации хромосодержащих сточных вод и электролитов составляют 510 Гц и 2 соответственно. При этом скорость процесса электродиализа возрастает в 1,5…2 раза, а энергозатраты снижаются в 2…5 раз по сравнению с процессом на постоянном токе.

2. Проведение электродиализа на импульсном токе незначительно изменяет pH примембранного слоя.

3. Применение импульсного униполярного тока, характеризующегося высокими амплитудными значениями плотности тока и наличием пауз, приводит к увеличению скорости и степени очистки, уменьшению концентрационной поляризации у поверхности мембран.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гринберг Ю. М., Будрейко Е. Н.* Малоотходные и ресурсосберегающие процессы в гальванике: сборник трудов конференции. М.: Знание, 1988. С. 17.

2. *Яковлев С. В., Краснобородько И. Г., Рогов В. М.* Технология электрохимической очистки воды. Л.: Стройиздат, 1987. 312 с.

3. *Пономарев М. И., Шендрик О. Р., Гребенюк В. Д.* Опреснение воды электродиализом в импульсном режиме // Химия и технология воды, 1989. Т. 11, № 1. С. 5—8.

4. *Николаев Н. И., Курганов Е. В., Чувилева Г. Г.* Основные пути развития электрохимических процессов с использованием ионообменных мембран // Химическая промышленность, 1980. № 4. С. 245—248.

5. *Sarradzin J.* Le developpement industriel contemporain des membranes echangeuses d-iones // Bull. Union Phys., 1986. Vol. 688. C. 1427—1447.

6. *Винник А. Ф., Бойко А. В., Слюсарская Т. В.* Некоторые вопросы теории и практики импульсного электролиза // Прикладная электрохимия. Теория, технология и защитные свойства гальванических покрытий. Казань: Казанский химико-технологический институт, 1991. С. 31—35.

7. *Брык М. Т., Цапюк Е. А.* Применение мембран для создания систем кругового водопотребления. М.: Химия, 1990. 38 с.

8. *Корсакова Н. С., Костюнин А. А.* Электродиализная очистка промывных вод от хромовой кислоты // Химия, технология и автоматизация химических производств: материалы конференции. Тула, 1988. С. 59—64.

9. *Черненко В. И., Литовченко К. И., Папанова И. И.* Прогрессивные импульсные и переменнотоковые режимы электролиза. Киев: Наукова думка, 1988. 174 с.

10. *Фомичев В. Т., Вурдова Н. Г.* Электродиализ гальваностоков на импульсном токе // Прикладная электрохимия: межвузовский сборник. Вып. 5. Казань, 1994. С. 15—16.

11. *Гребенюк В. Д., Чеботарева Р. Д.* Свойства и применение ионитовых мембран к однозарядным противоионам // Химия и технология воды. 1987. Т. 9. № 5. С. 395—405.

12. *Карлин Ю. В., Кропотов В. И.* Эффект нестационарности в начальный период электродиализа // Электрохимия. 1989. Т. 24, № 12. С. 1654—1658.

13. *Мищук Н. А.* Нестационарная концентрационная поляризация ионнообменных мембран // Химия и технология воды. 1993. Т. 15, № 7. С. 501.

14. *Потоцкая В. В., Евтушенко Н. Е., Белодед А. А.* Микрокинетика процесса переноса при импульсных режимах электролиза // Прогрессивные технологии и вопросы экологии в гальванотехнике: тезисы докладов семинара. Пенза: Приволжский региональный дом научно-технической пропаганды, 1991. С. 48.

15. *Филипчук В. Л.* Закономерности изменения pH воды при ее электролизе с разделением продуктов электродных реакций // Гидромелиорация и гидротехническое строительство. 1989. Вып. 10. С. 61—66.

16. *Фомичев В. Т, Вурдова Н. Г., Дырова Е. А.* Нестационарный электролиз сточных вод гальванических производств // Высшая школа в решении экологических проблем Нижне-Волжского региона: тезисы докладов международной научно-технической конференции. Волгоград, 1994. С. 18.

17. *Балавадзе Э. М., Бобрешова О. В., Кулинцев П. И.* Концентрационная поляризация в процессе электродиализа и поляризационные характеристики ионоселективных мембран // Успехи химии. 1988. Т. 57. № 6. С. 1031—1041.

18. *Котик Ф.И.* Ускоренный контроль электролитов: справочник. М.: Машиностроение, 1978. С. 191.

19. *Винник А. Ф., Бойко А. В., Слюсарская Т. В.* Некоторые вопросы теории и практики импульсного электролиза // Прикладная электрохимия. Теория, технология и защитные свойства гальванических покрытий. Казанскй химико-технологический институт. Казань, 1991. С. 31—35.

20. *Севастьянов Б. М., Нечаева Н. Е., Бутейко Ж. Ф.* Влияние скважности импульсного тока на процесс электроосаждения хрома // Украинский химический журнал, 1987. Т. 53, № 10. С. 1052—1062.

© Фомичев В. Т., Вурдова Н. Г., Губаревич Г. П., Савченко А. В., 2021

Поступила в редакцию
в апреле 2021 г.

Ссылка для цитирования:

Использование импульсного электрического тока в технологии очистки сточных вод от примесей / В. Т. Фомичев, Н. Г. Вурдова, Г. П. Губаревич, А. В. Савченко // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 2(83). С. 97—103.

Об авторах:

Фомичев Валерий Тарасович — д-р техн. наук, проф., проф. каф. общей и неорганической химии, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; cand@vstu.ru

Вурдова Надежда Георгиевна — канд. техн. наук, доц., руководитель направления водоснабжения и водоотведения, АО «ГМС Нефтемаш». Российская Федерация, 625003, г. Тюмень, ул. Военная, 44; nadya_vurdova@mail.ru

Губаревич Галина Павловна — канд. техн. наук, доц., доц. каф. общей и неорганической химии, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; ggubarevich@mail.ru

Савченко Алексей Владимирович — канд. техн. наук, доц., доц. каф. общей и неорганической химии, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; savtchenko2@mail.ru

Valerii T. Fomichev[a], Nadezhda G. Vurdova[b], Galina P. Gubarevich[a], Aleksei V. Savchenko[a]

[a] Volgograd State Technical University
[b] JSC "HMS Neftemash"

USING PULSE ELECTRIC CURRENT IN THE TECHNOLOGY OF WASTE WATER PURIFICATION FROM IMPURITIES

Research has been carried out on the effect of the frequency and duty cycle of a pulsed current on a decrease in the content of iron and chromium (III) ions during electrocoagulation treatment of rinsing wastewater from galvanic chromium plating. Recommendations for the use of electrocoagulation in industrial conditions have been developed.

K e y w o r d s: electrocoagulation, non-stationary electrolysis, waste water treatment, chromium plating electrolytes.

For citation:

Fomichev V. T., Vurdova N. G., Gubarevich G. P., Savchenko A. V. [Using pulse electric current in the technology of waste water purification from impurities]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. *Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2021, iss. 2, pp. 97—103.

About authors:

Valerii T. Fomichev — Doctor of Engineering Sciences, Professor, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd**,** 400074, Russian Federation; cand@vstu.ru

Nadezhda G. Vurdova — Candidate of Engineering Sciences, JSC "HMS Neftemash". 44, Voennaya st., Tyumen, 625003, Russian Federation; nadya_vurdova@mail.ru

Galina P. Gubarevich — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; ggubarevich@mail.ru

Aleksei V. Savchenko — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; savtchenko2@mail.ru

УДК 665.6.7:625.8

Ю. Ю. Юрьев[а], А. В. Москвичева[а], А. Г. Тимофеев[а], А. А. Болеев[а], К. В. Катеринин[а], Н. Г. Вурдова[б]

[а] Волгоградский государственный технический университет
[б] АО «ГМС Нефтемаш»

ЗАЩИТА ОТ БИОКОРРОЗИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ОГОЛОВКА ВОДОЗАБОРНОГО СООРУЖЕНИЯ

Рассмотрены результаты исследований по предотвращению биообрастания решеток оголовка водозаборных сооружений. На сегодняшний день для канализационных трубопроводов характерна проблема надежности существующей защиты от коррозии, что не позволяет эксплуатировать канализационную сеть согласно установленным нормам. Задача предотвращения или достижения возможного минимума интенсивности процессов коррозии и обрастания трубопроводов состоит в том, чтобы обеспечить максимальную эффективность защиты канализационных трубопроводов. Это напрямую связано с повышением экономических показателей водного хозяйства предприятий и является актуальной задачей.

К л ю ч е в ы е с л о в а: биокоррозия, водозаборные сооружения, биопленка, ферроцен, редоксо-потенциал, биообрастание, оголовок, ингибирующая способность, противокоррозионные покрытия.

К наиболее распространенным методам защиты металлических конструкций водозаборных сооружений можно отнести использование различных ингибиторов: гексаметафосфат натрия, триполифосфат натрия, трисиликат натрия, магномассу (доломит, двойная углекислая соль кальция и магния).

Применение перечисленных ингибиторов весьма проблематично, т. к. способ их нанесения на поверхность металла не отработан для рассматриваемых условий эксплуатации ВЗС. Наиболее удовлетворительные результаты показали испытания с использованием ферроцена (время его действия составило 7—9 месяцев, начало резкого роста биомассы — моллюсков, через обозначенный промежуток времени). Следует отметить, что ферроцен и его гомологи не являются токсикантами для воды.

Проблему биообрастания создают и моллюски, и водоросли, но первичная роль отводится водорослям — как питательной среде. Среди моллюсков в пресноводных средах ведущая роль принадлежит моллюску дрейссене, для которых благоприятной средой являются СВБ, т. е. бактерии, составляющие основу биопленки, образующейся в водной среде на поверхностях из различных материалов (имеющих различный химический состав). Наиболее активный рост СВБ наблюдается на поверхности конструкций, содержащих железо и, прежде всего, сталь 20.

В представленной статье впервые излагается иная, принципиально противоположная известным, точка зрения на процессы, протекающие на поверхности раздела «металл (железо) — биопленка (СВБ)». Был тщательно исследован материал, касающийся физико-химического состава продуктов взаимодействия СВБ, условий, катализирующих те или иные реакции [1—4].

В лабораторных условиях при работе с модельными и реальными растворами показано, что биосинтез катализаторов из СВБ ускоряется, если в среде присутствуют определенные органические соединения: жирные кисло-

ты (от 1 до 18 условных обозначений), а также их соли, спирты (этанол, пропанол, бутанол), углеводы (сахара и т. д.), циклические хлорсодержащие соединения).

Таким образом, на основании проведенного теоретического анализа биообрастания, причин его возникновения, основных факторов, инициирующих его, установлено, что биообрастание возможно предотвратить, если перевести основания — площадки для размножения первоначальных колоний микроорганизмов, в максимально пассивное состояние [5].

Требуется определить факторы (условия перевода), способные сделать инертной поверхность решетки оголовка.

На опытных образцах наиболее приемлемым вариантом оказался ферроцен.

Предварительно в лабораторных условиях его получили из биомассы, собранной с продуктов биообрастания, где в качестве анода использовался опытный образец. Снятая с образца биомасса не менее 150…170 г, помещалась в химический стакан, сюда же помещалась пластина из исследуемой стали 20. Эксперимент проводился в электро-химической ячейки с разделенными анодным и катодным пространствами. Редоксо-потенциал алкенов в пределах от +0,25 до 0,3 В [6].

Ферроцен относится к органическим производным. Его молекула имеет «сэндвичевую» структуру, что, вероятно, и обеспечивает его высокую адгезионную способность, и позволяет уже при толщине ингибиторной пленки от 3 мкм металлическую поверхность решетки содержать в пассивном состоянии, тем самым, практически остановить рост СВБ и биообрастание.

В лабораторных условиях проведен эксперимент по выявлению условий обрастания ингибиторной пленкой. Далее исследовался процесс биообрастания на полученной поверхности.

Установлено, что исходным сырьем для получения ферроценовой пленки могут служить органические соединения класса циклоолефинов, входящие в состав СВБ — ауксины и простагландины (стимуляторы роста и регуляторы функции клеток СВБ). Для образования ИП (ингибиторной пленки) толщиной не менее 3 мкм, требуется количество биомассы на 1 $см^2$ поверхности не менее 26…30 мг.

Под воздействием анодного потенциала величиной 250…400 мВ, реакция, вероятнее всего, протекает по ионному механизму, через циклопентадиен и его гомологи.

СВБ, хотя и не обладают ароматическим характером и ведут себя как непредельные вещества, могут образовывать ионы с типичными ароматическими свойствами, отщепляя протон и сохраняя при этом электронную пару, превращаться в ароматический циклопентадиенильный анион, имеющий секстет электронов.

Таким образом выявлена взаимосвязь распространения СВБ с содержанием в сточных водах растворенных органических веществ, в большей степени углеводов. Развитие СВБ в ряде опытов имело место при среднем содержании органического вещества в водах 9…33 мг/л. При меньшем содержании органических веществ в воде бактерии обнаружены не были. Растворенное органическое вещество может представлять собой углеводороды, масла, азотсодержащие вещества, кислородсодержащие соединения типа нафтеновых, жирных кислот, смол, гуматов [7—9].

В ходе проведения эксперимента по влиянию анодной обработки на скорость коррозии стали 20 показано, что при толщине пленки не менее 100 мкм и плотности тока не менее 0,01 А/дм^2 протекает ряд реакций, в т. ч. и реакция получения продукта из компонентов СВБ, образующего с ионом Fe^{2+} многоядерные ферроцены. Они представляют из себя устойчивую к окислению пленку с высокой адгезионной способностью на поверхности стали 20, не разрушающуюся длительное время (5…6 месяцев) и являющуюся благоприятной подложкой для СВБ, на которой замедляется образование сульфидных отложений. Химический состав ингибиторов (ферроценов) соответствует формулам $[Fe(C_5H_5)(CO)_2]_2$, $Fe(C_5H_5)(C_6H_7)$, $(CO)_3FeC_6H_7C_6H_7Fe(CO)_3$, $C_5H_5FeC_5H_4R$, где R — радикал, включающий шестичленный лиганд [10].

Доступность по разработанной технологии как ферроцена, так и его производных, создает достаточно надежную базу для приготовления высоко эффективных антикоррозионных изоляционных материалов.

Для выяснения структурных изменений композиции, приготовленные на основе ферроцена и его производных (I—IV) НПС, был использован ИК-спектральный метод анализа.

Считается, что типы ПАВ-ингибиторов становятся эффективными, когда они с помощью активных центров координируют с металлам по донорно-акцепторной связи, образуя промежуточные комплексы, обеспечивающие торможение дальнейших окислительно-восстановительных процессов, протекающих на поверхности металлов [11].

С целью выявления оптимальных составов антикоррозионных изоляционных композиций на основе НПС, ферроцена и его производных были приготовлены соответствующие составы при одинаковых мольных соотношениях.

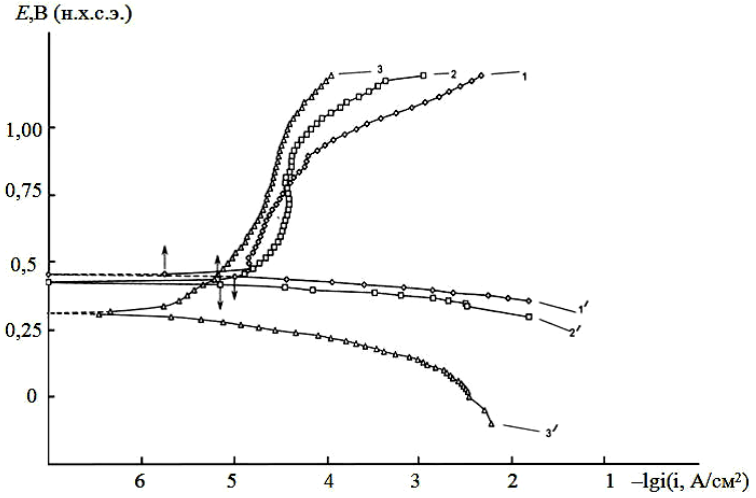
Антикоррозионная эффективность полученных образцов определялась гравиметрическим и потенциостатическим методами. Ржавчину на арматурных образцах сформировали смачиванием их раствором NaCl, а для ускорения ее образования, эти образцы регулярно после смачивания выдерживали на воздухе. Образующийся таким образом на поверхности слой ржавчины соскабливали и подвергали рентгенофазовому исследованию [12]. Полученные результаты приведены в таблице.

Результаты испытания ингибирующей способности ферроцена и ДМФК в 3%-м NaCl

№	Раствор	$C_{инг}$, г/л	Скорость коррозии, К, г/м^{2}ч	Коэффициент торможения, γ	Степень защиты, *Z*, %	Время испытания, ч
1	3 % NaCl		2,74	—	—	7
2	3 % NaCl+ферроцен	—	0,476	5,76	82,6	8
3	3 % NaCl+ДМФК	—	0,310	8,84	88,7	8

Как видно из таблицы минимальное количество ферроцена, растворенного в 3%-м NaCl, способствует значительному уменьшению скорости коррозии стали 20 в этой среде. Коэффициент торможения ферроцена и ДМФК составляет 5,76 и 8,84, а степень защиты 82,6 и 88,7 % соответственно.

На рисунке приведены поляризационные кривые арматурной стали в 3%-м NaCl и в ингибированных растворах, насыщенных ферроценом и ДМФК.



Поляризационные кривые арматурной стали: *1* и *1′* — в 3%-м NaCl; *2* и *2′* — в ингибированном растворе с ферроценом; *3* и *3′* — в растворе ДМФК

Как видно из рисунка, электрохимическое поведение стали 20 в 3%-м NaCl соответствует поведению углеродистых сталей в нейтральных средах [13], т. е. катодный участок поляризационной кривой состоит из восстановления кислорода и выделения водорода, а анодный полностью состоит из тафелевского участка активного растворения металла (кривые 1, 1′). Введение в раствор ферроцена смещает стационарный потенциал стали в положительную сторону примерно на 50 мВ, но при этом увеличивается протяженность катодного участка восстановления кислорода, а процесс выделения водорода смещается в сторону отрицательных потенциалов по сравнению с исходной кривой (кривые 2 и 1). Анодная кривая существенных изменений не претерпевает (кривые 2′ 1′), т. е. наклон тафелевского участка анодного растворения существенно не изменяется. Значительное влияние на катодное и анодное поведение стали оказывает добавление в раствор ДМФК. Потенциал при этом значительно смещается в положительную сторону на 0,13 В, скорости катодных и анодных процессов существенно снижаются, что указывает на более эффективное ингибирование коррозионных процессов ДМФК.

По-видимому, существование в молекуле ДМФК функциональной ОН-группы, с одной стороны несколько увеличивает его растворимость в воде, а с другой стороны улучшает адсорбционную способность молекулы ДМФК [14].

Как было отмечено, одним из способов защиты металлов от коррозии является использование лакокрасочных и изоляционных покрытий.

Полученные результаты, по-видимому, обусловлены несколькими обстоятельствами: продукты коррозии стали или вступают во взаимодействие с компонентами покрытия, образуя новые соединения, или полученная смесь непрозрачна для рентгеновских лучей. Независимо от того, какой из этих вариантов имеет место в действительности, можно предположить, что ржавчина при этом теряет свои первоначальные свойства и не может представлять коррозионной опасности для стали [15].

Полученные данные говорят о том, что ферроцен и его производные являются перспективными соединениями для защиты углеродистых сталей от коррозии и биообрастания в неагрессивных средах. При этом они могут выступать как ингибиторы коррозии, так и в качестве надежных противокоррозионные покрытий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Лучина М. А., Романова В. А.* Защита от биологического обрастания металлоконструкций гидротехнических сооружений в пресных водах. Л.: Депонент Д/434. Л., 1977.

2. *Алимов А. Ф.* Некоторые общие закономерности процесса фильтрации у двустворчатых моллюсков // Журнал общей биологии. 1969. Т. 30, № 5. С. 621—631.

3. *Москвичева Е. В., Сахарова А. А., Войтюк А. А.* Определение влияния состава речных вод на скорость биообрастания металлических конструкций водозаборных сооружений // Перспективы развития строительного комплекса: материалы VII Международжной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов. Астрахань, 2013. Т. 1. С. 233—237.

4. Очистка сточных вод от биогенных элементов / С. И. Мойжес, И. М. Шевцова, Е. В. Москвичева, Ю. Ю. Юрьев и др. // Экологический навигатор. 2009. № 5. С. 44—46.

5. *Крушелъ Г. Е.* Образование и предотвращение отложений в системе водоснабжения. Госэнергоиздат, 1952. 224 С.

6. *Beck T. R.* Electrochemistry of ireshly-generated titanium surfaces. I. Scraped-rotating-disk experiments / Electrochim. Acta. 1973. Vol. 18. Iss. 11. Pp. 807—814.

7. *Погребова И. С., Пуриш Л. М., Козлова И. А.* Электрохимические и биологические аспекты ингибирования процессов коррозии металлов в агрессивных средах // Фізико-хімічна механіка матеріалів. 2000. Т. 2. № 1. С. 479—481.

8. *Балезин А. С.* Ингибиторы коррозии металлов. М.: Наука, 1988, 320 с.

9. *Лудянский М. Л, Выскребен А. М.* Методы борьбы с биологическим обрастанием в системе водоснабжения металлургического предприятия. Промышленная энергетика. 1981. № 11.

10. Strain elec-trometry and corrosion. II. Chemical effects with copper electrodes / A. G. Funk, J. C. Giddings, C. J. Christensen, H. Eyring // J: Physical Chemistry. 1957. Vol. 61. Iss. 9. Pp. 1179—1183.

11. *Hoar T. P., West J. M.* Mechano-chemical anodic dissolution // Nature. 1958. Vol. 181. Iss. 4. Pp. 835—841/

12. *Перевалова Э. Г., Решетова М. Д., Грандберг К. И.* Железоорганические соединения. Ферроцен. М.: Наука, 1983. 544 с.

13. *Фрейман А. И., Макаров В. А., Брыксин И. Е.* Потенциостатические методы в коррозионных исследованиях и электрохимической защите. М.: Химия, 1972. 358 с.

14. Новый метод коррозионно-электрохимических исследований на металлах с непрерывно обновляемой поверхностью / Ф. М. Михеева, Г. М. Флорианович, Я. М. Колотыркин, Ф. Я. Фролов // Защита металлов. 1987. Т. 23. № 6. С. 915—921.

15. *Розенфельд И. Л.* Ингибиторы коррозии. М.: Химия, 1977. 350 с.

© Юрьев Ю. Ю., Москвичева А. В., Тимофеев А. Г., Болеев А. А., Катеринин К. В., Вурдова Н. Г., 2021

Поступила в редакцию
в апреле 2021 г.

Ссылка для цитирования:

Защита от биокоррозии металлических конструкций оголовка водозаборного сооружения / Ю. Ю. Юрьев, А. В. Москвичева, А. Г. Тимофеев, А. А. Болеев, К. В. Катеринин, Н. Г. Вурдова // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 2(83). С. 104—109.

Об авторах:

Юрьев Юрий Юрьевич — канд. техн. наук, доц., зав. каф. водоснабжения и водоотведения, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; viv_vgasu@mail.ru

Москвичева Анастасия Владимировна — канд. техн. наук, доц. каф. водоснабжения и водоотведения, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; viv_vgasu@mail.ru

Тимофеев Антон Георгиевич — студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; viv_vgasu@mail.ru

Болеев Александр Андреевич — аспирант, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; viv_vgasu@mail.ru

Катеринин Константин Викторович — канд. техн. наук, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; katerinin@yandex.tu

Вурдова Надежда Георгиевна — канд. техн. наук, доц., руководитель направления водоснабжения и водоотведения, АО «ГМС Нефтемаш». Российская Федерация, 625003, г. Тюмень, ул. Военная, 44; nadya_vurdova@mail.ru

Yurii Yu. Yur'ev[a], Anastasia V. Moskvicheva[a], Anton G. Timofeev[a], Alexander A. Boleev[a], Konstantin V. Katerinin[a], Nadezhda G. Vurdova[b]

[a] Volgograd State Technical University
[b] JSC "HMS Neftemash"

PROTECTION AGAINST BIOCORROSION OF METAL STRUCTURES WATER INTAKE STRUCTURE HEAD

The results of studies on the prevention of biofouling of the gratings of the head of water intake structures are considered. Today, sewer pipelines are characterized by the problem of the reliability of the existing corrosion protection, which does not allow the sewer network to be operated in accordance with the established standards. The task of preventing or achieving a possible minimum of the intensity of corrosion and fouling processes in pipelines is to ensure the maximum effectiveness of the protection of sewer pipelines. This is directly related to the increase in the economic indicators of the water management of enterprises and is an urgent task.

K e y w o r d s: biocorrosion, water intake structures, biofilm, ferrocene, redox potential, biofouling, head, inhibiting ability, anti-corrosion coatings.

For citation:

Yur'ev Yu. Yu., Moskvicheva A. V., Timofeev A. G., Boleev A. A., Katerinin K. V., Vurdova N. G. [Protection against biocorrosion of metal structures water intake structure head]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2021, iss. 2, pp. 104—109.

About authors:

Yurii Yu. Yur'ev — Canidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; viv_vgasu@mail.ru

Anastasia V. Moskvicheva — Candidate of Engineering Sciences, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; viv_vgasu@mail.ru

Anton G. Timofeev — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; viv_vgasu@mail.ru

Alexander A. Boleev — Post Graduate student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; viv_vgasu@mail.ru

Konstantin V. Katerinin — Candidate of Engineering Sciences, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; katerinin@yandex.tu

Nadezhda G. Vurdova — Candidate of Engineering Sciences, JSC "HMS Neftemash". 44, Voennaya st., Tyumen, 625003, Russian Federation; nadya_vurdova@mail.ru

УДК 66.081.2 (658.52.011.56)

Н. А. Меренцов[а], А. В. Персидский[б], А. С. Гендлер[а], А. Б. Голованчиков[а]

[а] Волгоградский государственный технический университет
[б] АО ФНПЦ «Титан — Баррикады»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ГАЗООЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВ СТРОЙМАТЕРИАЛОВ ЗА СЧЕТ НОВОЙ МЕТОДИКИ ПУСКОНАЛАДОЧНЫХ РАБОТ ПРОМЫШЛЕННЫХ НАСАДОК АБСОРБЕРОВ

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для молодых ученых — кандидатов наук МК-1287.2020.8 «Моделирование процессов управления в массообменном экологическом и нефтегазоперерабатывающем оборудовании»

Представлена схема управления и алгоритм программы автоматизированной калибровки технологических параметров упруго-деформируемых блоков насадочных материалов массообменных аппаратов по «индексу турбулизации», который свидетельствует о гидродинамических всплесках инерционной составляющей структуры фильтрационного течения и является инструментом автоматизированного распознавания наиболее эффективных гидродинамических режимов — развитой турбулизации и эмульгирования в упруго-деформируемых насадочных блоках на стадии пусконаладочных работ. Разработана программа калибровки, направленная на нахождение диапазонов режима эмульгирования (инверсии фаз) для каждой из возможных степеней сжатия насадочных блоков и широких диапазонах расходов жидких и газовых фаз путем «сканирования» всех гидромеханических режимов, в которых может работать аппарат, с автоматическим распознаванием и сохранением в памяти логического контроллера необходимых данных.

К л ю ч е в ы е с л о в а: массообмен, теплообмен, насадочный материал, гидродинамика, газодинамика, фильтрационные течения, абсорбция, ректификация, очистка газовых выбросов, индекс турбулизации..

Насадочные контактные устройства в различных конструктивных исполнениях получили широкое применение во многих технологических процессах химический, нефтехимической, нефтегазовой, биохимической, атомной, металлургической, строительной, пищевой и смежных отраслях промышленности, а также в широком спектре экологического оборудования очистки газовых выбросов промышленных предприятий [1—11]. Широко распространены насадочные контактные устройства также в таких процессах как абсорбция, ректификация, экстракция, испарительное охлаждение, мокрая очистка газов и др. [12—23].

Насадочные контактные устройства должны отвечать акцентированным требованиям конкретного массообменного процесса, развивать максимальную поверхность контакта фаз, способствовать активизации взаимного перемешивания продуктов массообмена и турбулизации потоков жидких и газовых фаз, обеспечивать требуемое время пребывания продуктов массообмена и удерживающую способность по жидкой и газовой фазам, создавать наиболее развитые условия протекания тепло- и массообменных процессов, обеспечивая наивысшие показатели степеней улавливания, концентрирования, глубины охлаждения и т. д. [24].

Значительна роль массообменных процессов в экологии, так как защита окружающей среды от загрязнений является серьезной проблемой. Использо-

вание сорбционных процессов в сочетании с физическими эффектами позволяет выходить из сложных, тупиковых ситуаций [25—27].

В экологических процессах селективной очистки газовых выбросов зачастую приходится иметь дело с малыми и сверхмалыми концентрациями вредных и опасных веществ, которые посредством сорбционной очистки в массообменном оборудовании необходимо довести до ничтожно малых, либо обеспечить полную очистку газового потока от вредных веществ. Эта особенность, связанная с работой в условиях малых концентраций вредных веществ в газовых выбросах, в свою очередь, предъявляет строгие требования к качеству и режимам работы массообменного оборудования очистки газов и формирует цель данной работы.

Основной *целью работы* является автоматическое распознавание и поддержание оптимальных, пиковых, максимально эффективных и доступных в текущих условиях гидромеханических режимов работы насадочных массообменных аппаратов, в частности, абсорбционных аппаратов селективной очистки газовых выбросов на основе разработанного инструмента — «индекса турбулизации».

Достижение цели основано на калибровке технологических параметров массообменных аппаратов с упруго-деформируемыми насадочными блоками в широких режимных диапазонах по расходам продуктов массообмена, за счет упругого деформирования насадочных блоков, что делает проектируемые массообменные системы универсальными и гибкими с точки зрения автоматизированного управления и оптимизации режимов работы по критериям эффективности и энерго- и ресурсосбережения.

Пусконаладочные операции, направленные на сборку, компоновку, введение в эксплуатацию аппаратов технологической линии являются наиболее трудоемкими и затратными, порой превышая стоимость самого изготовления и транспортировки технологического оборудования. Поэтому введение в промышленную практику подобных методов автоматизированной калибровки технологических параметров, как в лабораторных условиях, так и на производственных площадках, является очень актуальной и перспективной задачей.

В работе представлены схема и алгоритм программы автоматизированной калибровки технологических параметров и распознавания эффективных режимов работы упруго-деформируемых насадочных блоков массообменных аппаратов на примере промышленного абсорбера селективной очистки газовых выбросов.

Согласно требованиям процесса абсорбции газов, наивысшие показатели степеней улавливания молекул извлекаемых компонентов и интенсивности протекающих тепломассообменных процессов наблюдаются в режимах эмульгирования (инверсии фаз). Насадочные устройства, способные развивать и поддерживать устойчивый режим эмульгирования отвечают акцентированным требованиям процесса и представляют особый интерес [28—30].

Режим эмульгирования (инверсии фаз) имеет как существенные преимущества, так и недостатки. К преимуществам гидродинамического режима эмульгирования относится наивысшая степень взаимного перемешивания продуктов массообмена (жидкости и газа) и высокие показатели удерживающих способностей насадочного блока по жидкой и газовой фазам. Это сопровождается интенсивной турбулизацией жидкого абсорбента потоком сплош-

ной газовой фазы, перемещающимся в фильтрационном режиме через слой насадочного материала, развитием и обновлением существенно большей поверхности фазового контакта, чем в более плавных предшествующих гидрогазодинамических режимах. Данные преимущества отвечают требованиям процесса абсорбции газов и выступают гарантом высокой степени селективного улавливания извлекаемых из газовых потоков компонентов.

К недостаткам режима инверсии фаз можно отнести высокие энергетические затраты на протекание процесса, связанные с образованием и обновлением поверхностей фазового контакта и преодолением существенного гидравлического сопротивления насадочных блоков массообменных аппаратов, работающих в режимах эмульгирования. Также недостатком рассматриваемого гидрогазодинамического режима является относительно узкий диапазон реализации и неустойчивость в процессе промышленной эксплуатации, кроме того, верхним пределом режима является «захлебывание» насадочного блока массообменного аппарата, то есть нарушение режима работы.

Индекс турбулизации — индекс, получаемый в ходе аппроксимации экспериментально полученных двухфазных фильтрационных кривых течений через слои насадочных материалов (блоков), является прямым отражением вклада инерционной составляющей в общую структуру фильтрационного течения. Особо пристальное внимание авторы уделяют вкладу инерционной составляющей, так как в насадочных массообменных аппаратах наивысшие показатели интенсивности массоотдачи, а соответственно и степеней улавливания, концентрирования, разделения, наблюдаются в развитых гидрогазодинамических режимах эмульгирования (инверсии фаз) и развитой турбулизации.

В процессе насадочной абсорбции селективной очистки газовых выбросов именно газовый поток выполняет турбулизирующую функцию и развитие инерционной составляющей структуры фильтрационного течения через слой насадочного материала приводит к активным вихреобразованиям и локальным очагам эмульгирования, постепенно перерастающим в режим полиэмульгирования по всему объему насадочного блока, активизации взаимного перемешивания газового потока с жидким абсорбентом в каналах, образованных насадочным материалом. При этом авторами предлагается 2 различных метода определения индекса турбулизации, каждый из которых корректен и может найти свое лабораторное и промышленное применение для определенного спектра массообменных процессов.

Первым способом является определение инерционной составляющей структуры фильтрационного течения за вычетом вязкостной составляющей, что необходимо учитывать в условиях фильтрационных течений через слои относительно низкопроницаемых пористых сред, то есть для таких процессов как ионный обмен, адсорбция, фильтрационная сушка и др. При этом используется формула, обеспечивающая плавный переход от линейного вязкостного участка фильтрационной кривой к переходному нелинейному без разрыва полей скоростей и давлений

$$\frac{\Delta P}{H} = \alpha\mu\upsilon_{\text{ф}} + \left(\frac{\upsilon_{\text{ф}} - \upsilon_{\text{кр}}}{B}\right)^{I_m}, \qquad (1)$$

где I_m — показатель степени, называющийся индексом турбулизации (для слоев сорбентов и ионитов), B — коэффициент, определяемый структурой пористой среды, α — коэффициент, отражающий влияние структуры пористого слоя на сопротивление оказываемое фильтрационному течению силами вязкого трения, μ — динамическая вязкость сплошной фазы, $\upsilon_ф$ — скорость фильтрации сплошной фазы через слой сорбента, $\upsilon_{кр}$ — критическая скорость фильтрации, ограничивающая линейный участок фильтрационной кривой, $\Delta P/H$ — удельное гидравлическое сопротивление слоя сорбента.

Таким образом, мы получаем инструмент для оценки вклада инерционной составляющей структуры фильтрационного течения за вычетом вязкостной, что позволяет осуществлять объективную оценку фильтрационным течениям, развивающимся по изначально несопоставимым гидродинамическим сценариям [27].

Второй способ определения индекса турбулизации справедлив и применим при фильтрационных течениях через слои высокопроницаемых пористых сред в условиях изначально несущественного вклада вязкостной составляющей в структуру фильтрационного течения, для таких процессов как абсорбция (при определенных условиях, диктуемых видами насадочных контактных устройств), испарительное охлаждение, мокрая очистка газов и др. [24, 27]. Индекс турбулизации для такого рода фильтрационных течений может быть получен из степенного уравнения

$$\upsilon_ф = K_{тр}\left(\frac{\Delta P}{H}\right)^{\frac{1}{I_n}}, \qquad (2)$$

где K_{mp} — коэффициент, учитывающий влияние структуры порового пространства на формирование динамики турбулентного течения; $1/I_n$ — показатель степени, отражающей интенсивность проявления сил инерции в турбулентном фильтрационном потоке. Так как значения $K_{тр}$ и I_n являются функциями скорости фильтрации, то уравнение (2) может быть использовано для описания зависимости $\Delta P/H = f(\upsilon_ф)$ только в пределах узкого диапазона изменения скорости фильтрации. Аппроксимация линейной зависимостью этих опытных данных, представленных в координатах $\lg(\Delta P/H) \div \lg\upsilon_ф$ позволяет определить значения $K_{тр}$ и I_n.

Значения I_n, найденные для ряда интервалов по возрастающей скорости фильтрации, могут служить показателем меры интенсивности нарастания составляющей общего градиента давления за счет сил инерции, обусловленных возрастающей турбулизацией потока в поровом пространстве насадочного блока.

Торможение жидкости газовым потоком в насадочных блоках массообменных аппаратов сопровождается всплеском гидравлического сопротивления (гидродинамическим всплеском), то есть резким ростом индекса турбулизации. Это свидетельствует о начале режима развитой турбулизации и эмульгирования (инверсии фаз), верхний предел которого ограничен захлебыванием насадочного блока.

Таким образом, в ходе калибровки технологических параметров массообменных насадочных аппаратов селективной очистки газовых выбросов есть возможность получить сведения о диапазонах существования режимов разви-

той турбулизации и эмульгирования для каждого отдельного расхода абсорбента в рабочих диапазонах, что открывает уникальную возможность автоматического самоадаптивного управления и оптимизации режимов насадочных массообменных аппаратов.

Индекс турбулизации позволил авторам экспериментально распознавать режимы гидромеханических всплесков, свидетельствующих о начале и развитии гидродинамических режимов развитой турбулизации и эмульгирования, а также определять диапазон существования искомых режимов, что предоставляет инструмент для автоматизированного управления, интенсификации и оптимизации режимов работы насадочных массообменных аппаратов на примере абсорбционных аппаратов селективной очистки газовых выбросов.

Важнейшим и активно развиваемым авторами направлением повышения качества работы технологического массообменного оборудования является автоматическое распознавание и поддержание эффективных и оптимальных режимов работы массообменных аппаратов в процессе текущей эксплуатации [25—27, 31—33].

Автоматическая калибровка технологических параметров работы массообменных аппаратов и системы автоматизированного поддержания оптимальных показателей позволяют сгладить масштабный эффект при переходе от лабораторных испытаний к промышленным аппаратам, обеспечивают поддержание высоких показателей степеней улавливания извлекаемых из газов компонентов вне зависимости от колебаний технологических параметров (расходы жидкостей и газов) в процессе текущей эксплуатации, а также при помощи разработанных инструментов распознавать наиболее развитые гидродинамические режимы, являющиеся гарантом высокоэффективных показателей работы массообменного оборудования по интенсивности массопереноса.

Разработанный инструмент, который включает в себя автоматическую многостадийную калибровку (автокалибровку) для распознавания гидродинамических режимных диапазонов работы конкретного аппарата в лабораторных и промышленных условиях и дальнейшее автоматическое поддержание эталонных режимов работы вне зависимости от колебаний расходов газовых выбросов, рассмотрен подробно в рамках данной статьи. На рисунке 1 представлена схема управления секцией массообменного аппарата с упругодеформируемыми насадочными блоками.

Алгоритм программы автоматизированной калибровки технологических параметров массообменной колонны с упруго деформируемыми насадочными блоками приведен на рис. 2.

Системы калибровки технологических параметров и автоматического управления и оптимизации гидромеханических режимов работы позволяют насадочными массообменным аппаратам самоадаптивно поддерживать развитые гидромеханические режимы, то есть режимы развитой турбулизации и эмульгирования (инверсии) в процессе эксплуатации вне зависимости от колебаний расходов продуктов массообмена, кроме того, этот процесс осуществляется при параллельном контроле концентрации извлекаемых компонентов из газофазных продуктов массообмена (на примере процесса абсорбции селективной очистки газовых выбросов).

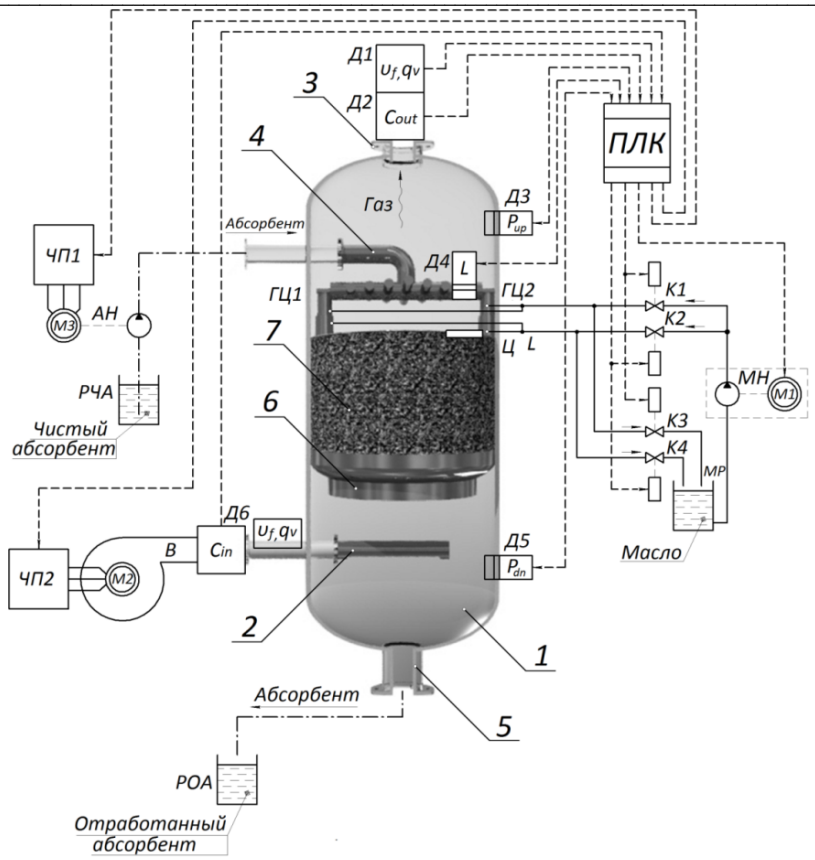


Рис. 1. Схема управления секцией массообменного аппарата с упруго-деформируемыми насадочными блоками: *1* — корпус массообменного аппарата; *2*, *3* — патрубки (штуцера) для ввода и вывода очищаемого потока сплошной газовой фазы; *4* — распределитель (ороситель) жидкого абсорбента; *5* — патрубок (штуцер) для отвода отработанного абсорбента; *6* — перераспределитель жидкости (опорная решетка насадочного блока); *7* — упруго-деформируемый массообменный насадочный блок

Рассмотрим алгоритм автоматизированной калибровки технологических параметров и поиска оптимальных режимов работы упруго-деформируемых насадочных контактных блоков массообменных аппаратов.

Калибровка технологических параметров и распознавание оптимальных гидродинамических режимных диапазонов работы упруго-деформируемых насадочных блоков производится по следующему алгоритму. Программа управления с заданными интервалами точности и чувствительности при постоянном оптимальном (расчетном) расходе абсорбента ступенчато изменяет расходы газового потока, поступающего на селективную очистку в насадочный массообменный блок. На каждой ступени объемного деформирования насадочного блока снимаются фильтрационные кривые газового потока через слой насадочного материала и распознаются индексы турбулизации и диапазон существования режимов эмульгирования и развитой турбулизации от нижнего к верхнему пределу. После чего происходит следующая ступень деформирования и операция распознавания искомых гидромеханических режимов повторяется.

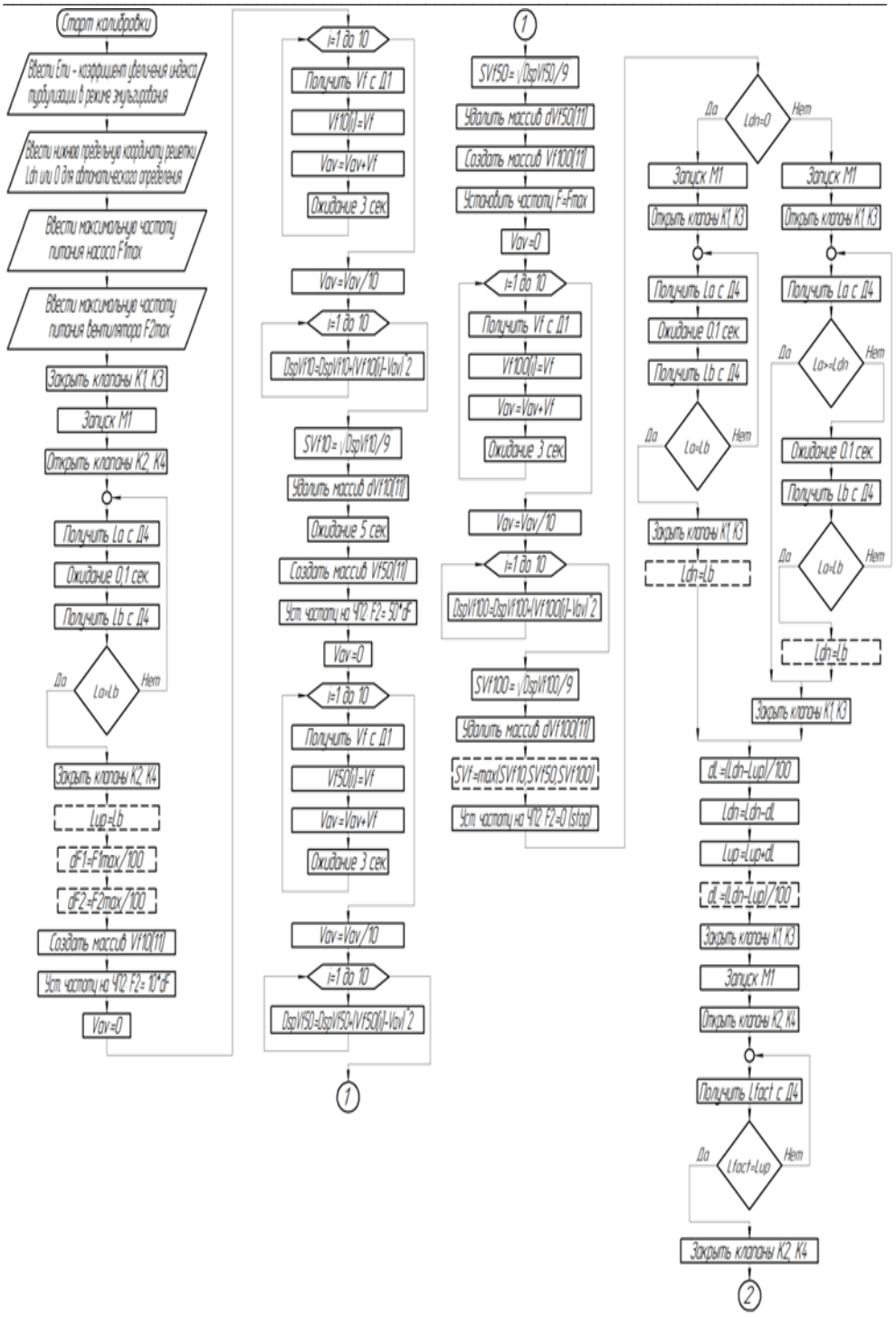


Рис. 2 (начало). Алгоритм программы автоматизированной калибровки технологических параметров массообменной колонны с упруго деформируемыми насадочными блоками

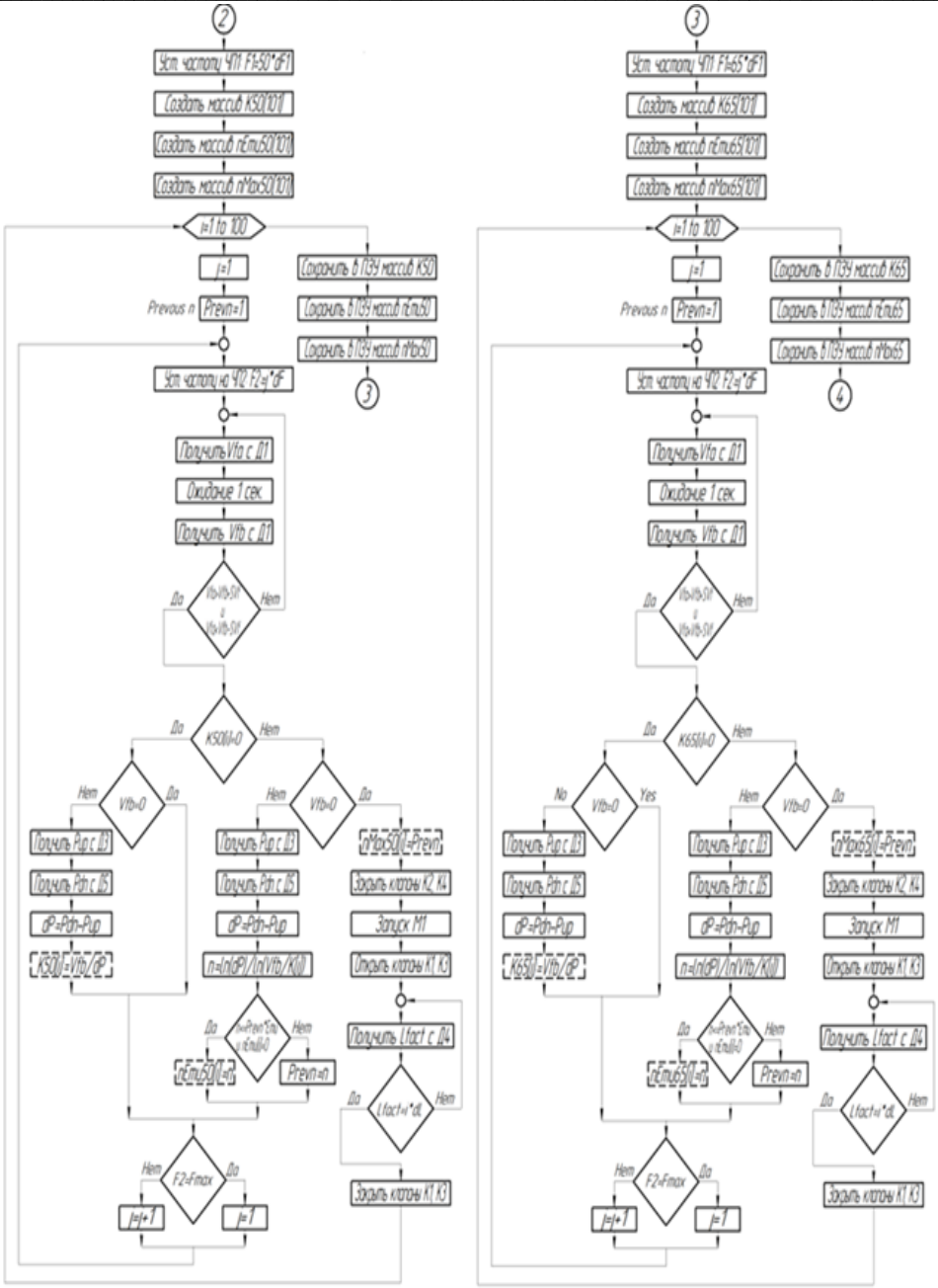


Рис. 2 (окончание). Алгоритм программы автоматизированной калибровки технологических параметров массообменной колонны с упруго деформируемыми насадочными блоками

Для управления гидрогазодинамическими режимами работы массообменных аппаратов с упруго-деформируемыми насадочными блоками аппарат имеет систему управления, принципиальная схема которой представлена на рис. 1. Изменение структурных свойств насадочных блоков производится путем ее сжатия при движении верхней ограничивающей решетки насадочного

блока вниз. Движение решетки обеспечивается двумя гидроцилиндрами ГЦ1 и ГЦ2, в которые под давлением, создаваемым масляным насосом МН, подается масло. Пуск электродвигателя М1 привода масляного насоса производится магнитным контактором. Для движения решетки вверх масло подается в нижние камеры гидроцилиндров, а для движения вниз — в верхние. Управление подачей масла в цилиндры производится за счет электромагнитных клапанов К1…К4. Подача газового потока создается воздуходувкой В, электродвигатель М2 которого получает питание от частотного преобразователя ЧП2, частота вращения которого плавно регулируется. Управление массообменной системой производится программируемым логическим контроллером ПЛК, который выполняет управляющую программу и отправляет управляющие сигналы клапанам К1…К4, масляному насосу МН и частотному преобразователю ЧП. Необходимые для работы управляющей программы данные программа получает с помощью датчиков, сигнал от которых передается в ПЛК. Датчик Д1 определяет скорость (расход) газового потока, входящего и выходящего из аппарата, Д2 — остаточную концентрацию извлекаемого вещества в выходящем газовом потоке, датчики Д3 и Д5 определяют давление газа над и под насадочным блоком соответственно, определяя гидравлическое сопротивление насадочного блока. Для определения текущего положения решетки служит ультразвуковой датчик расстояния Д4, измеряющий расстояние до металлической пластины — цели Ц, установленной на решетке насадочного блока.

В основу работы управляющей программы положен индекс турбулизации, более подробно описанный в работе [24]. Программа разбита на два процесса — калибровку и рабочий цикл. Калибровка представляет собой процесс автоматизированного определения значений технологических параметров, необходимых для выполнения рабочего цикла программы управления. Калибровка производится на этапе пусконаладочных работ, после замены насадочного материала, а также может быть произведена, если качество работы массообменной системы становится неудовлетворительным.

В начале процесса калибровки программа запрашивает ввод ряда параметров. Коэффициент E_{mu} определяет интенсивность увеличения индекса турбулизации, характерную для загруженного в аппарат насадочного материала. Значение этого параметра может быть получено в лабораторных условиях и является паспортным для насадочного блока. Затем оператор вводит значение предельно допустимую степень сжатия насадки L_{dn}. Если степень сжатия насадки необходимо ограничить, предельная степень сжатия может быть задана вручную. Если ввести 0, программа определит этот параметр автоматически. Значение максимальной частоты вращения воздуходувки В ограничивается либо характеристиками частотного преобразователя ЧП2, либо требованиями технологического процесса.

Значение остальных параметров программа определяет в автоматическом режиме экспериментальным путем.

Исходя из введенной максимальной частоты вращения воздуходувки В программа делит диапазон регулирования частоты на 100 и сохраняет полученное значение в ПЗУ контроллера как шаг регулирования частоты вращения воздуходувки.

Среднеквадратическое отклонение измерения скорости (расхода) газового потока по датчику Д1 программа определяет, рассчитав среднеквадратические отклонения по 10 измерениям с интервалом 3 сек, произведенным при 100, 50 и 10%-й скорости воздуходувки при максимально разжатом насадочном блоке, и взяв максимальное из отклонений.

Верхний и нижний пределы регулирования насадочного блока программа определяет по остановке перемещения решетки при открытых клапанах, затем программа отступает на 1/100 получившегося диапазона перемещения решетки от верхнего и нижнего предела, чтобы избежать ударов креплений решетки о гидроцилиндры в верхнем положении и избежать повреждения насадочного блока при многократном предельном сжатии в нижнем. Если предельное значение нижнего положения решетки было введено, программа определяет только верхний предел деформирования. Затем программа делит полученный диапазон расстояний на 100. Полученное значение сохраняется в ПЗУ контроллера как шаг регулирования степени сжатия насадочного блока.

После чего программа разжимает насадочный блок до максимума и останавливает воздуходувку В, входит в двойной цикл, в котором для каждой из 100 степеней сжатия насадочного блока начинает, увеличивая частоту вращения воздуходувки, определять необходимые параметры.

Коэффициент влияния структуры порового пространства насадочного блока на формирование динамики фильтрационного течения определяется, когда датчик Д1 определил ненулевую скорость (расход) газа υ_f, по полученным с датчиков Д3 и Д5 значениям P_{up} и P_{dn}, исходя из того, что инерционная составляющая гидравлического сопротивления незначительна и индекс турбулизации равен 1:

$$K_j = \upsilon_f / (P_{dn} - P_{up}). \tag{3}$$

Затем, продолжая увеличивать частоту вращения вентилятора, определяет индекс турбулизации в момент входа аппарата в режим эмульгирования (инверсии фаз). Появление этого режима распознается по увеличению индекса турбулизации по сравнению с предыдущим шагом увеличения частоты вращения воздуходувки в количество раз, заданное значением переменной E_{mu}. Индекс турбулизации вычисляется по формуле

$$n_{E_{mu}} = \frac{\ln(P_{dn} - P_{up})}{\ln(\upsilon_f / K_j)}. \tag{4}$$

Далее программа продолжает увеличивать частоту вращения напорной воздуходувки, вычисляя на каждом шаге индекс турбулизации, пока не произойдет захлебывание насадочного блока. Этот режим распознается по падению скорости фильтрации газа υ_f до 0. После этого программа сохраняет индекс турбулизации, определенный на шаге, предшествующем захлебыванию как максимально допустимый для этой степени сжатия насадочного блока $n_{\max.}$ После этого воздуходувка останавливается, насадочный блок сжимается еще на один шаг и процесс повторяется.

После того, как были определены параметры для предельной степени сжатия насадочного блока, воздуходувка останавливается, насадка полностью разжимается, а программа сохраняет в ПЗУ контроллера определенные параметры в

виде трех одномерных массивов по 101 элементу (нулевые элементы массивов не используются). На этом выполнение калибровки завершается.

Во время штатной работы ПЛК циклически выполняет программу, цель которой — реализовать режим работы массообменного аппарата, обеспечивающий баланс между энергосбережением и эффективностью работы при недопущении превышения заданной максимальной концентрации извлекаемого вещества в выходящем потоке газовой фазы. Пуск аппарата начинается с ввода максимально допустимой концентрации извлекаемого вещества в исходящем газе, а также расхода газового потока через абсорбер, который необходимо поддерживать.

После ввода этих данных программа инициирует подачу абсорбента в аппарат, при этом максимально разжимает насадочный блок и запускает воздуходувку В. Программа увеличивает частоту вращения воздуходувки, пока скорость газа на выходе из аппарата не достигнет заданной. После этого программа входит в цикл, в котором выдает команду на сжатие насадочного блока на 1 шаг, затем, если необходимо, увеличивает частоту вращения воздуходувки, чтобы скомпенсировать возросшее гидравлическое сопротивление насадки, а после этого, дождавшись установления режима работы, определяет по датчикам давления P_{up} и P_{dn}, скорость фильтрации υ_f, берет из ПЗУ значение коэффициента порозности для текущей степени сжатия насадки, определенное при калибровке, и по формуле (2) определяет фактический индекс турбулизации n_{fact}, а затем сравнивает его со значением n_{Emu}, также взятым из ПЗУ для текущей степени сжатия насадочного блока. Если n_{fact}, меньше n_{Emu}, программа возвращается к началу цикла. Таким образом, насадочный блок будет сжиматься, пока n_{fact} не станет больше, либо равным n_{Emu}. Тогда аппарат войдет в режим эмульгирования (инверсии фаз). Далее программа отслеживает концентрацию извлекаемого вещества, и если она превышает заданное максимальное значение, программа снова входит в цикл, инициируя сжатие насадочного блока и увеличение индекса турбулизации вплоть до $n_{\max}$.

Если в течение некоторого времени концентрация извлекаемого вещества по датчику Д2 равна нулю, программа входит в обратный цикл, вызывая разжатие насадочного блока, либо пока конечная концентрация по датчику Д2 не превысит максимально допустимое значение, либо до достижения индекса турбулизации n_{fact} значения n_{Emu} для текущей степени сжатия насадочного блока массообменного аппарата.

Описанный цикл повторяется в течение всего времени работы массообменного аппарата, таким образом обеспечивается его постоянная работа в режиме эмульгирования с перемещением по диапазону регулирования в зависимости от остаточной концентрации извлекаемого вещества.

Схема упруго-деформируемого насадочного блока массообменной насадочной колонны изображена на рис. 1. Каждая секция многосекционного массообменного аппарата имеет возможность автономного гидромеханического регулирования на базе технологических параметров, полученных в ходе калибровки упруго-деформируемых секций насадочных материалов.

Заключение

Калибровка технологических параметров упруго-деформируемых насадочных блоков массообменных аппаратов (на примере промышленного абсорбера с упруго-деформируемыми насадочными блоками) на базе индекса

турбулизации позволяет распознавать и поддерживать искомые гидродинамические режимы развитой турбулизации и эмульгирования (инверсии фаз). Это, в свою очередь, будет являться гарантом наивысшей степени селективной очистки газовых выбросов промышленных предприятий. Поскольку в режимах развитой турбулизации и эмульгирования (инверсии фаз) наблюдается наивысшая степень взаимного перемешивания газового потока с жидким абсорбентом, обеспечивающая максимальную интенсивность массообменных процессов и высокую степень очистки улавливаемых компонентов из газовых выбросов промышленных предприятий. Но режим эмульгирования (инверсии фаз) является трудноуловимым в производственной практике, так как он наблюдается в достаточно узком режимном диапазоне расходов жидкости и газа, а за ним следует захлебывание насадочного блока, то есть нарушение режима. В подобных условиях особенно актуально использование упругодеформируемых насадочных блоков, способных автоматически выходить из режима захлебывания и самоадаптивно подстраиваться под оптимальные гидродинамические режимы работы массообменных аппаратов.

При переходе от лабораторных испытаний к промышленным, вне зависимости от того, какие системы и насадочные элементы исследовались, большинство полученных закономерностей для гидромеханических и тепломассообменных процессов существенно искажается вследствие масштабных переходов, гидромеханических условий реализации массообменных процессов и т. д. Даже текущий анализ концентраций улавливаемых из газа компонентов при исследовании тех или иных насадочных контактных устройств и режимов их работы может быть субъективен, так как очень проблематично добиться воспроизведения реальных гидромеханических условий в натурных экспериментах и в процессе эксплуатации технологического массообменного оборудования. Поэтому должны быть инструменты автоматизированного поиска, распознавания и поддержания наиболее развитых и возможных для конкретных видов контактных устройств гидромеханических режимов работы. Именно реализация и поддержание гидродинамических режимов, обладающих наивысшей интенсивностью в промышленных условиях, режимов развитой турбулизации и эмульгирования (инверсии фаз), являются гарантом наивысших доступных степеней очистки извлекаемых из газовых выбросов компонентов и стабильных требуемых показателей работы промышленных массообменных аппаратов (абсорбционных аппаратов селективной очистки газовых выбросов).

Разработанные схема, программа и алгоритм автоматизированной калибровки технологических параметров массообменных аппаратов с упругодеформируемыми насадочными блоками позволяют сгладить масштабные и технологические факторы, получить необходимые сведения об оптимальных режимных диапазонах для всех ступеней деформирования насадочных блоков на стадии пусконаладочных работ технологического оборудования и автоматизированного самоадаптивного управления режимами работы массообменных аппаратов в ходе промышленной эксплуатации.

Таким образом, формируется новое направление нефтегазоперерабатывающего и экологического машино- и аппаратостроения, позволяющее создавать универсальные адаптивные массообменные системы с возможностью работы в широких режимных диапазонах по расходам потоков жидкостей и

газов, начальных и конечных концентраций продуктов массообмена, а также осуществлять работу на максимальных эффективных пиковых режимах или балансировать между эффективностью и энергосбережением, в зависимости от технологических требований [25—27, 31—33]. Обычные массообменные системы и аппараты подобными возможностями не обладают.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Laptev A. G., Farakhov T. M., Afanas'ev E. P.* Comparative thermohydraulic efficiency of processes in channels with chaotic packing // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 2018. Vol. 52. Iss. 5. Pp. 853—858.

2. Efficiency of the Contact Stage of a Jet-Film Device During Rectification of Ethylbenzene–Styrene Mixture / A. V. Dmitriev, O. S. Dmitrieva, I. N. Madyshev, A. N. Nikolaev // Chemical and Petroleum Engineering. 2017. Vol. 53. Iss. 7—8. Pp. 501—507.

3. *Farakhov T. M., Laptev A. G.* Modeling of processes of gas cooling by contact with a liquid and updating of column apparatuses // Chemical and Petroleum Engineering. 2019. Vol. 55. (Iss. 3—4. Pp. 282—289.

4. *Dmitriev A. V., Dmitrieva O. S., Madyshev I. N.* Optimal Designing of Mass Transfer Apparatuses with Jet-Film Contact Devices // Chemical and Petroleum Engineering. 2017. Vol. 53. Iss. 7—8. Pp. 430—434.

5. *Dmitriev A.V., Madyshev I. N., Dmitrieva O. S.* Cleaning of industrial gases from aerosol particles in apparatus with jet-film interaction of phases // Ecology and Industry of Russia. 2018. Vol. 22. Iss. 6. Pp. 10—14.

6. *Laptev A. G., Farakhov T. M.* Mathematical model of mass transfer in randomly packed columns with phase maldistribution // Journal of Engineering Thermophysics. 2019. Vol. 28. Iss. 3. Pp. 392—399.

7. Study of Fluid Dynamics of Mass-Transfer Apparatuses Having Stream-Bubble Contact Devices / I. N Madyshev, O. S. Dmitrieva, A. V. Dmitriev, A. N. Nikolaev // Chemical and Petroleum Engineering. 2016. Vol. 52. Iss. 5—6. Pp. 299—304.

8. *Меренцов Н. А., Голованчиков А. Б., Балашов В. А.* Экспериментальное исследование характеристик тепломассообменных насадочных устройств: учебное пособие / Мин-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Волгоградский государственный технический университет. Волгоград: Изд-во ВолгГТУ, 2018. 94 с.

9. *Golovanchikov A. B., Balashov V. A., Merentsov N. A.* The filtration equation for packing material // Chemical and Petroleum Engineering. 2017. Vol. 53. Iss. 1—2. Pp. 10—13.

10. Имитационное моделирование проточного фильтрования / Н. А. Меренцов, С. А. Бохан, В. Н. Лебедев, В А. Балашов и др. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 51(70). С. 140—149.

11. Система централизованного сбора, переработки и утилизации отработанных травильных и гальванических растворов и шламов / Н. А. Меренцов, С. А. Бохан, В. Н. Лебедев, А. В. Персидский и др. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 53(72). С. 123—131.

12. *Голованчиков А. Б., Залипаева О. А., Меренцов Н. А.* Моделирование сорбционных процессов с учетом структуры потока: монография / Мин-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Волгоградский государственный технический университет. Волгоград: Изд-во ВолгГТУ, 2018. 128 с.

13. *Меренцов Н. А., Голованчиков А. Б., Балашов В. А.* Моделирование тепломассообменных насадочных устройств с развитым капельным режимом течения: монография / Мин-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Волгоградский государственный технический университет. Волгоград: Изд-во ВолгГТУ, 2019. 140 с.

14. *Дмитриев А. В., Мадышев И. Н., Дмитриева О. С.* Экспериментальное исследование гидравлических и тепломассообменных показателей наклонно-гофрированных контактных элементов оросителя градирни // Экология и промышленность России. 2020. № 24(1). С. 4—8.

15. Численное исследование тепломассообмена в градирнях со струйно-пленочными контактными устройствами / И. Н. Мадышев, А. В. Дмитриев, О. С. Дмитриева, Л. Р. Аглиулова // Вестник технологического университета. 2019. Т. 22. № 6. С. 67—70.

16. Assessment of Change in Torque of Stream-Bubble Contact Mass Transfer Devices / I. N. Madyshev, O. S. Dmitrieva, A. V. Dmitriev, A. N. Nikolaev // Chemical and Petroleum Engineering. 2015. Vol. 51. Iss. 5—6. Pp. 383—387.

17. *Голованчиков А. Б., Меренцов Н. А., Балашов В. А.* Расчет вентиляторной градирни с капельным орошением // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2012. Вып. 28(47). С. 171—178.

18. Оценка пропускной способности безреагентной испарительной градирни со струйно-пленочными контактными элементами / А. В. Дмитриев, И. Н. Мадышев, А. И. Хафизова, О. С. Дмитриева // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2019. Т. 23. № 5(148). С. 902—910.

19. Разработка конструкции блока оросителя безреагентной испарительной градирни / И. Н. Мадышев, А. В. Дмитриев, А. И. Хафизова, О. С. Дмитриева // Актуальные проблемы в машиностроении. 2019. Т. 6. № 1—4. С. 162—167.

20. *Голованчиков А. Б., Меренцов Н. А., Балашов В. А.* Моделирование и расчет вентиляторной градирни с проволочной насадкой и капельным орошением // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2012. № 10. С. 3—6.

21. Регулярная блочная сетчатая насадка для локальных систем оборотного водоснабжения промышленных предприятий / Н. А. Меренцов, В. Н. Лебедев, И. А. Хижняков, В. А. Балашов и др. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2017. Вып. 50(69). С. 80—87.

22. *Golovanchikov A. B., Merentsov N. A., Balashov V. A.* Modeling and analysis of a mechanical-draft cooling tower with wire packing and drip irrigation // Chemical and Petroleum Engineering. 2013. Vol. 48, Iss. 9—10. Pp. 595—601.

23. *Голованчиков А. Б., Балашов В. А., Меренцов Н. А.* Уравнение фильтрации для насадочных контактных устройств // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2017. № 1. С. 8—10.

24. Оценка интенсивности развития турбулизации в тепломассообменных насадочных контактных устройствах для селективной очистки газовых выбросов и испарительного охлаждения промышленной оборотной воды / Н. А. Меренцов, А. Б. Голованчиков, В. А. Балашов, В. Н. Лебедев и др. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2020. Вып. 2(79). С. 245—254.

25. Система автоматизированной калибровки технологических параметров электроадсорбционных аппаратов селективной очистки газовых выбросов / Н. А. Меренцов, А. В. Персидский, М. В. Топилин, А. Б. Голованчиков // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2020. Т. 26. № 3. С. 371—387.

26. Система автоматизированного управления режимами работы электроадсорбционных аппаратов селективной очистки газовых выбросов / Н. А. Меренцов, А. В. Персидский, М. В. Топилин, А. Б. Голованчиков // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2020. Т. 26. № 4. С. 513—528.

27. Моделирование процессов управления в экологическом массообменном оборудовании: монография / Н. А. Меренцов, А. Б. Голованчиков, А. В. Персидский, В. Н. Лебедев, Минво науки и высшего образования Рос. Федерации, Волгоградский государственный технический университет. Волгоград: Изд-во ВолгГТУ, 2020. 188 с.

28. Перспективы использования промышленных отходов машиностроительных предприятий для решения экологических проблем строительной отрасли / Н. А. Меренцов, А. В. Персидский, В. Н. Лебедев, А. Г. Карасев и др. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 4 (77). С. 182—195.

29. *Голованчиков А.Б., Меренцов Н. А., Качанов А. В.* Моделирование процесса абсорбции в насадочной колонне, работающей в режиме эмульгирования // Экология и промышленность России. 2021. Т. 25, № 3. С. 24—29.

30. Modelling and Calculation of Industrial Absorber Equipped with Adjustable Sectioned Mass Exchange Packing / N. A. Merentsov, A. V. Persidskiy, V. N. Lebedev, M. V. Topilin [etc.] // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2019. Vol. 983. Pp. 560—573.

31. Автоматическое управление режимами работы аппаратов испарительного охлаждения промышленной оборотной воды / Н. А. Меренцов, В. Н. Лебедев, А. В. Персидский,

А. С. Шилихин и др. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 4(77). С. 124—135.

32. Автоматическое управление режимами работы насадочных аппаратов селективной очистки газовых выбросов / Н. А. Меренцов, А. В. Персидский, В. Н. Лебедев, А. Б. Голованчиков // Экология и промышленность России. 2020. Т. 24. № 2. С. 10—16

33. Авторежимные насадочные колонны для пульсационной жидкостной экстракции / Н. А. Меренцов, А. В. Персидский, М. В. Топилин, А. Б. Голованчиков // Экологические системы и приборы. 2020. № 3. С. 3—14.

© Меренцов Н. А., Персидский А. В., Гендлер А. С., Голованчиков А. Б., 2021

Поступила в редакцию
в апреле 2021 г.

Ссылка для цитирования:

Совершенствование систем газоочистки производств стройматериалов за счет новой методики пусконаладочных работ промышленных насадок абсорберов / Н. А. Меренцов, А. В. Персидский, А. С. Гендлер, А. Б. Голованчиков // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 2(83). С. 110—125.

Об авторах:

Меренцов Николай Анатольевич — канд. техн. наук, доц. каф. процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400005, г. Волгоград, пр-т Ленина, 28; steeple@mail.ru, pahp@vstu.ru

Персидский Александр Владимирович — инженер-конструктор, АО «ФНПЦ «Титан-Баррикады». Российская Федерация, 400071, г. Волгоград; a-persidsky@yandex.ru

Гендлер Александр Сергеевич — магистрант, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400005, г. Волгоград, пр. им. Ленина, 28

Голованчиков Александр Борисович — д-р техн. наук, проф., проф. каф. процессов и аппаратов химических производств, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400005, г. Волгоград, пр. им. Ленина, 28; pahp@vstu.ru

Nikolai A. Merentsov[a], Aleksandr V. Persidskii[b], Aleksandr S. Gendler[a], Aleksandr B. Golovanchikov[a]

[a] Volgograd State Technical University

[b] JSC Federal Scientific and Production Centre "Titan — Barricady"

SYSTEM FOR AUTOMATED CALIBRATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF MASS EXCHANGE ABSORBTION APPARATUS FOR SELECTIVE GAS EMISSIONS CLEANING WITH ELASTICALLY DEFORMABLE PACKING BLOCKS

The article presents the control scheme and algorithm of the program for automated calibration of process parameters of elastically deformed blocks of packing materials of mass exchangers apparatuses to the "turbulization index" which indicates hydrodynamic bursts of the inertial component of the filtration flow structure, and is a tool for automated recognition of the most effective hydrodynamic modes — developed turbulisation and emulsification in elastically deformed packing units at the stage of commissioning. The calibration program is aimed at finding the emulsification mode ranges (phase inversion) for each of the possible compression degrees of the packing blocks and the wide flow ranges of liquid and gas phases by "scanning" all hydromechanical modes in which the device can operate, with automatic recognition and storage of the necessary data in the memory of the logical controller.

K e y w o r d s: mass transfer, heat transfer, packing material, hydrodynamics, gas dynamics, filtration flows, absorption, rectification, purification of gas emissions, turbulization index.

For citation:

Merentsov N. A., Persidskii A. V., Gendler A. S., Golovanchikov A. B. [System for automated calibration of technological parameters of mass exchange absorbtion apparatus for selective gas emissions cleaning with elastically deformable packing blocks]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2021, iss. 2, pp. 110—125.

About authors:

Nikolai A. Merentsov — Candidate of Engineering Sciences, Volgograd State Technical University (VSTU). 28, Lenin Ave., Volgograd, 400005, Russian Federation; steeple@mail.ru, pahp@vstu.ru

Aleksandr V. Persidskii — Design engineer, JSC Federal Scientific and Production Centre "Titan — Barrikady". Volgograd, 400071, Russian Federation; a-persidsky@yandex.ru

Aleksandr S. Gendler — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 28, Lenin Ave., Volgograd, 400005, Russian Federation

Aleksandr B. Golovanchikov — Doctor of Engineering Sciences, Professor, Volgograd State Technical University (VSTU). 28, Lenin Ave., Volgograd, 400005, Russian Federation; pahp@vstu.ru

УДК 711.4-112

О. А. Растяпина, В. В. Прокопенко, О. А. Ганжа

Волгоградский государственный технический университет

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СРЕДЫ КРУПНЕЙШЕГО ГОРОДА

Урбанизированная среда представляет собой сложную систему, состоящую из различных элементов. Учитывая вероятное негативное воздействие процесса урбанизации на городскую среду, необходим поиск баланса и оптимального развития. Авторами предложено проведение оценки компонентов качества урбанизированной среды, основанной на оценке архитектурного, природного и градостроительного элементов, техногенного воздействия и инфраструктуры. Все показатели, характеризующие качественные стороны развития урбанизированной системы, разделены на группы факторов. Путем оценки предлагаемых показателей определяется уровень благоприятного развития урбанизированной среды. С целью улучшения комфортности городской среды необходимо внедрять комплекс мероприятий по направлениям с минимальными оценками. При сопоставлении с оценками других урбанизированных систем формируется рейтинговая оценка.

К л ю ч е в ы е с л о в а: городская среда, градостроительная система, качества урбанизированной среды, комфортность.

Ведение

В настоящее время качество городской среды стало одним из приоритетных вопросов исследования градостроителей.

Качество городской среды является частью более общего понятия «качество жизни», единое утвержденное определение которого в настоящее время отсутствует [1—3].

Качество городской среды зависит от множества факторов, среди которых наиболее значимыми являются [1—4]:

- уровень развития социально-культурного, научного, производственного потенциала, обеспечивающий доступное разнообразие мест приложения труда, доступность качественных медицинских и образовательных услуг;
- уровень развития инженерной, транспортной инфраструктуры, благоустройство территорий;
- качество застройки;
- обеспеченность жильем, качество и уровень доступности жилья;
- социальный состав проживающего населения, в т. ч. степень концентрации высокообразованных специалистов;
- экологическая ситуация;
- демографическая ситуация;
- обеспеченность населения объектами рекреации;
- природное окружение;
- наличие или отсутствие гетто;
- криминогенная ситуация и др.

Международный опыт показывает, что оценивать качество городской среды можно различными способами, с использованием различных методик, в основе которых лежат разные подходы к трактовке понятия «городская среда». Вместе с тем общей чертой большинства таких методик является исполь-

зование в разных комбинациях более или менее постоянного набора показателей (индикаторов), как объективно измеряемых, так и субъективно оцениваемых, характеризующих такие сферы городской жизни, как транспортная связность, жилищные условия, доступность услуг, экологическая обстановка, благоустройство, безопасность, и ощущение комфортности городской среды жителями [4].

Урбанизированная среда представляет собой сложную систему элементов, формируемых городской структурой и комплексом факторов, отражающих развитие городской среды. Городская среда — это совокупность двух сред, природной и антропогенной, а основными элементами городской среды являются человек и природная среда, которые в процессе своего взаимодействия создают природно-антропогенную систему, развивающуюся и изменяющуюся преимущественно в результате управления антропогенными процессами.

Природные процессы, исходно свойственные географической среде, в которой возник город, протекают на территории города под его сильным влиянием [5]. Урбанизированная среда формируется под влиянием процесса урбанизации, т. е. развития самой городской структуры. Чем более экономически развит город, тем в большей степени подвержена урбанизации городская среда.

Процесс урбанизации оказывает как отрицательное, так и положительное воздействие на городскую среду. Положительное влияние отражается в степени внедрения различных современных технологических решений, направленных на улучшение качества жизни населения. Отрицательное влияние проявляется, прежде всего, в изменении экологических факторов городской среды, которое оценивается количественными и качественными характеристиками. Для оценки степени развития и эффективности функционирования города как градостроительной системы необходимо определение баланса между уровнем развития ее структуры и степенью негативного воздействия процессов урбанизации на условия жизнедеятельности.

С целью поиска оптимального баланса между необходимым развитием градостроительной системы в процессе урбанизации и необходимым уровнем развития системы предлагается методика оценки качества урбанизированной среды.

Использование предлагаемой методики позволит определить уровень развития градостроительной системы с учетом степени негативного воздействия на городскую среду.

Анализ утвержденных методик оценки качества урбанизированной среды

Министерством регионального развития Российской Федерации утверждена «Методика по оценке качества городской среды проживания» (Приказ Министерства регионального развития РФ от 9 сентября 2013 г. № 371). В методике предложен 41 показатель, которые объединены в 13 направлений (индексов). Все показатели можно разделить на группы:

- природно-экологические;
- инфраструктура города;
- экономические;
- социальные показатели (табл. 1).

Таблица 1

Перечень показателей в соответствии с «Методикой по оценке качества городской среды проживания»

Наименование группы показателей	Наименование показателя	Удельный вес показателя по группе
Природно-экологические факторы	Анализ чрезвычайных ситуаций природного характера; среднегодовая температура; показатель количества выбросов в атмосферу загрязняющих веществ	0,05
Инфраструктура города (степень развития городской среды)	Транспортная и инженерная инфраструктура	0,1
Экономические показатели	Благосостояние граждан; доступность жилья; экономика города; инновационная активность	0,35
Социальные показатели	Динамика численности населения; развитие жилищного сектора; социальные параметры общества; социальная инфраструктура; демографические характеристики населения; кадровый потенциал	0,5

В результате использования методики составляется рейтинг российских городов. Однако исследователи отмечают, что главной целью является поиск проблем, которые необходимо решать с целью повышения качества городской среды [6].

Данная методика направлена на оценку социально-экономического состояния городской среды. Это верный подход с точки зрения рассмотрения города, как социальной среды. Но город — не только социальная среда, в эту систему включены элементы инфраструктуры, формирующие условия жизнедеятельности в процессе урбанизации. Поэтому оценку качества городской среды следует проводить по совокупности воздействия различных групп факторов, формирующих городскую среду.

Распоряжением Правительства РФ от 23 марта 2019 г. № 510-р утверждена «Методика формирования индекса качества городской среды», разработанная в рамках федерального проекта «Формирование комфортной городской среды» и национального проекта «Жилье и городская среда». Она предназначена, в том числе, для выявления конкурентных преимуществ городов и ограничений, препятствующих их развитию, актуальных проблем, перспективных направлений развития и служит для определения уровня качества городской среды городов путем расчета и присвоения им индекса качества городской среды. А также для определения уровня качества городской среды городов, расположенных на территории субъекта Российской Федерации, путем расчета интегрированного индекса, основанного на присвоенных индексах городов, находящихся на территории соответствующего субъекта РФ [7—10].

Целью методики является вовлечение населения и организаций в мероприятия, направленные на повышение качества городской среды, благоустройство территорий городов. Индекс города представляет собой цифровое значение (в баллах) состояния городской среды, полученное в результате комплексной оценки количественных и поддающихся измерению индикаторов, характеризующих уровень комфорта проживания на соответствующей территории.

В методике рассматривается городская среда, которая характеризуется совокупностью природных, архитектурно-планировочных, экологических и других факторов, формирующих среду жизнедеятельности города на данной территории и определяющих комфортность проживания на этой территории. В результате проведенной оценки совокупности значений индикаторов определяются уровни качества городской среды как благоприятная и неблагоприятная.

Индекс города определяется на основании суммы значений всех индикаторов. Индикаторы оцениваются по шкале от 1 до 10 баллов, где 1 балл означает минимальное значение, 10 баллов — максимальное значение. Предложенные индикаторы определены и могут быть сгруппированы в следующие типы:

- жилье и прилегающее пространство;
- озелененное пространство;
- общественно-деловая инфраструктура;
- улично-дорожная сеть;
- общегородское пространство.

Они оцениваются по критериям:

- эффективность управления;
- современность и актуальность среды;
- идентичность и разнообразие;
- экологичность и здоровье;
- комфортность, безопасность [11, 12].

Изучив существующие методики [13—17], авторы предлагают методику оценки качества городской среды, основанную на оценке следующих направлений:

- природная среда;
- архитектурная, градостроительная среда;
- техногенное воздействие;
- инфраструктура.

В рамках каждого направления предлагается введение показателей. Общее число оцениваемых показателей 18 (табл. 2). Максимальная оценка 1 балл.

Все показатели условно поделены на группы: положительные и отрицательные. Для отрицательных показателей присутствие данного фактора оценивается также в 1 балл. Оценка отрицательного показателя в 1 балл рассматривается как негативное воздействие на городскую среду. Для положительных показателей оценка в 1 балл означает положительную динамику для городской структуры и благоприятные условия жизнедеятельности и соответственно развития городской среды.

Общая расчетная формула (1) качества городской среды предполагает сумму оценок по показателям различных групп. В результате получается бальная оценка качества городской среды. Чем оценка ближе к значению 90, тем ближе к оптимальному влияние процесса урбанизации на городскую среду, соответственно тем более устойчиво развитие градостроительной системы. Для упрощения методики оценки качества урбанизированной среды, предлагается сопоставление имеющихся значений со среднестатистическими значениями по региону.

$$K_{\text{у.с}} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(O_{\text{у.с}}) \cdot 100}{n}, \qquad (1)$$

где $K_{\text{у.с}}$ — комплексный показатель качества урбанизированной среды; $O_{\text{у.с}}$ — оценка фактора урбанизированной среды; n — количество показателей, включенный в оценку.

Таблица 2

Показатели оценки качества урбанизированной среды

Группа	Показатель	Характеристика результата определения оценки
Природная среда	Геофизические; геологические; климатические; гидрологические	Оценивается степень благоприятности для строительства и эксплуатации
Архитектурные	Ценность застройки; композиционный замысел; визуальная целостность	Чем более выражен признак, тем более высокая оценка
Градостроительные	Функциональное зонирование; система озелененных территорий; благоустройство; подземное пространство	Соответствие функциональному использованию
		Определение показателя комфортности
		Наличие различных форм
		Использование
Техногенные	Химическое и физическое воздействие	Оценивается соответствие нормативам
Инфраструктура	Транспортная; инженерная; информационная; видовая;	Оценивается наличие, состояние
Социальные	Заболеваемость; демография; социально-экономические; характеристика уровня жизни; продолжительность жизни	Оценивается динамика соответствующих показателей.

Данная методика может быть использована с целью определения не только рейтингового положения городской среды, но и для анализа различных сред, формируемых в процессе урбанизации градостроительной системы. Проведение анализа по показателям в рамках указанных направлений позволит проводить своевременный учет и выработку необходимых мероприятий, направленных на повышение качества городской среды.

Механизм работы предложенной системы оценки можно представить в последовательности действий, описанных на рис. 1.

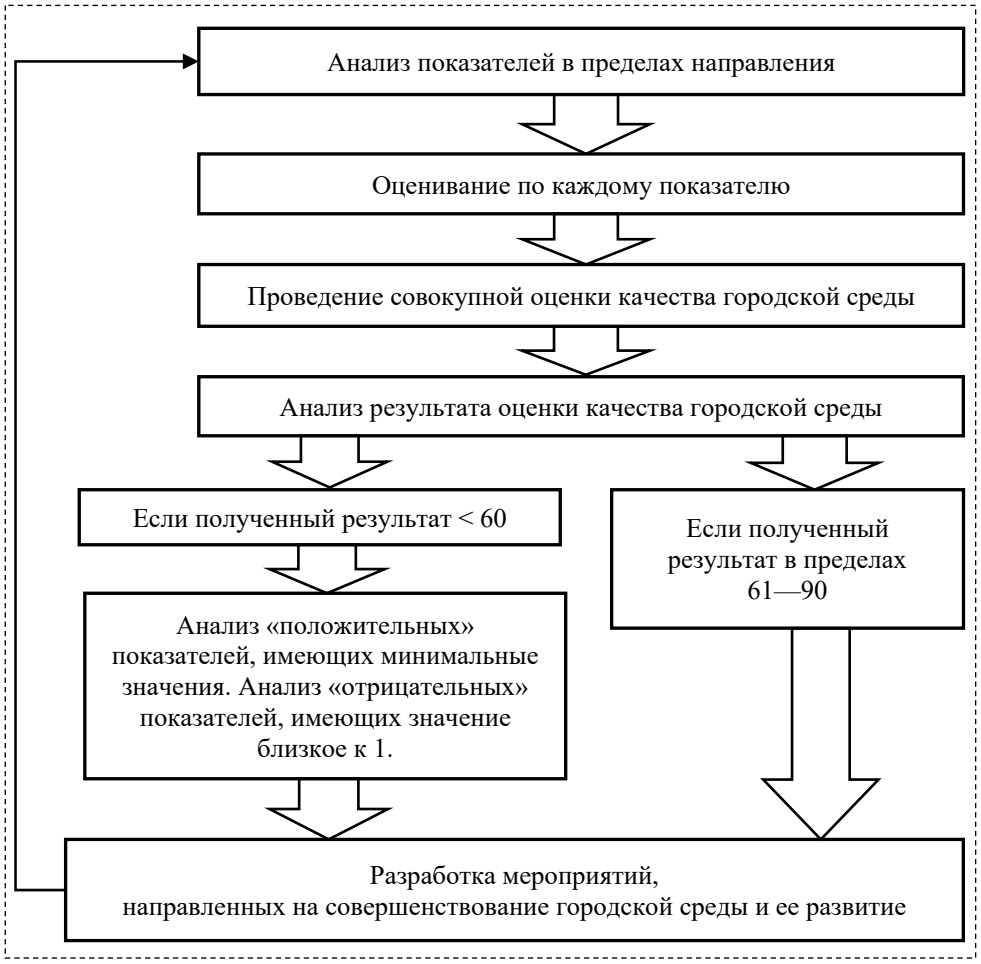


Рис. 1. Алгоритм проведения анализа качества урбанизированной среды

Определение показателя комфортности системы озелененных территорий

Для проведения математического описания степени влияния группы антропогенных факторов на показатель комфортности объектов общего пользования системы озелененной территории применены методы корреляционного и регрессионного анализа. На основании значений векторов приоритетов из каждой группы рассмотренных факторов для проведения анализа выделены следующие параметры.

1. Из группы факторов химического и физического воздействия:
- выбросы углекислого газа;
- шум от автотранспорта.

2. Из группы планировочных факторов:
- площадь территории;
- площадь озеленения.

Расчет значений коэффициента регрессии проведен методом многошагового регрессионного анализа в среде Microsoft Excel.

Полученное уравнение регрессии имеет следующий вид [18]:

$$K = 0{,}32 + 0{,}008x_1 – 0{,}0006x_2 – 0{,}088x_3, \quad (2)$$

где K — значение показателя комфортности объектов общего пользования системы озеленения, x_1 — шум от автотранспорта, x_2 — площадь озеленения, x_3 — наличие защитной полосы

Методика дает возможность, во-первых, определить показатель комфортности объектов озеленения общего пользования, во-вторых, принять решение по их размещению в жилой зоне по предложенному алгоритму.

Алгоритм определения показателя комфортности объектов озеленения общего пользования предполагает поэтапное проведение исследований с учетом стадий градостроительного проектирования (табл. 3, рис. 2).

Таблица 3

Основные уровни для установления показателя комфортности объектов озеленения общего пользования на стадиях проектирования

Достижение цели исследования	Результат
I. Метод расчета площади объектов озеленения общего пользования и их влияния на качество городской среды:	
1. Выявить 3 зоны влияния объекта озеленения общего пользования на качество городской среды: зона воздухообмена (оздоровительная); радиус доступности (рекреационная); визуальное восприятие территории объекта озеленения общего пользования (эстетическая)	Тематические схемы
2. Выявить 3 зоны влияния городской среды на объект озеленения общего пользования: акустическое воздействие; визуальное влияние застройки; зона активного влияния СО	Тематические схемы
3. Разработать расчетно-графические материалы по моделированию и натурному исследованию территорий районов города путем наложения сетки квадратов для определения уровня озелененности жилой зоны	Тематические схемы
II. Следуя расчету выделения кислорода растительностью объектов озеленения общего пользования,	
Определить вклад объектов озеленения общего пользования в атмосферный баланс городской среды	Графики распределения кислорода по территории города
III. Установить градацию значения показателя комфортности объектов озеленения общего пользования в интервале 0…1.	

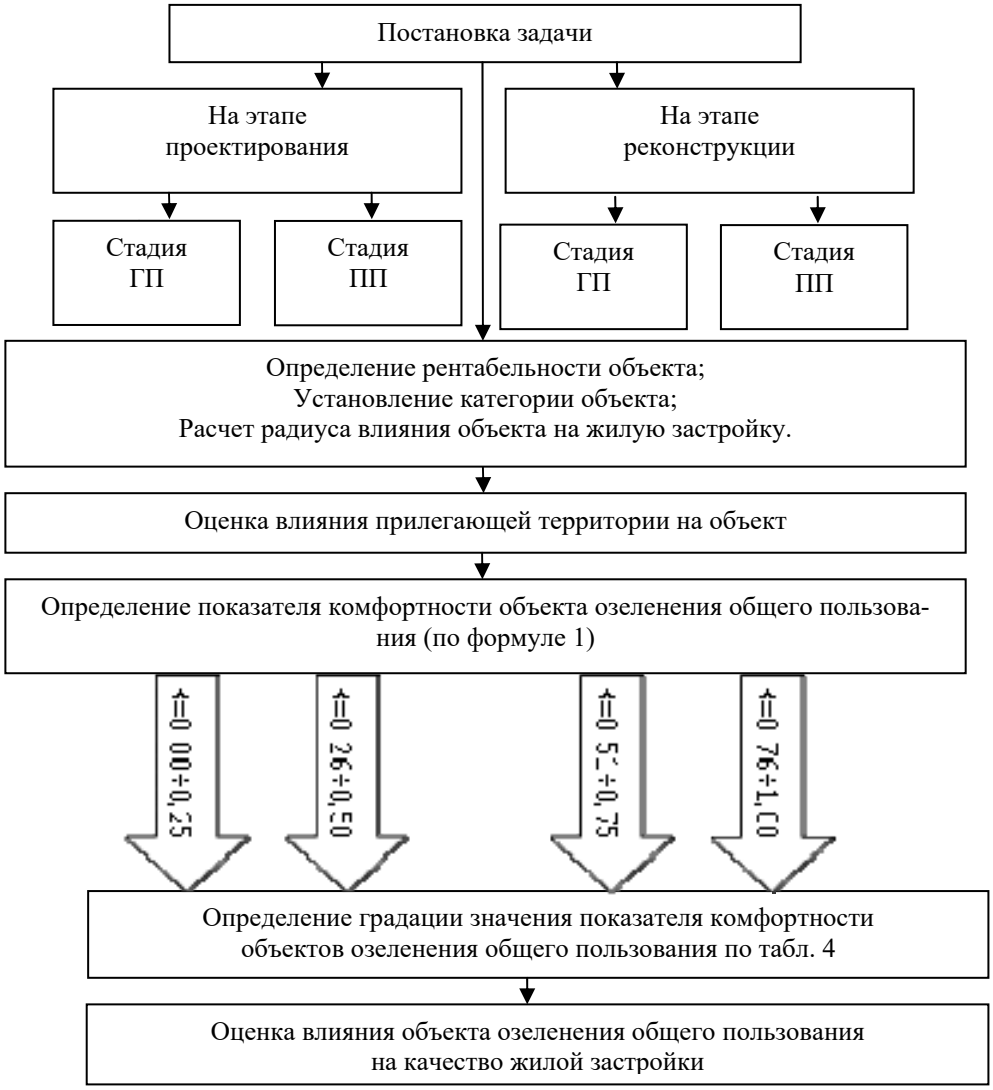


Рис. 2. Блок-схема алгоритма определения показателя комфортности

На стадии проектирования генерального плана поселения и генерального плана городского округа в картах планируемого размещения объектов местного значения поселения или городского округа и в карту функциональных зон поселения или городского округа необходимо:

- распределять объекты озеленения общего пользования с учетом их влияния по трем зонам, нормативного уровня озелененности территории;
- использовать уравнение (2) для определения показателя комфортности объекта озеленения общего пользования
- устанавливать уровень объектов озеленения общего пользования системы озеленения, используя показатели комфортности объектов (табл. 4);
- распределять объект так, чтобы значение показателя комфортности не превышало 0,50 прогнозируемой антропогенной нагрузки на объект озеленения общего пользования.

На стадии проекта планировки в материалы ее обоснования необходимо размещать (с учетом табл. 3 и 4) объект озеленения общего пользования для достижения качества городской среды в разделе «Иные материалы», в графической части для обоснования положений о планировке территории.

Таблица 4

Определение градации значения показателя комфортности объектов озеленения общего пользования

Показатель комфортности объектов	Уровень рекреации	Рекомендации по использованию территории
0…0,25	Весьма благоприятный	Рекомендовано без ограничений
0,26…0,50	Благоприятный	Рекомендуется использовать с внесением незначительных изменений в планировочную структуру объекта озеленения общего пользования
0,51…0,75	Относительно благоприятный	Рекомендуется использовать ограниченно без реализации проекта по улучшению защитной полосы
0,76…1,0	Неблагоприятный	Не рекомендуется использовать без реализации комплекса планировочных изменений и комплекса защитных мероприятий от воздействия антропогенной нагрузки

Предложенная методика достаточно проста в использовании, не требует сбора большого количества статистических данных. В каждом из указанных направлений выделены показатели с характерными признаками, поэтому суть оценки сводится к определению наличия признака. Чем более выражен признак показателя, тем более высокая оценка, близкая к 1 проставляется экспертом. Суммирование показателей позволяет определить средний балл по урбанизированной территории. Для проведения более детального анализа рекомендуется провести анализ полученных оценок в рамках направления. На основании анализа разрабатывается комплекс мероприятий по улучшению рассматриваемого направления. Применение упрощенной методики оценки качества урбанизированной системы будет способствовать благоприятному развитию анализируемой системы. При сопоставлении оценок по направлениям для различных урбанизированных систем вероятно получение рейтинга систем. Анализ наименее развитых направлений для отдельных урбанизированных систем позволит разработать и внедрять комплекс мероприятий по повышению качества среды обитания [19].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Герцберг Л. Я.* Качество городской среды: проблемы проектирования и реализации // Градостроительство. 2013 № 1(23) С. 28—32.

2. *Прокопенко В. В., Косицына Э. С.* Метод оценки показателя комфортности объектов озеленения общего пользования как фактор совершенствования качества городской среды : монография / Министерство образования и науки Российской Федерации, Волгоградский государственный технический уннверситет. Волгоград: Изд-во ВолгГТУ, 2018. 70 с.

3. The New Urban Master Plan for the City of Rome // 49 IFHP World Congress. URL: http://www.planum.net/ifhp-s-49th-congress-international-federation-for-housing-and-planning-1.

4. Приказ Минрегиона России от 09.09.2013 № 371 «Об утверждении методики оценки качества городской среды проживания». URL: https://docs.cntd.ru/document/499077345.

5. Город — экосистема / Э. А. Лихачева, Д. А. Тимофеев, М. П. Жидков и др. М.: Медиа-ПРЕСС, 1996. 336 с.

6. *Руссова О. Н., Смак Т. С., Тарасов И. А.* Оценка комфортности городской среды как фактор социального самочувствия городских жителей Архангельской области // Арктика и Север. 2020. № 41. С. 236—247.

7. Распоряжение Правительства РФ от 23.03.2019 № 510-р. Об утверждении «Методики формирования индекса качества городской среды». URL: https://docs.cntd.ru/document/553937399.

8. *Jensen-Butler C., Shachar A., Van Weesep J.* Competition between cities, urban performance and the role of urban policy: a theoretical framework // European cities in competition. Avebury: European science foundation, 1997. Pp. 3—42.

9. *Budd L.* Territorial Competition and Globalization: Scylla and Charybdis of European Cities // Urban Studies. 1998. Vol. 35. Pp. 663—685.

10. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 31.10.2017 № 1494/пр. «Об утверждении методики определения индекса качества городской среды муниципальных образований Российской Федерации».

11. *Wang H., Shen Q., Tang B.-S.* GIS-based framework for supporting land use planning in urban renewal: Case study in Hong Kong // Journal of Urban Planning and Development. Vol. 141. Iss. 3. Pp. 05014015.

12. *Aguacil S., Lufkin S., Rey E., Cuchi A.* Application of the cost-optimal methodology to urban renewal projects at the territorial scale based on statistical data — A case study in Spain // Energy and Buildings. 2017. Vol. 144. Pp. 42—60.

13. *Baklazhenko V. V., Vovzhenyak Y. U., Pavlovskaya E. E.* The major cities quality urban environment forming features // IOP Conference series: materials science and engineering. 2019. URL: https://www.researchgate.net/publication/338017490_The_major_cities_quality_urban_environment_forming_features.

14. *Ovsiannikova T. Y., Nikolaenko M. N.* Quality assessment of urban environment // IOP conference series: materials and engineering. 2015. Vol. 71. Iss. 1. Pp. 012051. DOI: 10.1088/1757-899X/71/1/012051.

15. *Suvorov D. M., Suvorova L. A., Baibakova T. V.* Economic aspects analysis in calculation and application of the urban environment quality index // E3S WEB of conferences. 2020. URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2020/21/e3sconf_iceppPrague2020_01002.pdf.

16. *Rastyapina O. A., Polyalov V. G., Kalashnikova E. V.* Methods of evaluating yard area development in the of urbanization // IOP conference series: materials and engineering. 2020. URL: https://iccats.susu.ru/programme2020-rus.html.

17. *Растяпина О. А.* Определение показателей оценки благоустройства дворового пространства // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2020. Вып. 1(78). С. 287—296.

18. *Прокопенко В. В., Ганжа О. А.* Разработка статистической модели оценки показателя качества ландшафтно-рекреационной территории на примере города Волгограда // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2014. Вып. 35(54). С. 199—202.

19. *Прокопенко В. В., Ганжа О. А.* К вопросу о методах оценки показателя комфортности ландшафтно-рекреационных территорий крупнейших городов (на примере города Волгограда) // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2015. Вып. 40(59). С. 73—88.

© Растяпина О. А., Прокопенко В. В., Ганжа О. А., 2021

Поступила в редакцию
в апреле 2021 г.

Ссылка для цитирования:

Растяпина О. А., Прокопенко В. В., Ганжа О. А. Методы оценки качества среды крупнейшего города // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 2(83). С. 126—136.

Об авторах:

Растяпина Оксана Анатольевна — канд. техн. наук, доц., доц. каф. экологического строительства и городского хозяйства, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; o_kast@list.ru

Прокопенко Вячеслав Валентинович — канд. техн. наук, доц., доц. каф. урбанистики и теории архитектуры, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; v.v.p_24@mail.ru

Ганжа Ольга Александровна — канд. техн. наук, доц., доц. каф. урбанистики и теории архитектуры, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; ganzha_olga@mail.ru

Oksana A. Rastyapina, Vyacheslav V. Prokopenko, Ol'ga A. Ganzha

Volgograd State Technical University

METHODS FOR ASSESSING THE QUALITY OF THE ENVIRONMENT OF THE LARGEST CITY

The urbanized environment is a complex system consisting of various elements. Given the likely negative impact of the urbanization process on the urban environment, it is necessary to find a balance of optimal development of the environment. The article proposes an assessment of the components of the quality of the urbanized environment, based on the assessment of the architectural, natural and urban environment, man-made impact and infrastructure. All indicators that characterize the qualitative aspects of the development of the urbanized system are divided into groups of factors. By evaluating the proposed indicators, the level of favorable development of the urbanized environment is determined. In order to improve the comfort of the city, it is necessary to implement a set of measures, in different directions, with minimal estimates. When compared with the estimates of other urbanized systems, a rating score is formed.

K e y w o r d s: urban environment, urban planning system, urban environment quality, comfort.

For citation:

Rastyapina O. A., Prokopenko V. V., Ganzha O. A. [Methods for assessing the quality of the environment of the largest city]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. *Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2021, iss. 2, pp. 126—136.

About authors:

Oksana A. Rastyapina — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; o_kast@list.ru

Vyacheslav V. Prokopenko — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; v.v.p_24@mail.ru

Ol'ga A. Ganzha — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Docent of Urban Development Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; ganzha_olga@mail.ru

УДК 728.5.05

А. А. Бадави

Южный федеральный университет

АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ НОМЕРОВ МАЛЫХ ГОСТИНИЦ

Проведено исследование имеющихся мировых классификаций малых гостиниц и анализ российских нормативных документов, регламентирующих типы номеров малых гостиниц. Определены основные факторы, определяющие структуру номеров малых гостиниц. Представлена актуальная классификация современных типов номеров малых гостиниц и их архитектурно-планировочные решения. Выявлены основные планировочные параметры функциональных зон номеров малых гостиниц. Сформулированы основные принципы архитектурно-планировочной организации номеров малых гостиниц.

К л ю ч е в ы е с л о в а: малые гостиницы, классификация малых гостиниц, номера гостиниц, функциональные зоны, планировочные решения.

Номенклатура номеров малых гостиниц практически не исследована в работах, посвященных архитектурной тематике. Наиболее полные и информативные исследования архитектурно-планировочных решений номеров гостиниц были проведены А. П. Ольховой более 40 лет назад. Также эта тема затронута в трудах многих советских и российских архитекторов-исследователей [1—9]. На основании этих работ были разработаны следующие их сертификации и классификации [10—15]. Однако в данных документах не полностью отражены современные тенденции в архитектурно-планировочных решениях номерного фонда и не выявлены особенности номенклатуры номеров малых гостиниц как современного и востребованного типа гостиниц. Проведенный анализ современного опыта строительства и проектирования малых гостиниц [16—23] показал наличие зачастую большого числа малых гостиниц, особенно на территории России, построенных без учета каких-либо нормативных документов по их проектированию.

Целью данного исследования является выявление современных архитектурно-планировочных решений номерного фонда малых гостиниц. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1) рассмотреть современные мировые классификации номеров гостиниц;

2) изучить типы номеров гостиниц, представленных в российских нормативных документах;

3) дополнить существующие системы классификации номенклатуры номеров малых гостиниц;

4) выделить перспективные типы номеров для малых гостиниц;

5) выделить основные факторы, определяющие структуру номеров малых гостиниц и принципы их проектирования.

К *малым гостиницам* относятся коллективные средства размещения, вместимостью не более 50 номеров. *Номерной фонд* — совокупность, общее количество номеров (мест) разной категории в гостинице. *Номер* — это помещение, состоящее из одного или нескольких мест проживания, оборудованных в соответствии с требованиями, предъявляемыми к гостинице данной

категории [10, 11, 13]. *Койко-место* — площадь со спальным местом, предназначенная для пользования одним человеком. При этом важно отметить, что единой классификации номеров, как и средств размещения, на сегодня не существует[1].

В международной туристической отрасли принято выделять несколько основных вариантов классификаций номеров гостиниц [24]: по типу и составу, по вместимости, по типу размещения на территории гостиницы, по уровню комфорта[2]. Также для пансионатов, расположенных на морских курортах, характерна классификация гостиничных номеров относительно береговой линии (первая или вторая). Распространена еще классификация номеров гостиниц по виду из окна. Важно отметить, что два последних типа классификации гостиничных номеров не влияют на их планировочную структуру.

Категории номеров в гостиницах по типу и составу

1. **Standart** (STD — стандартный) — однокомнатный номер, имеющий одну или несколько кроватей, рассчитанный на проживание от 1 до 4 человек. В номере может проживать большее количество человек в случае установки дополнительных кроватей. Размер комнаты составляет 16—22 м^2. В санузле имеется ванна или душ, умывальник, унитаз.

2. **Superior Room** (улучшенный) — аналогичный стандартному номеру. Может отличаться большей площадью, лучшим видом из окна, улучшенной отделкой и обстановкой, возможностью установить дополнительные спальные места.

3. **Bedroom** (BDR — номер со спальней) — двухкомнатный номер. Состоит, как правило, из спальни и гостиной. Возможна установка дополнительных спальных мест.

4. **Apartment** (APT — апартаменты) — многокомнатный номер, обязательно оборудованный кухней или кухонным уголком. Как правило, он рассчитан на проживание семей или компаний от 2 до 8 человек. Возможно установить дополнительные спальные места.

5. **Studio** (студия) — однокомнатный номер, объединенный с кухней или кухонным уголком. Размер номера составляет более 20 м^2. В студии могут проживать 1—2 человека.

6. **Family Room** (семейный) — двухкомнатный номер (спальня и гостиная) или трехкомнатный номер (2 спальни и гостиная). Иногда это однокомнатный номер с несколькими кроватями в одной большой комнате. Номер рассчитан на проживание семей с 2—3 детьми, поэтому всегда возможна установка дополнительных спальных мест.

7. **Family Studio** (семейная студия) — аналог семейного номера. Возможно установить дополнительные спальные места. Отличается от семейного номера наличием кухни или кухонного уголка.

8. **Delux** (превосходный) — аналог стандартного номера. Отличается от него или от улучшенного номера большим размером (размер комнаты составляет 22—28 м^2), лучшим видом из окна, более качественной отделкой и

[1] URL: https://studref.com/333845/turizm/klassifikatsii_nomerov_gostinitse.

[2] URL: https://kidpassage.com/publications/tipyi-nomerov-v-otelyah-rashifrovka-klassifikatsiya-opisanie.

URL: http://traveleu.ru/accommodation/hotelRooms.htm.

обстановкой. Иногда включает дополнительные удобства. Также возможна установка дополнительных спальных мест.

9. **Junior Suite** (полу-люкс) — однокомнатный номер с отделенным спальным местом, реже — двухкомнатный номер (спальня и гостиная). Отличие от превосходного номера в большем размере и более роскошной обстановке. Возможна установка дополнительных спальных мест.

10. **Suite** (люкс) — номер из 2 комнат (спальня и гостиная) или 3 комнат (спальня, гостиная и кабинет или 2 спальни и гостиная). Размер номера, как правило, более 35 м^2. Интерьер номера имеет высококачественную обстановку и отделку. Номер обычно отличается живописным видом из окна и удобным расположением, в него включены дополнительные удобства. Часто такие номера оборудованы дополнительным туалетом, джакузи и пр.

11. **Senior Suite** (улучшенный люкс) — аналог люкса, но имеет большую площадь, дополнительные услуги и оборудование. Как правило, в нем есть холл-гостиная и 2 спальни.

12. **Executive Suite** (представительский люкс) — аналог улучшенного люкса, в нем также имеется холл, 2 или более спален. Но он имеет большую площадь, дополнительные услуги и оборудование.

13. **Royal Suite** (королевский люкс) — аналог президентского люкса. Отличается от него немного менее роскошной обстановкой.

14. **Presidential Suite** (президентский люкс) — номер включает в себя несколько больших комнат (спальня, гостиная, кабинет, столовая, холл, несколько ванных комнат и туалетов, большой балкон). Обычно, номер находится на верхнем этаже (пентхаус) и имеет отдельный лифт. Интерьер такого номера имеет максимально роскошную обстановку и отделку.

15. **Honeymoon Suite** (люкс для молодоженов) — номер с большой кроватью размера king size. Интерьер такого номера отличает романтическая обстановка и дизайн. В него, как правило, включены дополнительные удобства и оборудование.

16. **Duplex** (двухэтажный номер) — в таком номере имеется 2 этажа. Обычно на первом этаже находится гостиная, а на втором — спальня. Интерьер номера имеет качественную обстановку и отделку.

17. **Business Room** (номер для бизнесменов) — номер с отдельной рабочей зоной с компьютером.

18. **Connected Room** (совмещенные комнаты) — два отдельных номера, объединенные общей запираемой дверью, имеют возможность объединения в один большой номер.

19. **Balcony Room** (номер с балконом) — номер в отеле, оборудованный балконом.

20. **Sitting area** (зона отдыха) — номер, имеющий отдельную зону отдыха (журнальный столик, кресла и диван).

21. **Corner Room** (угловой номер) — номер, расположенный в угловой части здания гостиницы.

Категории гостиничных номеров по вместимости (по количеству людей, которые могут проживать в номере)

1. **Single** (SGL — одноместный номер) — однокомнатный номер для проживания одного человека, имеет 1 кровать, небольшой размер и простую обстановку.

2. **Double room** (DBL — двухместный номер с 1 двуспальной кроватью) — однокомнатный номер для двух человек, оборудованный 1 двуспальной кроватью, имеет стандартный размер и интерьер.

3. **Twin** (TWIN — двухместный номер с 2 односпальными кроватями) — однокомнатный номер для 2 человек, оборудованный 2 двумя отдельными односпальными кроватями, имеет стандартный размер и интерьер.

3. **Triple** (TRPL — трехместный номер) — однокомнатный номер, вместимостью 3 человека с 1 двуспальной кроватью и 1 односпальной (EXB) или с 3 отдельными односпальными кроватями, имеет стандартный интерьер. Иногда размер таких номеров немного больше стандартного.

4. **Quadriple** (QDPL — четырехместный номер) — однокомнатный номер, вместимостью 4 человека с 1 двуспальной кроватью и 2 односпальными, или с 4 отдельными односпальными кроватями, имеет стандартный интерьер. Часто размер такого номера больше стандартного.

5. **Apartment** (APT — апартаменты) — номер, в котором имеется от 2 до 5 основных комнат и кухонная зона, он предполагает возможность разместить от 4 до 10 гостей.

Категории гостиничных номеров по типу размещения на территории гостиницы

1. **Bungalow** (BGLW — бунгало) — номера в виде отдельных построек на территории отеля, которые находятся в стороне от главного здания, но имеют удобный доступ ко всей инфраструктуре отеля. Бунгало включает один или несколько номеров. Интерьер номера в бунгало, как правило, на уровне стандартного номера или улучшенного, реже — на уровне номера полу-люкс или люкс.

2. **VILLA** (вилла) — отдельно стоящий одно- двухэтажный дом на территории отеля с дорогой обстановкой и отделкой. Вилла всегда состоит из нескольких комнат и имеет достаточно большую площадь. Обычно вилла стоит в уединенном месте, часто имеет свой сад, бассейн и другие преимущества.

3. **Cottage** (коттедж) — отдельно стоящий одноэтажный или двухэтажный дом на территории отеля со стандартной обстановкой и отделкой. Он может состоять из одной или из нескольких комнат.

4. **CABANA** (пляжный домик) — отдельная постройка на территории гостиницы, как правило, на берегу моря или у бассейна. Такой домик обычно состоит из небольшой спальни и санузла.

5. **CHALET** (шале) — отдельно стоящий домик, обычно расположенный в горах. Такой домик состоит из 2 и более комнат.

6. **Main Building** (MB — основное здание) — размещение номеров в основном здании гостиницы.

7. **New Building** (NB — новый корпус) — размещение номеров в новом здании гостиницы.

Классификация гостиничных номеров по уровню комфорта

1. **Однозвездочный отель** (D) — номера в бюджетном отеле, предоставляющем минимальный уровень сервиса. Площадь такого двухместного номера составляет около 10 м^2. Ванная комната и туалет, как правило, имеются на этаже (не менее 2 ванных на этаж и 1 туалет на 5 номеров). Телевизор и холодильник также только общие на этаже — по 1 на этаж.

2. **Двухзвездочный отель** (С) — номер в отелях, в котором, в отличии от однозвездочных отелей, имеется телевизор, холодильник; ванная комната и туалет находятся в номере.

3. **Трехзвездочный отель** (В) — номер в отеле среднего класса. Площадь стандартного двухместного номера — около 12 м^2. В номере должен быть телевизор, телефон, холодильник, туалетный столик с зеркалом, чаще всего — кондиционер и другие удобства. Ванная комната и туалет всегда находятся в номере.

4. **Четырехзвездочный отель** (А) — номер в отеле I класса, в большинстве случаев это номера повышенной комфортности. Площадь стандартного двухместного номера не менее 12 м^2. В номере должен быть телевизор, минибар, туалетный столик с зеркалом, кондиционер, сейф (может быть у стойки администратора) и другие удобства. Одна или несколько ванных комнат находятся в номере, в зависимости от его типа.

5. **Пятизвездочный отель** (De Luxe) — номер в отеле высшей категории. Площадь стандартного двухместного номера должна быть не менее 16 м^2. В номере должен быть цветной телевизор, мини-бар, туалетный столик с зеркалом, кондиционер, сейф (может быть у стойки администратора) и пр. Одна или несколько ванных комнат находятся в номере, в зависимости от его типа.

В отличие от международной системы классификации номеров гостиниц в России действует собственное «Положение об обязательной классификации гостиниц». Оно утверждено постановлением Правительства РФ от 16.02.2019 № 158 [14]. Приложение № 2 к нему закрепило, какие могут быть категории номеров в гостиницах России, а также ключевые требования закона к ним. Данный нормативный документ предусматривает ***10 возможных типов гостиничных номеров в РФ***.

1. **Сьют** (др. вариант — сюит) — номер общей площадью не менее 75 м^2, состоит из 3 и более жилых комнат (гостиной/столовой, кабинета и спальни) имеет двухспальную кровать размером 200×200 см и дополнительный гостевой туалет. В номерах повышенной комфортности с числом комнат три и более при спальных помещениях следует предусматривать гардеробные площадью не менее 6 м^2 [13].

2. **Апартамент** — номер общей площадью не менее 40 м^2, состоит из 2 и более комнат (гостиной/столовой/и спальни), имеет двухспальную кровать размером 200×200 см, мини-кухню (панель электроплиты/микроволновая печь, вытяжка, чайник, посудомойка/раковина для мытья посуды, комплект посуды, холодильник/мини-холодильник).

3. **Люкс** — номер общей площадью минимум 35 м^2, состоит из 2 жилых комнат (гостиной и спальни), рассчитан на проживание 1 или 2 человек.

4. **Джуниор-сюит** — однокомнатный номер общей площадью минимум 25 м^2, рассчитан на проживание 1 или 2 человек с планировкой, которая позволяет использовать его часть в качестве гостиной/столовой/кабинета.

5. **Студия** — однокомнатный номер общей площадью минимум 25 м^2, рассчитан на проживание 1 или 2 человек, включает мини-кухню (панель электроплиты/микроволновая печь, вытяжка, чайник, посудомойка/раковина для мытья посуды, комплект посуды, холодильник/мини-холодильник).

6. **Первая категория (стандарт)** — номер, состоит из 1 жилой комнаты с 1 или 2 кроватями, с полным санузлом (ванна/душ, умывальник, унитаз),

рассчитан на проживание 1 или 2 человек (минимальная площадь указана в свидетельстве о категории звездности гостиницы).

7. **Вторая категория (стандарт) —** номер, состоит из 1 жилой комнаты с 1 или 2 кроватями, с неполным санузлом (умывальник, унитаз или один полный санузел в блоке из двух-трех номеров), рассчитан на проживание 1 или 2 человек (минимальная площадь указана в свидетельстве о категории звездности гостиницы).

8. **Третья категория (стандарт)** — номер, состоит из 1 жилой комнаты с количеством кроватей равным числу проживающих, с неполным санузлом (умывальник, унитаз или один полный санузел в блоке из двух-трех номеров), рассчитан на проживание нескольких человек, с площадью из расчета 6 м^2 на 1 проживающего — в гостиницах круглогодичного функционирования; 4,5 м^2 на 1 проживающего — в гостиницах сезонного функционирования.

9. **Четвертая категория (стандарт)** — номер, состоит из 1 жилой комнаты с количеством кроватей, равным числу проживающих, с умывальником, с площадью из расчета 6 м^2 на 1 проживающего — в гостиницах круглогодичного функционирования; 4,5 м^2 на 1 проживающего — в гостиницах сезонного функционирования.

10. **Пятая категория (стандарт)** — номер, состоит из 1 жилой комнаты с количеством кроватей, равным числу проживающих, без сантехнического оборудования (туалеты и ванные комнаты, душевые общего пользования), с площадью из расчета 6 м^2 на 1 проживающего — в гостиницах круглогодичного функционирования; 4,5 м^2 на 1 проживающего — в гостиницах сезонного функционирования.

11. **Номера в хостелах** — многоместные номера, рассчитанные на проживание не более 12 человек в одном номере. Для хостела допустима площадь номеров из расчета не менее 4 м^2 на 1 кровать (одноярусную или двухъярусную, расстояние от верхней спинки двухъярусной кровати до потолка — не менее 75 см). Санузлы в хостелах расположены обычно за пределами номера. Общая площадь помещений для совместного использования гостями (гостиные, холлы, комнаты для завтраков и т. п.), должна составлять не менее 25 % общей суммарной площади номеров хостела.

Российские нормативные документы, регламентирующие деятельность малых гостиниц [10] предусматривают, что в малых средствах размещения должны быть предусмотрены и оборудованы:

- места для стирки и сушки одежды (при отсутствии услуг прачечной);
- кухня или кухня-столовая или кухонный уголок (при отсутствии предприятий питания);
- комната для отдыха/приема проживающих гостей;
- для малых гостиниц также необходимо предусматривать предприятия общественного питания, но только в бутик-отелях [13].

Проведенный ранее анализ опыта проектирования и строительства малых гостиниц [16—23] позволяет дополнить существующие системы классификации номеров малых гостиниц по следующим характеристикам — по типу блока питания, по типу санузла, по типу летних помещений.

По типу блока питания в малых гостиницах дополнительно можно выделить следующую классификацию:

- номера без блока питания;
- номера с мини столовой зоной (холодильник, столик, чайник и т. д.);
- номера с мини-кухней (как правило, кухня-ниша);
- номера с кухней-столовой как отдельным помещением.

Для малых гостиниц допустимо не оснащать номера санузлами, однако при отсутствии санузла в номере малые средства размещения должны иметь общие санузлы из расчета 1 санузел на 10 человек, проживающих в номерах без туалета, но не менее 2 на этаж, и 1 душевую (ванную) на 10 человек, проживающих в номерах без душа (ванны) [10].

По типу санузла в малых гостиницах дополнительно можно выделить следующую классификацию (рис. 1):

- номера без санузла (санузел на блок или на коридор) (рис. 1, *а*);
- номера с неполным санузлом (унитаз, умывальник), площадью не менее 1,75 м^2 (гостиницы 0—1 звезды, 4—5 категория и без категории) (рис. 1, *б*);
- номера со стандартным санузлом (душ, унитаз, умывальник), площадью не менее 2,5 м^2 (допускается уменьшение площади на 5 %), гостиницы 2—3 звезды, 3 категория (рис. 1, *в*);
- номера с полным санузлом (ванная, умывальник, унитаз), площадью не менее 3,8 м^2 (допускается уменьшение площади на 10 %, за исключением номеров «высшей категории»), гостиницы 4—5 звезд, 1—2 категория) рис. 1, *г*);
- номера с увеличенным санузлом (ванная, умывальник, унитаз, биде/стиральная машина — в зависимости от типа номера) от 4,5 м^2 и более (рис. 1, *д*);
- номера с несколькими санузлами;
- номера с джакузи, открытым мини-бассейном, баней/сауной (рис. 1, *е*).

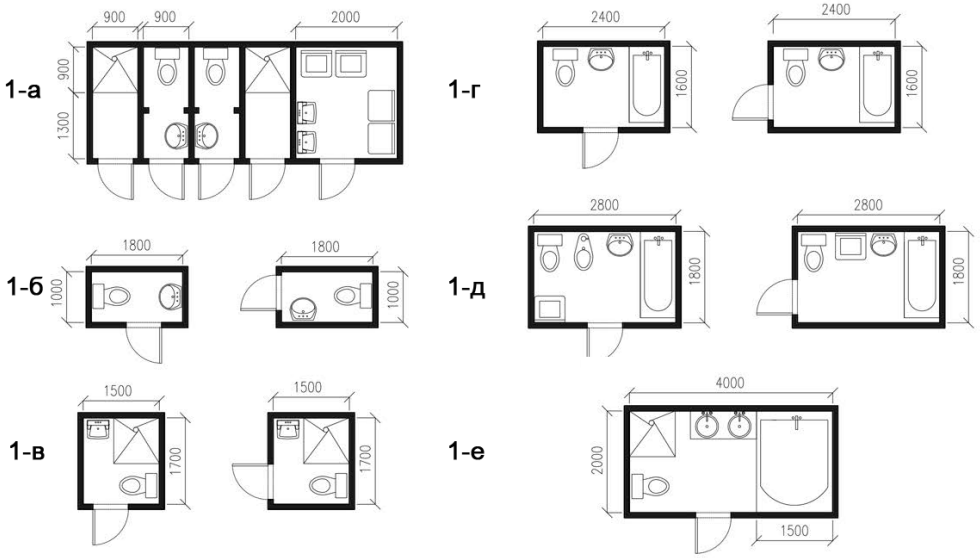


Рис. 1. Типы санузлов малых гостиниц: *а* — санузел на блок или на коридор; *б* — неполный санузел; *в* — стандартный санузел; *г* — полный санузел; *д* — увеличенный санузел; *е* — санузел с джакузи

По типу летних помещений в малых гостиницах дополнительно можно выделить следующую классификацию:

- номера без летних помещений;
- номера с небольшим «французским» балконом;
- номера с балконом или лоджией; в номерах и гостиных допускается устройство лоджий и балконов с высотой ограждения не менее 1,2 м; ширина балконов должна быть не менее 1,2 м, лоджий — 1,4 м [13];
- номера с террасой/верандой или индивидуальной зоной отдыха.

С учетом проанализированных мировых и российских типологий современных номеров гостиниц и составленной системы классификации малых гостиниц [18—23] можно выделить следующие ***актуальные типы номеров малых гостиниц***, при этом номера одного типа могут отличаться уровнем комфорта и вместимостью.

1. **Хостел** — вместимость 4—12 человек, площадь не менее 4 м^2 на 1 кровать (16…48 м^2), 1 комната без санузла, уровень комфорта (0—2 звезды, 4—5 категория, без категории); наиболее применим для следующих типов малых гостиниц: гостевой дом, постоялый двор, хостел, капсульный отель (рис. 2).

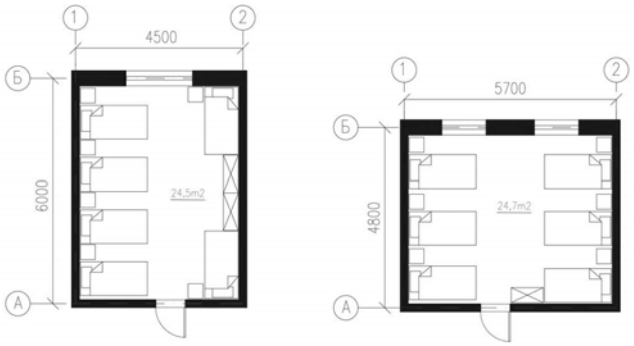


Рис. 2. Номера типа «хостел»

2**. Стандарт** — вместимость 1—4 человека, минимальная площадь (***приведена без учета площади санузлов и летних помещений***) — 9…24 м^2 соответственно, 1 комната, санузел — неполный, стандартный, полный, уровень комфорта (0—5 звезд, 1—5 категория, без категории); наиболее применим для следующих типов малых гостиниц: малая гостиница общего типа, малая специализированная гостиница, гостевой дом, постоялый двор, малая рекреационная гостиница, малый спа-отель, туристическая деревня, ресторанно-гостиничный комплекс, мотель, ботель (рис. 3—8).

Номера стандарт (*4—5 категории, без категории, 0—2 звезды*):

- одноместный стандарт — площадь номера — 9 м^2, 1 комната, санузел неполный (рис. 3, *а*);
- двухместный стандарт — площадь номера — 12 м^2, 1 комната, санузел неполный (рис. 3, *б*);
- трехместный стандарт — площадь номера — 18 м^2 (по 6 м^2 на человека), 1 комната, санузел неполный (рис. 4, *а*);
- четырехместный стандарт — площадь номера — 24 м^2 (по 6 м^2 на человека), 1 комната, санузел неполный (рис. 4, *б*).

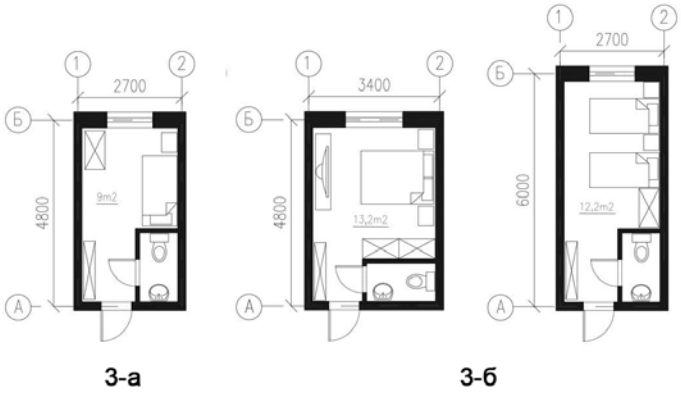


Рис. 3. Номера стандарт (4—5 категории, без категории, 0—2 звезды) на 1—2 человека: *а* — одноместный стандарт; *б* — двухместный стандарт

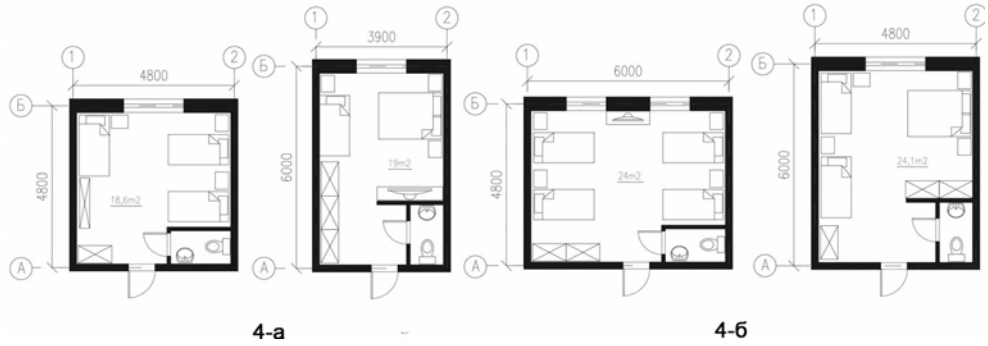


Рис. 4. Номера стандарт (4—5 категории, без категории, 0—2 звезды), на 3—4 человека: *а* — трехместный стандарт; *б* — четырехместный стандарт

Номера стандарт (*3 категории, 3 звезды*):

- одноместный стандарт — площадь номера — 12 м^2, 1 комната, санузел стандартный (рис. 5, *а*);
- двухместный стандарт — площадь номера — 15 м^2, 1 комната, санузел стандартный (рис. 5, *б*);

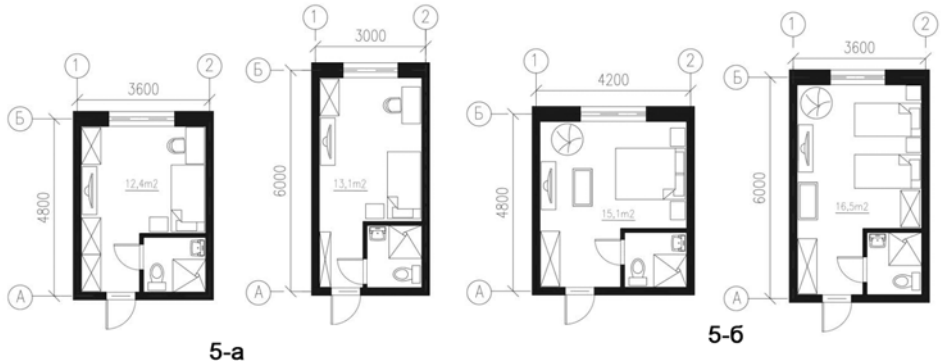


Рис. 5. Номера стандарт (3 категории, 3 звезды), на 1—2 человека: *а* — одноместный стандарт; *б* — двухместный стандарт

- трехместный стандарт — площадь номера — 18 м^2 (по 6 м^2 на человека), 1 комната, санузел стандартный (рис. 6, *а*);
- четырехместный стандарт — площадь номера — 24 м^2 (по 6 м^2 на человека), 1 комната, санузел стандартный (рис. 6, *б*).

Рис. 6. Номера стандарт (3 категории, 3 звезды), на 3—4 человека: *а* — трехместный стандарт; *б* — четырехместный стандарт

Номера стандарт (*1—2 категории, 4—5 звезд*):

- одноместный стандарт — площадь номера — 14 м^2, 1 комната, санузел полный (рис. 7, *а*);
- двухместный стандарт — площадь номера — 16 м^2, 1 комната, санузел полный (рис. 7, *б*).

Рис. 7. Номера стандарт (1—2 категории, 4—5 звезд): *а* — одноместный стандарт; *б* — двухместный стандарт

- трехместный стандарт — площадь номера — 18 м^2 (по 6 м^2 на человека), 1 комната, санузел полный (рис. 8, *а*);
- четырехместный стандарт — площадь номера — 24 м^2 (по 6 м^2 на человека), 1 комната, санузел полный (рис. 8, *б*).

Рис. 8. Номера стандарт (1—2 категории, 4—5 звезд): *а* — трехместный стандарт; *б* — четырехместный стандарт

3. **Студия —** вместимость 2 человека, минимальная площадь номера — 25 м^2, 1 комната с мини-кухней, санузел стандартный, уровень комфорта (3—5 звезд, 1—3 категория); наиболее применим для следующих типов малых гостиниц: малая гостиница общего типа, малая рекреационная гостиница, мотель (рис. 9).

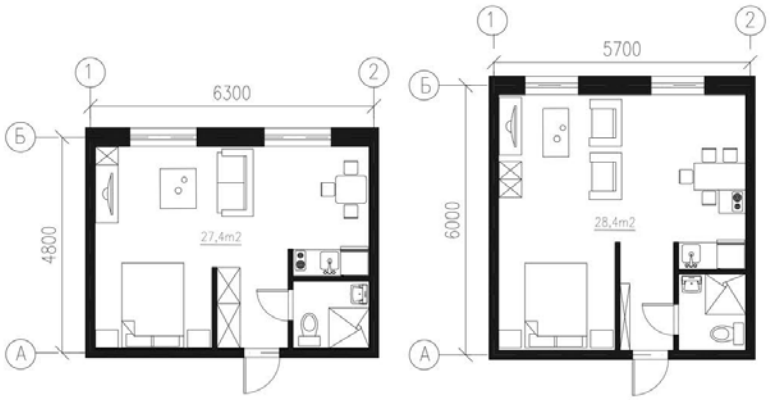


Рис. 9. Номера типа «студия»

4. **Семейный номер** (номер со спальней) — вместимость 3—4 человека, минимальная площадь номера — 25 м^2, 2 комнаты, санузел полный, уровень комфорта (3—5 звезд, 1—3 категория); наиболее применим для следующих типов малых гостиниц: гостевой дом, постоялый двор, малая рекреационная гостиница, малый спа-отель ресторанно-гостиничный комплекс, мотель, ботель (рис. 10).

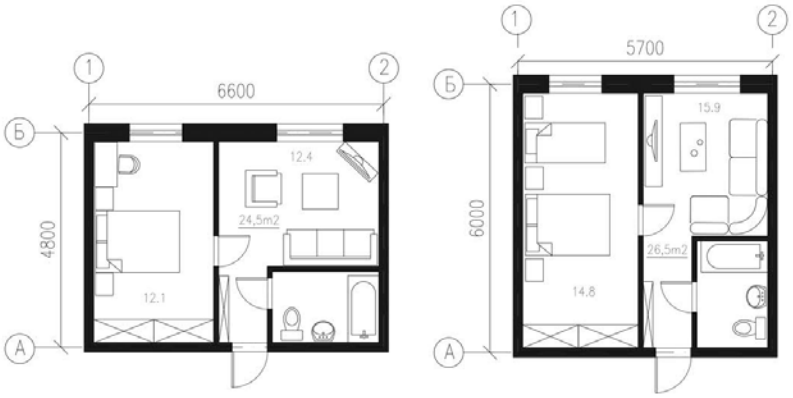


Рис. 10. Семейные номера

5. **Студия семейный** — вместимость 2—6 человек, минимальная площадь номера — 30 м^2, 2 комнаты с мини-кухней, санузел полный, уровень комфорта (3—5 звезд, 1—3 категория); наиболее применим для следующих типов малых гостиниц: малая рекреационная гостиница, мотель (рис. 11).

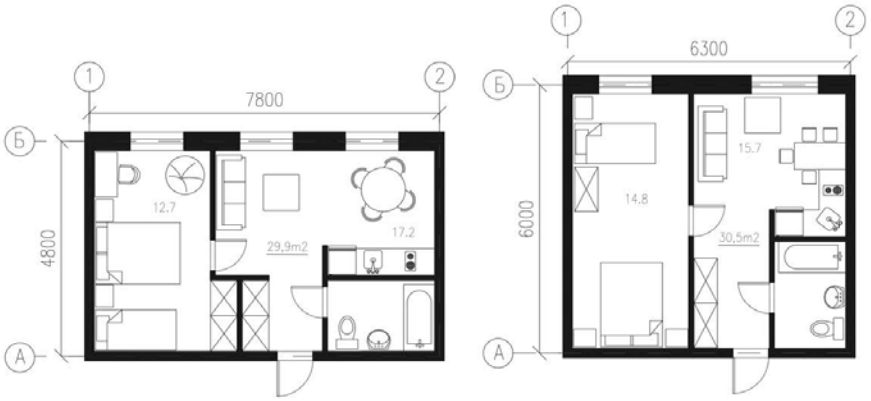


Рис. 11. Номера типа «студия семейный»

6. **Джуниор-сюит** (полулюкс) — вместимость 1—2 человека, минимальная площадь номера — 25 м^2, 1 комната, столовая или рабочая зона возможны, санузел стандартный, уровень комфорта (3—5 звезд, 1—3 категория); наиболее применим для следующих типов малых гостиниц: малый бизнес-отель, малая гостиница общего типа, малая рекреационная гостиница, малый спа-отель, малый бутик-отель, ресторанно-гостиничный комплекс, ботель (рис. 12).

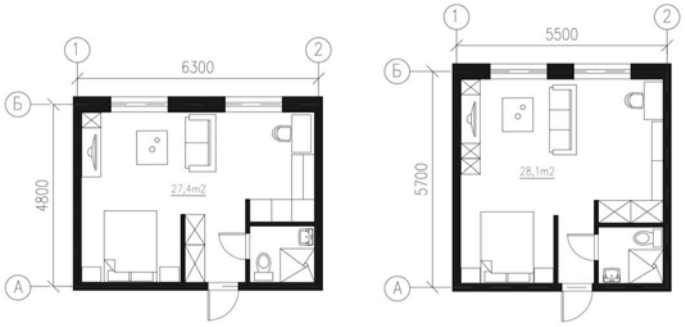


Рис. 12. Номера типа «джуниор-сюит»

7. **Люкс** — вместимость 1—2 человека, минимальная площадь номера — 35 м^2, 2 жилых комнаты (гостиная и спальня), санузел увеличенный, уровень комфорта (3—5 звезд, 1—3 категория); наиболее применим для следующих типов малых гостиниц: малый бизнес-отель, малая гостиница общего типа, малая рекреационная гостиница, малый спа-отель, малый бутик-отель, ресторанно-гостиничный комплекс, ботель (рис. 13).

Рис. 13. Номера типа «люкс»

8. **Сьют** — вместимость 2—4 человека, минимальная площадь номера — 75 м^2, 3 и более жилые комнаты, несколько санузлов, санузел с джакузи, уровень комфорта (4—5 звезд, 1—2 категория); наиболее применим для следующих типов малых гостиниц: малый бизнес-отель, малая рекреационная гостиница, малый спа-отель, малый бутик-отель (рис. 14).

Рис. 14. Номер типа «сьют»

9. **Апартаменты** — вместимость 2—8 человек, минимальная площадь номера — 40…80 м^2, 2 и более жилых комнаты и кухня, либо кухонная зона в кухне-столовой-гостинной, санузел полный, уровень комфорта (3—5 звезд, 1—3 категория); наиболее применим для следующих типов малых гостиниц: малый апарт-отель (рис. 15).

Рис. 15. Номера типа «апартаменты»

10. **Пляжный домик/домик в горах** — вместимость 2—6 человек, минимальная площадь номера — 15 м^2, 1—3 комнаты, мини-кухня или без кухни, 1 стандартный санузел, 1 этаж, уровень комфорта (0—3 звезды, 3—5 категория); наиболее применим для следующих типов малых гостиниц: малая рекреационная гостиница, гостевой дом, постоялый двор, туристическая деревня, горный приют, шале, бунгало (рис. 16).

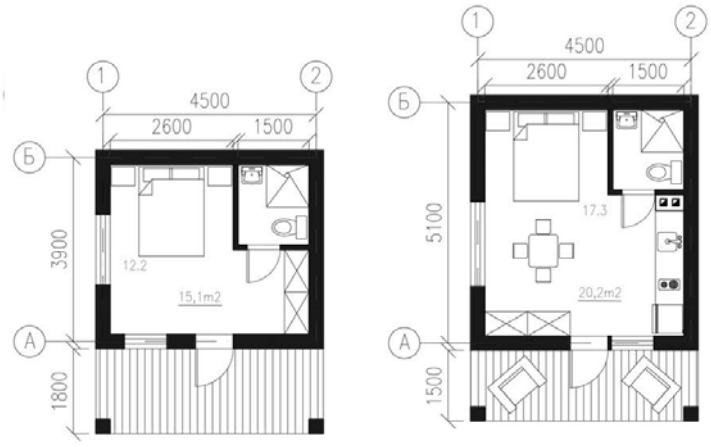


Рис. 16. Номера типа «пляжный домик/домик в горах»

11. **Коттедж** — вместимость 2—10 человек, минимальная площадь номера — 30 м^2, 2—5 жилых комнат, кухня-столовая, веранда, 1—2 санузла стандартных или полных, этажность — 1—2 этажа, уровень комфорта (3—5 звезд, 1—3 категория), наиболее применим для следующих типов малых гостиниц: малая рекреационная гостиница, малый спа-отель туристическая деревня (рис. 17).

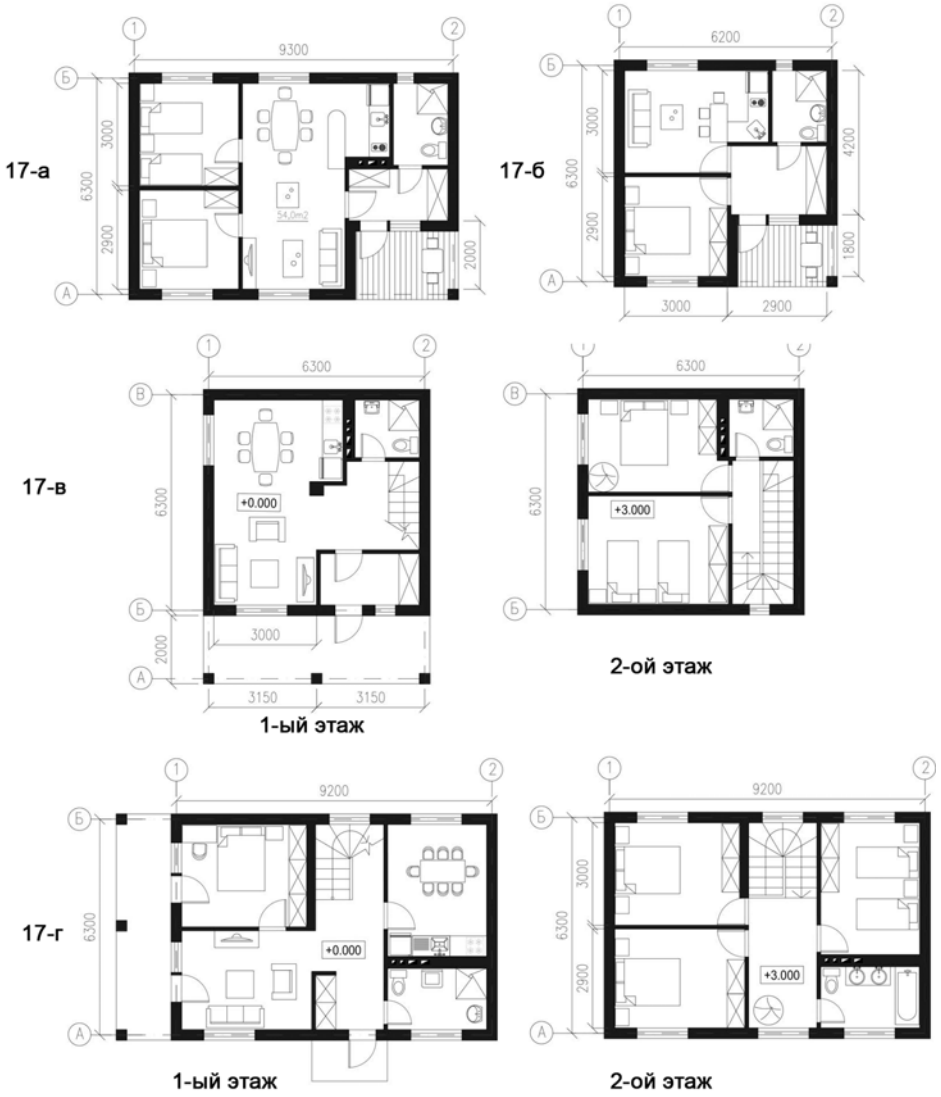


Рис. 17. Типы номеров «коттедж»: *а* — одноэтажный коттедж на 2 человек; *б* — одноэтажный коттедж на 4 человек; *в* — двухэтажный коттедж на 4 человек; *г* — двухэтажный коттедж на 8 человек

Номера типа «вилла», «улучшенный стандарт», «улучшенный сьют», «представительский люкс», «королевский люкс», «президентский люкс», «номер для молодоженов» нецелесообразно отдельно разрабатывать в малых гостиницах. Номера типа «бизнес» входят в тип «джуниор-сюит» — с разработкой рабочей зоны. Отдельно можно совмещать стандартные номера в номера типа «совмещенные комнаты». Номера типа «угловой номер» нецелесообразно выделять в отдельный тип номеров, но возможно предусматривать при планировке малых гостиниц.

Наличие в номере балкона или зоны отдыха с террасой и их площадь определяются совокупностью двух факторов: уровень комфорта и расположение малой гостиницы. При этом наличие кухонного блока в номере определя-

ется скорее типом постояльцев и типом номера и не зависит напрямую от его уровня комфорта. Размер и тип санузлов напрямую зависят от уровня комфорта номера и частично от его типа.

Минимальная ширина гостиничного номера должна быть не менее 2,4 м. Ширина прихожих номеров должна быть не менее 1,05 м. Минимальный строительный модуль малых гостиниц должен быть нем менее 4,8 м, увеличиваясь кратно 0,6 и до 7,2 м [13]. В ходе аналитического моделирования номеров малых гостиниц были выявлены два оптимальных размера пролетов несущих продольных стен в малых гостиницах — 4,8 м и 6,0 м. Ширина жилых ячеек — номеров малых гостиниц колеблется от 2,7 м до 13,9 м, кратно строительному модулю 300 мм.

Особенностью типовых моделей номеров малых гостиниц является их преимущественно односторонняя ориентация, обусловленная отсутствие требований по инсоляции помещений. Однако в индивидуальном порядке возможно адаптировать в конкретных случаях эти модели номеров для угловой или двусторонней ориентации.

Количество номеров тех или иных типов законодательно никак не нормируется для малых гостиниц. Представляется целесообразным оставить этот вопрос на усмотрение хозяев малой гостиницы, как элемент индивидуальной маркетинговой стратегии.

К числу основных факторов, влияющих на типы номеров малых гостиниц можно отнести тип самой малой гостиницы, тип потребителя, местоположение и уровень комфорта. Типы малых гостиниц напрямую влияют на выбор структуры номеров (к примеру хостел или апарт-отель дают нам совершенно разные требования к планировочной структуре номеров. Номера типа «апартаменты» практически повторяют структуру жилой ячейки (квартиры или индивидуального жилого дома) с соответствующими параметрами помещений. В то время как номера хостелов скорее напоминают общежития, где практически отсутствует приватное пространство и все зоны (жилые комнаты-номера, санузлы, кухни, гостиные) предназначены для общего пользования постояльцами.

Тип потребителя малых гостиниц (молодежь, семейные пары, семьи с детьми, бизнесмены), его конкретные требования к наличию или отсутствию тех или иных зон в номерах также оказывают значительное влияние на определение планировочной структуры номеров малых гостиниц. Наличие или отсутствие кухонной зоны и ее тип определяется исключительно привычками и потребностями постояльцев гостиниц. Наличие или отсутствие рабочей зоны или возможности размещения дополнительных спальных мест в гостиничных номерах определяется, прежде всего, целевым сегментом потребителей малых гостиниц.

Местоположение малой гостиницы зачастую определяет ее тип и также оказывает влияние на планировочные особенности номеров. Наличие и тип летних помещений определяется не только уровнем комфорта гостиницы, но и целесообразностью их размещения в той или иной местности. Выбор типа номеров при составлении планировочной структуры гостиницы (стандартные номера, коттеджи или пляжные домики) также зависит от местоположения малой гостиницы.

Основным принципом проектирования номеров малых гостиниц является принцип взаимосвязи уровня комфорта и состава их функциональных зон. Уровень комфорта малой гостиницы предопределяет уровень комфорта ее номеров и частично их типологию. С повышением уровня комфорта увеличивается площадь номеров, площадь и количество санузлов и летних помещений, а также появляются дополнительные зоны или помещения в них.

Другим важным принципом проектирования номеров малых гостиниц является принцип замещения: с уменьшением площади номера, количество различных функциональных зон, которые он содержит, сокращается, но при этом увеличивается площадь общегостиничных зон общего пользования.

Подводя итог, можно сделать следующие выводы.

1. Для малых гостиниц целесообразно применять 11 основных типов номеров: хостел, стандарт, студия, семейный, студия семейный, джуниор-сюит, люкс, сьют, апартаменты, коттедж, пляжный домик/домик в горах.

2. Наличие и состав различных функциональных зон определяются совокупностью следующих внешних факторов: тип гостиницы, местоположение, уровень комфорта, контингент постояльцев.

3. К числу основных принципов проектирования номеров малых гостиниц можно отнести следующие: принцип взаимосвязи уровня комфорта номера и состава ее функциональных зон; принцип замещения функциональных зон в номере и в малой гостинице.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ольхова А. П.* Гостиницы. М.: Стройиздат, 1983. 175 с.

2. *Георгиевский А. М.* Принципы формирования типов и архитектурных решений гостиниц в зависимости от их специализации: автореф. дис. … канд. архитектуры. М.: ЦНИИЭП жилища, 1980. 15 с.

3. *Ульянов В. А.* Малые гостиницы в индустрии гостеприимства. М.: Турист, 2011. 650 с.

4. *Кролевец С. В.* Рациональные типы гостиниц малой вместимости: автореф. дис. … канд. архитектуры. М., 1979. 11 с.

5. *Рогожникова Е. Е.* Архитектура гостиниц малой вместимости в условиях реконструкции исторических городов Украины: автореф. дис. … канд. архитектуры. Киев: Киевский инженерно-строительный институт, 1993. 24 с.

6. *Антюфеев А. В.* Принципы архитектурно-пространственной организации объектов отдыха и туризма в пойменно-дельтовых образованиях : на примере Волго-Ахтубинской поймы: автореф. дис. … канд. архитектуры. М.: МАРХИ, 2007. 28 с.

7. *Антюфеев А. В.* Архитектурно-градостроительные предпосылки развития экологического туризма в Волгоградской области // Материалы Ежегодной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава и студентов ВолгГАСУ: в 3-х частях. 2008. С. 32—34.

8. *Клочко А. Р.* Архитектурная типология гостиниц экономического класса «0» в условиях города Москвы: автореф. дис. … канд. архитектуры. М.: ЦНИИЭП, 2013. 26 с.

9. *Шевченко Л. П., Горгорова Ю. В.* Архитектура гостиниц городов Юга России: рекомендации по реконструкции. Ростов н/Д: СНКЦ ВШ, 2007. 90 с.

10. ГОСТ Р 54606-2011. Услуги малых средств размещения. Общие требования / Доступ из электронного фонда правовой и нормативно-технической документации «Техэксперт». URL: http://docs.cntd.ru/document/1200093465.

11. ГОСТ Р 53423—2009 (ИСО 18513:2003). Туристские услуги. Гостиницы и другие средства размещения туристов. Термины и определения / Доступ из электронного фонда правовой и нормативно-технической документации «Техэксперт». URL: http://docs.cntd.ru/document/1200075998.

12. Об утверждении порядка классификации объектов туристской индустрии, включающих гостиницы и иные средства размещения, горнолыжные трассы и пляжи, осуществляемой аккредитованными организациями. Приказ Министерства культуры РФ от 11 июля 2014 г. № 1215 / Доступ из справочно-правовой системы «Гарант» по законодательству Российской Федерации. URL: https://base.garant.ru/70843354/

13. СП 257.1325800.2016. Здания гостиниц. Правила проектирования / Доступ из электронного фонда правовой и нормативно-технической документации «Техэксперт». URL: http://docs.cntd.ru/document/456040113.

14. Постановление правительства Российской федерации от 16 февраля 2019 г. № 158. Об утверждении Положения о классификации гостиниц (с изменениями на 23 ноября 2020 г.) / Доступ из электронного фонда правовой и нормативно-технической документации «Техэксперт». URL: http://docs.cntd.ru/document/552424018.

15. Федеральный закон. Об основах туристской деятельности в Российской Федерации (с изменениями на 8 июня 2020 года) / Доступ из электронного фонда правовой и нормативно-технической документации «Техэксперт». URL: http://docs.cntd.ru/document/9032907.

16. *Бадави А. А.* История развития малых гостиниц // Инженерный вестник Дона. 2018. № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4806.

17. *Бадави А. А., Крайнева В. А.* Архитектурно-планировочные особенности проектирования малых гостиниц для этнографического туризма в республике Северная Осетия-Алания // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 12(4). С. 91—96.

18. *Бадави А. А.* Перспективные типы малых гостиниц для различных видов туризма и отдыха в Ростовской области / Материалы научной конференция «Актуальные проблемы современной архитектуры, градостроительства и дизайна» в рамках XXVIII Международного смотра-конкурса лучших выпускных квалификационных работ по архитектуре, дизайну и искусству. Нижний Новгород: ННГАСУ, 2019. С. 40—45

19. *Badavi A. A., Molchanov V. M.* Particularities of Formation of Architectural Typology of Small Hotels in the South of Russia /Journal of Environmental Management and Tourism. 2019. Vol. 10. Iss. 8. Pp. 1807—1818. DOI:10.14505//jemt.10.8(40).11.

20. *Badavi A. A., Molchanov V. M.* Prerequisites for the formation and the small hotel's architectural typology development / IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. URL: iopscience.iop.org/issue/1757-899X/698/3.

20. *Badavi A. A., Molchanov V. M.* Current trends in the small hotels' social and functional structure organization / IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757—899X/913/3/032034

22. *Riewold O.* New Hotel Design. London: King, 2002. 240 p.

23. *Manfred R., Tobias F.* Construction and Design Manual Hotel Buildings. Berlin: DOM publishers, 2014. 304 p.

24. Prospects for the Development of Small Hotels in Modern Conditions / E. Y. Nikolskaya, O. V. Pasko, M. E. Uspenskaya, E. N. Lysoivanenko, etc. //Journal of Environmental Management and Tourism. 2019. Vol. 8. Iss. 40. URL: https://journals.aserspublishing.eu/jemt/article/view/4385.

25. *Kozlov D. A.* Evolution of Hotel Classification System in Russian Federation / Journal of Environmental Management and Tourism. 2021. Vol. 12. Iss. 1. URL: https://journals.aserspublishing.eu/jemt/article/view/5903.

© Бадави А. А., 2021

Поступила в редакцию
в апреле 2021 г.

Ссылка для цитирования:

Бадави А. А. Архитектурно-планировочные решения номеров малых гостиниц // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 2(83). С. 137—155.

Об авторе:

Бадави Анна Александровна — аспирант, Южный федеральный университет**.** Российская Федерация, 347700, г. Ростов-на-Дону, Буденновский пр-т, 39; aabadavi@sfedu.ru

Anna A. Badavi

Southern Federal University

ARCHITECTURAL AND PLANNING SOLUTIONS FOR SMALL HOTEL ROOMS

The study of the available world classifications of small hotels and the analysis of Russian regulatory documents regulating the types of rooms in small hotels have been carried out. There were identified the main factors determining the structure of rooms in small hotels. The actual classification of modern types of small hotel rooms and their architectural and planning solutions presented. The main planning parameters of the functional zones for small hotel rooms are reveal. The basic principles of the architectural and planning organization of rooms in small hotels are formulate.

K e y w o r d s: small hotels, classification of small hotels, hotel rooms, functional areas, planning solutions.

For citation:

Badavi A. A. [Architectural and planning solutions for small hotel rooms]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2021, iss. 2, pp. 137—155.

About author:

Anna A. Badavi — Post Graduate student, Southern Federal University, 39, Budennovsky Ave, Rostov-on-Don, 347700, Russian Federation; aabadavi@sfedu.ru

УДК 727.1

Н. В. Иванова[а, б], И. В. Шевчук[а], В. В. Логунова[а]

[а] Волгоградский государственный технический университет
[б] Волгоградский государственный аграрный университет

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АРХИТЕКТУРЫ ШКОЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

Рассмотрены современные направления и перспективы развития архитектуры отечественных и зарубежных школьных зданий. Выявлены теоретические и практические подходы в пространственной организации школьной среды архитектурными средствами, определено влияние новых образовательных технологий на типологию, формообразование и колористические решения. Представлено экспериментальное проектирование школьной архитектуры нового поколения для Волгограда, ориентированное на гибкую систему обучения и раскрытие индивидуальности каждого ребенка.

К л ю ч е в ы е с л о в а: школьные здания, архитектура школы, типовые проекты, современные тенденции.

По последним демографическим показателям в России наблюдается постоянный прирост населения [1]. В соответствии с этим возрастают объемы строительства новых школ, а так же реконструкции и модернизации старых зданий. Перспектива массового строительства школ вызывает необходимость совершенствования архитектуры школьных зданий и методов их проектирования, чем и обусловлена актуальность выбранной темы.

Целью работы является изучение современных тенденций в строительстве школьных зданий на примере зарубежного и отечественного опыта.
Исходя из поставленной цели, *основными задачами* работы стали:

- выявление современных тенденций и перспектив формирования архитектуры школьных зданий в практике и теории отечественного и зарубежного проектирования;
- составление современных требований к проектированию образовательного пространства;
- проведение экспериментального проектирования.

При написании данной работы изучались публикации и основные нормативные акты, посвященные архитектуре школьных зданий России и иностранных государств. Статья основана на диссертации О. М. Дячок «Принципы формирования архитектуры школ с нетрадиционными методами обучения» [2] и на научных трудах В. И. Степанова [3], С. Х. Баймуратовой [4], Е. И. Коровиной [5] и А. А. Шапиро [6]. Были рассмотрены следующие нормативные акты: СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения», СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях», СП 251.1325800.2016 «Свод правил. Здания общеобразовательных организаций. Правила проектирования» и ТСН 31-306-2004 (МГСН 4.06-03) «Общеобразовательные учреждения». Проанализированы проекты и постройки, представленные на выставку Build School 2020, комплексно охватывающую

все аспекты проектирования, строительства, реконструкции, модернизации и эксплуатации дошкольных и школьных зданий.

На основе анализа приведенных выше трудов и собственных натурных исследований авторов можно заключить, что школа представляет собой здание сложной структуры, которое задает пространственные, содержательные и эстетические нормы жизнедеятельности, а также оказывает значительное влияние на создание образовательной среды. В соответствии с «Перечнем основных функционально-типологических групп зданий и помещений общественного назначения» школы относятся к зданиям учебно-воспитательного назначения, большинство из которых возводились по типовым проектам [7—9].

Проектирование комплексных и функциональных серий школьных зданий позволяет унифицировать большую часть архитектурно-планировочных и конструктивных элементов, санитарно-технического оборудования и других инженерных устройств, что помогает удешевить затраты на строительство объектов [10]. С другой стороны, архитектура школьных зданий должна учитывать природно-географические условия, национальные и социальные факторы, ансамблевую окружающую застройку, меняющиеся парадигмы образовательной системы, что требует индивидуального подхода к каждому отдельному проекту [11].

Решение данной проблемы видится в комплексном подходе к проектированию, которое заключается в разработке модулей базовых — (учебные, общешкольные помещения, столовая, спортзал, актовый зал, библиотеки, административные, медицинские помещения) и дополнительных (технологических мастерских, специализированные модули для обучения детей с ограниченными возможностями, модули делового, лингвистического центра, зимний сад, живой уголок). Компоновка модулей организует функциональную структуру связей учебного процесса, образовательных активностей и развития учащихся с архитектурой школьного здания, которая уже работает на раскрытие способностей и талантов школьников (рис. 1).

Рис. 1. Школа на 275 мест, г. Домодедово; архитектурное бюро ASADOV (https://www.buildschool.ru/post/winners2019)

Приемы функционального разделения прослеживаются в архитектуре школьных зданий Европы и США:

- разделения блоков на деловую часть (административный, спортивный и развлекательный) и учебную часть (ее защищают от шума и ориентируют на солнечную сторону);
- происходит разделение на зоны для начальной и старшей ступеней школы;
- соединяются блоки между собой переходами с библиотекой или внутренними двориками-рекреациями.

В последнее время архитекторы, проектирующие учебные заведения, стали активно использовать цвет. Известно, что архитектурная колористика влияет на человеческую психику в целом и на процесс обучения в частности. Отличным примером может быть проект перепланировки старейшей школы в Дании — Сольвгейд в Копенгагене. Архитектор проекта К. Ф. Моллер органично вписал новый стеклянный цветной фасад школы в традиционный городской ландшафт [12]. Кроме того этот фасад экранирует солнечные лучи, поглощает уличный шум и обеспечивает циркуляцию воздуха, тем самым выполняя не только эстетические, но и экологические функции (рис. 2).

Рис. 2. Цветовое решение фасада школы Сольвгейд

Широко развивается использование верхнего света для дополнительного освещения коридоров и рекреаций (библиотека, столовая, холл), что позволяет увеличить количество учебных помещений с естественным боковым освещением [13]. Использование поверхностей наружных стен с оконными проемами позволяет создавать более компактные планировочные решения зданий за счет частичного исключения бокового освещения в коридорах и рекреациях (рис. 3).

Еще одна современная тенденция — озеленение школ, объединение учебных зон с природой. В связи с постоянно растущей урбанизацией, острой нехваткой зеленых насаждений и природных зон в городах это направление набирает все большие обороты и становится одним из самых популярных. К тому же архитектурный облик школы в таких случаях может рассматриваться как элемент обучения — школьникам с детства прививается любовь и бережное отношение к окружающей среде [14, 15].

Рис. 3. Галерея здания школы Мануэля Анабалона Саэса, Чили

Во Франции предлагается здание школы в виде многоуровневой полуоткрытой конструкции: вместо стандартных закрытых классов будут сделаны зоны, сочетающие в себе крытые помещения с открытыми пространствами, на которых будут расти растения. Весь учебный процесс планируется выстроить в виде игры (рис. 4).

Рис. 4. Школа в городе Булонь. Франция

Появление следующей тенденции связано с новым образовательными технологиями. Школы постепенно переходят на гибкую организацию учебного процесса, где дети большую часть времени работают небольшими группами или индивидуально, а преподаватель может переходить от одной группы к другой и консультировать [16]. Такой подход к образованию предопределяет переход от традиционной «корпусной» системы к компактным композициям со свободной вариабельной планировкой, широкой трансформацией помещений (рис. 5).

Рис. 5. Школа Орестад, Дания

Процесс теоретических поисков и практического проектирования архитектуры школьных зданий в России активно развивается и подкрепляется реализацией государственной программы по строительству новых школ, реконструкции и ремонту старых зданий, рассчитанной до 2026 г. Можно выделить несколько направлений исследования в проектировании архитектуры школьных пространств и зданий в России:

- реализации объектов образовательной инфраструктуры с применение технологий типового строительства (пространство типовых школ, школьная библиотека — полигон образовательного пространства, рекреация для школьников в типовом здании, работа с территорией образовательных учреждений);
- развитие разных моделей обучения и возможность переконструировать пространство без значительных затрат [17];
- современные тенденции дизайна в обустройстве зон отдыха в школах (дизайн «зон комфорта» в образовательных учреждениях, оборудование детских площадок, малые архитектурные формы, доступные для детей с разными физическими возможностями);
- вопросы организации самого проектирования (соучаствующее проектирование школьных пространств совместно с детьми и школьным сообществом).

На основе проведенных исследований студентами 3 курса ИАиС ВолгГТУ специальности «Архитектура» были разработаны эскизные решения школ в Советском районе г. Волгограда (рис. 6).

В проектах учитывались общие планировочные требования, связанные с новыми педагогическими технологиями:

- принцип универсального учебного кабинета, рассчитанного на организацию фронтальных, групповых и индивидуальных занятий (объемно-планировочное решение, техническое оснащение, мебель, схема освещения должны обеспечивать возможность одинаковой эффективности работы по всем трем формам организации занятий);
- предметные кабинеты включают учебные комнаты, помещения для практических занятий, лаборантские;
- разработка общешкольного лекционного помещения с современным мультимедийным оборудованием.

а

б

в

Рис. 6. Проекты школ студентов ИАиС ВолгГТУ: *а* — общеобразовательная школа на 800 человек, автор — Е. Рябухина, *б* — общественная школа на 22 класса, автор — Д. Мацигор, *в* — школа на 825 человек, автор — К. Тимошина

Исследования показали, что учащимся школ не хватает красок в жизни, заинтересованности и увлеченности процессом обучения [18]. Были выполнены экспериментальное проектирование и исследовательские работы по формированию новой колористической формулы цвета фасадов зданий. Проект был представлен на Конкурсе студенческих проектов «АРХпроект-2020» в номинации «Большая перемена» (рис. 7).

Задачей Ежегодного всероссийского профессионального конкурса архитектурных и дизайнерских проектов для студентов и молодых архитекторов стала разработка архитектурного проекта фасадов для школы будущего.

Стандарты, которым необходимо следовать при проектировании образовательных учреждений, необычайно строги и консервативны, но образовательный процесс в современном мире меняется стремительно, поэтому архитекторы с большой энергией участвуют в творческих работах [19].

В качестве идеи конкурсной разработки послужил образ LEGO-конструктора, игры, которая развивает двигательные навыки и мелкую моторику, структурно-логическое мышление, творческие способности (воображение), учит ребенка быть внимательным и терпеливым.

Объемно-композиционное решение здания школы с разработкой колористического сценария фасадов становится важной визуальной составляющей городского пространства для формирования благоприятной среды района, города [20, 21]. Предложенное цветовое решение стен школы напоминает знакомые ребенку этапы игры в конструкторе, настраивает его на спокойствие, дружбу, любовь, толерантность и взаимопонимание, что делает учащихся счастливым (рис. 7). Ведь школа — это целый мир для ребенка: одноклассники, учителя, переживания и волнения, ступенька в будущую жизнь. Поэтому на архитектурно-дизайнерском уровне необходимо обеспечить детей положительным восприятием мира и организовать максимально благоприятные условия их развития.

Рис. 7. Конкурсные предложения по совершенствованию колористического решения фасада школы, автор — В. В. Логунова, 2020 г.

Заключение

Исследования тенденций развития архитектуры образовательной среды показали, что школьные здания, являясь социальными и композиционными центрами окружающих жилых образований (объединение школы с детским дошкольным учреждением, помещениями клуба или центра досуга), требуют повышенного внимания к проектированию планировочной организации, формообразования с учетом требований новых образовательных стандартов. Ключевые направления организации образовательной среды учебных заведений направлены на развитие способностей и сохранение здоровья учеников. К числу основных тенденций можно отнести следующие:

- социальные (школа становится культурным объектом жилой территории, требует обеспечения автономной работы отдельных зон);
- планировочные (перестройки занятий зависит от направленности, количества учеников, необходимо рекреационное разнообразие для разных возрастных групп);
- экологические (комфортные условия обучения и отдыха);
- энергоэффективность зданий (объемно-пространственные приемы формообразования, современные строительные материалы и нетрадиционные источников энергии);
- доступная среда для маломобильных детей;
- антитеррористическая защищенность (решения входных групп и территорий).

В проектах создания комплексной образовательной среды современной школы значительное место уделяется:

- организации зеленых рукотворных участков в зданиях и тесной связи с природными зонами города;
- использованию новых композиционных решений поверхностей наружных стен и объемно-планировочных приемов формирования фасадов зданий;
- организации гибкого образовательного пространства, помогающего преподавателю работать с несколькими группами учащихся.

Колористическое решение фасадов школьных зданий выступает как важная составляющая в визуальной организации городского пространства и формировании комфортной пространственной среды.

Современными требованиями проектирования школьных зданий стали:

- вариантность трансформации образовательного пространства (ученик — группа — класс — поток);
- создание «открытого» пространства (отсутствие замкнутых учебных помещений);
- формирование нового типа функциональных зон (классы-студии, помещения-конференции) и помещений для проведения занятий разных возрастных групп (игровые, мастерские, лекционные);
- использование мобильного оборудования;
- применение автономных систем инженерных коммуникаций и энергосберегающих систем.

В результате экспериментального проектирования, учитывающего выявленные тенденций развития архитектуры школьных зданий и благоустройства территорий под разные образовательные активности, были созданы наиболее благоприятные образовательные пространства школьной среды в колористическом, композиционном решении планов и фасадов для градостроительных ситуаций г. Волгограда.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Комарова И. И.* От архитектуры детского сада к школьной архитектуре: Анализ современных зарубежных практик в условиях смены образовательного уклада // Современное дошкольное образование. 2020. № 2(98). С. 14–27.

2. *Дячок О. М.* Принципы формирования архитектуры школ с нетрадиционными методами обучения: автореф. дис. … канд. архитектуры. Киев, 2000. 21 с.

3. *Степанов В. И., Дворкина Е. Б.* Новые типы средних образовательных школ с гибкой планировочной структурой. М.: Стройиздат, 1977. 86 с.

4. *Баймуратова С. Х., Баймуратов Р. Ф.* Современные тенденции в архитектуре школ // Инновационные технологии в промышленности: образование, наука и производство: сборник материалов конференции. Уфа: Нефтегазовое дело, 2016. С. 161—163.

5. *Коровина Е. И.* Создание типовых школ нового образца с использованием модульного принципа проектирования / Международная исследовательская организация "Cognitio" // Сборник статей по материалам XVIII международной научно-практической конференции: «Актуальные проблемы науки XXI века». 2016. 144 с.

6. *Шапиро А. А., Лебедев А. В.* Рекомендации по проектированию сети и зданий детских внешкольных учреждений для г. Москвы. Вып. 3. Детско-подростковые клубы. 1998. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200003453.

7. *Habibi S., Pons Valladares O., Peña D.* New sustainability assessment model for Intelligent Façade Layers when applied to refurbish school buildings skins // Sustainable Energy Technologies and Assessments. 2020. Vol. 42.

8. *Costa M. L., Freire M. R., Kiperstok A.* Strategies for thermal comfort in university buildings — The case of the faculty of architecture at the Federal University of Bahia, Brazil // Journal of Environmental Management. 2019. Vol. 239. Pp. 114—123.

9. *Мигулько Е. Н.* «Зеленая» архитектура современных зарубежных школ // Наука. Инновации. Технологии. 2013. № 4. С. 78—88.

10. *Zhang D., Bluyssen Ph. M.* Energy consumption, self-reported teachers' actions and children's perceived indoor environmental quality of nine primary school buildings in the Netherlands // Energy and Buildings. 2021. Vol. 235.

11. *Куваева Я. В.* Архитектура школы будущего: среда обучения // Школьные технологии. 2011. № 4 С. 124—131.

12. Energy and technological refurbishment of the School of Architecture Valle Giulia, Rome / L. de Santoli, F. Mancini, C. Clemente, S. Lucci // Energy Procedia 2017. Vol. 133. Pp. 382—391.

13. *Alwetaishi M., Balabel A.* Numerical study of microclimatically responsive school building design in Saudi Arabia // Journal of King Saud University — Engineering Sciences. 2019. Vol. 31. Iss. 3. Pp. 224—233.

14. *Григорьева А. В.* Архитектура современной школы изобразительного искусства // Наука, образование и экспериментальное проектирование в МАрхИ: Тезисы докладов. М.: Архитектура-С, 2014. С. 275—276.

15. *Иванова Н. В., Антонова Н. Н.* Организация комплексного озеленения и благоустройства образовательной среды университета в подготовке специалистов-ландшафтников // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2015. Вып. 41 (60). С. 225—236.

16. *Сидоренко В. Ф., Соколов И. И., Ищенко В. К.* Эстетическое воспитание студентов в процессе архитектурного проектирования / // Вестник Волгоградской государственной архитектурно-строительной академии. Серия: Гуманитарные науки. 2000. Вып. 1(3). С. 87—90.

17. *Rodríguez C. M., Coronado M. C., Medina J. M.* Thermal comfort in educational buildings: The Classroom—Comfort—Data method applied to schools in Bogotá, Colombia // Building and Environment. 2021. Vol. 194.

18. The Overall Architecture of a Decision Support System for Public Buildings / A. Capozzoli, F. Corno, V. Corrado, A. Gorrino // Energy Procedia. 2015. Vol. 78. Pp. 2196—2201.

19. *Afacan Y.* Sustainable Library Buildings: Green Design Needs and Interior Architecture Students' Ideas for Special Collection Rooms // The Journal of Academic Librarianship. 2017. Vol. 43. Pp. 375—383.

20. *Растяпина О. А., Ганжа О. А., Бабенко К. В.* Формирование методики оценки качества визуального облика городской среды // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 52(71). С. 188—198.

21. *Растяпина О. А., Бабенко К. В.* Методы оценки зрительного восприятия городского пространства // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2017. Вып. 49(68). С. 228—238.

© Иванова Н. В., Шевчук И. В., Логунова В. В., 2021

Поступила в редакцию
в феврале 2021 г.

Ссылка для цитирования:

Иванова Н. В., Шевчук И. В., Логунова В. В. Современные тенденции и перспективы развития архитектуры школьных зданий // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 2(83). С. 156—165.

Об авторах:

Иванова Нина Васильевна — канд. арх., проф., проф. каф. архитектуры зданий и сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ), Волгоградский государственный аграрный университет. Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; ORCID: 0000-0002-2472-1705; ivanovaninav@mail.ru

Шевчук Ирина Вячеславовна — студентка, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

Логунова Валерия Витальевна — студентка, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

Nina V. Ivanova[a, b], Irina V. Shevchuk[a], Valeriya V. Logunova[a]

[a] Volgograd State Technical University

[b] Volgograd State Agricultural University

CURRENT TRENDS AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF SCHOOL BUILDING ARCHITECTURE

The article discusses modern trends and prospects for the development of architecture of domestic and foreign school buildings. The theoretical and practical approaches to the spatial organization of the school environment by architectural means are revealed. The influence of new educational technologies on typology, shaping and color solutions has been determined. An experimental design of school buildings on the territory of Volgograd is presented. School architecture is focused on a flexible learning system and disclosing the individuality of each child.

K e y w o r d s: school buildings, school architecture, standard projects, modern trends.

For citation:

Ivanova N. V., Shevchuk I. V., Logunova V. V. [Current trends and prospects for the development of school building architecture]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2021, iss. 2, pp. 156—165.

About authors:

Nina V. Ivanova — Candidate of Architecture, Professor, Volgograd State Technical University (VSTU), Volgograd State Agricultural University. 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; ORCID: 0000-0002-2472-1705; ivanovaninav@mail.ru

Irina V. Shevchuk — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation

Valeriya V. Logunova — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation

УДК 72.03(470.45)

А. А. Полонская, А. В. Антюфеев

Волгоградский государственный технический университет

ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ И ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНЫЙ АНАЛИЗ КОМПЛЕКСА ЗДАНИЙ ЦАРИЦЫНСКОЙ ЗАСТРОЙКИ ПО УЛ. ПУГАЧЕВСКОЙ Г. ВОЛГОГРАДА

Представлен градостроительный и социокультурный анализ существующего состояния комплекса зданий царицынской застройки по ул. Пугачевской в г. Волгограде. Изучено историческое развитие территории Ворошиловского района г. Волгограда и градостроительного ансамбля в частности. Проанализировано и описано существующее состояние градостроительного комплекса по ул. Пугачевской.

К л ю ч е в ы е с л о в а: улица Пугачевская, Зацарицынский форштадт, царицынская застройка, архитектурное наследие, историческая среда, объект культурного наследия, исторический центр города, историко-генетический анализ, памятник архитектуры.

Одной из редких улиц Волгограда, где до сегодняшних дней сохранилась сконцентрированная царицынская застройка XIX в., является улица Пугачевская. Улица Пугачевская — одна из старейших улиц Волгограда. До 1923 г. она называлась Царевской, а позднее была переименована в честь донского казака, предводителя Крестьянской войны 1773—1775 гг. Емельяна Пугачева [1].

Дореволюционный период

В середине XIX века г. Царицын имел репутацию самого неблагоустроенного города Поволжья, поскольку был беспорядочно застроен деревянными домами и скорее напоминал большое село [2]. Расположенный среди степей город был сильно запылен, грязен и лишен всякой растительности [3]. Автор «Путеводителя по Волге» Георгий Петрович Демьянов так описывал город в 1894 г.: «Царицын не может похвалиться чистоплотностью и по внешности своей напоминает деревню: такое впечатление выносит большая часть посетивших город. О благоустройстве и каких-нибудь санитарно-гигиенических мерах, вероятно, в Царицыне с его основания не думали…» [4]. Часть города на правом берегу р. Царицы, именуемая Зацарицынским форштадтом (ныне Ворошиловский район), только начала застраиваться [5].

Благодаря строительству железных дорог Царицын превращается в транспортный, промышленный и торговый центр Нижнего Поволжья. После проведения Крестьянской реформы в 1861 г. началось быстрое развитие Царицына и рост численности населения. Вследствие быстрого роста населения город начал интенсивно, но по-прежнему хаотично застраиваться. По утвержденному еще в 1820 г. императором Александром I генеральному плану в зацарицынской части города предусматривалось создание трех планировочных районов (форштадтов). Особую роль в планировочной структуре Зацарицынского форштадта играла прибрежная зона Волги, развитие которой было обусловлено организацией пароходного сообщения и строительством железной дороги [6].

В последние десятилетия XIX — начала XX вв. в Зацарицынском форштадте также отмечается интенсивное строительство жилья. Особенно быст-

ро развиваются территории от ул. Волжской (ныне Степана Разина) до ул. Княгининской (ныне Рабочее-Крестьянской) [7]. Градообразующие промышленные предприятия смещаются вниз к берегу Волги. Центральная часть Зацарицынского форштадта от ул. Княгининской до Царевской (ныне ул. Пугачевской) становится торгово-промышленным центром Царицына [8].

Вследствие выгодного расположения у берега Волги рядом с Волжской станцией Волго-Донской железной дороги в конце улица XIX в. Пугачевская была одной из самых значимых улиц в зацарицынской части города [9]. В начале XX в. на этой улице располагались казенные магазины и купеческие лавки, мастерские; здесь находились частные царицынские модные ателье Анкудиновой и Ягодской, парикмахерские Ильичева и Митрофанова, шляпный салон Рубина, мастерская по ремонту обуви Белобородова, часовая ремонтная мастерская Цапкина, аптека Файна. Также на ул. Пугачевской располагались гостиницы Стороженкова и купца Маслова[1].

Архитектура Зацарицынского форштадта того времени характеризуется зданиями, построенными в стиле «эклектика» из красного кирпича с использованием белых деталей, украшенных мелким рельефом [10, 11]. Дома были каменными и деревянными, одно- и двухэтажными.

В настоящее время эта территория относится к историческому центру Ворошиловского района Волгограда. Улица Пугачевская начинается от дома № 1 на пересечении с ул. Калинина и идет без изгибов и поворотов с северо-востока на юго-запад до пересечения с ул. Иркутской. Общая протяженность улицы составляет около 1,5 км. После Сталинградской битвы в Волгограде сохранилось совсем немного зданий царицынской эпохи, а целых улиц — еще меньше. Одним из таких архитектурных заповедников и является ул. Пугачевская, на которой сконцентрировано большое количество объектов историко-культурного наследия, что обуславливает ее высокий историко-культурный потенциал. Практически все сооружения на этой улице, которые на сегодняшний день являются объектами культурного наследия, были построены именно в довоенное время [12].

Градостроительный комплекс по ул. Пугачевской — ансамбль, включающий в себя 12 зданий конца XIX — начала XX вв., являющихся памятниками архитектуры и градостроительства[2]. В 1997 г. градостроительный комплекс по ул. Пугачевской был внесен в реестр объектов культурного наследия как памятник архитектуры и градостроительства регионального значения[3]. Приказом Министерства культуры Волгоградской области от 20.01.2015 № 01-20/085 установлены границы территории памятника, правовые режимы использования территории (рис. 1).

[1] Улица Пугачевская — старейшая в Волгограде / Городские вести. URL: https://gorvesti.ru/details/ulitsa-pugachevskaya--stareyshaya-v-volgograde-11886.html

[2] Градостроительный комплекс по ул. Пугачевской / Всероссийское общество охраны памятников истории и культуры. Волгоградское региональное отделение. URL: https://voopiik34.ru/object/gradostroitelnyj-kompleks-po-ul-pugachevskoj/

[3] Постановление Волгоградской областной Думы № 62/706 от 05.07.1997 «О постановке на государственную охрану памятников истории и культуры Волгоградской области». URL: http://base.garant.ru/20151483/

В состав комплекса входят такие здания, как школа (анатомический корпус ВолгГМУ), особняк купца Филиппова, бани татарские, жилой дом ИТР Волго-Донской жедезной дороги (ОРС речпорта), жилой дом купца Ищенко (спецмедвытрезвитель) и 7 малоэтажных деревянных и каменных жилых домов, построенных для сотрудников железной дороги, обслуживающих зацарицынскую ветку[4]. Общее состояние зданий градостроительного комплекса можно охарактеризовать как неудовлетворительное.

Нумерация домов по ул. Царевской (Пугачевской) начиналась от реки Царицы, такой отсчет домов сохранен и по сегодняшний день. Рассмотрим здания, расположенные на этой улице, как сохранившиеся, так и утраченные, но о которых имеются сведения, в порядке современной нумерации.

Рис. 1. Границы территории объекта культурного наследия регионального значения «Градостроительный комплекс по ул. Пугачевской» (из Приказа Министерства культуры Волгоградской области от 20.01.2015 № 01-20/085)

[4] Улица Пугачевская — старейшая в Волгограде / Городские вести.

На месте нынешнего жилого комплекса «Волжские паруса», который более не сохранил адрес по ул. Пугачевской, 1, а имеет адрес по ул. Калинина, 2а, до 1970-х годов располагался первый дом по ул. Пугачевской — трехэтажный особняк купца первой гильдии Семена Савельевича Голдобина (рис. 2) [13]. До XVIII в. на этом месте находилось городское кладбище [14]. Особняк был построен в виде буквы П и лицевой стороной выходил на Волгу. Купцу принадлежал целый квартал Царицына в месте впадения р. Царицы в Волгу со складами, соляными и рыбными пристанями, церковью, помывочным домом, номерами и столовой для рабочих (рис. 3).

Рис. 2. Особняк купца Семена Савельевича Голдобина, 1918 г.

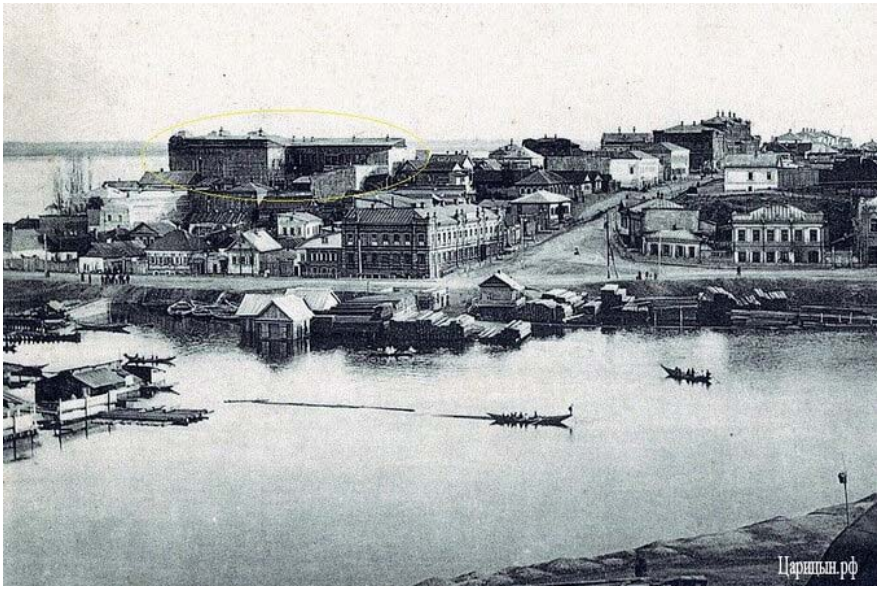


Рис. 3. Вид с правого берега р. Царицы, дом Голдобина обведен овалом

По воспоминаниям современников, это было одно из колоритнейших сооружений Царицына. Купеческий дом был достаточно большим по площади, при строительстве там было устроено множество подвалов, оборудованных под склады, и подземных ходов, расходящихся по всему кварталу. В настоящее время по ул. Пугачевской, 1 располагается жилой дом (Институт ГНИОРХ, Нижне-Волжская водная прокуратура), построенный в 1950-е годы, также признанный памятником архитектуры и градостроительства, но не входящий в исследуемый ансамбль царицынской застройки.

По адресу ул. Пугачевская, 3 располагается сохранившееся до наших дней двухэтажное здание (рис. 4). Это два отдельных дома, примыкающих друг к другу торцевыми фасадами и образующих единый фронт застройки. Дома на Пугачевской стояли плотно, что свидетельствовало о престижности района. Скорее всего, до революции они имели разные адреса. Они заметно отличаются друг от друга узорами из кирпича на фасаде. Неизвестно, когда именно были построены здания, судя по всему, они относятся к царицынского периоду конца XIX в. Не установлено, какое из этих зданий было построено первым, а какое — вторым. Одна из частей здания была занята мужским училищем, а вторая — предположительно, цехом по переработке рыбы и принадлежала купцу Гольдину. Во дворе дома в землю были врыты круглые бетонные чаны диаметром 2—2,5 м. В них прямо с Волги по транспортировочной ленте поступала рыба. Рыбу сохраняли в свежем виде в подвалах дома, а далее перерабатывали и отправляли гужевым и железнодорожным транспортом по крупным городам России. Огромные ворота в подвалы сохранились до сих пор.

Рис. 4. Школа (анатомический корпус ВолгГМУ), 2018 г., ул. Пугачевская, 3

Поскольку жить на правом берегу реки Царицы считалось престижным, земля на ул. Пугачевской была дорогостоящей, из-за чего здания строились стенка к стенке. Во внутренние дворы особняков можно было попасть при

помощи проездных арок, в которые устанавливались кованые ворота. Отличительной чертой строения, в котором некогда располагалось мужское училище, была кованая изгородь, сохранившаяся до сегодняшних дней и некогда выходившая на ул. Балашовскую (рис. 5).

Рис. 5. Кованая изгородь, некогда выходившая на улицу Балашовскую, 2019 г., ул. Пугачевская, 3

Рядом с этим зданием когда-то располагалась утраченная ныне гостиница «Петербургские номера» купца Маслова, построенная в 1911 г.

Вторым зданием, входящим в градостроительный комплекс по ул. Пугачевской и находящимся по адресу ул. Пугачевская, 7а, является одноэтажный особняк купца Филиппова (рис. 6). Согласно данным официальных документов, был построен в 1906 г. В настоящее время в особняке планируется открытие православной школы.

Рис. 6. Особняк купца Филиппова, 2017 г., ул. Пугачевская, 7а

По адресу ул. Пугачевская, 7, рядом с особняком Филиппова располагается третье здание ансамбля. Это бывшие татарские бани, куда съезжались царицане даже из самых отдаленных районов (рис. 7). Здание было построено в 1920 г. в стиле социалистического конструктивизма. В 1920-е гг. страна только начала восстанавливаться после потрясений Первой мировой войны, темпы строительства еще не были набраны. По этой причине дома в этом стиле разбросаны по городу, как и строились — поодиночке. Сегодня в здании размещен офис строительной компании.

Рис. 7. Здание татарских бань после капитального ремонта, 2019 г., ул. Пугачевская, 7

На пересечении ул. им. КИМ и Степана Разина (ул. Пугачевская, 9/1) сохранился дом, построенный немцами в начале XX в., который является четвертым зданием ансамбля из 12 домов царицынской застройки (рис. 8). Предположительно дом был приобретен купцом Лапшиным и сдавался внаем зажиточным людям.

Рис. 8. Жилой дом ИТР Волго-Донской железной дороги (ОРС речпорта), 2019 г., ул. Пугачевская, 9/1

Далее, от дома № 9 до № 15Б располагаются семь одно- двухэтажных многоквартирных каменных и деревянных домов на 4 семьи, построенных специально для сотрудников Волго-Донской железной дороги, обслуживающих зацарицынскую ветку [15]. Нагляднее всего данные о состоянии этих зданий представлены в таблице.

Состояние зданий, входящих в градостроительный комплекс по ул. Пугачевской

Объект культурного наследия	Адрес	Этажность	Материал	Год/период постройки	Состояние объекта
Дом жилой	ул. Пугачевская, 9	1 этаж	дерево	1870 г.	удовл.
Дом жилой с сараем, рис. 9	ул. Пугачевская, 11	1 этаж	дерево	1917 г.	неудовл.
Дом жилой, рис. 10	ул. Пугачевская, 11А	2 этажа	дерево	1863 г.	неудовл.
Дом жилой с сараем, рис. 11	ул. Пугачевская, 11Б	2 этажа	дерево	1870 г.	неудовл.
Дом жилой с сараем, рис. 12	ул. Пугачевская, 15	1 этаж	дерево	1917 г.	удовл.
Дом жилой, рис. 13	ул. Пугачевская, 15А	1 этаж	кирпич	к. XIX в.	удовл.
Дом жилой, рис. 14	ул. Пугачевская, 15Б	1 этаж	дерево	к. XIX в.	неудовл.

Например, здание по адресу ул. Пугачевская, 11А, представляет собой двухэтажный деревянный дом со скатной вальмовой крышей, построенный в 1863 г. и находящийся в неудовлетворительном состоянии. По своим архитектурно-художественным характеристикам, материалам и высокой степени сохранности подлинных элементов относится к немногочисленному, а следовательно, уникальному числу объектов деревянного зодчества Царицына[5]. Здание имеет сложную в плане форму. Стены здания — сруб из бревен, снаружи обшитый тесом. Фасады оформлены декоративными элементами — щипец, наличники, козырьки, карниз, пилястры, остекленная веранда. Цоколь невысокий, выступающий, оштукатуренный. Дверные и оконные заполнения большей частью сохранили первоначальное местоположение, историческую геометрию заполнений и материал (дерево). Наблюдается хорошая сохранность подлинных элементов и материала.

Последним зданием, входящим в градостроительный комплекс по ул. Пугачевской, является жилой дом купца Ищенко [19] (рис. 15). Согласно официальным данным, сооружение было построено в конце XIX в.

[5] Дом жилой, ул. Пугачевская, 11А / Всероссийское общество охраны памятников истории и культуры. Волгоградское региональное отделение. URL: https://voopiik34.ru/object/dom-zhiloj-ul-pugachevskaya-11a/

Рис. 9. Дом жилой с сараем, 2019 г., ул. Пугачевская, 11

Рис. 10. Дом жилой, 2020 г., ул. Пугачевская, 11А

Рис. 11. Дом жилой, 2020 г., ул. Пугачевская, 11Б

Рис. 12. Дом жилой, 2020 г., ул. Пугачевская, 15

Рис. 13. Дом жилой, 2020 г., ул. Пугачевская, 15А

Рис. 14. Дом жилой, 2015 г., ул. Пугачевская, 15Б

Рис. 15. Жилой дом купца Ищенко (спецмедвытрезвитель), 2020 г., ул. Пугачевская, 14

Советский период

После Октябрьской революции 1917 г., в связи с произошедшим государственным переворотом, многие царицынские постройки сменили владельцев и назначение, а некоторые были перестроены или снесены. На 1950—1960-е гг. пришелся основной этап застройки ул. Пугачевской в советское время, вследствие этого стала появляться существующая сегодня эклектичность улицы, формируемая не только объектами царицынской застройки, но и зданиями в стиле сталинского классицизма, а также кирпичными хрущевками.

После революции 1917 г в особняке купца Голдобина расположилась Царицынская ГубЧК (губернская чрезвычайная комиссия), приспособившая подвалы особняка под конюшни, а лучшие помещения первого этажа — под канцелярии. На втором этаже находились арестантские помещения. Во внутреннем дворе и у откоса реки регулярно проводились расстрелы. До 70-х гг. XX в. здание было жилым домом с просторными квартирами, а после было снесено из-за оползневых ландшафтов [17]. Перед новым строительством жилого комплекса «Волжские паруса» многочисленные подвалы были засыпаны.

В советское время в бывшем жилом доме инженерно-технических работников Волго-Донской железной дороги по ул. Пугачевской, 9/1 разместился Отдел рабочего снабжения речного порта.

В послевоенные времена в доме купца Ищенко был размещен медицинский вытрезвитель, а позднее милиция, поэтому на окнах здания до сих пор можно видеть решетки (рис. 16).

Рис. 16. Дом жилой купца Ищенко (спецмедвытрезвитель), 2015 г., ул. Пугачевская, 14

Кроме того, после войны часть Пугачевской за ул. КИМ лишилась проезжей части, что привело к нарушению целостности улично-дорожной сети этой части города. По этой причине «оторванная» часть улицы стремительно превратилась в задворки, местами поросшие травой в человеческий рост. В советское время улица потеряла статус одной из главных в исторической части города.

Постсоветский период

В постсоветский период улица продолжила застраиваться различными сооружениями. На месте засыпанного многометровым слоем земли особняка Голдобина и окружающей его территории, много лет остававшейся пустырем, началось строительство жилого комплекса «Волжские паруса». Один из корпусов расположен на месте дома Голдобина.

Кроме того, были снесены ветхие деревянные дома по адресу ул. Пугачевская, 5А и 5Б, а также дом № 3 по ул. Балахнинская. На месте снесенных зданий в 2015 г. был построен жилой комплекс бизнес-класса «Разинские Челны», состоящий из трех 17-ти этажных дома с адресами ул. Пугачевская, 5, 5Г, 5Д. Эти высотные здания внесли дополнительную дисгармонию в исторический ансамбль улицы Пугачевской, поскольку масштаб новостроек не соответствует масштабу улицы, они практически вытеснили царицынские особняки. Внешний вид новостроек совершенно не соответствует историческому контексту, материалы подобраны без отсылки к существовавшей застройке, наблюдаются стилистические несоответствия. Но нельзя отрицать, что благодаря строительству этого жилого комплекса было сделано благоустройство и обновлена инфраструктура хотя бы части ул. Пугачевской, была уплотнена застройка на этом участке территории. На большем своем протяжении улица по-прежнему остается недоступной для

автомобилистов и пешеходов по причине отсутствия дорожного покрытия и тротуаров.

Сегодня два дома по адресу ул. Пугачевская, 3, имеют один адрес, но по факту отделены друг от друга и эксплуатируются по-разному. В одной его части располагается анатомический корпус Волгоградского государственного медицинского университета, а в другом — 8 жилых квартир. В отсутствии утерянного исторического контекста улицы Пугачевской, среди хрущевок и многоэтажек эти два дома издалека и впрямь воспринимаются как один.

С апреля по октябрь 2019 г. благодаря программе капитального ремонта многоквартирных домов проводился капитальный ремонт жилой части здания. Оно ни разу капитально не ремонтировалось после восстановления в конце 1940-х гг. прошлого века[6].

До ремонта дом был в плохом состоянии. Из-за того, что на боковой фасад жилого корпуса «давил» анатомический корпус ВолгГМУ, снаружи и внутри здания образовались сильные трещины. Также во время ремонта выяснилось, что здание осело примерно на метр [18].

Земельные участки с объектами культуры на их территории (одно-, двухэтажные жилые здания от дома № 9 до № 15Б по ул. Пугачевской) находятся в частных домовладениях. Несмотря на близость к центру города, квартал одноэтажных домов дореволюционной постройки закрыт для посещения людьми и не благоустроен. Территория обнесена заборами и не имеет сформированного автомобильного доступа, внутридворовые проезды отсутствуют (рис. 17). В настоящее время территория практически недоступна из-за отсутствия транспортно-пешеходных связей. Сооружения градостроительного комплекса находятся в неудовлетворительном состоянии.

Рис. 17. Состояние территории квартала малоэтажных жилых домов по ул. Пугачевская

[6] Дом-памятник со столетней историей ремонтируют в Волгограде / Все для Вас. Волгоград. URL: http://news.vdv-s.ru/kommunalka/18057-dom-pamjatnik-so—stoletnej-istoriej-remontirujut-v-volgograde.html

В то же время размещение квартала на верхней террасе набережной, обеспечивающее панорамное раскрытие акватории реки Волги, обусловливает его особую инвестиционную привлекательность.

Особняк купца Ищенко по адресу ул. Пугачевская, 14 находится в запустении с тех пор, как в 2000-х гг. был ликвидирован спецмедвытрезвитель. В 2010—2012 гг. сооружение горело — пострадала крыша и помещения второго этажа (см. рис. 15). На данный момент здание находится в аварийном состоянии. В 2019 г. комитет государственной охраны памятников и объектов культурного наследия Волгоградской области взял его под охрану. Согласно приказу комитета, охрана исторического памятника «Дом жилой купца Ищенко», включенного в реестр объектов культурного наследия народов России, возлагается на собственника здания. Согласно документу, в 2020—2024 гг. должна быть разработана научно-проектная документация по реставрации здания.

В настоящее время улица Пугачевская характеризуется дисгармонией архитектурных решений — на территории расположены постройки трех периодов времени (царицынский, советский и современный волгоградский). Общее состояние зданий царицынского периода можно охарактеризовать как неудовлетворительное, некоторые из построек находятся в аварийном состоянии, требуется срочно предпринять меры по реставрации объектов. Застройка советского периода по большей части является типовой, фоновой, но есть и несколько зданий в стиле сталинского классицизма и социалистического конструктивизма. В большей мере выделяются современные постройки 2010-х гг., поскольку они все являются многоэтажными (16—17 этажей).

Анализируя территорию градостроительного ансамбля, можно выделить следующие проблемы:

- неудовлетворительное состояние большей части сооружений градостроительного комплекса по ул. Пугачевской;
- хаотичная застройка нежилыми сооружениями (гаражи, пристройки);
- отсутствие связности улично-дорожной сети на ул. Пугачевская в границах ул. Огарева и ул. Ким, что напрямую препятствует развитию территории;
- бедность функциональных сценариев использования среды;
- низкий уровень благоустройства и озеленения.

Кроме того, сформулируем основные причины разрушения сооружений ансамбля:

- большая часть зданий градостроительного комплекса находится в частной собственности;
- отсутствие государственного финансирования, способного хотя бы спасти здания от дальнейшего разрушения;
- отсутствие реальных собственников, заинтересованных в сохранении памятника архитектуры;
- недостаточная активность самих жителей города, отсутствие гражданских инициатив.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Иванова Е.* Пугачевская улица / V1.RU. Новости Волгограда. URL: https://v1.ru/text/gorod/51481691/

2. *Жорова Е. П.* Зацарицынский форштадт // Отчий край. 1996. № 4. С. 175—179.

3. *Андреев Н.* Иллюстрированный путеводитель по Волге и ее притокам Оке и Каме: с видами городов и достопримечательностей. 2-е изд. М.: «Мысль». 1915. 336 с.

4. *Любименко А.* Царицын глазами современников / Волгоградская правда. URL: https://vpravda.ru/obshchestvo/gorod-po-vneshnosti-svoey-napominaet-derevnyu-25177/

5. *Баранская Е. А., Ковалева Г. Н., Гаджиев Г. А.* История формирования планировочной структуры площади торгового центра в Ворошиловском районе города Волгограда // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2017. Вып. 47(66). С. 535—544.

6. *Литвинова И. Н., Данилова Е. О., Карагодина О. А.* Объекты историко-архитектурного наследия г. Волгограда: городская среда Царицына рубежа XIX—XX вв. // Былые годы. Российский исторический журнал. 2020. № 58(4). С. 2598—2608. DOI: 10.13187/bg.2020.4.2598.

7. *Водолагин М. А.* Очерки истории Волгограда (1589—1967) / Акад. наук СССР. Волгоград, 1968. 448 с.

8. *Сколков Г. С.* Царицын — Сталинград в прошлом. Очерк первый. 1589—1862 гг. / Сталинград: Изд-во Сталинградского обществава краеведения, 1928. 42 с.

9. *Шкода Р. В.* История вокзала Волгоград—1. Царицын РФ. URL: http://xn--80aqpk2ad9a.xn--p1ai/article/articlestsaritsyn/22-istoriya-vokzada-volgograd-1.html.

10. *Калашников С. Ю., Олейников П. П., Олейникова Е. П.* ВолгГАСУ — 60 лет. История местоположения // Вестник МГСУ. 2012. № 9. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/volggasu-60-let-istoriya-mestopolozheniya-1

11. *Давидич Т. Ф., Качемцева Л. В.* Особенности эклектики в архитектуре Российской империи // Academia. Архитектура и строительство. 2015. № 4. С. 16—22.

12. *Олейников П. П.* Архитектурное наследие Сталинграда. Волгоград: Издатель, 2012. 563 с.

13. *Ермилова Н.* Легенды Волгограда: на месте «Волжских парусов» когда-то располагался дом царицынского «Теслы» / Сетевое издание www.volganet.net. URL: https://volganet.net/2020/10222/

14. *Иванов С. М., Супрун В. И.* Храмы Царицына, Сталинграда, Волгограда. Волгоград: Изд-во ВГИПК : Волгогр. епархиальное изд-во, 2003. 240 с.

15. Свод историко-архитектурного наследия Царицына — Сталинграда — Волгограда (1589—2004 гг.) / С. А. Аргасцева, Л. В. Гуренко, Е. П. Жорова и др. Волгоград: Панорама, 2004.

16. *Шкода Р. В.* Пугачевская, 14. Царицын РФ. URL: http://xn--80aqpk2ad9a.xn--p1ai/social/watch/68-pugachevskaya-14.html

17. *Прохоров С.* Разные судьбы «рогатых» домов // Записки Гагроведа. URL: http://gagraved.ru/publ/gagrinskie_fotoprogulki/globalnyj_razdel/raznye_sudby_rogatykh_domov_ii_pansionat_grebeshok_i_giperborejskij_greben_madam_kshesinskoj_okonchanie/2-1-0-74

18. *Багрова О.* В Волгограде завершается капитальный ремонт уникального здания / Волгоградская правда. URL: https://vpravda.ru/obshchestvo/v-volgograde-zavershaetsya-kapitalnyy-remont-unikalnogo-zdaniya-77522/

© Полонская А. А., Антюфеев А. В., 2021

Поступила в редакцию
в апреле 2021 г.

Ссылка для цитирования:

Полонская А. А., Антюфеев А. В. Градостроительный и историко-культурный анализ комплекса зданий царицынской застройки по ул. Пугачевской г. Волгограда // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 2(83). С. 166—181.

Об авторах:

Полонская Алина Андреевна — магистрант, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; alina.polonskaya@mail.ru

Антюфеев Алексей Владимирович — канд. арх., проф., зав. каф. урбанистики и теории архитектуры, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; ORCID: 0000-0002-4895-0094; Scopus ID: 57200195262; antyufeev_a@mail.ru

Alina A. Polonskaia, Alexey V. Antyufeev

Volgograd State Technical University

CITY-PLANNING AND HISTORICAL AND CULTURAL ANALIZ OF THE TSARITSYN BUILDINGS COMPLEX ON THE ST. PUGACHEVSKAYA, VOLGOGRAD

The article provides an urban planning and socio-cultural analysis of the existing state of the Tsaritsyn building complex on Pugachevskaya street in Volgograd. The historical development of the territory of the Voroshilovsky district of Volgograd and the urban planning ensemble is studied. The existing state of the town-planning complex along Pugachevskaya street is analyzed and described.

K e y w o r d s: Pugachevskaya street, Zatsaritsynsky Vorstadt, development of Tsaritsyn, architectural heritage, historical environment, cultural heritage site, historical city centre, historical-genetic analysis, monument of architecture.

For citation:

Polonskaia A. A., Antyufeev A. V. [City-planning and historical and cultural analiz of the tsaritsyn buildings complex on the st. Pugachevskaya, Volgograd]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2021, iss. 2, pp. 166—181.

About authors:

Alina A. Polonskaia — Master's Degreee student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., 400074, Volgograd, Russian Federation; alina.polonskaya@mail.ru

Alexey V. Antyufeev — Candidate of Architecture, Professor, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., 400074, Volgograd, Russian Federation; ORCID: 0000-0002-4895-0094; Scopus ID: 57200195262; antyufeev_a@mail.ru

УДК 72:796.5(470.45)

Б. М. Гришин[а], И. В. Шевчук[б], Н. Н. Антонова[б], А. М. Тамбовцев[б], И. И. Соколов[б]

[а] Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
[б] Волгоградский государственный технический университет

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЗОНИРОВАНИЯ ПРИРОДНОГО ПАРКА «ПЯТИГОРЬЕ»

Проанализировано зонирование природного парка «Пятигорье», включающего природные комплексы и объекты, которые имеют значительную экологическую, эстетическую и природно-ландшафтную ценность. Разработаны схемы зонирования с поправкой на неоднородность территории по таким факторам, как характер градостроительного освоения, природных условий и рельефа. Рассмотрены этапы развития территории.

К л ю ч е в ы е с л о в а: природный парк, Ставропольский край, зонирование, рекреация, природный парк «Пятигорье».

В связи с ростом урбанизации и ухудшением экологического состояния природной среды возрастает потребность населения в получении качественных услуг в сферах отдыха и туризма не только на федеральном, но и на региональном и местном уровнях. Проблема отсутствия развитой рекреационной инфраструктуры в регионах России обсуждается в различных областях науки. В настоящее время многие регионы страны в рамках долгосрочных стратегий развития территорий рассматривают отдых и туризм как одни из перспективных направлений [1].

Целью работы является предложение по созданию природного парка «Пятигорье» и ландшафтный анализ данной территории с выделением основных функциональных зон.

Исходя из поставленной цели *основными задачами* работы стали:

- изучение формирования территории, на которой предлагается создание природного парка;
- определение границ природного парка «Пятигорье»;
- выявление возможных функциональных зон природного парка в структуре территории;
- использование выявленных зон в формировании природного парка;
- предложение схем зонирования природного парка «Пятигорье».

Ставропольский край — удивительное природно-географическое место. Данный регион расположен между Восточно-Европейской равниной и Кавказским хребтом и обладает многообразием природных условий, а также богатством растительного и животного миров. Именно этим объясняется немалое количество особо охраняемых природных территорий (ООПТ) на земле края (табл. 1).

Однако в крае отсутствуют природные парки. На основе графо-анализа было выделено четыре ландшафтно-рекреационных территории с богатым разнообразием природных памятников, которые могут служить основой природных парков [2].

Самый крупный природный парк, планируемый в Ставропольском крае, получил название «Пятигорье». Площадь парка составляет около 53 227 га. Территория парка включает в себя природные комплексы и объекты, имеющие значительную экологическую, эстетическую и природно-ландшафтную ценность. Расположена данная территория на юго-западе края и входит в состав двух районов — Предгорного и Минераловодского (рис. 1).

Таблица 1

ООПТ регионального значения Ставропольского края

Текущая актуальность	Существующие	Перспективные	Утраченные и реорганизованные
Природные парки	0	4	0
Государственные природные заказники	42	10	5
Памятники природы	66	4	1
Дендрологические парки и ботанические сады	1	0	0
ООПТ иных категорий	2	20	0

Рис. 1. Схема административного районирования Ставропольского края: * районы, в которых расположен природный парк «Пятигорье»

Климат на территории предлагаемого парка умеренно-континентальный с большим количеством солнечных дней. Здесь сравнительно сухо, так как сюда не поступают влажные воздушные массы с Черного моря — они задерживаются Главным Кавказским хребтом. Разнообразие рельефа создает различие в климате территории парка, которое формируется под воздействием ряда факторов:

- разница высотного положения;
- защищенность горами, определяющая особенности микроклимата (табл. 2).

На территории природного парка можно выделить следующие функциональные зоны:

- природоохранная;
- рекреационная;
- агрохозяйственная;
- буферная;
- околопарковая [3].

Таблица 2

Климат природного парка «Пятигорье»

Абсолютный максимум температур (июль), °С	36,2
Средний максимум температур (июль), °С	24,4
Средняя температура (июль), °С	18,6
Среднегодовая температура, °С	7,5
Средняя температура (январь), °С	–2,2
Средний минимум температур (февраль), °С	–6,3
Абсолютный минимум температур (февраль), °С	–26,2
Норма осадков (за год), мм	350…500
Относительная влажность, %	70
Скорость ветра, м/с	2…4
Количество солнечных дней	112

Природоохранная зона в общей сложности занимает площадь примерно в 18 964 га, где запрещается хозяйственная деятельность, а посещение зоны сторонними лицами строго регламентировано (рис. 2). Эта зона состоит из шести подзон. На многих из них уже действует строгий природоохранный режим. Самая большая подзона — это государственный природный заказник «Бештаугорский». Его площадь составляет 10206,88 га. Заказник расположен на территории Подкумско-Золкинского природно-культурного лесостепного ландшафта [4]. Рельеф представлен Минераловодской предгорной наклонной террасированной равниной. В центральной части равнины поднимаются горы Кавказских Минеральных Вод. В территорию заказника включены 10 гор, которые объявлены памятниками природы краевого значения: «Гора Бештау», «Гора Бык», «Гора Верблюд», «Гора Железная», «Гора Змейка», «Гора Лысая», «Гора Медовая», «Гора Острая», «Гора Развалка», «Гора Тупая» [5].

Рис. 2. Природоохранная зона

Рекреационная зона составляет около 10973 га, где происходит организация отдыха и туристических экскурсий (рис. 3). Эта зона состоит из четырех подзон, где одна — зона интенсивной рекреации (IIа), а три другие — зоны экстенсивной рекреаций (IIб). Зона интенсивной рекреации располагается в западной части парка и занимает территорию в 2140 га, а зоны экстенсивной рекреации в совокупности примерно в четыре раза больше, чем интенсивная, и ее общая площадь 8833 га. Зоны экстенсивной рекреации расположены на юге [6].

Восточная граница интенсивной рекреации совпадает с границей государственного природного заказника «Бештаугорский». На территории данной зоны расположен природный памятник «Гора Шелудивая». Западная граница этой зоны совпадает с границей предлагаемого парка [7].

Зоны экстенсивной рекреации включают в себя такие памятники природы как горы Джуца, Юца, Дубовка, Машук, Золотой курган; Пятигорский большой Провал; Великовозрастное дерево ореха грецкого; группа великовозрастных деревьев в Парке культуры и отдыха им. С. М. Кирова и Великовозрастные сосны Сосновского [8—10].

Агрохозяйственная зона расположена на севере природного парка и занимает площадь примерно в 6680 га (рис. 4). Зона состоит из двух подзон, которые разделяет самая большая природоохранная подзона парка. Основное направление этих зон — молочное скотоводство и птицеводство. Вспомогательные отрасли — свиноводство, овцеводство и пчеловодство [11].

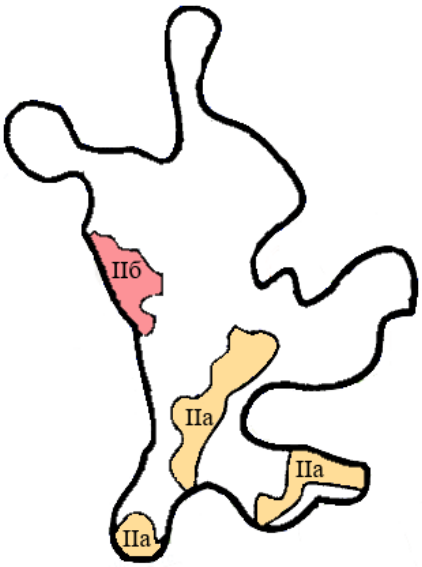


Рис. 3. Рекреационная зона: IIа — интенсивная рекреация; IIб — экстенсивная рекреация

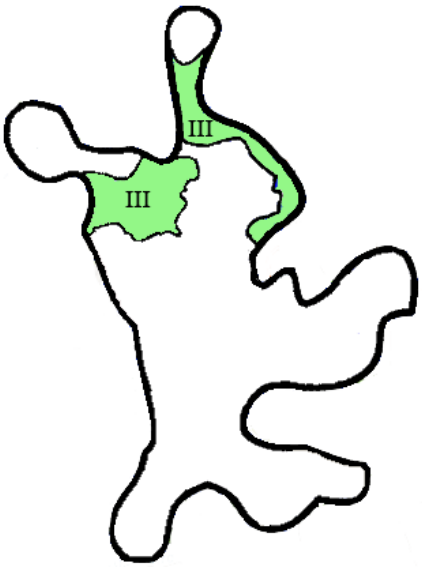


Рис. 4. Агрохозяйственная зона

Буферная зона составляет 15117 га и состоит из двух подзон (рис. 5). В одну из них вкраплена природоохранная зона — составная часть государственного природного заказника «Бештаугорский» [12].

Околопарковая зона в восточной части природного парка разбита на два участка (рис. 6). Площади участков почти равнозначны и занимают небольшую часть на границе в восточной территории парка [13].

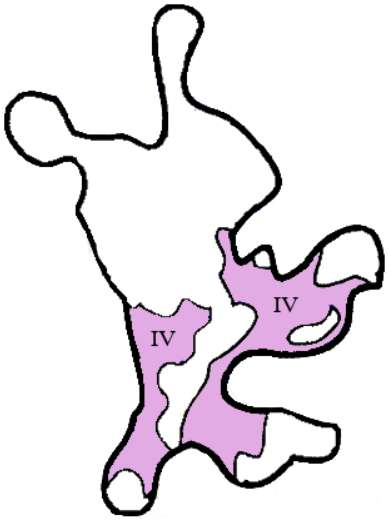


Рис. 5. Буферная зона

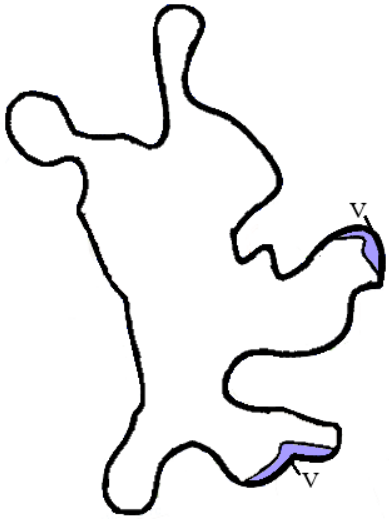


Рис. 6. Околопарковая зона

На основании всего вышеизложенного предлагается комбинированный вариант организации природного паркового пространства.

Размещение зон особой охраны подчиняется единственному признаку — естественному распространению участков и объектов природы, заслуживающих особой охраны. Их положение дает начало очертанию всей схемы зонирования [14—16].

Такое четкое членение отличается значительным разнообразием экономико-географических, природных и социальных условий. Как показывает градостроительный анализ, в условиях Ставропольского края достаточно пяти основных зон (рис. 7).

Научная значимость статьи заключается в решении важной для Ставропольского края народнохозяйственной проблемы — выявлении особенностей и проблем формирования туристско-рекреационных территорий и предложении принципов и методов их планировочной организации для преобразования уже существующих туристско-рекреационных территорий и развития новых без нанесения вреда экологическому состоянию природных ресурсов и историко-культурному потенциалу региона [17].

Практическая значимость выявляется тем, что впервые был комплексно оценен туристско-рекреационный потенциал территории Ставропольского края. Выявлены территории, наиболее перспективные для развития отдыха и туризма, определена их функциональная направленность в связи с ресурсным потенциалом [18]. Определены перспективные направления рекреационного освоения территорий края, направленные на рациональное использование ресурсов без нанесения вреда экологическому состоянию среды:

- освоение и стабилизация состояния овражно-балочных ландшафтов;
- реструктуризация прибрежных территорий малых рек;

- рекреационная рекультивация нарушенных территорий;
- формирование центров сельского, событийного и паломнического туризма.

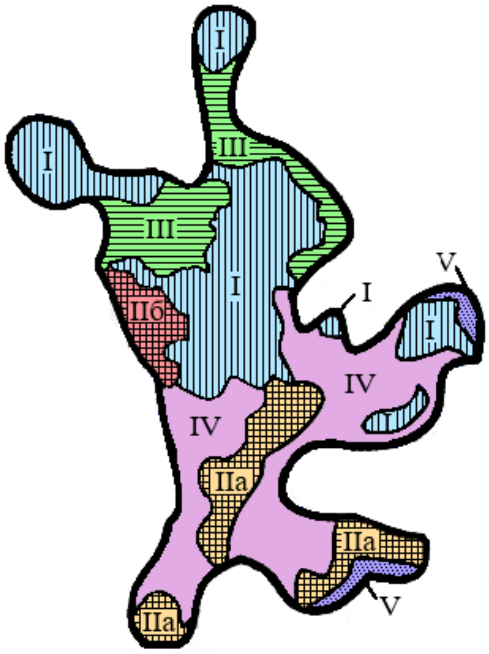


Рис. 7. Схема границ территории природного парка «Пятигорье»: I — природоохранная зона, IIа — зона экстенсивной рекреации, IIб — зона интенсивной рекреации, III — агрохозяйственная зона, IV — буферная зона, V — околопарковая зона

Выводы

Выявлены основные тенденции развития рекреационных территорий Ставропольского края. Комплексно проанализированы особенности формирования структуры природного парка. Предложено создание и функциональное зонирование природного парка «Пятигорье». При рассмотрении природного парка «Пятигорье» было выявлено, что данная территория прошла исторические, географические, рекреационные и туристические этапы развития.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Регамэ С. К., Маркус К. Б.* Историко-культурный каркас России. Подход к выявлению // Градостроительство. 2013. № 1(23). С. 48.

2. Ландшафтно-рекреационные особенности природных памятников как направление развития современных природных парков Ставропольского края / С. Д. Митягин, И. В. Шевчук, Е. И. Мельникова, Ю. Б. Колышев и др. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 4(77). С. 196—203.

3. Архитектурно-ландшафтная среда рекреационных территорий / В. Ф. Сидоренко, И. И. Соколов, Е. И. Мельникова, А. И. Соколов и др. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2014. Вып. 37(56). С. 219—225.

4. *Антюфеев А. В.* Агломеративное развитие городов: архитектурно-градостроительные идеи и их реализация (на примере Волгограда) // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2009. Вып. 15(34). С. 179—183.

5. *Boon J.* «Couperusolwin», der Haag: Sied-lungs — und Erholungsgrün über Tiefgaragen in chemals bewaldeter Dünenlandschaft // Garten Landschaft. 1984. Vol. 6. Pp. 40—42.

6. *Hubbard W.* Reassessing the art of landscape design: Central Park as a case Study // Architectural Record. 1984. Vol. 17. Iss. 10. Pp. 69—75.

8. Организация архитектурно-ландшафтной среды рекреационных территорий / В. Ф. Сидоренко, И. И. Соколов, Е. И. Мельникова, А. И. Соколов и др. // Строительство в прибрежных курортных регионах: материалы VIII Международной научно-практической конференции, посвященной итогам Олимпийского строительства в г. Сочи, 19—23 мая 2014 г. Сочи: РосИнновации, 2014. 522 с.

9. *Jacgues D., Whitton M.* Computers in Landscape Practice: Applications in a landscape office // Landscape Design. 1984. Vol. 17. Iss. 152. Pp. 49—50.

10. *Соколов И. И.* Анализ состояния территории Юга России на основе методов пространственного планирования и их эффективного использования с учетом рекреационного потенциала // Интернет-вестник ВолгГАСУ. 2008. Вып. 1(5). С. 4. URL: www.vestnik.vgasu.ru.

11. *Птичникова Г. А.* Архитектура и потребитель: метаморфозы города под влиянием глобального туризма // Социология города. 2010. № 3. С. 10—15.

12. Greater London Landscape // Landscape Design. 1985. № 153. Pp. 29—50.

13. Оценка рекреационного потенциала Волгоградской области / И. И. Соколов, Г. В. Павлов, А. И. Соколов, Е. И. Горюнова // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2012. Вып. 28(47). С. 343—349.

14. *Smyth B.* Slowing up the pace of London's greening // Town and Country Planning. 1984. Vol. 53. Iss. 12. Pp. 356—358.

15. *Milchert J.* Der Balkon // Standart. 1984. Vol. 1. Pp. 38—41.

16. The prediction of scenic beauty from landscape content and composition / M. R. Patsfall, N. F. Feimer, G. J. Buhyoff', J. D. Wellman // Journal of Environmental Psychology. 1984. Vol. 4. Iss. 1. Pp. 7—26.

17. *Staniscia B., Komatsu G., Staniscia A.* Nature park establishment and environmental conflicts in coastal areas: The case of the Costa Teatina National Park in central Italy // Ocean & Coastal Management. 2019. Vol. 182.

18. Tourism and nature conservation: A case study in Golestan National Park, Iran / S. Ghoddousi, P. Pintassilgo, J. Mendes, A. Ghoddousi etc.// Tourism Management Perspectives. 2018. Vol. 26.

© Гришин Б. М., Шевчук И. В., Антонова Н. Н., Тамбовцев А. М., Соколов И. И., 2021

Поступила в редакцию
в апреле 2021 г.

Ссылка для цитирования:

Анализ функционального зонирования природного парка «Пятигорье»/ Б. М. Гришин, И. В. Шевчук, Н. Н. Антонова, А. М. Тамбовцев, И. И. Соколов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 2(83). С. 182—189.

Об авторах:

Гришин Борис Михайлович — д-р техн. наук, проф., зав. каф. водоснабжения, водоотведения и гидротехники, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства. Российская Федерация, 440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28; voda@pguas.ru

Шевчук Ирина Вячеславовна — студентка, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; shevchuck@yandex.ru

Антонова Наталья Николаевна — доц. каф. ландшафтной архитектуры и профессиональных коммуникаций, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; antonovann.nata@mail.ru

Тамбовцев Андрей Михайлович — студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

Соколов Иван Иванович — канд. арх., проф., доц. каф. архитектуры зданий и сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; sokolovii@mail.ru

Boris M. Grishin[a], Irina V. Shevchuk[b], Natal'ya N. Antonova[b], Andrey M. Tambovtsev[b], Ivan I. Sokolov[b]

[a] Penza State University of Architecture and Construction
[b] Volgograd State Technical University

ANALYSIS OF FUNCTIONAL ZONING OF THE NATURAL PARK "PYATIGORYE"

The zoning of the natural park "Pyatigorye", which includes natural complexes and objects that have significant ecological, aesthetic and natural landscape value, is analyzed. Zoning schemes have been developed, adjusted for the heterogeneity of the territory on such factors as the nature of urban development, natural conditions and terrain. The stages of development of the territory are considered.

K e y w o r d s: natural park, Stavropol territory, zoning, recreation, natural park "Pyatigorye".

For citation:

Grishin B. M., Shevchuk I. V., Antonova N. N., Tambovtsev A. M., Sokolov I. I. [Analysis of functional zoning of the natural park "Pyatigorye"]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2021, iss. 2, pp. 182—189.

About authors:

Boris M. Grishin — Doctor of Engineering Sciences, Professor, Penza State University of Architecture and Construction. 28, Germana Titova st., Penza, 440028, Russian Federation; voda@pguas.ru

Irina V. Shevchuk — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; shevchuck@yandex.ru

Natal'ya N. Antonova — Docent of Landscape Architecture and Professional Communications Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; antonovann.nata@mail.ru

Andrey M. Tambovtsev — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation

Ivan I. Sokolov — Candidate of Architecture, Professor, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; sokolovii@mail.ru

УДК 72.03, 728

Н. В. Иванова[а, б], Е. М. Брехов[а]

[а] Волгоградский государственный технический университет
[б] Волгоградский государственный аграрный университет

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ АРХИТЕКТУРЫ ГОРОДОВ ПОСЛЕ ПАНДЕМИИ КОРОНАВИРУСА

На городских жителей, которые составляют 55 % населения Земли, пришелся основной удар пандемии. Пандемия коронавирусной инфекции сделала вызов архитектурному сообществу. Сегодня множество зданий по всему миру проектируется с учетом особенностей эпидемии.

Целью исследования является анализ архитектурных тенденций в условиях пандемии коронавируса.

К л ю ч е в ы е с л о в а: пандемия коронавируса, санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, архитектурные решения, экологическая безопасность

На протяжении всей истории население отдельных городов и стран подвергалось эпидемиям, вызванным различными бактериями и вирусами. Эпидемии активно влияли на развитие человечества, характер жизни и строительства.

Целью исследования стало изучение архитектурных тенденций строительства и архитектуры в условиях пандемии коронавируса.

Был проведен анализ литературных, нормативно-проектных и специальных источников, посвященных новым направлениям и течениям в архитектуре и строительстве различных типов зданий и сооружений.

С эпидемиями тифа, оспы, чумы вели борьбу медицинские работники, армия и мастера архитектуры. Например, в XIV в., в Италии на Сицилии архитекторами были спроектированы и возведены крепости для изоляции зараженного населения.

Больных во время вспышек чумы в европейских государствах помещали в лазареты, больше похожие на тюрьмы (Хорватия, Крит, Мальта и др.)[1] (рис. 1).

Париж в начале XIX в. представлял собой средневековый город: узкие улицы между жилыми постройками, отсутствие канализации, мест для хранения отходов превратили город в зловонный рассадник антисанитарии, что влекло за собой массовые вспышки различных заболеваний.

Именно по этой причине французский градостроитель барон Осман осуществил огромные по масштабу городские преобразования. Улицы в Париже были расширены, нагромождение построек было расчищено, массово строились водопроводные и канализационные сети, что привело к снижению заболеваний инфекционного и вирусного характера (рис. 2) [1].

[1] Стройка во время чумы: 9 сооружений, появившихся благодаря эпидемиям. URL: https://strelkamag.com/ru/article/stroika-vo-vremya-chumy-9-sooruzhenii-poyavivshikhsya-blagodarya-epidemiyam.

Рис. 1. Госпиталь в Дубровнике (Хорватия)

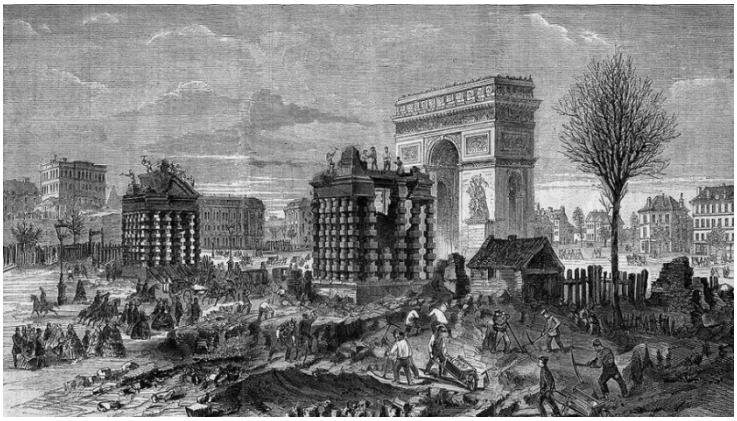


Рис. 2. Расширение улиц в Париже, XIX в.

Начало XX столетия ознаменовалось распространением туберкулеза. Больных было необходимо изолировать в отдельных помещениях, им требовались солнечный свет и свежий воздух. Многие архитекторы, в том числе и такие как Ле Корбюзье и Алвар Аалто, начали разрабатывать проекты домов, которые были достаточно освещены, имели хорошую вентиляцию и пространство для отдыха на свежем воздухе. Именно в этот период времени в проектировании частных домов появляются просторные и светлые сооружения с открытой планировкой.

Эпидемия тифа в начале XX в. оказала значительное влияние на изменение архитектурного облика жилых зданий в Москве. Стало возможным предоставление гражданам безопасного жилья, начали разрабатываться санитарные правила и нормы при составлении генпланов городов. Дома возводились с учетом требований сквозного проветривания, ориентации квартир на солнечную сторону, регламентации расстояний между объектами (Дом Наркомфина в Москве, построенный в 1928—1930 гг., архитекторы М. Гинзбург, И. Милинис)[2].

[2] История одного здания: зачем был построен Дом Наркомфина. URL: https://www.mos.ru/news/item/27562073/

Современные пандемии XX—XXI вв. вносят в архитектурные науки значительные коррективы, в т. ч. в градостроительные нормы. Так, COVID-19, накрывший все страны в зимне-весенний период 2020 г., обозначил проблему неприспособленности современных городов к ситуации глобальных вирусных инфекций.

По данным американского Национальный центра иммунизации и респираторных заболеваний (NCIRD)[3], исследованиям Министерства здравоохранения Российской Федерации[4] установлено, что наиболее частыми местами распространения заболевания являются офисные пространства, места общественного питания, городской транспорт и магазины (собирающие на своей территории огромное скопление людей), помещения, не оборудованные системами качественной санитарной обработки, где санитарно-эпидемиологические нормы не всегда соблюдаются.

Стало очевидно, что большинство современных крупных городов не справляются с рисками и последствиями локальных и масштабных заболеваний, представляя собой многоэтажные «ульи» с высокой плотностью населения. Во многих странах были предприняты меры по минимизации скопления больших масс населения в деловых зонах городов, дистанцирование услуг, введение мер по предотвращению угрозы распространения инфекции:

- установка измерителей температуры людей и очистителей воздуха от вирусов и бактерий;
- уменьшение плотности расположения людей на рабочих местах;
- частичный перевод сотрудников на удаленный формат работы.

Новые условия для проектирования не оставили в стороне и сообщество архитекторов: строятся новые, модернизируются старые архитектурные объекты на условиях создания бесконтактного мира, учитываются и принципы архитектурно-экологического формообразования жилых зданий. Архитектурное бюро Studio precht разработало проект инновационного городского парка Parc-de-la-Dal, с возможностью прогуляться на воздухе в городской черте с соблюдением норм социальной дистанции (рис. 3) [2]. Пристальное внимание обращается на формирование зеленого кольца вокруг города для организации комфортных условий для жизнедеятельности [3].

Обнаружив необходимость в предоставлении уединенных рабочих пространств, проектировщики студии Hello Wood разработали быстровозводимое индивидуальное рабочее помещение Workstation, которое можно разместить в полевых условиях, во дворе личного дома. Конструкция помещения имеет форму сложной многогранной фигуры и изготовлена из традиционных материалов, что придает сооружению интересный внешний вид и высокую степень экологичности (рис. 4) [2].

Проектировочная компания M-Rad разработала проект мобильных передвижных центров, состоящих из медных сплавов (учитывая природное свойство меди к уничтожению вирусных патогенов). По замыслу разработчиков в

[3] Social Distancing | Centers for Disease Control and Prevention. URL: https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/social-distancing.html.

[4] Коронавирус — симптомы, признаки, общая информация… URL: https://covid19.rosminzdrav.ru/?gclid=CjwKCAiAu8SABhAxEiwAsodSZMqot5yEU3Og7OUSXBsf1tFPNrqMiGujbjSs5ZKHQ3siPUw-sxXBoCIW0QAvDBwE

таких центрах предполагается проводить быструю медицинскую диагностику на предмет заражения вирусными инфекциями (рис. 5) [2].

В Италии архитектор А. Ренна выдвинула предложение соорудить на базе неработающего спортивного комплекса Сан-Сиро, что располагается в Милане, место памяти жертв коронавирусной пандемии (перестроить трибуны в зеленые террасы, высадить на них итальянские кипарисы, разместить там музейный комплекс с исследовательским центром) (рис. 6) [2].

Рис. 3. Парк Parc-de-la-Dal

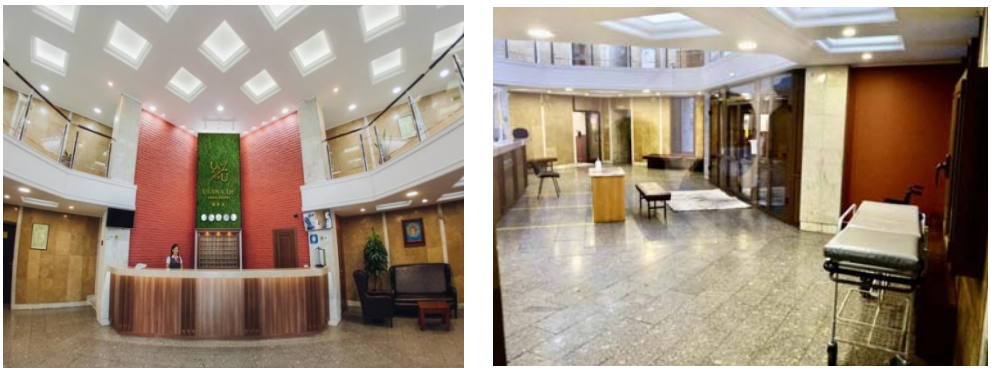
Рис. 4. Помещение Workstation

Рис. 5. Мобильный передвижной центр

Рис. 6. Проект мемориального комплекса

Были приняты меры по сдерживанию и предотвращению дальнейшего распространения нынешней и возможных будущих пандемий. Так, был разработан проект нового СП 2.1.3678-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг».[5]. Документ влияет на набор основных помещений, обязательных для обеспечения противоэпидемического режима и регулирует наименьшие допустимые площади помещений, что в свою очередь сказывается на планировке новых зданий. Проектируемые сооружения, при учете новых санитарных правил, будут обладать большей комфортностью и повышенной экологической безопасностью.

В настоящий момент предпринимаются действия по реновации или перепрофилированию уже имеющихся зданий: свои назначения изменяют отели и гостиницы, которые переоборудовают в лечебные центры для зараженных вирусом COVID-19. Примером служит гостиничный Парк-отель Улан-Удэ, который был переделан в стационар для лечения пациентов с новой коронавирусной инфекцией (рис. 7)[6]. Заслуживают внимание и новые технологии для восстановления функционального качества строительных объектов жилого назначения [4].



а *б*

Рис. 7. Парк-отель Улан-Удэ: *а* — до эпидемии; *б* — после эпидемии

Необходимой стала разработка новых правил строительства и введения в эксплуатацию быстровозводимых зданий с учетом противоэпидемических требований. В планировке этих объектов заложены принципы:

- разделения потоков людей в зданиях и сооружениях;
- наличия общественных пространств для бесконтактной передачи предметов;

[5] Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 24.12.2020 № 44 Об утверждении санитарных правил СП2.1.3678-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг». URL: https://docs.cntd.ru/document/573275590.

[6] Парк-отель Улан-Удэ переоборудован в ковидный госпиталь. URL: https://egov-buryatia.ru/press_center/news/detail.php?ID=78257

- архитектурных решений, связанных с ограничением личных контактов персонала, зараженных и посетителей [5—7].

На строительном рынке появляются новые тенденции и требования к жилью — функциональное личное пространство с возможностью организации рабочего кабинета даже на небольшой площади, наличие балконов и террас. В проекте берлинского архитектурного бюро FAR многоквартирного дома Wohnregal особенностью стали навесные стеклянные стены, которые могут раздвигаться, превращая комнаты в лоджии[7].

Генеральный секретарь ООН А. Гутерриш представил манифест, в котором он призвал мировое сообщество поменять отношение к планировке городских территорий и приспособить их к возможным будущим пандемиям и инфекциям[8]. Одна из предложенных концепций «15-минутный город» К. Морено предполагает наличие инфраструктуры в шаговой доступности — добраться до супермаркета, бара, выставочного зала можно пешком или на велосипеде. Подобные проекты уже реализуются в Мельбурне, Париже и Милане[9]. Другой идеей развития городской инфраструктуры является создание «оазисов», на территории которых можно без проблем пережить любую пандемию и эпидемию.

Фактор близости жилья к рабочему офису становится все менее важным. В мае этого года резко возрос интерес к недвижимости вне городской черты. По данным ЦИАН, на 35 % увеличился спрос на покупку жилья за городом в Ленинградской области по сравнению с прошлым годом[10], люди охотно переселяются на окраины городов, треть россиян хотела бы иметь свой земельный участок, 14 % мечтают о дачном участке[11] или жилье, удаленном от многолюдных мест [8, 9], имеющем надежные интернет-каналы [10, 11]. Это обстоятельство вызывает необходимость учитывать при проектировании прокладку более новых и совершенных цифровых сетей в зданиях, кварталах и целых городах[12], формировать пути повышения комфортности проживания населения и обеспечения экологической безопасности [12, 13].

На основе проведенных исследований был разработан эскизный проект современного высотного многофункционального жилого комплекса в Советском районе г. Волгограда, который имеет децентрализованные пространства и приспособлен для жизнедеятельности населения в период эпидемиологической опасности (рис. 8).

[7] Dezeen Awards 2021 URL: https://www.dezeen.com/awards/2020/shortlists/borderless-community-zi-ni-twelve-portals-fei-architects/

[8] В период восстановления после пандемии необходимо переосмыслить и изменить устройство городов. URL: https://news.un.org/ru/story/2020/07/1382751

[9] Концепция 15-минутного города. URL: http://gorodsreda161.ru/15-mins-concept.

[10] Спрос на загородную недвижимость. URL: https://tass.ru/nedvizhimost/9798999.

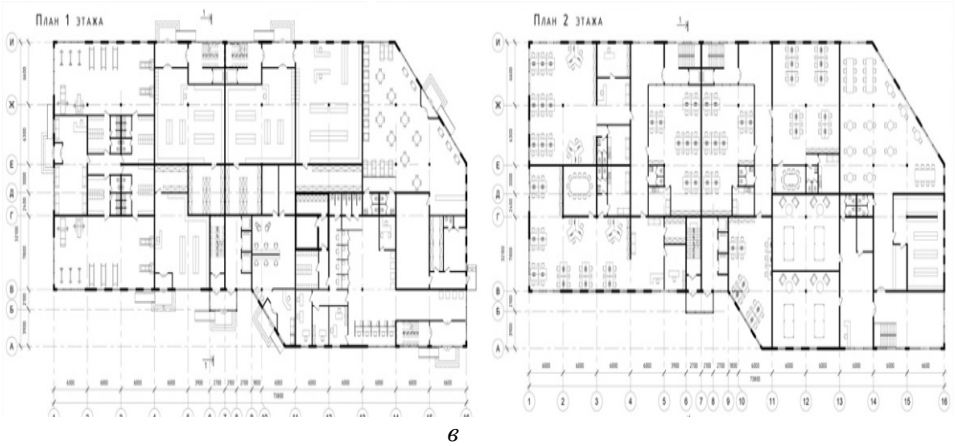
[11] Россияне: строить, а не сеять. URL: https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/rossiyane-stroit-a-ne-seyat.

[12] The Agents of Transformation Report 2020: COVID—19 Special Edition. URL: https://www.appdynamics.com/blog/news/agents-of-transformation-report-2020/

ИАА TelecomDaily: сразу три провайдера Москвы обеспечили среднюю скорость свыше 100 Мбит/сек. URL: https://tdaily.ru/news/2020/11/03/iaa-telecomdaily-srazu-tri-shpd-provaydera-moskvy-obespechili-srednyuyu-skorost-svyshe-100-mbit-sek.

а

б



в

Рис. 8. Проект многофункционального высотного жилого комплекса, автор — Е. Брехов, 2020 г.: *а* — объемная визуализация комплекса; *б* — фасады и разрез комплекса; *в* — планировка помещений комплекса

Выводы

Исследование формирования тенденций развития архитектуры во время пандемий, выявляет следующие направления:

- концепция «15-минутный город», дома-оазисы;
- модернизация старых архитектурных объектов, внедрение социальных дистанций, мобильных передвижных центров;
- разработка правил строительства и введения в эксплуатацию быстровозводимых зданий с учетом противоэпидемических требований;
- прочие архитектурные решения, связанные с ограничением личных контактов персонала, зараженных и посетителей.

Экспериментальное проектирование жилого комплекса для градостроительной ситуации Волгограда было построено на материалах проведенного исследования и в дальнейшем найдет свое развитие в дипломном проектировании.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Беленький А.* Париж, разрушенный Османом. URL: https://www.kommersant.ru/doc/3293747
2. *Лунькова В.* Бесконтактный мир: как Covid-19 отразился на архитектуре. URL: https://realty.rbc.ru/news/5f0c67909a794766cf2b8e31
3. *Черешнев И. В., Черешнева Н. В.* Исследование методов архитектурно-экологического формообразования жилых зданий // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 4(77). С. 213—220.
4. *Иванова Н. В., Ганжа О. А.* Ландшафтно-экологические особенности формирования комфортной среды умного города (на примере исторического строительства зеленого кольца Сталинграда — Волгограда) // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2017. Вып. 49(60). С. 153—166.
5. *Плешивцев А. А.* Аспекты применения приемов нетрадиционной технологичности для восстановления функционального качества строительных объектов жилого назначения // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2020. Вып. 1(78). С. 278—286.
6. Modular composite building in urgent emergency engineering projects: A case study of accelerated design and construction of Wuhan Thunder God Mountain/Leishenshan hospital to COVID-19 pandemic / L. K. Chen, R. P. Yuan, X. J. Ji, X. Y. Lu [etc.] // Automation in Construction. 2021. Vol. 124.
7. The design of safe classrooms of educational buildings for facing contagions and transmission of diseases: A novel approach combining audits, calibrated energy models, building performance (BPS) and computational fluid dynamic (CFD) simulations / F. Ascione, R. F. De Masi, M. Mastellone, G. P. Vanoli // Energy and Buildings. 2021. Vol. 230.
8. *Megahed N. A., Ghoneim E. M.* COVID-19 and healthy home preferences: The case of apartment residents in Tehran // Journal of Building Engineering. 2021. Vol. 35.
9. Impact of climate and ambient air pollution on the epidemic growth during COVID-19 outbreak in Japan / K. Azuma, N. Kagi, H. Kim, M. Hayashi // Environmental Research. 2020. Vol. 190.
10. *Bai Y.* College of Communications, Pennsylvania State University, 201 Vairo Blvd, State College, 16803 PA, United States // Information Economics and Policy. 2017. Vol. 40. Pp. 21—25.
11. *Bai Y.* Donald P. Bellisario College of Communications, Pennsylvania State University, State College, Pennsylvania 16803, USA // Information Economics and Policy. 2018. Vol. 44. P. 61.
12. *Megahed N.A., Ghoneim E. M.* Indoor Air Quality: Rethinking rules of building design strategies in post-pandemic architecture // Environmental Research. 2021. Vol. 193.
13. *Zarrabi M., Yazdanfar S. A., Hosseini S. B.* COVID-19 and healthy home preferences: The case of apartment residents in Tehran // Journal of Building Engineering. 2021. Vol. 35.

© Иванова Н. В., Брехов Е. М., 2021

Поступила в редакцию
в апреле 2021 г.

Ссылка для цитирования:

Иванова Н. В., Брехов Е. М. Особенности развития архитектуры городов после пандемии коронавируса // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 2(83). С. 190—198.

Об авторах:

Иванова Нина Васильевна — канд. арх., проф., проф. каф. архитектуры зданий и сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ), Волгоградский государственный аграрный университет. Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; ORCID: 0000-0002-2472-1705; ivanovaninav@mail.ru

Брехов Егор Михайлович — студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; egor.brehov@yandex.ru

Nina V. Ivanova[a, b], Egor M. Brehov[a]

[a] Volgograd State Technical University
[b] Volgograd State Agricultural University

FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF ARCHITECTURE CITIES AFTER THE CORONAVIRUS PANDEMIC

Urban dwellers, who make up 55 % of the world's population, have suffered the brunt of the pandemic. The coronavirus pandemic has challenged the architectural community. Today, many buildings around the world are designed with the epidemic in mind.

The aim of the study is to analyze architectural trends in the context of the coronavirus pandemic.

K e y w o r d s: coronavirus pandemic, sanitary and epidemiological requirements for the operation of premises, architectural solutions, environmental safety.

For citation:

Ivanova N. V., Brehov E. M. [Features of the development of architecture cities after the coronavirus pandemic]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2021, iss. 2, pp. 190—198.

About authors:

Nina V. Ivanova — Candidate of Architecture, Professor, Volgograd State Technical University (VSTU), Volgograd State Agricultural University. 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; ORCID: 0000-0002-2472-1705; ivanovaninav@mail.ru

Egor M. Brehov — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; egor.brehov@yandex.ru

УДК 338.485:711

Т. А. Чернявская[а], Ю. В. Чернявский[б], Р. Брехемоу[а]

[а] Волгоградский государственный технический университет
[б] ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»

ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЫ РАССЕЛЕНИЯ ГВИНЕИ

Анализируются проблемы градостроительной организации территории государства Гвинея, связанные с изменениями геополитической, социально-экономической ситуации в стране, нуждающейся в градостроительном развитии и благоустройстве. Гвинея характеризуется недостаточностью градостроительной планировки территории, слабо развитой инженерно-транспортной инфраструктурой, существенными территориальными различиями в социальной структуре и неравномерностью территориального размещения населения. Улучшению среды жизнедеятельности населения будет способствовать градостроительное планировочное развитие территории страны.

К л ю ч е в ы е с л о в а: градостроительные условия, градостроительное развитие, социально-демографические условия, инженерно-транспортная инфраструктура, благоустройство, система расселения.

Современная градостроительная организация Гвинейской республики унаследовала от прошлого целый ряд исключительно трудно решаемых градостроительных, экономических, социальных и политических проблем. Значительная их часть связана с социально-демографическими вопросами и с расселением населения страны по национальной территории.

Главной задачей современного гвинейского общества в XXI в. остается преодоление социально-экономической отсталости, страна в настоящее время относится к категории наименее развитых стран мира. На улучшение градостроительных условий не оказало положительного влияния то, что Гвинея в числе первых стран Западной Африки получила политическую независимость в 1958 г.

Возможно, отрицательное воздействие на градостроительное развитие оказала конфронтация Гвинеи с метрополией на этапе достижения политической независимости. Также к потере для страны французского и в значительной степени мирового рынка привели разногласия, обусловленные, в конечном итоге, экономической ориентацией Гвинеи на социалистические государства на протяжении последующей четверти века. Продвижение Гвинеи по пути «социального и экономического прогресса», обеспечило преимущественное развитие государственного сектора экономики, использование инструментов централизованного планирования. Следствием чего стали, с одной стороны, достаточно быстрое развитие промышленности, особенно горнодобывающей, а с другой, деградация агропромышленного комплекса и особенно сельского хозяйства.

В независимой республике в 1990-е гг., когда приоритетным стало развитие рыночных отношений, особое внимание было обращено на сельское хозяйство и предприятия первичной переработки его продуктов, предпринимались успешные попытки вернуться на традиционные рынки сбыта. Но современная Гвинея характеризуется глубинными структурными диспропорциями в эконо-

мике. Несмотря на то, что преобладающая часть населения занята в традиционном сельскохозяйственном секторе экономики, страна давно утратила свою продовольственную независимость и уже не может прокормить население без импорта продовольствия. С другой стороны, положительно то, что преобладающая часть ВВП и экспорта [1, 2], а следовательно, и денежных доходов формируется на предприятиях горнодобывающей промышленности[1].

Несмотря на значительные успехи в национальном строительстве, в развитии промышленности и подготовке квалифицированных кадров, одним из препятствий градостроительного развития современного гвинейского общества является исторически сложившаяся консервативно-патриархальная система социально-экономических отношений в регионах страны, особенно ее сельской местности.

Во второй половине XX в. одним из проявлений общемирового социального прогресса стала тенденция к снижению смертности населения, и, хотя последняя остается пока на весьма высоком уровне, современная Гвинея характеризуется очень высокими темпами естественного прироста населения. Обусловленная ими демографическая нагрузка становится непосильной для градостроительного, социально-экономического и общественного развития государства.

Гвинейская Республика пока не в состоянии обеспечить приемлемый уровень градостроительных условий, в том числе образования, профессиональной подготовки и необходимых рабочих мест для молодежи. Страна даже не в состоянии обеспечить население собственным продовольствием. Поэтому одной из долгосрочных задач общественного развития выступает необходимость усиления градостроительного развития территории и повышения уровня жизни населения [3, 4].

Актуальность работы определяется тем, что исследование всего географического многообразия населенных мест Гвинеи никогда ранее не проводилось. Поэтому комплексное социально-экономическое и географическое изучение основных процессов и тенденций расселения в Гвинейской Республике является актуальной задачей. Ее решение требует междисциплинарного подхода, который включает и выявление тенденций общественного и экономического развития страны. Кроме того актуальность исследования связана с необходимостью градостроительного развития территории страны как на общенациональном уровне, так и на уровне регионов и префектур.

Основной целью данного исследования является выявление характерных особенностей и тенденций градостроительных процессов, связанных с демографией и расселением населения Гвинеи, основных форм их территориальной организации и оценка этих явлений и процессов, на основании чего возможно определение направлений и рекомендаций по региональной политике в градостроительстве.

Основой комплексного социально-экономического изучения демографических процессов Гвинеи выступает системный подход, в котором базовым понятием для данной работы является градостроительная «общенациональная система населения и расселения» страны. Система расселения охватывает всю совокупность населения и населенных пунктов в пределах национальной

[1] Все об отдыхе в Гвинее в 2021 году. URL: https://otdyhateli.com/otdyih-v-gvinee/

территории Гвинеи, имеет сложный многоуровневый структурный характер, состоящий из значительного числа самостоятельных подсистем. Основными ее элементами выступают территориальные системы на уровне регионов и префектур. Особенности методики географического исследования населения и расселения Гвинеи определяются как спецификой рассматриваемых явлений и процессов, так и современным состоянием их информационной базы. Наиболее достоверными материалами являются данные переписей населения. Однако для исследования ситуации в последние годы приходится использовать материалы оценок и выборочного изучения населения. Вследствие этого достоверность работы определяется не столько конкретным статистическим материалом, сколько выявленными тенденциями и взаимосвязями явлений и процессов. Значительная территориальная дифференциация природы, вызванная ее зональностью и вертикальной поясностью, обусловила формирование различных исторических типов хозяйств, которые, в свою очередь, стали экономической основой многочисленных и разнообразных этносов. Интеграция страны в мировую хозяйственную систему происходила преимущественно за счет развития горнодобывающей промышленности. Сельское хозяйство (за исключением немногих отраслей) сохранило патриархальный характер и ориентируется на внутренний рынок. Гвинея утратила свою продовольственную независимость, а ее демографические процессы «оторвались» от национального экономического базиса.

Государство Гвинея (Guinee), Гвинейская Народная Революционная Республика (Republique Populaire et Revolutionnaire de Guinee) располагается в Западной Африке. Граничит на севере с Сенегалом, на севере и северо-востоке с Мали, на востоке с Берегом Слоновой Кости, на юге с Либерией, на юго-западе со Сьерра-Леоне, на северо-западе с Гвинеей-Бисау. На западе омывается Атлантическим океаном. Площадь 245,8 тыс. км^2, население около 10 млн человек. Делится на 29 административных районов, объединенных в 8 префектур, в числе которых столица государства Конакри. Официальный язык — французский. Денежная единица — сили. Гвинея входит в Организацию африканского единства (ОАЕ), является членом Экономического сообщества западноафриканских стран (рис. 1, 2) [1].

Столица Гвинеи находится в г. Конакри, это также единственный в стране международный порт на Атлантическим побережье. Его исторический центр расположен на острове Томбос, который соединен с материком дамбой. В Конакри постоянно проживает около 2,5 млн человек. Краткая социально-демографическая характеристика регионов страны приводится в таблице[2].

Характерными природно-климатическими условиями являются следующие. В рельефе Гвинеи выделяются Приатлантическая низменность (высота до 70 м), ступенчатое плато Фута-Джаллон (высота 150…1300 м, максимальная — 1538 м), Северо-Гвинейская возвышенность (средняя высота около 800 м, максимальная — 1752 м) и равнины Верхнего Нигера (высота 300…400 м). Климат экваториально-муссонный, жаркий, летне-влажный. Средняя температура самого теплого месяца (март — апрель) 27…30 °С, самого холодного (август) 24…26 °С. Годовое количество осадков на побережье свыше 4000 мм, в остальных районах 1200…1500 мм. Наиболее значи-

[2] URL: http://www.hns-info.net/spip.php?article12696 [archive].

тельными реками являются Нигер, Когон, Нуньес, Фатала, Конкуре, устья некоторых рек судоходны. Преобладает лесная и саванная растительность, южный склон Северо-Гвинейской возвышенности покрыт влажными экваториальными лесами (около 4 % территории), на западе страны распространены мангры [1, 5].

Рис. 1. Ситуационная схема географического расположения Гвинеи

Рис. 2. Административное деление территории Гвинеи на префектуры

Характеристика территориально-планировочных регионов-префектур Гвинеи (2010 г.)

Регион	Регион (фр.)	Администр. центр	Площадь, км²	Численность (2007), человек	Плотность, человек/км²
Боке	Boké	Боке	31 156	802 496	25,76
Конакри	Conakry	Конакри	308	2 064 236	6702,06
Фарана	Faranah	Фарана	35 581	646 253	18,16
Канкан	Kankan	Канкан	72 645	913 529	12,58
Киндия	Kindia	Киндия	28 565	991 283	34,70
Лабе	Labé	Лабе	22 869	846 124	37,00
Маму	Mamou	Маму	17 074	638 836	37,42
Нзерекоре	Nzérékoré	Нзерекоре	37 658	1 399 339	37,16
Всего:			245 856	8 302 096	33,77

Особенностью современной Гвинеи выступает достаточно интенсивный процесс урбанизации. Массовое аграрное перенаселение, низкий уровень жизни большей части сельских жителей выталкивает их в города. Но урбанизация в Гвинее имеет лишь сервисный характер, поскольку в преобладающей части городов еще не сложилась производственная база. Массовый приток сельских жителей формирует в городах широкую прослойку незанятого люмпенизированного населения. Основным центром миграционного притяжения в Гвинее выступает столица страны г. Конакри. На этой основе формируется и общенациональная система расселения. Кроме того Конакри выступает ядром системы расселения всей приморской Нижней Гвинеи. Напротив, городские центры других регионов страны (Средняя, Верхняя и Лесная Гвинея) пока еще не обладают достаточной экономической базой. Меньший по размерам тип территориальных систем расселения в Гвинее формируется на уровне основных территориальных единиц страны, так называемых префектур. Однако препятствием этому процессу выступает характер преобладающей части гвинейских городов, где основная часть населения занята в сельском хозяйстве и в сфере обслуживания.

В целом Гвинея характеризуется недостаточностью градостроительной планировки территории, слабо развитой инженерно-транспортной инфраструктурой (вода, энергия, дорога, телекоммуникации), низкой квалификацией трудовых ресурсов и т. п. Транспортная инфраструктура включает автомобильные и железные дороги, авиационный и водный транспорт [6]. Автомобильные дороги имеют общую протяженность 43,5 тыс. км, из которых твердое покрытие имеют только около 30 %. Железнодорожный транспорт представлен 3 линиями общей протяженностью 385 км. Главный и единственный морской порт, через который осуществляется 90 % внешней торговли страны, расположен в столице государства Конакри. Там же расположен международный аэропорт, дополнительно обеспечивающий воздушную связь с 10 местными аэропортами. На территории Гвинеи имеется еще 5 аэродромов частных горнодобывающих компаний.

Транспортная система Гвинейской республики схематично представлена на рис. 3.

С прилегающими государствами страна также имеет слабо развитую международную транспортную связь. В связи с этим прямых рейсов из России в Гвинею нет. Наиболее удобный перелет можно осуществить с пересадкой через крупные европейские или африканские города: Париж, Дакар и др. Для

тех туристов, которые путешествуют по странам Африки, есть возможность попасть на территорию Гвинеи на речном пароме из Мали по реке Нигер, но паром курсирует нерегулярно, лишь в сезон дождей, когда река полноводна. Схематично внешние социально-экономические связи Гвинеи с сопредельными государствами показаны на рис. 4[3].

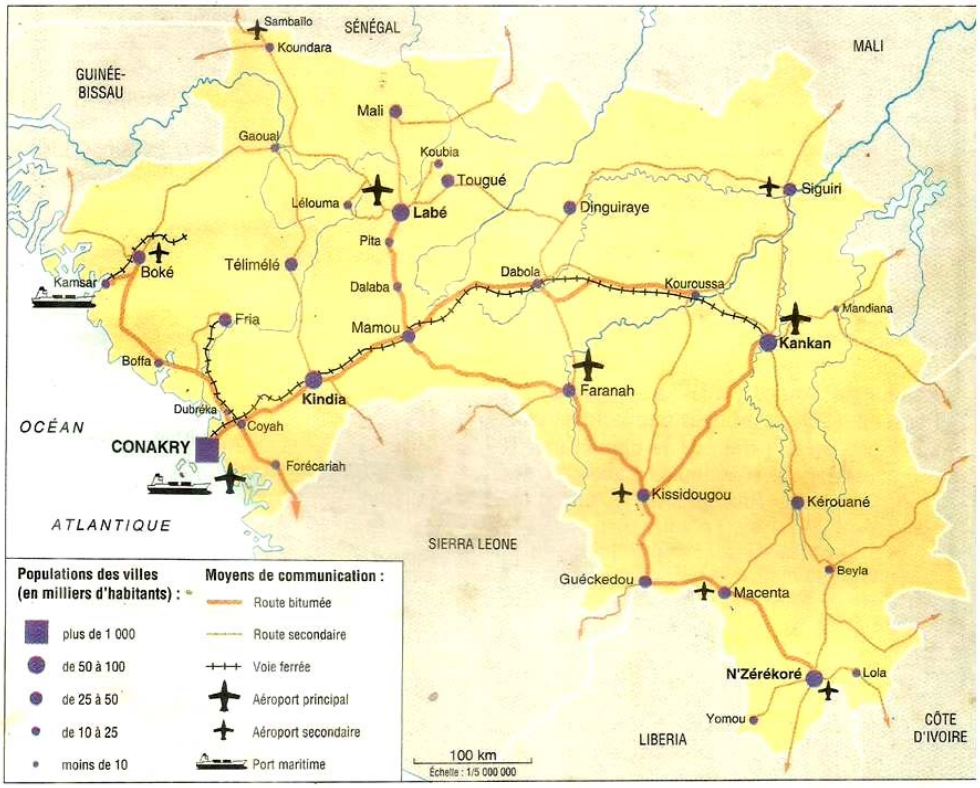


Рис. 3. Карта-схема транспортной системы Республики Гвинея

Автобусное международное сообщение с другими приграничными странами также отсутствует. Можно доехать до границы и пересесть уже на местный гвинейский автобус. Если путешественник хочет иметь гарантию свободного передвижения на территории страны, он может воспользоваться автомобилем [2]. Однако стоит помнить, что в крупных городах Гвинеи очень много пробок, а правилам дорожного движения следуют далеко не все водители. Поэтому, лучше взять в аренду машину с водителем[4].

Отельная инфраструктура Гвинеи также как и транспортная имеет ограниченное развитие [7]. Комфортабельные отели расположены в крупных городах, таких как Конакри, и других центрах префектур, где, в принципе, можно найти достаточно неплохие гостиницы.

[3] Nzérékoré. URL: https://fr.wikipedia.org/wiki/Nz%C3%A9r%C3%A9kor%C3%A9.

[4] Стратегия туризма в Африке: трансформация через туризм. Всемирный банк. AFTFP (Africa Finance and Private Sector Development). 2011. URL: https://docviewer.yandex.ru/view/89182704/

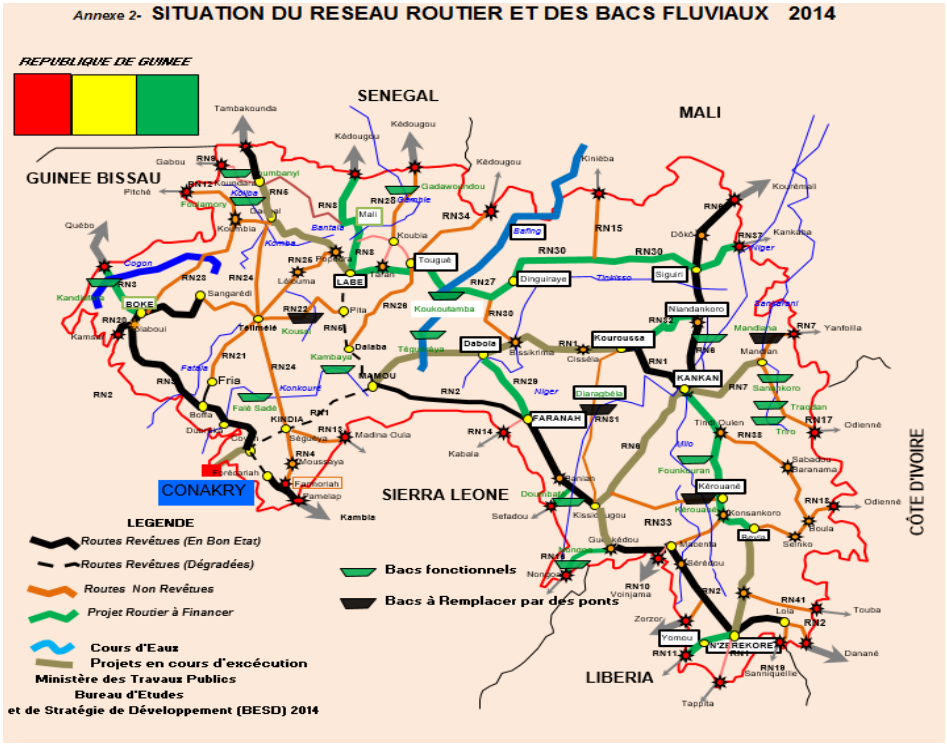


Рис. 4. Схема-карта системы внутренних и внешних социально-экономических связей Гвинеи

В современном градостроительном развитии Гвинеи одной из сложнейших проблем стал так называемый «демографический взрыв», его экономические и социальные последствия, в основе которого лежит исключительно высокая рождаемость населения, исторически сложившаяся в рамках традиционного типа воспроизводства. В стране широкое распространение получила многодетность. Одним из элементов исламского образа жизни, который получил официальную поддержку после достижения страной политической независимости, является полигиния (многоженство) и невозможность внутрисемейного регулирования рождаемости.

Со второй половины XX в. каждые 25 лет численность населения в стране удваивается. Обусловленная этими процессами демографическая нагрузка становится тяжелой для экономического и градостроительного развития страны. Гвинейская Республика пока не в состоянии обеспечить приемлемый уровень развития градостроительных условий для населения, в т. ч. жилья, также образования для возрастающего количества детей, профессиональной подготовки, других социальных услуг и необходимые рабочие места для молодежи. В этих условиях одной из долгосрочных задач общественного развития выступает необходимость повышения уровня жизни населения.

Система расселения Гвинеи формируется в процессе миграционного перераспределения собственного населения [8]. В период 1960—1980-х гг. (Первой независимой республики) административные методы регулирования товарообмена между городом и деревней вызвали массовый отток сельских жителей в города, особенно в столицу, портовые центры, районы развития горнодобывающей про-

мышленности. Либерализация рыночных отношений с 1990-х гг. (во второй период независимости) способствовала уменьшению оттока из села[5].

Территориальная система размещения населения Гвинеи формируется, в первую очередь, в процессе миграционного обмена населением столичной префектуры. В зону ее интенсивного миграционного притяжения входят, прежде всего, климатические зоны Приморской Нижней Гвинеи и расположенной восточнее Средней Гвинеи. Общенациональные задачи в области регулирования процессов численности населения и его расселения обусловливают необходимость разработки более эффективной миграционной политики, учитывающей все многообразие территориальной дифференциации природы, хозяйства и населения страны.

Этническая структура населения Гвинеи характеризуется большой сложностью. В настоящее время в стране проживает порядка 30 этносов. В историческое время область верховий Сенегала и Нигера стала ареной формирования древних африканских империй, что сопровождалось значительными миграционными перемещениями населения. В колониальное время границы Французской Гвинеи были установлены без учета расселения отдельных народов. В результате многие из них оказались разделенными современными политическими границами. Все это обусловливает большую взаимозависимость западноафриканских стран друг от друга. Исключительная дробность этнолингвистической структуры Гвинеи обусловливает чрезвычайную актуальность государственной этнической политики. Она должна обеспечить, с одной стороны, благоприятные условия развития всех этносов страны, а, с другой, не допустить усиление сепаратизма. Важнейшим фактором общенациональной интеграции Гвинеи выступает ислам. Однако в долгосрочном аспекте процесс исламизации гвинейского общества на южных окраинах страны потенциально чреват формированием этически-конфессионального барьера с соседними странами [4, 9].

Существующая в настоящее время социальная структура населения Гвинеи сформировалась как на базе многоотраслевой структуры экономики, так и стала результатом активного вмешательства государства в социально-экономические процессы в период развития страны в рамках «социалистической ориентации». Схематично современное гвинейское общество подразделяется на крестьян, рабочих, национальную буржуазию и промежуточные социальные слои. Крестьяне составляют около 75 % всего экономически активного населения. Будучи связанным с существованием разнородных экономических укладов само крестьянство — довольно разнородно. Основная масса крестьян пока не затронута рыночными отношениями. Рабочие являются пока немногочисленной и внутренне неоднородной социальной группой населения. Самым молодым социальным слоем гвинейского общества является национальная буржуазия.

Современная Гвинейская республика характеризуется уже существенными территориальными различиями в социальной структуре населения. Их формирование является результатом трансформации традиционного африканского общества под влиянием рыночных отношений [3]. Наиболее глубока такая трансформация в столице, крупнейших городах, в районах товарного

[5] URL: http://www.hns—info.net/spip.php?article12696 [archive].

сельского хозяйства и вдоль основных транспортных магистралей. А в глубинных районах страны сохраняется традиционное общество и соответствующая ему социальная структура населения[6].

Республика характеризуется значительной неравномерностью территориального размещения населения, которое является результатом не только особенностей исторического развития, но и современных процессов. Для Гвинеи характерны исключительно резкие различия в уровне заселенности префектур. На размещение населения Гвинеи за годы ее независимого развития существенное влияние оказали различия в темпах его прироста по регионам и префектурам. Макротерриториальная структура населения страны развивается в сторону усиления ее неравномерности. Выявленные территориальные сдвиги в размещении населения имеют пока незначительные изменения, так как не затрагивают существа сложившейся еще в колониальный период его территориальной организации.

В рамках этого процесса в границах регионов особое значение имеют культурно-этнические связи, а в префектурах — районообразующая роль городов. Однако в обоих случаях этот процесс сдерживается низкими градостроительными условиями и социально-экономическим обеспечением, как региональных центров, так и центров районов внутри префектур [3, 8, 10].

Локальные системы расселения современной Гвинеи формируются в основном вокруг крупных городов. Столица Конакри, интенсивно формируя свою пригородную зону, превращается в агломерацию. Сложившаяся в течение длительного времени система расселения Гвинеи имеет контрастные части, где население размещается территориально неравномерно, и не соответствует природно-ресурсному потенциалу [11—13]. Однако для ее существенного изменения в стране пока нет градостроительного территориального планирования и ограниченны финансовые возможности. Решение проблем территориальной организации расселения населения нуждается в увязке с решением задач ускоренного экономического и социального развития Гвинеи, совершенствования территориальной организации ее хозяйства.

Таким образом, можно сделать вывод, что решение всех этих проблем в Гвинее обостряется крайне неравномерным размещением населения. Сложившаяся география плотности сельского населения является следствием как резкой территориальной дифференциации природно-ресурсного потенциала страны, так и исторической специфики развития ее отдельных территорий. Совершенно необходимое в таких условиях межрайонное перераспределение населения на протяжении длительного периода блокировалось сложностью межэтнических отношений и этнической спецификой хозяйственных навыков населения.

В Гвинее до настоящего времени приоритетным остается определение города как исключительно административного центра префектуры. Сохранение такого подхода в перспективе чревато тем, что по мере социально-экономического развития страны и усложнения ее территориально-градостроительной структуры это несоответствие между «юридическими» и «фактическими» городами будет все более нарастать [14, 15]. На основании фактов, выявленных при проведении исследования системы расселения Гви-

[6] Nzérékoré. URL: https://fr.wikipedia.org/wiki/Nz%C3%A9r%C3%A9kor%C3%A9.

неи, можно выявить функциональную типологию городов, учитывающую их роль, как в системе общественного разделения труда, так и в системе расселения. На территории Гвинеи на основании статистических и литературных данных можно выделить 6 функциональных типов городов:

- столичный город;
- центры экономических регионов;
- промышленные города;
- города — центры административного обслуживания;
- аграрные города — центры районов, сочетающие социальное обслуживание и торговлю;
- аграрные города[7].

Современная Гвинея отличается невысоким уровнем урбанизации территории и невысоким уровнем развития товарного хозяйства. Отрицательное влияние оказывает на градостроительное развитие слабая вовлеченность страны в систему мировых хозяйственных связей, преобладание традиционного образа жизни, а в целом и начальный этап урбанизации — все это предопределило незначительную численность населения гвинейских городов. Одной из главных особенностей общенациональной системы расселения страны является резкая концентрация населения в столичном городе. В отличие от столицы категория больших (по гвинейским масштабам) городов развита слабо, в системе расселения Гвинеи преобладают малые города [1, 4]. Размытость границы между городом и селом в Гвинее проявляется и в характере городской застройки. Хотя в крупнейших городах страны их центральные части застроены каменными зданиями с соответствующим уровнем благоустройства, но окраинные части городов по характеру строений мало отличаются от сельских поселений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Атлас Африки. Париж: Изд. Ягуара, 2009. 255 с.
2. *Калинина Л. П.* Гвинея. Путеводитель для предпринимателей. М.: Наука; Восточная литература, 1997. С. 24—41.
3. *Rakodi C., Nkurunziza E.* Globalization and urban centres in Africa. United Nations Human Settlements Programme, 2007. 32 p.
4. *Чернявская Т. А., Чернявский Ю. В., Брехемоу Р.* Рекреационно-туристические ресурсы как основа градостроительного развития территории Западной Гвинеи // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2020. Вып. 3(80) С. 168—178.
5. *Smith S., Levasseur C.* Revenir plus haut en: Atlas de l'Afriqueю. Éditions Autrement, 2005. Pp. 14—15.
6. *Newton P., Bai X.* Transitioning to Sustainable Urban Development. URL: http//www.ehs.unu.edu/file/download/8940.pdf.
7. *Дембеле Х.* Туризм и радушие (КОНС). М.:Высшая школа; Бакалавр, 2012. 125 с.
8. *El Hajj Tierno Boubacar Paraya Bach.* Lady of Mount Lura Guinea, Realities and Legends, L'Harmattan Editions. Paris, 2007.
9. *Чернявская Т. А., Чернявский Ю. В., Баддур С.* Потенциальные возможности формирования туристического комплекса в городе Латакия Арабской республики Сирия // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2020. Вып. 3(80) С. 160—167.

[7] Ultra-Green Models for a Sustainable Future: Are Eco-Cities Building a Comeback? Rezhim dostupa. URL: http: //www. spiegel. De /international/germany/ultra-green-models-for-a-sustainablefuture-are-eco-cities-building-a-comeback-a-646219.html.

10. *Чернявский Ю. В.* Туристско-рекреационный ресурсный потенциал как фактор социально-экономического развития региона (на примере Волгоградской области): автореф. дис. … канд. экон. наук. М.: РГУТиС, 2011. 26 с.

11. *Fleischer A., Tchetchik A.* Does rural tourism benefit from agriculture? // Tourism Management. 2005. Vol. 26. Iss. 4. Pp. 493—501.

12. *Scott D., Peeters P., Gossling S.* (2010). Can tourism deliver its "aspirational" greenhouse gas emission reduction targets? // Journal of Sustainable Tourism. 2010. Vol. 18. Iss. 3. Pp. 393–408.

13. Public understanding of sustainable tourism / G. Miller, K. Rathouse, C. Scarles, K. Holmes [etc]. // Annals of Tourism Research. 2010. Vol. 37. Iss. 3. Pp. 627–645.

14. *Corner J.* Terra fluxus, on Waldheim, Charles (ed.) // The landscape urbanism reader. 2006. Pp. 21—32.

15. *Dixon T.* Sustainable Urban Development to 2050: Complex Transitions in the Built Environment of Cities. Oxford Institute for Sustainable Development, Oxford Brookes University, 2011. URL: http://www.retrofit2050.org.uk/sites/default/files/ resources/WP20115.pdf.

© *Чернявская Т. А., Чернявский Ю. В., Брехемоу Р., 2021*

Поступила в редакцию
в апреле 2021 г.

Ссылка для цитирования:

Чернявская Т. А., Чернявский Ю. В., Брехемоу Р. Особенности современной системы расселения Гвинеи // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 2(83). С. 199—210.

Об авторах:

Чернявская Татьяна Антоновна — канд. биол. наук, доц. каф. урбанистики и теории архитектуры, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; Tatyanaozer@mail.ru

Чернявский Юрий Владимирович — канд. экон. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук». Российская Федерация, 400062, г. Волгоград, пр-т Университетский, 97; ORCID: 0000-0002-1781-433X; unionwww@yandex.ru

Брехемоу Рожер — магистрант каф. урбанистики и теории архитектуры, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; urbanistika_14@mail.ru

Tat'yana A. Chernyavskaya[a], Yury V. Chernyavsky[b], Roger Brehemou[a]

[a] Volgograd State Technical University

[b] Federal Scientific Center of Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Forestation, Russian Academy of Sciences

FEATURES OF THE MODERN URBAN PLANNING ORGANIZATION OF THE TERRITORY OF GUINEA

The scientific work analyzes the problems of urban planning organization of the territory of State of Guinea associated with changes in the geopolitical socio-economic situation in the country in need of urban development and improvement. Guinea is characterized by insufficient urban planning of the territory, poorly developed engineering and transport infrastructure, significant territorial differences in the social structure and uneven territorial distribution of the population. The urban planning development of the country's territory will contribute to the improvement of the living environment of the population.

K e y w o r d s: urban planning conditions, urban development, socio-demographic conditions, engineering and transport infrastructure, improvement, settlement system.

For citation:

Chernyavskaya T. A., Chernyavsky Yu. V., Brehemou R. [Features of the modern urban planning organization of the territory of Guinea]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universi-*

teta. *Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2021, iss. 2, pp. 199—210.

About authors:

Tat'yana A. Chernyavskaya — Canidate of Boilogy, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., 400074, Volgograd, Russian Federation; Tatyanaozer@mail.ru

Yury V. Chernyavsky — Candidate of Economics, Federal Scientific Center of Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Forestation, Russian Academy of Sciences; 97, Universitetsii Ave, Volgograd, 400062, Russian Federation; ORCID: 0000-0002-1781-433X; unionwww@yandex.ru

Roger Brehemou — Master's Degree student of Urban Development and Theory of Architecture Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., 400074, Volgograd, Russian Federation; urbanistika_14@mail.ru

УДК 338.485:711

Т. А. Чернявская[а], Ю. В. Чернявский[б], С. Баддур[а]

[а] Волгоградский государственный технический университет
[б] ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»

ОРГАНИЗАЦИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТУРИСТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ В ГОРОДАХ СИРИИ

Статья содержит материалы исследования состояния градостроительных условий, которые тесно взаимосвязаны с туристической инфраструктурой. Качество градостроительных условий населенных мест во многом обеспечивается инженерно-транспортной, социальной и культурно-бытовой системами. Общий уровень градостроительного развития территории в значительной степени влияет на возможности использования рекреационно-туристического потенциала, а также обеспечивает оптимальные условия для обеспечения потребностей туристической отрасли. Состояние градостроительных условий, включающих инженерно-транспортные объекты, туристическую инфраструктуру на территории Сирийской Арабской Республики можно определить как вполне удовлетворительное. Для улучшения ситуации требуется дальнейшее развитие и организация туристических комплексов.

Ключевые слова: градостроительные условия, инженерно-транспортный каркас, природно-экологический каркас, урбанизированные территории, туристический комплекс.

Комплексное развитие градостроительных условий является одним из главных направлений территориального развития, поскольку они составляют инженерно-транспортный каркас и основу системы расселения. Хорошее состояние инфраструктуры обеспечивает надежное энергообеспечение и теплоснабжение, транспортные связи, снабжение чистой водой, благоприятные градостроительные условия. В то же время наличие инфраструктуры еще не гарантирует региональный социально-экономический рост, но при отсутствии или плохом состоянии инженерно-транспортных коммуникаций улучшение и развитие экономики региона невозможно. В масштабах государства территориальное развитие может быть обеспечено, если в каждой территориальной единице выполняется минимум общих градостроительных законных установлений, если население любой территории в состоянии получить единый установленный минимум социально-экономических благ.

В статье рассматривается градостроительное развитие административно-территориальной единицы Сирийской Арабской Республики — провинции Латакия.

Сирия расположена на восточном побережье Средиземного моря, протяженность вдоль моря составляет 183 км. Она находится в центре древнего мира между тремя континентами — Азией, Африкой и Европой, и занимает удобное экономико-географическое положение на международном транспортном перекрестке между Западом и Востоком. Природно-климатические условия и богатство культурно-исторического наследия с давних времен традиционно привлекает внимание путешественников. Одним из крупных и наиболее посещаемых туристических городов в Сирии является Латакия, который ежегодно посещают около 500 тыс. туристов. Так же это главный меж-

дународный порт Сирийской Арабской Республики, обеспечивающий основной выход к морю и являющийся местом международной торговли и местом прибытия большинства туристов[1] [1].

Актуальность данного исследования обуславливается необходимостью развития туристических связей, которые способствуют укреплению международных отношений, обмену культурным наследием, а также способствуют сохранению природных ресурсов, историко-культурных ценностей и улучшению экологического состояние окружающей среды. Кроме того, современный туризм является одним из важнейших быстро развивающихся секторов мировой экономики.

Целью развития градостроительных условий на территории городов Сирии является организация туристических комплексов, в качестве примера рассматривается город Латакия.

Туристический комплекс представляет собой сложную систему географически соседствующих туристических объектов, характеризующихся общностью деятельности в туристической сфере и взаимно дополняющих друг друга. В туристический комплекс может входить различное количество участников: учреждения системы предоставления социальных, культурно-развлекательных и культурно-бытовых услуг различного профиля, лечебно-оздоровительные предприятия, туристические агентства и офисы, экскурсионные бюро, музеи и музейные группы, археологические, архитектурные и природные памятники, учебные заведения по подготовке кадров в сфере туристического обслуживания, предприятия-спонсоры и др.

Ядром туристического комплекса часто являются рекреационные зоны, в которых сосредоточено наибольшее количество предприятий, оказывающих туристические услуги, и объектов туристического интереса. В структуре ядра обычно, но не обязательно, находится центр комплекса, осуществляющий общее руководство и регламентацию туристических потоков. Помимо ядра существуют туристические объекты и учреждения, находящиеся на некотором удалении, с которыми существует вертикальная и горизонтальная интеграция. Рост количества социальных услуг и уровня доходов населения положительно повлияет на их уровень осведомленности, квалификации, образования и понимания истории и географии своей страны[2]. Для иностранных туристов и путешествующих граждан развитие градостроительных условий и организация туристического комплекса обеспечит максимальное расширение возможностей получения удовольствия от путешествий, туризма и отдыха[3] [2, 3].

Современная система организации туристических комплексов на урбанизированных территориях становится все более практически значимой, так как для достижения наилучших результатов туристической деятельности не-

[1] Tourism 2020 Vision. A New Forecast from the World Tourism Organization. Madrid, 1998. P. 15.

Ultra-Green Models for a Sustainable Future: Are Eco-Cities Building a Comeback? Rezhim dostupa. URL: http: //www. spiegel. De /international/germany/ultra-green-models-for-a-sustainablefuture-are-eco-cities-building-a-comeback-a-646219.html.

[2] Ultra-Green Models for a Sustainable Future: Are Eco-Cities Building a Comeback?

[3] Там же.

обходимо освоение современных приемов и методов работы, отвечающих общемировым требованиям к оказанию туристических услуг. На территории современных городов Сирии сосредоточено значительное количество объектов культурно-исторического наследия, исторические ландшафты и особо ценные природные территории, являющиеся основой для формирования региональных туристско-рекреационных комплексов. Все эти элементы на различных территориальных уровнях имеют относительно самостоятельную как культурно-историческую ценность, так и эстетическую привлекательность, тяготеют к различным городам и подчиняются административно и экономически различным муниципалитетам[4] [4 ,5].

Территории, примыкающие к историческим поселениям, находящимся в отдалении от промышленной и интенсивной сельскохозяйственной эксплуатации, как и ценные элементы природной среды, составляющие целостные историко-культурные ландшафты, для обеспечения сохранности их как памятников истории и культуры необходимо выделить. Обычно на базе таких участков организуются региональные природоохранные территории, которые формируются в виде ландшафтных памятников природы, природных парков, комплексных и локальных охраняемых объектов государственного, регионального или местного уровня [6].

В целом в структуру туристических комплексов включаются следующие территории:

- планировочные одно- и многопрофильные туристско-рекреационные зоны;
- опорные туристские объекты и маршрутно-транзитные зоны;
- наземные и водные экскурсионно-туристские маршруты межрегионального и районного значения;
- рекреационные и туристские территории, в т. ч.: региональные природно-исторические памятники, охраняемые государством (природные, культурно-исторические), санаторно-курортные зоны и бальнеологические ресурсы (лечебные грязи, лечебно-минеральные воды и соли и т. п.).

Эксплуатируемые бальнеологические ресурсы и их месторождения в большинстве случаев имеют территориально к ним приближенные лечебно-оздоровительные учреждения, также существуют места, традиционно используемые населением для нерегулируемой рекреации. В формировании и развитии туристических комплексов особое значение имеют природные парки, в задачи которых входит не только сохранение уникальной природной среды, но и проведение научно-исследовательской и просветительской работы, а также создание условий для отдыха населения и сохранения рекреационных условий.

Качество градостроительных условий населенных мест во многом обеспечивается инженерно-транспортной, социальной и культурно-бытовой системами. Уровень градостроительного развития в значительной степени влияет на возможности использования рекреационно-туристических ресурсов.

[4] Perspectives for Research and Innovation Strategies for Smart Specialisation (RIS3) in the wider context of the Europe 2020. Growth Strategy // Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2015. URL: http://ec.europa.eu/research/regions/pdf/publications/ris3_report-082015.pdf.

Развитие градостроительных условий и туристической инфраструктуры тесно взаимосвязано и зависит одно от другого [5, 7].

Состояние градостроительных условий, включающих инженерно-транспортные объекты на территории Сирийской Арабской Республики можно определить как удовлетворительное. В том числе, развита и туристическая инфраструктура, доступная во многих городах, на туристических объектах и курортах Сирии, включая пятизвездочные отели и значительное количество международных отелей.

Также в стране имеются туристические поселки и малые гостиницы, отели, дома отдыха, в которых насчитывается более 700 крупных элитных ресторанов. В прекрасных парках, лесопарках и естественных лесах располагаются кемпинги, которые обслуживает большое количество туристических агентств и офисов авиакомпаний. Туристическая сеть предлагает развлекательные туристические программы, туристические услуги, кинотеатры, театры, ночные клубы и культурные клубы по интересам, которые распространяются во многих сирийских городах и регионах.

Большие и крупные сирийские города связаны между собой по всей стране современными дорогами, автомагистралями и железнодорожными сетями. Поезда курсируют по всем сирийским провинциям, в непосредственной близости от аэропортов международных и для внутренних авиалиний. Водный вид транспорта представлен главным образом морскими рейсами через сирийские порты на Средиземном море, это порт международного значения Латакия и порт Тартус. Положительно можно охарактеризовать авиационный транспорт, который достаточно развит как внутри страны, так и на международном уровне. Внутренняя транспортная инфраструктура Сирии и внешние транспортные связи с прилегающими государствами схематично показаны на рис. 1, 2.

Разнообразие и развитость транспортных связей определяют благоприятные градостроительные условия для развития туристической инфраструктуры, которая может обеспечивать современные потребности и дальнейшее развитие как внутреннего, так и международного въездного туризма. В стабильные геополитические моменты обычно большее количество туристов наблюдается в Дамаске и на средиземноморском сирийском побережье. Привлекают туристов такие города как Хомс, Алеппо и город Африн, расположенный на северо-западе провинции Алеппо, который считается одним из самых красивых туристических районов[5] [7].

Особой популярностью пользуются курорты сельской местности Дамаска. Курорты и леса чудесного сирийского побережья и культурно-исторические памятники привлекают туристов со всего мира. Все эти природные и историко-культурные факторы привлекли внимание туристов к Сирии, потому что страна представляет уникальный туристический материал, удовлетворяющий желания туристов разных национальностей, их личные, общественные и частные желания, побуждающие приехать в Сирию.

[5] Журнал городского и территориального планирования. 2019. Pp. 2512—3203. URL: https://democraticac.de/wp-content/uploads/2019/09/مجلة—التخطيط—العمراني-والمجالي—العدد—الأول—أيلول-—سبتمبر-2019

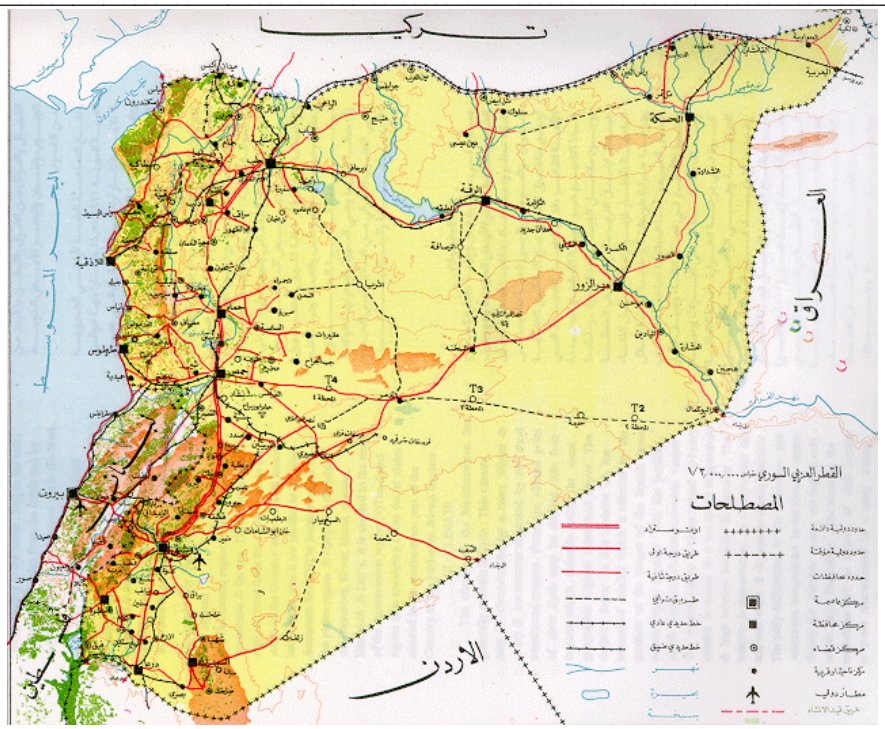


Рис. 1. Карта-схема транспортной инфраструктуры Сирийской Арабской Республики

Рис. 2. Карта-схема внешних транспортных связей Сирии

Имеет смысл комплексная разработка градоэкологической организации туристического комплекса в городах Сирии на примере провинции Латакия, включающая кроме развития туризма достижение устойчивого экономического и социального развития в стране. Улучшение градостроительных условий будет способствовать увеличению вклада туризма и отдыха в экономическое процветание, которое включает множество элементов, в т. ч. увеличение занятости населения, региональное и местное социально-экономическое развитие и повышение уровня доходов жителей страны, а также платежного баланса. Туристические комплексы формируются, прежде всего, на разнообразных уникальных природных, историко-культурных объектах и рекреационных территориях и опираются на транспортно-инфраструктурный каркас. На рисунке 3 представлен транспортный каркас провинции Латакия[6] [7].

Территория Латакии отличается богатством археологических сокровищ, оставленными цивилизациями, которые проходили через эту землю. Когда-то это была одна из самых важных древних цивилизаций, преобладавшая на Древнем Востоке.

В прибрежной зоне провинции активно развивается рекреационный пляжный туризм, в т. ч. «Голубой пляж», «Латакия Меридиан» и «Ротана Апамеа».

В связи с этим Латакия является одним из главных туристических городов Сирии, где сочетаются внутренний и международный туризм. Большое количество прибывающих путешественников обеспечивается средствами размещения гостиничного типа, разнообразными предприятиями питания, а также необходимым в туристической инфраструктуре развитым транспортным каркасом. Градостроители и органы управления города Латакия реализовали ряд проектов, направленных на поддержку и развитие инфраструктуры города, в том числе проект Йеменского квадратного узла и кольцевую развязку «Шейх Дахер» и другие транспортные объекты[7] [8].

В провинции насчитывается более 700 отелей, домов отдыха, в которых для отдыхающих предоставляется целый комплекс услуг. В прекрасных парках, естественных сирийских лесах создано большое количество кемпингов, которые обслуживает большое количество туристических офисов и авиакомпаний. Туристическая сеть предлагает туристические программы, туристические услуги, кинотеатры, театры, ночные клубы и культурные клубы, которые располагаются во всех сирийских городах и регионах. Среди путешественников актуальным является посещение местности, удаленной от городов, такое направление в туристической деятельности определяется как сельский или аграрный туризм. Этот вид туризма распространен в Европе и начал развиваться во многих странах мира. Жизнь в деревне — это модель, которая отличается от жизни в городах, и она привлекает горожан близостью к природе и простоте градостроительных условий [8—10].

Организация туристического комплекса Латакия не ограничивается рассмотренными туристско-рекреационными территориями. Все города провинции имеют точки соприкосновения с сельскохозяйственными районами, на

[6] Журнал городского и территориального планирования. 2019. Pp. 2512—3203.
[7] Там же.

площади которых планируется организация туристических поселков или деревень, так необходимых для удовлетворения потребностей туристов в более близком общении с природой, культурой и бытом сельских жителей.

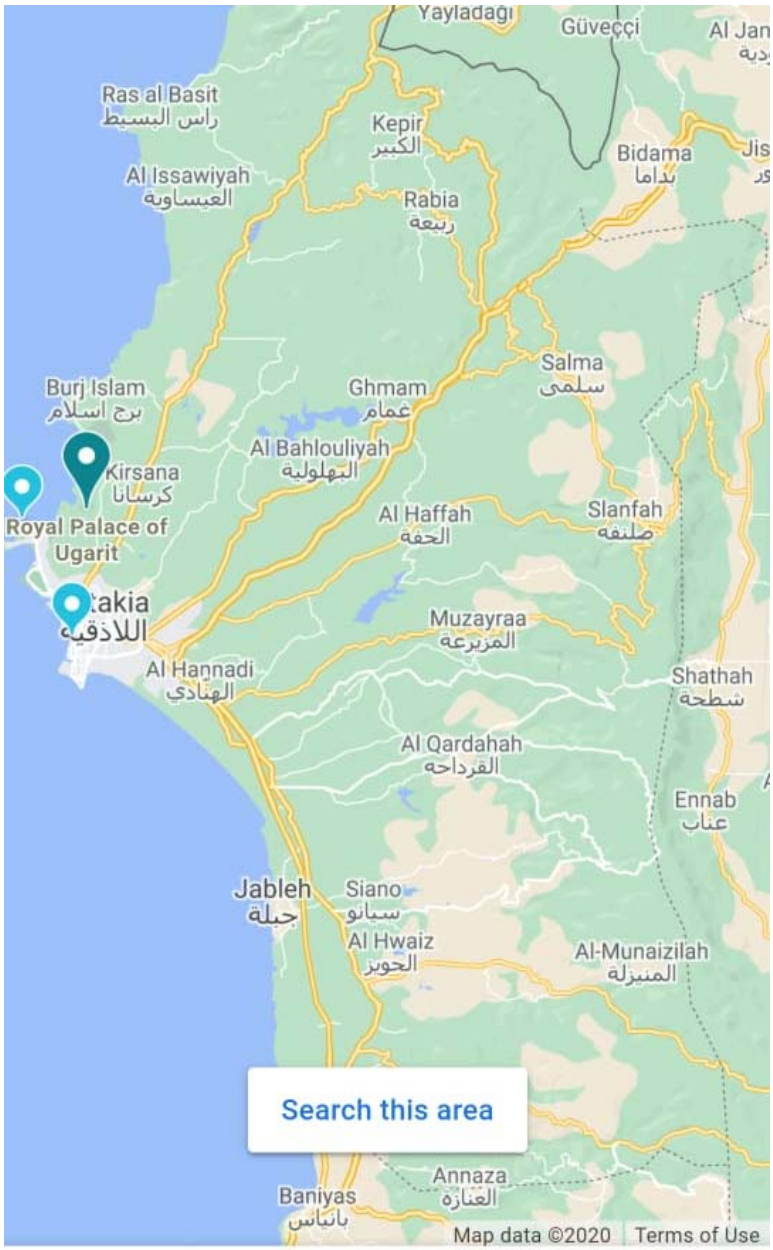


Рис. 3. Карта-схема транспортной инфраструктуры провинции Латакия Сирийской Арабской Республики

Территориальное расположение таких поселений планируется вблизи морских побережий, гор, лесопарков и естественных лесов, других природных достопримечательностей, археологических исторических памятников, бальнеологических ресурсов и других объектов, где бы можно было сельский

быт совмещать с занятиями спортом, изучением народных традиций, рыбалкой, отдыхом на пляже или другими оздоровительными процедурами. Типы объектов будут различаться по типам жилых помещений, спальных помещений и дополнительных объектов в зависимости от района размещения и набора туристических услуг. Планирование и проекты создания туристических деревень обычно осуществляется одновременно, то есть в рамках единого туристического плана. Реализация же проходит в несколько этапов и в течение длительных периодов времени, определяемых элементами туристического спроса и инвестиционными возможностями[8] [7, 11, 12].

Несмотря на все сложности современной геополитической ситуации в Сирии и мировой кризис есть предпосылки оптимистического варианта дальнейшего градостроительного развития станы в целом и конкретно провинции Латакия, для чего необходимо продолжать процессы преобразования градостроительных условий с учетом региональных особенностей.

Таким образом, с точки зрения интересов использования туристского потенциала для региона важны благоприятные социально-экономические условия жизнеобеспечения, для повышения которых необходимо постоянное совершенствование региональной инфраструктуры. Высокий уровень развития инфраструктуры территории обеспечивает ее комплексное развитие с учетом политических, правовых, научно-технических, образовательных факторов, направленных на стимулирование социально-экономической и деловой активности, а также культурной жизни территории[9]. Все эти природные, исторические и человеческие факторы привлекают внимание к Сирии, потому что она представляет собой уникальный набор туристический объектов и услуг, удовлетворяющий желания туристов разных национальностей их личные, общественные и частные желания[10] [13].

Подводя итоги исследования и анализа материалов по градостроительным условиям провинции Латакия, одной из административно-территориальных единиц Сирийской Арабской Республики можно сделать следующие выводы.

Туристическая деятельность во многом зависит от инженерно-транспортной инфраструктуры и туристско-рекреационных ресурсов территории, а также подключения к ней всех слоев общества, в том числе местного населения, чтобы услуги туризма сосуществовали с другими потребителями разнообразных ресурсов страны. Туристический комплекс объединяет планирование и зонирование территории, обеспечивая адекватное развитие туризма, чтобы противостоять антропогенному разрушению экосистемы природных территории и населенных мест.

Хорошее состояние градостроительных условий и туристическая деятельность, оказывающая положительное экологическое влияние на состояние территории, объединенные в туристический комплекс, позволяют более полно удовлетворить потребности туристов, а также сохранить туристско-рекреационный потенциал туристических регионов, при этом увеличивая возможности трудоустройства для местного сообщества. Организованный

[8] Журнал городского и территориального планирования. 2019. Pp. 2512—3203.
[9] Ultra-Green Models for a Sustainable Future: Are Eco-Cities Building a Comeback?
[10] Там же.

туризм работает, чтобы управлять всеми имеющимися в стране ресурсами, будь то экономические, социальные, эстетические или природные, имея дело с историческим наследием и культурными ценностями, в дополнение к необходимости сохранения экологического баланса и биологического разнообразия территории.

Использующие современные технологии и комплексное развитие градостроительства туристические районы получают экономические преимущества и преимущества для развития внешних и внутренних социально-экономических связей на своей территории. Эти преимущества включают укрепление культурного общения и взаимопонимания между народами, возможность создания новых градостроительных рекреационных объектов, организацию защиты культурно-исторического наследия и уникальных природных территорий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Хаир С.* Региональное планирование // Арабская энциклопедия. URL: http://arabency.com.sy/detail/3285

2. Public understanding of sustainable tourism / G. Miller, K. Rathouse, C. Scarles, K. Holmes [etc]. // Annals of Tourism Research. 2010. Vol. 37. Iss. 3. Pp. 627–645.

3. *Corner J.* Terra fluxus, on Waldheim, Charles (ed.) // The landscape urbanism reader. 2006. Pp. 21—32.

4. *Антюфеев А. В.* Устойчивое развитие города и социальные аспекты градостроительной политики // Социология города. 2010. № 3. Волгоград: Изд-во ВГТУ. С. 5—10.

5. *Самойлова Н. В.* Градостроительные основы проектирования рекреационных комплексов. Учебное пособие. Волгоград: Изд-во ВолгГТУ, 2018. 122 с.

6. *Птичникова Г. А., Чернявский Ю. В., Чернявская Т. А.* Роль и значение туристско-рекреационного ресурсного потенциала в социально-экономическом развитии региона Нижнее Поволжье // Наука и образование: архитектура, градостроительство и строительство: материалы Международной конференции. Волгоград: ВолгГАСУ, 2010. С. 406—410.

7. *Чернявская Т. А., Чернявский Ю. В., Баддур С.* Потенциальные возможности формирования туристического комплекса в городе Латакия Арабской республики Сирия // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2020. Вып. 3(80) С. 160—167.

8. *Чернявская Т. А., Чернявский Ю. В., Брехемоу Р.* Рекреационно-туристические ресурсы как основа градостроительного развития территории Западной Гвинеи // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2020. Вып. 3(80) С. 168—178.

9. *Чернявский Ю. В.* Влияние инвестиционных возможностей на состояние градостроительных условий Волгоградской области // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2007. Вып. 7(26). С. 222—227.

10. *Чернявский Ю. В*. Туристско-рекреационный ресурсный потенциал как фактор социально-экономического развития региона (на примере Волгоградской области): автореф. дис. … канд. экон. наук. Москва: РГУТиС, 2011. 26 с.

11. *Чернявский Ю.В.* Волгоградская область в системе социально-экономических аспектов развития региона : монография. Волгоград: Сфера, 2019. 187 с.

12. *Dixon T.* Sustainable Urban Development to 2050: Complex Transitions in the Built Environment of Cities. Oxford Institute for Sustainable Development, Oxford Brookes University, 2011. URL: http://www.retrofit2050.org.uk/sites/default/files/ resources/WP20115.pdf.

13. *Ritzer G.* Postmodern social theory. New York: McGraw-Hill, 1997. 132 p.

© Чернявская Т. А., Чернявский Ю. В., Баддур С., 2021

Поступила в редакцию
в апреле 2021 г.

Ссылка для цитирования:

Чернявская Т. А., Чернявский Ю. В., Баддур С. Организация градостроительных условий для обеспечения развития туристических комплексов в городах Сирии // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 2(83). С. 211—220.

Об авторах:

Чернявская Татьяна Антоновна — канд. биол. наук, доц. каф. урбанистики и теории архитектуры, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; Tatyanaozer@mail.ru

Чернявский Юрий Владимирович — канд. экон. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук». Российская Федерация, 400062, г. Волгоград, пр-т Университетский, 97; ORCID: 0000-0002-1781-433X; unionwww@yandex.ru

Баддур Сара — магистрант каф. урбанистики и теории архитектуры, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; urbanistika_14@mail.ru

Tat'yana A. Chernyavskaya[a], Yury V. Chernyavsky[b], Sara Baddur[a]

[a] Volgograd State Technical University

[b] Federal Scientific Center of Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Forestation, Russian Academy of Sciences

ORGANIZATION OF URBAN PLANNING CONDITIONS FOR THE DEVELOPMENT OF TOURIST COMPLEXES IN SYRIAN CITIES

The article contains materials on the study of the state of urban planning conditions, which are interconnected with the tourist infrastructure. The quality of urban planning conditions in populated areas is ensured by engineering, transport, social and cultural systems. The general level of urban development of the territory significantly affects the possibilities of using recreational and tourist potential, as well as provides optimal conditions for meeting the needs of the tourism industry. The state of urban planning conditions, including engineering and transport facilities, of tourist infrastructure in the territory of the Syrian Arab Republic can be determined as quite satisfactory, the further development and organization of tourist complexes is required to improve the situation.

K e y w o r d s: urban planning conditions, engineering and transport framework, natural and ecological framework, urbanized areas, tourist complex.

For citation:

Chernyavskaya T. A., Chernyavsky Yu. V., Baddur S. [Organization of urban planning conditions for the development of tourist complexes in Syrian cities]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2021, iss. 2, pp. 211—220.

About authors:

Tat'yana A. Chernyavskaya — Canidate of Boilogy, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., 400074, Volgograd, Russian Federation; Tatyanaozer@mail.ru

Yury V. Chernyavsky — Candidate of Economics, Federal Scientific Center of Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Forestation, Russian Academy of Sciences; 97, Universitetsii Ave, Volgograd, 400062, Russian Federation; ORCID: 0000-0002-1781-433X; unionwww@yandex.ru

Sara Baddur — Masters' Degree student of Urban Development and Theory of Architecture Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., 400074, Volgograd, Russian Federation; urbanistika_14@mail.ru

УДК 699.86

О. Г. Чеснокова, Т. Ф. Чередниченко, В. Д. Чеснокова, М. Д. Чеснокова

Волгоградский государственный технический университет

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УТЕПЛЕНИЯ ВХОДНЫХ УЗЛОВ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

Затронуты вопросы проектирования утепления тамбуров и неотапливаемых незадымляемых лестничных клеток в общественных и жилых зданиях. Предлагаются мероприятия по теплозащите помещений, примыкающих к тамбурам. Для решения проблем по повышению энергоэффективности здания и защите ограждающих конструкций предлагается оптимизировать конструкцию утепления. В статье разработано конструктивное решение узла утепления внутренних стен тамбура с использованием плитного теплоизоляционного материала PIR.

К л ю ч е в ы е с л о в а: неотапливаемая лестничная клетка, тамбур, входной узел, пеностекло, энергоэффективность здания, энергоэффективные теплоизоляционные материалы, теплопроводность.

Проблема энергоэффективности зданий сегодня стала особенно актуальной. Развитию интереса к внедрению энергосберегающих технологий и материалов способствует и повышение цен на коммунальные услуги. В России к внедрению энергосберегающих технологий привело введение Федерального закона № 261 от 23.11.2009 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», а также Приказа министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства от 17.11.2017 № 1550/пр «Об утверждении требований энергетической эффективности зданий, строений, сооружений» и СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» (утвержден Приказом министерства регионального развития Российской Федерации от 30.06.2012 № 265, введен в действие с 01.07.2013).

Таким образом, все здания должны отвечать требованиям энергоэффективности.

При проектировании гражданских зданий возникает необходимость предусмотреть утепление тамбуров входных узлов (СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» п. 5.1; СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения» п. 6.93). В поэлементных требованиях к частям зданий обозначено, что приведенное сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций должно быть не меньше нормируемых значений. Санитарно-гигиенические требования гласят, что температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций также должна быть не ниже минимально допустимых значений.

Проектирование здания в целом и его отдельных элементов, включая входные узлы и тамбуры, в частности, — задача комплексная. При этом должны учитываться теплотехнические характеристики каждого отдельного элемента в структуре здания, компактность планировочного решения, требования тепловой защиты, противопожарные нормативы и т. д. [1]. Вопросы энергосбережения представляют собой только одну из многих задач, стоящих перед проектировщиком. Они не должны вступать в противоречие с другими

задачами и требованиями, а являться следствием их правильного совместного решения.

Вход в здание через тамбур является наиболее приемлемым решением в странах с холодным климатом. Тем не менее, зачастую в помещении тамбура температуры могут значительно опускаться, особенно в зданиях с большой проходимостью и частым открыванием наружных дверей.

На сегодняшний день существуют нормы, в которых прописано, что изолированный объем незадымляемой лестничной клетки типа Н1, имеющий выход непосредственно наружу, в соответствии с нормативными требованиями допускается не отапливать (п. 6.2.4 СП 60.13330-2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»). Такое решение было принято разработчиками нормативного документа очевидно исходя из соображений снижения расходов на отопление [1]. Нормативное требование о допустимости не предусматривать отопление лестничных клеток Н1 не вполне согласуется с другими нормами и приводит к значительному снижению температуры внутри ее объема. То же подтверждается натурными исследованиями. В СП 31-107-2004 «Архитектурные решения многоквартирных жилых зданий» рекомендуется предусматривать в проектах схемы лестничных клеток Н1, которые располагаются внутри объема здания и размещены перпендикулярно наружным ограждениям. При таком решении протяженность периметра внутренних стен жилых помещений, соприкасающихся с объемом лестничной клетки, будут иметь максимальные параметры [1].

Сопротивление теплопередачи внутренних стен, отделяющих неотапливаемую лестничную клетку от других помещений здания, в соответствии с СП 60.13330-2012, следует принимать по СП 50.13330-2012. Таким образом, такая стена рассматривается уже как наружная.

В связи с вышеперечисленным возникает необходимость в утеплении внутренних стен тамбуров и незадымляемых лестничных клеток типа Н1 для обеспечения их теплозащитных свойств.

В проектных решениях многоэтажных секционных зданий довольно часто встречается планировочных прием, связанный с размещением вспомогательных помещений, таких как кухня, уборная, ванная комната у стен незадымляемых лестничных клеток. Также при проектировании общественных зданий распространен прием с примыканием помещений с влажным режимом эксплуатации к стенкам тамбура, например душевых или санузлов. Получается, что помещения с влажным и мокрым режимами эксплуатации примыкают к ограждениям, классифицирующимся как наружные [1]. Это создает определенные проблемы функционирования этих ограждений с точки зрения строительной физики.

Способы обеспечения утепления тамбуров и незадымляемых лестничных клеток типа Н1 могут быть различными.

Возникает вопрос, какими материалами возможно обеспечить такое утепление? К наиболее распространенным теплоизолирующим материалам можно отнести различные плитные утеплители (минераловатные плиты, пенополистиролы, пенопласты и др.). Все они имеют свои достоинства и недостатки, многократно изученные и описанные в литературе.

В данной статье предложен вариант с применением современного теплоизоляционного материала из жесткого пенополиизоцианурата с закрытой

структурой ячеек, заключенного с двух сторон в фольгированную обшивку (PIR).

К положительным характеристикам материала относятся влагостойкость, прочность, стойкость к химическим, механическим и термическим воздействиям, химическая стабильность, небольшой вес [2], относительная пожарная безопасность. Исследования по огнестойкости материала показывают, что при надежной защите материала, его пожароопасность сопоставима с другими теплоизолирующими материалами [3—6]. Паропроницаемость утеплителя сопоставима с паропроницаемостью бетона [7, 8]. Изделия из пенополиизоцианурата нашли уже широкое применение в строительстве, достаточное количество исследований показали его надежность и эффективность [9—15]. Еще одним достоинством является гидрофобность — материал не впитывает влагу [9, 12]. Кроме того, производителем заявлен длительный срок службы. При этом материал имеет инертность к микробиологическим процессам, на его поверхности не образуется плесень и грибок, что очень важно в прохладных и особенно неотапливаемых помещениях [11]. Наконец, в течение срока эксплуатации материал сохраняет свои геометрические размеры, не проседает и не дает усадку [12]. Фольгированный слой на поверхности утеплителя за счет отражения дополнительно сохраняет тепло [14].

К недостаткам можно отнести свойство всех продуктов, сделанных на основе полиуретана — при нагревании они испаряют токсины, количество которых многократно увеличивается в процессе горения. Этот недостаток возможно компенсировать надежной защитой материала несгораемым отделочным слоем. Также существует вариант с дополнительным нанесением противопожарного покрытия, которое изготавливается на основе графита и защищает полимер от прямого огня.

Плиты выпускаются толщиной от 20 до 200 мм. Размеры плит 600×1200 мм; 1200×1200 мм и 1200×3000 мм. Плиты укладываются встык, соединение фиксируется замковым элементом, монтируется дюбелями с широкими шляпками. Возможно также предварительное нанесение клеевой смеси. Свойства пенополиизоцианурата представлены в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики пенополиизоцианурата

Плотность, кг/м^3	30…50
Теплопроводность Вт/(м°С)	0,021…0.022
Горючесть — не распространяет пламя, не поддерживает горение	Г1
Водопоглощение, %	не более 1
Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па)	0,038
Предел прочности при сжатии, кПа	120
Заявленный срок службы, лет	50

Примыкающие к тамбуру или неотапливаемой незадымляемой лестничной клетке помещения с влажным режимом эксплуатации — чаще всего, кухня и санузлы. Их стены, как правило, отделаны керамической плиткой, керамогранитом, различными влагостойкими панелями или подобными паронепроницаемыми материалами. Значит, минимальная паропроницаемость в

PIR-утеплителе в данном случае не будет иметь решающей роли, особенно, если сама стена сделана из железобетона. Выше уже упоминалось, что коэффициент паропроницаемости описываемого утеплителя практически равен коэффициенту паропроницаемости бетона 0,03 мг/(м·ч·Па) Защищаемая стена из бетона, облицованная изнутри керамической плиткой, в любом случае будет практически не паропроницаемой. По сути ограждающая конструкция будет замкнутой, что не приведет к накоплению в ней влаги при возникновении значительных температурных колебаний.

Предложенная конструкция утепления внутренних стен в прохладных помещениях тамбура или незадымляемой лестничной клетки обоснована расчетом. Расчеты базировались на многочисленных исследованиях тепловлажностных параметров ограждающих конструкций зданий [16—21].

Исследование проводилось на примере климатических условий г. Волгограда. Температура внутреннего воздуха $t_в = 20$ °С, температура наружного воздуха $t_н = –12$ °С. Температура холодного периода года принята для расчета с вероятностью 0,94 в соответствии с СП 131.13330—2012 «Строительная климатология», так как она более достоверно характеризует холодный период года. Принятая влажность помещения $\varphi_в = 80$ %. Влажностный режим эксплуатации помещения принят мокрый, как наиболее неблагоприятный. Влажность наружного воздуха $\varphi_н = 85$ %, средняя температура отопительного периода $t_{оп} = –2{,}3$ °С; длительность отопительного периода $Z_{оп} = 176$ сут/год [11, 12].

Средняя температура наружного воздуха рассчитываемого фрагмента стены принята –2,3 °С. Температура внутреннего воздуха в помещениях, примыкающих к лестничной клетке или тамбуру, принята 20 °С.

В исследовании проанализированы степень накопления влаги, термическое сопротивление и теплопотери рядового сечения принятой многослойной стены.

В результате определены теплопотери, термические сопротивления слоев, влажность внутри каждого из слоев исследуемых конструкций, возможная зона конденсации влаги [14, 15, 20, 21]. Сделан расчет и наглядный графический анализ. Технические характеристики материалов, используемых для расчета, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Технические характеристики используемых материалов

Характеристики	Ед. измерения	Железобетон	PIR	Штукатурка
Теплопроводность	Вт/(м·К)	1,92	0,021	0,6
Плотность	кг/м³	2500	200	600

Расчетная схема представлена на рис. 1. Данные для расчета сведены в табл. 3.

Температура внутри каждого слоя стены изменяется линейно.

На рисунке 2 показан график изменения температур внутри конструкции и график смещения точки росы.

Исходя из результатов расчета на рис. 2 видно, что конденсата внутри представленной конструкции образовываться не будет, так как кривая изменения точки росы не пересекается с температурной кривой.

Теплопотери через представленную конструкцию составят $U = 0{,}38$ Вт/(м^2 °С).

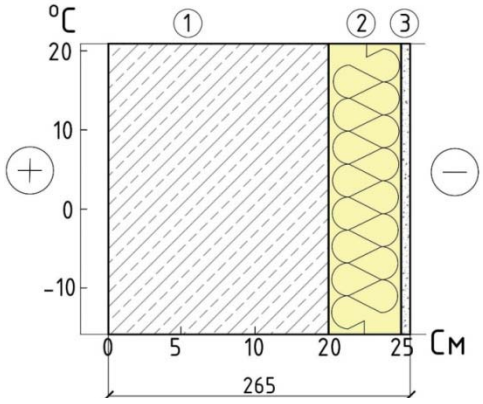


Рис. 1. Расчетная схема: *1* — стена из железобетона толщиной 200 мм; *2* — утеплитель PIR толщиной 50 мм; *3* — защитный слой из цементно-песчаной штукатурки внутренней поверхности стены толщиной 15 мм; общая толщина конструкции составит 265 мм

Таблица 3

Данные для расчета

Материал слоя	Толщина, мм	R, термическое сопротивление, м^2·К/Вт	$t_в$, ºС	$t_н$, ºС
Внутри помещения		0,13	20	18,43
железобетон	200	0,09	18,43	17,38
PIR	50	2,38	17,38	–11,34
Цементно-песчаная штукатурка	15	0,02	–11,34	–11,52
Улица		0,04	–11,52	–12
Итого	265	2,66		

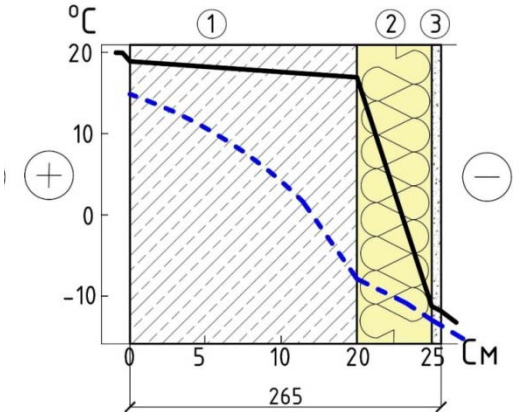


Рис. 2. Расчетная схема: *1* — стена из железобетона толщиной 200 мм; *2* — утеплитель PIR толщиной 50 мм; *3* — защитный слой цементно-песчаная штукатурка внутренней поверхности стены толщиной 15 мм; общая толщина конструкции составит 265 мм; _____ — кривая показывает изменение температур внутри конструкции; _ _ _ _ _ — кривая показывает изменения точки росы

Выводы

1. При проектировании гражданских зданий необходимо особое внимание уделять теплозащите внутренних стен, примакаемых к тамбурам и неотапливаемым незадымляемым лестничным клеткам. Особенно актуально это в условиях примыкания к ним помещений и мокрым и влажным режимом эксплуатации. При теплотехническом расчете к такой стене должны предъявляться требования, как к наружной.

2. Для теплозащиты помещений, примакаемых к тамбурам и незадымляемым неотапливаемым лестничным клеткам и улучшения в них микроклимата необходимо делать предварительный анализ на возможность образования конденсата [14, 18, 20—22]. Конденсация влаги в конструкции, может привести к долгосрочному росту плесени [16, 19].

3. Для утепления внутренних стен тамбуров и незадымляемых лестничных клеток предлагается: использовать PIR-утеплитель, имеющий низкий коэффициент теплопроводности, что уменьшит потери площади в означенных помещениях, а также защитит утеплитель в случае возможного пожара слоем штукатурки в 15 мм, и не допустит возможного испарения токсинов в процессе нагревания утеплителя.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Мошкин А. А.* О проектировании лестниц в незадымляемых клетках типа Н1 // Архитектура. Строительство. Образование: материалы Всероссийской конференции по итогам X Всероссийского конкурса выпускных квалификационных работ по специальности «Проектирование зданий». Волгоград, 2015. С. 251—254.

2. *Глотова Ю. В.* Изделия из пенополиизоционаурата в строительных системах // Бюллетень науки и практики. 2016. № 4(5). С. 82—85.

3. *Leisted R. R., Sorensen M. X., Jomaas G.* Experimental study on the influence of different thermal insulation materials on the fire dynamics in a reduced-scale enclosure // Fire Safety Journal. Vol. 93. Pp. 114—125.

4. *Asimakopoulou E., Zhang J., Mckee M.* Effect of layered double hydroxide, expanded graphite and ammonium polyphosphate additives on thermal stability and fire performance of polyisocyanurate insulation foam // Thermochimicacta. Vol. 693. Iss. 178724.

5. *Долганов А. Ю.* О пожарной опасности сэндвич-панелей / Вестник современных исследований. 2018. № 1.1(16). С. 106—107.

6. Пожарно-структурная экспертиза повреждений теплоизоляционных материалов из минеральной ваты и пенополиизоцианурата / В. С. Мельников, С. В. Кириллов, М. В. Мельников, В. Г. Васильев и др. // Интернет-журнал Науковедение. 2016. Т. 8. № 3(34). С. 129.

7. *Тимохин Д. К., Головнов Е. С., Асафьева С. С.* Аспекты применения отхода пенополиизоцинурата PIR-плит в качестве заполнителя для легких бетонов. В сборнике: Фундаментальные основы строительного материаловедения // Сборник докладов Международного онлайн-конгресса. 2017. С. 403—407.

8. Разработка эффективного теплоизоляционно-конструкционного материала с применением отхода PIR / Ю. Г. Иващенко, Д. К. Тимохин, А. В. Страхов, Е. С. Головнов // Научное обозрение. 2016. № 21. С. 19—22.

9. *Пестряков И. И., Кирюшина А. П., Султанов Ш. Т.* Сорбционная влажность утеплителей из минеральной ваты и пенополиизоцианурата // Научные горизонты. 2018. № 12(16). С. 204—216.

10. *Гилев А. В.* Анализ применения энергоэффективных пенополиизоцианурат (PIR) панелей, термопанелей SPANS, газоблоков D500 в архитектурных конструкциях зданий и сооружений. В сборнике: Научный диалог: Молодой ученый // Сборник научных трудов по материалам XXII международной научной конференции. Международная Объединенная Академия Наук, 2018. С. 57—59.

11. *Ватин Н. И., Султанов Ш. Т., Крупина А. А.* Сравнение теплоизоляционных характеристик пенополиизоцианурата (PIR), минеральной ваты, карбона и аэрогеля // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. 2019. № 4(138). С. 161—165.

12. *Шалимов В. Н., Борисов А. А., Нагаев И. Ф* Зависимость теплопроводности газонаполненных утеплителей PIR от температурных условий эксплуатации // Кровельные и изоляционные материалы. 2018. № 4. С. 14—17.

13. *Кульсаитова Д. В.* PIR-плиты — гарантия качества // Аллея науки. 2018. Т. 1. № 5(21). С. 32—35.

14. *Копылов И. А.* PUR И PIR — новые для России теплоизоляционные материалы // Кровельные и изоляционные материалы. 2016. № 4. С. 14—17.

15. *Мостовая Н. В.* Использование PIR-плит в современном строительстве // Аллея науки. 2018. Т. 3. № 5(21). С. 3—6.

16. *Чеснокова О. Г.* Сравнительный анализ влагонакопления в ограждающей конструкции в зависимости от расположения слоя утеплителя // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2017. № 47(66). С. 51—60.

17. *Перехоженцев А. Г.* Расчет распределения влаги в многослойных ограждающих конструкциях зданий на основе потенциала влажности при неизотермическом квазистационарном режиме // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2006. № 6. С. 10—13.

18. *Чеснокова О. Г.* Анализ влагонакопления в пенобетонном блоке // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2017. № 47(66). С. 70—81.

19. *Перехоженцев А. Г., Груздо И. Ю.* Исследование диффузии влаги в пористых строительных материалах / Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2014. № 35(54). С. 116—120.

20. *Корниенко С. В.* Температурно-влажностный режим и теплозащитные свойства ограждающих конструкций с краевыми зонами / Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2014. № 35(54). С. 62—69.

21. Теплоизоляционные материалы, обеспечивающие энергоэффективность фасадных систем / С. Г. Абрамян, Н. А. Михайлова,А. А. Котляревский, В. О. Семочкин // Инженерный вестник Дона. 2018. № 4(51). С. 221.

22. *Чередниченко Т. Ф., Пушкалева Н. А.* Современные технологические решения строительства энергоэффективных зданий // Инженерный вестник Дона. 2018. № 3. 9 с.

© Чеснокова О. Г., Чередниченко Т. Ф., Чеснокова В. Д., Чеснокова М. Д., 2021

Поступила в редакцию
в апреле 2021 г.

Ссылка для цитирования:

Актуальные вопросы проектирования утепления входных узлов гражданских зданий / О. Г. Чеснокова, Т. Ф. Чередниченко, В. Д. Чеснокова, М. Д. Чеснокова // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 2(83). С. 221—228.

Об авторах:

Чеснокова Оксана Геннадьевна — доц. каф. архитектуры зданий и сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; oxxxana72@yandex.ru

Чередниченко Татьяна Федотовна — канд. техн. наук, доц. каф. технологий строительного производства, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, tati_cher@mail.ru

Чеснокова Варвара Дмитриевна — студентка, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; varvarachesnok2013@yandex.ru

Чеснокова Марина Дмитриевна — студентка, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

Oksana G. Chesnokova, Tatyana F. Cherednichenko, Varvara D. Chesnokova, Marina D. Chesnokova

Volgograd State Technical University

TOPICAL ISSUES IN DESIGNING INSULATION OF ENTRANCE UNITS OF CIVIL BUILDINGS

The issues of designing the insulation of vestibules and unheated smoke-free staircases in public and residential buildings were touched upon. Measures for thermal protection of the premises adjacent to the vestibules are proposed. To solve the problems of increasing the energy efficiency of the building and protecting the enclosing structures, it is proposed to optimize the design of thermal insulation. The article offers a constructive solution to the block of insulation of the inner walls of the vestibule with the use of a plate thermal insulation material PIR.

K e y w o r d s: unheated stairwell, vestibule, entrance node, foam glass, energy efficiency of the building, energy-efficient thermal insulation materials, thermal conductivity.

For citation:

Chesnokova O. G., Cherednichenko T. F., Chesnokova V. D., Chesnokova M. D. [Topical issues in designing insulation of entrance units of civil buildings]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. *Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2021, iss. 2, pp. 221—228.

About authors:

Oksana G. Chesnokova — Docent of Architecture of Buildings and Constructions Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; oxxxana72@yandex.ru

Tatyana F. Cherednichenko — Candidate of Engineering Sciences, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; tati_cher@mail.ru

Varvara D. Chesnokova — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; varvarachesnok2013@yandex.ru

Marina D. Chesnokova — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation

УДК 504.064.2.001.18

Б. Х. Санжапов, Р. Б. Санжапов

Волгоградский государственный технический университет

ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ АНАЛИЗЕ ВАРИАНТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В УСЛОВИЯХ ИХ ГРУППОВОГО ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ

В статье рассматривается схема поддержки принятия решений при предварительном анализе задачи выбора городских функций на урбанизированных территориях при обеспечении экологической безопасности атмосферы. Обосновывается участие жителей города при обсуждении и принятии решений в задачах развития города, в том числе городских территорий. Групповая экспертная информация представляется в виде нечетких бинарных отношений. Предложенный подход позволяет, в отличие от существующих методов обработки такой информации, рассматривать экспертные сведения без их предварительного преобразования. Полученное компромиссное решение может быть рассмотрено в администрации города, проектных организациях и др. учреждениях. Приводится иллюстративный пример.

К л ю ч е в ы е с л о в а: поддержка принятия решений, ранжирование альтернатив, экологическая безопасность, нечеткие отношения, урбанизированные территории.

Постановка задачи

Основными целями развития города, в частности его отдельных территорий, являются экономические, социальные цели, создание комфортных условий для жителей близлежащих районов и др. при обеспечении экологической безопасности. В связи со сформулированными положениями в процессе целеполагания следует рассматривать территориальное планирование стратегического развития крупного города в виде процесса формирования стратегических решений, которые могли бы приблизить поставленные цели. Такие решения должны соответствовать функциям, реализуемым на конкретных городских территориях, учитывать возможное изменение экономической ситуации в стране, городе, быть гибкими при изменении внешних условий и воздействии случайных факторов.

К числу основных целей, формируемых обществом, относится обеспечение экологической безопасности городской среды обитания. Угроза этой цели обусловлена антропогенным загрязнением внешней среды и вызвана, в первую очередь, развитием города, в т. ч., производства на его территории. Решение проблемы обеспечения экологической безопасности на уровне города объективно должно быть увязано с его развитием. Развитие города определяется реализацией комплекса программ, направленных на развитие новых и модернизацию существующих производств, режимов их эксплуатации. Реализация приоритетных программ развития города позволит решить его основные проблемы, заключающиеся, в конечном итоге, в удовлетворении потребностей его жителей.

Проблема стратегического развития города включает в себя также задачи, возникающие при разработке плана развития городских территорий — определении на них городских функций (зонирования), учитывающего нормативно-правовую базу, интересы субъектов, участвующих в принятии ре-

шений. Следует также учесть, что интересы групп людей, участвующих в подготовке и принятии решений, могут существенно отличаться друг от друга. Все это затрудняет процесс планирования рационального использования и оценки городских территорий.

В Градостроительном кодексе[1], а также в Методических рекомендациях по разработке проектов генеральных планов поселений и городских округов[2] представлены схемы территориального планирования, которые включают, в частности, разработку концепции территориального развития. На основе этой концепции разрабатываются стратегические планы и целевые программы.

Согласно Градостроительному кодексу РФ «одним из основных документов территориального планирования города является ***генеральный план***». При составлении генерального плана города основным фактором является рассмотрение различных видов деятельности (функций) на его территории.

Под ***городскими функциями*** понимаются «различные виды деятельности на городской территории. Число городских функций крупного города измеряется десятками. Городскими функциями являются:

- жилье различных видов, дифференцируемых по этажности, плотности населения, семейности, периоду строительства, уровню доходов жителей и ряду других признаков;
- промышленность различных видов, дифференцируемых по отраслевой принадлежности, плотности занятых, классу вредности и др.;
- коммунально-складское хозяйство различных видов, дифференцируемых по специализации — склады промышленных товаров, овощные базы, хладокомбинаты, элеваторы, автопарки, полосы отвода железных дорог и т. д.
- общественно-торговые центры городского и локального значения;
- торговля различных иерархических уровней и различной специализации — крупные торговые центры, крупные специализированные магазины городского и локального значения, рядовая магазинная торговля и др.;
- объекты здравоохранения различных видов, дифференцируемых по мощности и специализации — больницы общего профиля, специализированные больницы и клиники, поликлиники, профилактории и др.; и т. д.»[3].

Описанная выше информация должна учитываться экспертными группами при оценке различных вариантов развития города.

Анализ проблем, возникающих при исследовании вариантов проекта генерального плана города, связан с решением вопроса разработки в плане его функционального зонирования (ФЗ). Под понятием ***функциональной зоны*** понимается некая городская территория, на которой реализуется городская

[1] Градостроительный кодекс Российской Федерации. Федеральный закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ (редакция от 29.07.2017). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/

[2] Приказ Министерства регионального развития Российской Федерации от 26.05.2011 № 244. Об утверждении методических рекомендаций по разработке проектов генеральных планов поселений и городских округов. URL: http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12086381/

[3] ПМК LANDUSE-2003. Территориальное развитие городов, рациональное землепользование и стоимость городских земель (Методические основы. Инструментальные средства. Приложения). URL: http://landuse.serif.ru/

функция. Следует заметить, что задачи функционального зонирования на предпроектной стадии разработки плана решаются обычно на основе экспертных оценок, учитывающих, в первую очередь, оценку экологической безопасности городских территорий.

Поэтому, учитывая высокий риск возможных ошибок, которые будут влиять в дальнейшем на реализацию генерального плана города, в частности, развитие его территорий, представляется целесообразным разработка моделей поддержки принятия решений при составлении плана ФЗ города.

Законодательная база участия жителей города при анализе принимаемых решений

Законодательная база позволяет участвовать жителям города в обсуждении принимаемых решений. Это право граждан основано на Конституции Российской Федерации (ст. 3, 32, 33 и др.). В частности, ст. 32 Конституции РФ устанавливает, что «каждый гражданин имеет право участвовать в управлении государством — как непосредственно, так и через своих представителей»[4].

Нормы общественного участия содержатся также в Федеральном законе «Об охране окружающей среды» (№ 7-ФЗ от 10.01.02)[5]. В соответствии со ст. 11 этого закона, «граждане имеют право: ...создавать общественные объединения, фонды и иные некоммерческие организации, осуществляющие деятельность в области охраны окружающей среды; ...выдвигать предложения о проведении общественной экологической экспертизы и участвовать в ее проведении в установленном порядке...». В соответствии со ст. 12 этого закона, общественные и иные некоммерческие объединения, осуществляющие деятельность в области охраны окружающей среды, имеют право:

- «…участвовать в установленном порядке в принятии хозяйственных и иных решений, реализация которых может оказать негативное воздействие на окружающую среду, жизнь, здоровье и имущество граждан;
- организовывать и проводить в установленном порядке общественную экологическую экспертизу;
- рекомендовать своих представителей для участия в проведении государственной экологической экспертизы;
- подавать в органы государственной власти Российской Федерации, органы государственной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления, суд обращения об отмене решений о проектировании, размещении, строительстве, реконструкции, об эксплуатации объектов, хозяйственная и иная деятельность которых может оказать негативное воздействие на окружающую среду, об ограничении, о приостановлении и прекращении хозяйственной и иной деятельности, оказывающей негативное воздействие на окружающую среду».

В соответствии со ст. 13 № 7-ФЗ, «органы государственной власти РФ, органы государственной власти субъектов РФ, органы местного самоуправления и должностные лица обязаны оказывать содействие гражданам, общественным и иным некоммерческим объединениям в реализации их прав в области охраны окружающей среды. При размещении объектов, хозяйственная

[4] Конституция Российской Федерации: офиц. текст. М.: Маркетинг, 2001. 39 с.

[5] Об охране окружающей среды. Федеральный закон от 10.01.2002, № 7-ФЗ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823.

и иная деятельность которых может причинить вред окружающей среде, решение об их размещении принимается с учетом мнения населения или результатов референдума...».

Деятельность городских общественных организаций может основываться на ст. 19—25 Федерального закона РФ «Об экологической экспертизе». Эти статьи предусматривают участие граждан и общественных организаций в области экологической экспертизы. В частности, в ст. 19 говорится: «Граждане и общественные организации (объединения) в области экологической экспертизы имеют право выдвигать предложения о проведении в соответствии с настоящим Федеральным законом общественной экологической экспертизы хозяйственной и иной деятельности, реализация которой затрагивает экологические интересы населения, проживающего на данной территории[6].

Изложение законодательной и нормативной базы для участия населения при принятии решений в процессе составления плана стратегического развития города не ограничивается приведенными материалами. Существуют неприведенные в тексте законы и сотни подзаконных актов, которые дают основания для участия населения в принятии решений, а также регламентируют проведение этого процесса.

Главный вывод заключается в том, что население города имеет право участвовать в процессе принятия решений.

Как правило, на стадии предварительных оценок о вариантах использовании городских территорий для реализации определенных городских функций виду отсутствия точной количественной информации исходные сведения могут основываться на качественном описании ситуации. В этом случае необходимо использовать всю имеющуюся информацию, задаваемую, в т. ч., в виде экспертных оценок. В настоящий момент эти оценки должны учитывать положения, сформулированные в Указе Президента Российской Федерации от 7.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». Анализ вариантов развития городских территорий — их экспертиза, должна проводиться в рамках Распоряжения Правительства РФ от 23.03.2019 № 510-р «Об утверждении Методики формирования индекса качества городской среды».

Поддержка принятия решений на основе экспертных оценок приоритетности городских территорий

Характеризующие приоритетность городских функций на территориях города экспертные оценки могут делать, как указывалось выше, различные группы экспертов, чьи мнения в некоторых случаях могут не совпадать. Такие оценки отражают субъективное мнение специалистов в данной предметной области — экспертов. Они могут задаваться также в лингвистическом виде [1, 2]. Поэтому при реализации последнего случая возникают трудности с количественной интерпретацией полученных качественных результатов для их использования в системах принятия решений. В связи с этим необходима разработка информационной поддержки принимаемых решений — ранжирование рассматриваемых альтернативных вариантов (объектов) на основе использования методов обработки информации и компьютерных технологий.

[6] Об экологической экспертизе. Федеральный закон от 23.11.1995 № 174-ФЗ (с изменениями на 29.12.2015). URL: http://base.garant.ru/12164274/

При такой постановке исследования проблемы развития городских территорий рассмотрим задачу упорядочения объектов на основе взвешенных бинарных отношений предпочтений, отражающих значимость объектов при их парном сравнении.

Выбор такой схемы моделирования экспертной информации в виде бинарных отношений обусловлен сложностью определения количественной характеристики приоритетности анализируемых объектов. Действительно, в настоящее время для оценки воздействия на атмосферу окружающей среды в Российской Федерации довольно часто используются 3 показателя качества воздушной среды:

- стандартный индекс (СИ и др.) — наибольшая измеренная максимальная разовая концентрация загрязняющего вещества, деленная на значение ПДК — предельно допустимой концентрации;
- наибольшая повторяемость (НП) превышения (%) ПДК за месяц или за год;
- совокупный индекс загрязнений воздуха (ИЗА), который учитывает различные примеси.

На стадии анализа альтернативных вариантов развития города затруднительно прогнозировать значения СИ и НП, в связи с этим в некоторых случаях используется значение ИЗА. Величину ИЗА рассчитывают на основе значений среднегодовых концентраций загрязняющих веществ (ЗВ). Поэтому данные показатели характеризуют степень длительности загрязнений воздушного бассейна, например, от воздействия автомобильной дороги, промышленного предприятия и др. Комплексный индекс ИЗА позволяет выявить, во сколько раз суммарный уровень загрязнения воздуха несколькими примесями превышает допустимое значение. Для этого уровни загрязнения различными веществами приводят к уровню загрязнения каким-либо одним веществом (обычно диоксидом серы)[7].

Для рассмотрения всех веществ, загрязняющих окружающую среду, при использовании вещества 3-го класса опасности (диоксид серы), запишем ИЗА, учитывающий n веществ, в следующем виде:

$$I_n = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{q_{\text{ср}.i}}{\text{ПДК}_{\text{с.с}.i}} \right)^{C_i}, \qquad (1)$$

где $q_{\text{ср}.i}$ — средняя за месяц, сезон, год концентрация отдельной i-й примеси; $\text{ПДК}_{\text{с.с}\cdot i}$ — среднесуточная ПДК этой же примеси; C_i — коэффициенты, характеризующие класс опасности загрязняющих атмосферу веществ (табл. 1).

В таблице 2 приведена градация уровня загрязнения атмосферы при использовании ИЗА и соответствующие численные показатели[8].

[7] ГОСТ 17.2.1.03-84 «Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения». URL: http://www.internet-law.ru/gosts/gost/20758/; Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1338-03. «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» (от 31.05.2003). URL: http://mhts.artinfo.ru/biblio/SNIPS/gigien-normy/2.1.6.1338-03/2.1.6.

[8] ГОСТ 17.2.1.03-84. «Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения».

Таблица 1

Значение коэффициентов C_i

Класс опасности	1	2	3	4
C_i	1,7	1,3	1,0	0,9

Таблица 2

Оценка уровня загрязнений атмосферного воздуха (ИЗА)

Классификация	Загрязнения воздуха	Значение показателя
1	Низкое	0…5
2	Повышенное	5…7
3	Высокое	7…14
4	Очень высокое	> 14

Значение ИЗА, вычисленное по формуле (1) для приведенных градаций, не может в полной мере служить информацией для приоритетности объектов, значения показателей которых находятся в одном и том же диапазоне, ввиду того, что значения параметров в расчетных моделях не могут быть определены с достаточной степенью точности. Это обстоятельство влияет на точность значения ИЗА.

Для анализа альтернативных вариантов развития городских территорий также используется общепринятый балльный подход, с помощью которого вычисляется значение показателей альтернатив на основе линейной свертки. В общем случае довольно сложно дать точные оценки значениям коэффициентов весомости. Также следует учесть, что сужение непрерывных значений показателей по отдельным критериям до дискретных величин делает ограничительным применение этой методики при решении задач оценки вариантов функционального зонирования городской территории на ранней стадии их исследования. Таким образом, целесообразно использовать подходы, которые не требуют знания численных значений весовых коэффициентов, а оценки альтернатив при этом по всем рассматриваемым критериям носят непрерывный характер.

Поэтому представляет интерес исследование задачи упорядочения объектов при использовании методов и подходов, которые менее чувствительны к изменениям значений входных данных, не требуют огрубления исходных данных. Одним из таких подходов к решению задачи обработки экспертной информации является метод, использующий попарное сравнение при вычислении предпочтения одного объекта перед другим.

Исходной информацией является множество объектов $\{1,2, ..., n\}$, отношение $R = (r_{ij})$ — матрица, размером $n \times n$, элементы которой r_{ij} показывают степень предпочтения объекта i по сравнению с объектом j. На множестве пар объектов для каждой группы экспертов определяется нечеткое отношение $A_k, k = \overline{1,K}$ [1, 2] с функцией принадлежности $\mu_{A_k} : X \times X \to [0,1]$, здесь k — номер экспертной группы, K — их число, обычно оно равно 2. Напри-

Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».

мер, для первой группы экспертов, состоящей из 10 человек, предпочтение объекта i перед j выявили 6 человек, объекта j перед i — 3 человека, один эксперт посчитал их эквивалентными. Тогда $\mu_{A_1}(i,j)=0,65:\mu_{A_1}(i,j)=0,35.$

Построенная таким образом матрица $A_1=(\mu_{A_1}(i,j))$ будет являться нечетким множеством экспертных оценок первой группы. Аналогично определяются нечеткие множества $A_k, k=\overline{1,K}$.

Задача обработки экспертной информации в такой постановке не нова. Существует большое количество методов решения таких задач при единственном нечетком отношении, а также при выборе приоритетности объектов при групповом их оценивании в виде отношения их весов [3—7]. Для использования этих методов необходимо предварительно усреднить исходную информацию, или устранить разногласия в оценках или произвести какое-либо преобразование исходной экспертной информации. Учитывая то, что мнения экспертных групп в некоторых случаях могут существенно отличаться (например, оценки жителей близлежащих районов и инвесторов), возможна ситуация, при которой полученное при использовании существующих методов анализа экспертной информации решение не будет являться удовлетворительным. В связи с этим объективно необходимо применять методы обработки такой информации без ее огрубления [8]. Аналогичные постановки решения таких задач приведены в [9, 10].

Эффективность предложенного подхода будет показана на решении модельной задачи функционального зонирования территории.

Пример выбора городских функций

Пусть необходимо исследовать возможность использования некоторых городских территорий в других целях, чем указанных в генеральном плане развития города, ввиду, например, сокращения площади санитарно-защитной зоны (СЗЗ) промышленных предприятий в результате внедрения наилучших допустимых технологий, улучшающих экологическую обстановку около предприятия и сокращающих, соответственно, границы СЗЗ, или в результате перепрофилирования предприятия. В связи с этим возникает вопрос о необходимости определения городских функций, реализуемых на освобождаемой территории, т. е. необходимо осуществить ее зонирование. В качестве экспертов выступают представители инвестора и группа жителей, проживающих на расположенных рядом территориях, образующие городскую общественную организацию. В качестве альтернативных вариантов рассматриваются следующие функции:

- промышленные объекты 4 или 5 класса вредности;
- малоэтажное жилье;
- объект здравоохранения — поликлиника;
- торговый комплекс средних размеров;
- объекты коммунально-складского хозяйства.

Рассмотренные варианты будут являться объектами исследования на предмет выявления наиболее приоритетных.

Таким образом, 2 группы экспертов оценивают 5 альтернатив, т. е. $X=\{1,2,...,5\}$. Пусть исходная экспертная информация о предпочтении одних объектов перед другими представлена в виде двух матриц (рис.). Заметим,

что эксперты в случае высокой экологичности двух оцениваемых вариантов при их оценке могут рассматривать другие критерии, например, экономический, социальный и др. Для оценки степени влияния ЗВ на атмосферу окружающей среды используется стандартные методы их распространения[9].

	1	2	3	4	5
	0.5	0.6	0.25	0.2	0.1
	0.4	0.5	0/2	0.25	0.1
	0.75	0.8	0.5	0,4	0.15
	0.8	0.75	0.6	0.5	0.35
	0.9	0.9	0.85	0.65	0.5

	1	2	3	4	5
	0.5	0.1	0.55	0.65	0.9
	0.9	0.5	0.5	0.85	0.9
	0.45	0.5	0.5	0.55	0.9
	0.35	0.15	0.45	0.5	0.8
	0.1	0.1	0.1	0.2	0.5

Экспертная информация: матрицы нечетких отношений

При использовании метода принятия решений [8], основанного на работах[9, 10] и учитывающего характер экспертной информации, вычисленное ранжирование объектов будет выглядеть как $\{3\} \succ \{4\} \succ \{2\} \succ \{5\} \succ \{1\}$, знак $\succ$ означает «лучше, чем». Веса объектов при рассмотрении двух групп экспертов, мнение которых выражено в виде двух матриц, имеют следующие значения $v_1 = 0,68; v_2 = 0,85; v_3 = 1; v_4 = 0,9; v_5 = 0,82$. При исследовании сведений только первой группы экспертов, смоделированных в виде первой матрицы, вычисленное ранжирование объектов представится как $\{5\} \succ \{4\} \succ \{3\} \succ \{1\} \succ \{2\}$, а значения весов имеют вид $v_1 = 0,1; v_2 = 0,03; v_3 = 0,47; v_4 = 0,62; v_5 = 1$. Если в расчетах брать за основу только информацию, полученную от второй группы экспертов, представленной второй матрицей, то результат решения задачи будет следующим: ранжирование объектов $\{2\} \succ \{3\} \succ \{1\} \succ \{4\} \succ \{5\}$, вычисленные значения весов, характеризующие это ранжирование, будут следующими $v_1 = 0,5; v_2 = 1; v_3 = 0,7; v_4 = 0,4; v_5 = 0$.

Приведенный пример показывает, что каждая группа экспертов имеет свои предпочтения о приоритетности объектов — вариантах использования

[9] Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 06.06.2017 № 273 URL: https://rg.ru/2017/08/14/minprirodi-prikaz273-site-dok.html.

городских территорий. Полученное решение, учитывающее мнение всех заинтересованных групп, является в какой-то мере компромиссным, оно отличается от предпочтений каждой в отдельности групп экспертов. Полученное решение может служить предметом дальнейшего обсуждения проблемы использования городских территорий — функционального зонирования.

Заключение

Разработанный в статье подход позволяет учитывать неоднозначность в оценках предпочтений вариантов функционального зонирования, сделанных различными группами экспертов. Полученный результат представляет некоторый компромисс для групп экспертов и может использоваться при дальнейшем исследовании проблемы выбора городских функций. Предложенная схема анализа альтернативных вариантов использования городских территорий окажется полезной при исследовании задачи определения городских функций, и результаты расчета могут рассматриваться в соответствующих организациях, например, в администрации города, проектных учреждениях и др.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Zadeh L. A.* The Linguistic Approach and its Application to Decision Analysis / Directions in Large-Scale Systems; ed.: Y. G. Ho, S. K. Mitter. New York: Plenum Press, 1976. Pp. 335—361.

2. *Zadeh L. A.* Fuzzy sets as a basis for a theory of possibilities // Fuzzy Sets and Systems.1978. Vol. 1. Pp. 3—28.

3. *Saaty T. L., Vargas L. G.* Models, Methods, Concepts and Applications of the Analytic Hierarchy Process. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2000. 333 p.

4. *Saaty T. L., Vargas L. G.* Decision Making with the Analytic Network Process: Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Costs and Risks. New York: Springer, 2006. 278 p.

5. *Mikhailov L.* "Deriving priorities from fuzzy pair wise comparison judgments" // Fuzzy Sets and System. 2003. Vol. 134. Pp. 365–385.

6. *Rafiei H., Rabbani M.* Project selection using fuzzy group analytic network process // World Academy of Science, Engineering and Technology. 2009. Vol. 58. Pp. 122–126.

7. Group decision support for hazards planning and emergency management: a Group Analytic Network Process (GANP) approach / W. Z. Yang, Y. H. Ge, J. J. He, B. Liu // African Journal of Business Management. 2010. Vol. 4. Pp. 2571—2585.

8. *Sanzhapov B. Kh., Sanzhapov R. B.* Ordering Objects on the Basis of Potential Fuzzy Relation for Group Expert Evaluation // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2016. Vol. 11. Iss. 13. Pp. 8544—8548.

9. *Санжапов Б. Х., Санжапов Р. Б.* Поддержка принятия решений при оценке экологической безопасности эксплуатации автомобильной дороги // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2020. Вып. 3(80). С.142—151.

10. *Sanzhapov B. Kh., Sanzhapov R. B.* Decision support based on the interval relation // ARPN Journal of Engineering and applied Sciences. 2017. Vol. 12. Iss. 15. Pp. 4601—4607.

© Санжапов Б. Х., Санжапов Р. Б., 2021

Поступила в редакцию
в апреле 2021 г.

Ссылка для цитирования:

Санжапов Б. Х., Санжапов Р. Б. Поддержка принятия решений при анализе вариантов использования урбанизированных территорий в условиях их группового экспертного оценивания // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 2(83). С. 229—238.

Об авторах:

Санжапов Булат Хизбуллович — д-р физ.-мат. наук, проф., Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; gbkh@mail.ru

Санжапов Ринат Булатович — канд. техн. наук, ведущий программист, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; rinat93@lenta.ru

Bulat Kh. Sanzhapov, Rinat B. Sanzhapov

Volgograd State Technical University

DECISION SUPPORT IN THE ANALYSIS OF OPTIONS FOR THE USE OF URBAN AREAS UNDER THEIR GROUP EXPERT EVALUATION

The article discusses a decision support scheme for a preliminary analysis of the problem of choosing urban functions in urbanized areas while ensuring the environmental safety of the atmosphere. The participation of city residents in the discussion and decision-making in the development of the city, including urban areas, is substantiated. Group expert information is presented in the form of fuzzy binary relations. The proposed approach allows, in contrast to the existing methods of processing such information, to consider expert information without their preliminary transformations. The resulting compromise solution can be considered by the city administration, design organizations and other institutions. An illustrative example is provided.

K e y w o r d s: decision support, ranking alternatives, environmental safety, fuzzy relations, urbanized areas.

For citation:

Sanzhapov B. Kh., Sanzhapov R. B. [Decision support in the analysis of options for the use of urban areas under their group expert evaluation]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2021, iss. 2, pp. 229—238.

About authors:

Bulat Kh. Sanzhapov — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; gbkh@mail.ru

Rinat B. Sanzhapov — Candidate of Engineering Sciences, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; rinat93@lenta.ru

УДК 72.07:378

Ю. Б. Колышев

Волгоградский государственный технический университет

ФОРМИРОВАНИЕ ТВОРЧЕСКОЙ ЛИЧНОСТИ БУДУЩЕГО АРХИТЕКТОРА И ДИЗАЙНЕРА НА ОСНОВЕ ПОТЕНЦИАЛА ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ПОДГОТОВКИ

Рассматривается процесс повышения эффективности формирования творческой личности будущего архитектора и дизайнера на основе методического опыта художественной подготовки с практико-ориентированным подходом, который носит актуальный характер. Показано, что освоение потенциала художественной подготовки способствует развитию у студентов аналитического мышления, умения реализовывать идеи, передавать не только конструктивные, созидательные особенности объектов архитектуры, но и их красоту и гармонию.

К л ю ч е в ы е с л о в а: формирование творческой личности, художественная подготовка, методическая система, условия, циклы.

Введение

Под формированием творческой личности мы понимаем сложный методический процесс с практико-ориентированным подходом, включающий не только приобретение профессиональных умений и навыков, но главное — освоение опыта творческой деятельности, достижения конкурентоспособной реализации будущего архитектора и дизайнера на этапах жизненного пути и профессиональной карьеры.

Обоснованная система формирования творческой личности включает различные необходимые условия и циклы:

- заботливое отношение к семье, обществу и родному краю;
- профессионализм преподавателей и наставников, ориентирующих процесс совершенствования творческой личности;
- основой основ на каждом уровне становления творческой личности является наличие инициативы, целеустремленности, живого интереса и любви к выбранному профессиональному делу.

Основной материал исследования

1. ***Родной край, семья и школа.*** Чем раньше человек начинает воспринимать красоту родного края, тем искреннее, совершеннее будут формироваться его художественные образы. Школьные годы вместе с радостью первого сентября ко многому обязывают и несут с собой массу интересных дел и событий. В школьных кружках обучающийся начинает заниматься увлекательным делом — трудом. Любовь к красоте — это главное, что прививается в изобразительном кружке: рисование и живопись с натуры натюрмортов и пейзажей; изготовление героев русских сказок путем лепки из глины различной формы кукол, оклеивания кусочками бумаги способом «папье-маше», грунтовки, раскрашивания и шитья нарядов и совместное радостное проведение кукольных театральных представлений.

Красота природы родного края, прямые и открытые отношения с друзьями, школа с увлекательными занятиями и теплая душевная обстановка в семье являются идеалом прекрасного, плодотворной основой предстоящих духовных, творческих устремлений.

2. ***Собственный выбор профессионального жизненного пути*** — история, культура и природа Волгоградского региона. Город-герой Волгоград — это монумент с прямолинейными проспектами, помпезными зданиями, памятниками, воздвигнутыми в честь героев Сталинградской битвы. Охватывая взглядом с Мамаева кургана панораму города, бескрайние просторы Волги, представляешь величие героизма защитников города, преградивших путь вероломному врагу (рис. 1—3).

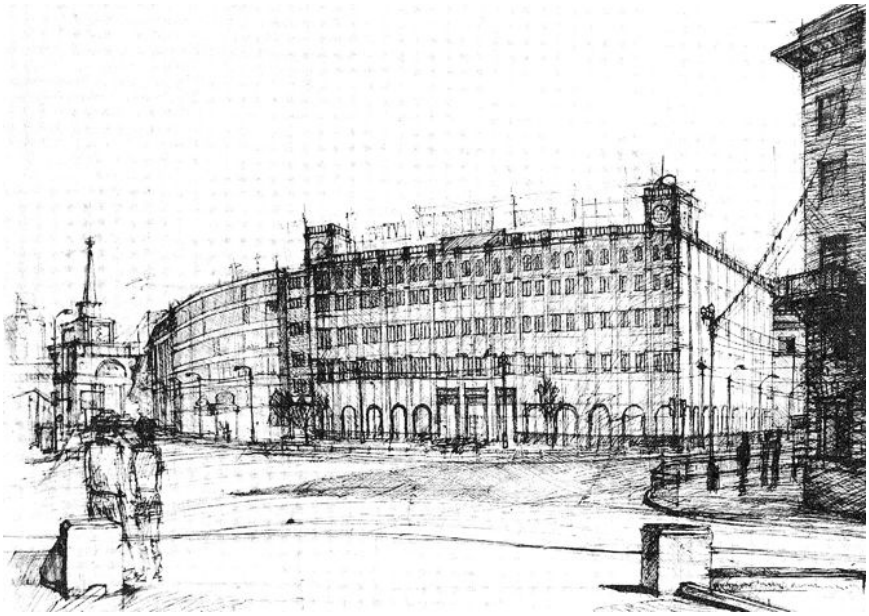


Рис. 1. Город-герой Волгоград (учебный рисунок)

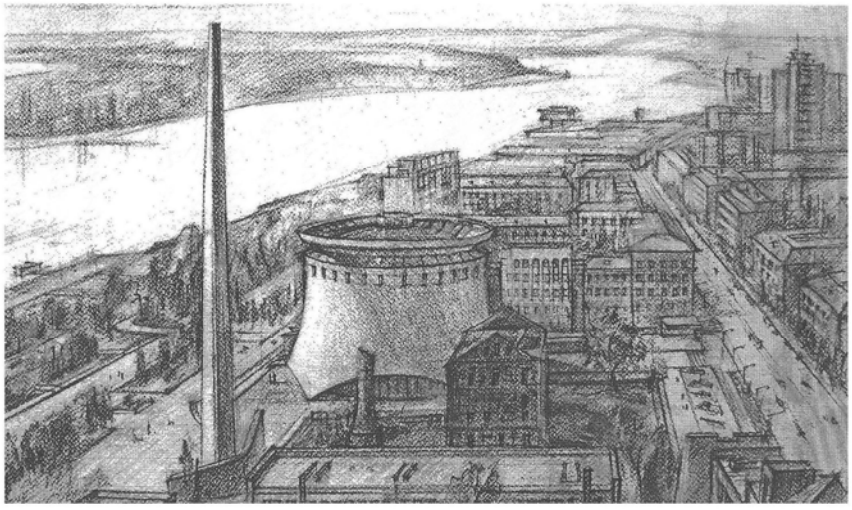


Рис. 2. Вид Волгограда с Мамаева кургана (учебный рисунок)

Архитектура Волгограда способствует осознанию подвига жителей, строителей, инженеров и архитекторов, возродивших город из руин (рис. 3).

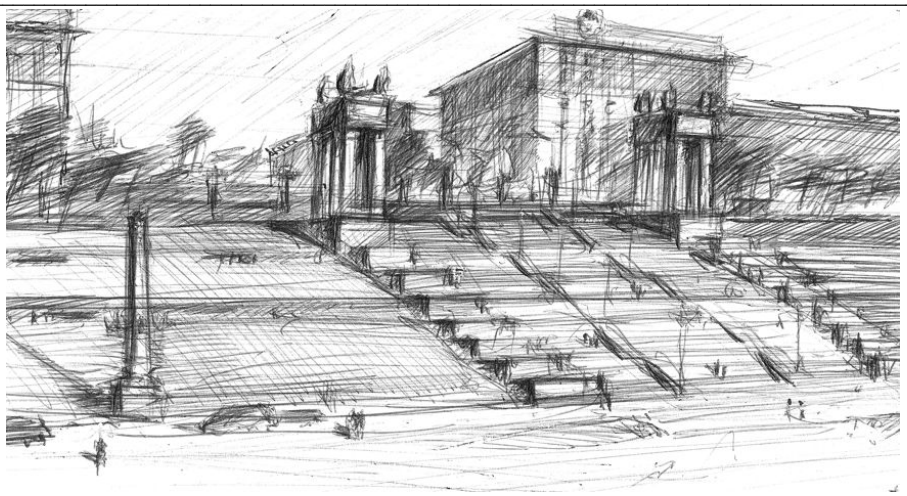


Рис. 3. Центральная набережная Волгограда (учебный рисунок)

Овражные спуски Ангарского поселка на весеннем солнышке рано покрываются молодой зеленой травкой, с ней одновременно появляется детвора, в расстегнутой одежде, порхая точно разноцветные бабочки. Речушка Царица пробивается сквозь густые заросли золотистого камыша и серебристо-зеленых «маслин», дающих приют птицам. Ближе к месту впадения в Волгу, Царицу спрятали в бетонную трубу и замыли толщей песка выше уровня Волги, образовав песчаные дюны вокруг опор арочного моста, соединяющего Центральный и Ворошиловский районы города. А как красиво смотрелись изящные белые арки моста, отражающиеся в водах р. Царицы на архитектурном проекте. Какой чистый оазис, уютный парк мечтали создать здесь.

Среди живописцев — волгоградский импрессионист В. Н. Лосев[1] с любовью изливал чувства первого запаха весны или пушистого снежного покрова на красных царицынских зданиях по ул. Академической, где он жил до войны. Часто его можно было видеть в садике им. С. Филиппова. Он рисовал вековые деревья со сплошным кружевом ветвей, отдыхавших на скамейках студентов. Лосев использовал в своей живописи игру цвета и света не ради эффекта или приема. Лепку мазком он естественно связывал с искренностью передачи пространства изображаемого мотива.

График А. П. Легенченко мастерски владел техникой сухой иглы. Живые пульсирующие штрихи, выполненные им на металлической основе непосредственно на пленэре, передают не только состояние образа, но, кажется, и дыхание художника. В его графических листах отражена история военного Сталинграда, возрождения его из руин, а также кипучая бурная жизнь современного города на Волге[2].

Своеобразной красотой пластики объемной формы обладал скульптор А. Е. Криволапов, создавший в центре Волгограда памятник «Комсомольцам — защитникам Сталинграда», а также мемориал на «Солдатском поле» с символическим решением — ростка спасенной жизни в образе девочки-

[1] Волгоградский художник: альбом. Волгоград: Издатель. 2007. С. 81.
[2] Волгоградский художник: альбом. С. 76.

ребенка, бережно держащей, как огонек на ветру, цветок у груды остатков послевоенного железа[3].

3. ***Исследование потенциала художественной подготовки будущего архитектора и дизайнера.*** В методическом направлении учебного рисунка 1960—1970-х гг. в средней школе главным при работе с натуры считалось приобретение изобразительной грамоты, а другая, чувственная сторона познания, эмоциональность, художественность воспроизводимого образа недооценивалась. Пробивавшаяся на смену методика, с максимальной ориентацией на рисование по впечатлению, «окунувшаяся» в мир чувств и ощущений, на первый план ставит фантазию, эмоциональность рисунка и при всем этом не обеспечивает формирование соответствующего уровня изобразительной грамоты. «Золотая» середина, заключающаяся в единстве эмоциональных и рациональных сторон познавательной деятельности, подтверждаемом как исследованиями [1—3], так и практической жизнью человека — уравновешенностью работы обоих полушарий головного мозга, цельностью трактовки формы в рисунках мастеров-классиков, остается на совести отдельных педагогов-энтузиастов, кропотливо выводящих своих учеников на путь истины.

Наследство довузовской художественной подготовки естественно влияет и на высшую школу, где одни преподаватели ориентируют студентов на познание формы, построение сухих линейно-конструктивных «схем», не отражающих живую непосредственную реальность окружающего мира, а другие, пренебрегая анализом формы, довольствуясь передачей внешней, воспринимаемой части объекта, учат манерам, «приемчикам», преследующим достижение графических эффектов в рисунках.

Отсутствие в первом случае навыков передачи непосредственной реальности легче компенсировать выработкой потребности к систематическому выполнению с натуры живых (на впечатление) тональных набросков-нашлепков. Процесс избавления от второго недостатка, безграмотности и небрежности в трактовке формы гораздо более сложный. Здесь приходится даже начинать обучение рисунку с азов [4].

Профессиональная культура исполнения, совершенство владения рисунком зависят от комплексного решения задач, связанных как с объективными, рациональными, так и с субъективными, эмоциональными сторонами познания и отражения действительности. В Московском архитектурном институте, на кафедре «Рисунок» профессор С. В. Тихонов [5] внедрял с учетом специфики творческой деятельности архитектора комплексный метод познания, исключающий поверхностное внешнее копирование натуры, способствующий отражению не только конструктивных, созидательных законов природы, но и ее красоты и гармонии.

В стенах Санкт-Петербургской Академии художеств (Институт живописи, скульптуры и архитектуры им. И. Е. Репина) [3], взрастившей многих знаменитых российских живописцев, ваятелей и зодчих, на кафедре «Архитектурное проектирование» работал профессор, доктор архитектуры А. А. Гавричков, известный трудами «Роль рисунка в творчестве архитектора» [6], «Архитектурная графика России XIX—XX вв.», способствовавший исследованиям изображения архитектурных форм и пространств по вообра-

[3] Волгоградский художник: альбом. С. 69.

жению. Культура, многообразие архитектурных и природных форм Санкт-Петербурга и его окрестностей открывают сокровенные пути к совершенствованию художественного мастерства, вкуса и постоянно влекут к себе живописцев, графиков и архитекторов.

3.1. *Научное руководство изобразительной деятельности будущих архитекторов и дизайнеров* [7]. В художественной подготовке будущих архитекторов и дизайнеров педагоги-художники используют «метод показа», представляющий такую форму индивидуальной работы с каждым студентом, при которой происходит профессиональная направленность, ориентация рисовальщика на исследовательский, эвристический характер изобразительной деятельности в соответствии с задачами архитектурного проектирования.

Процесс научного руководства студенческой изобразительной деятельностью неразрывно должен быть связан с программой по «Рисунку» — как с содержанием (что рисовать), так и с методологией обучения (как рисовать, как изучать). Методическое обоснование учебных задач способствует поэтапной выкристаллизации профессиональных качеств, необходимых в самостоятельной архитектурно-художественной работе. Успех в достижении этой цели, несомненно, зависит от научной и творческой устремленности как педагога, так и обучающегося.

Важно также использовать развитый к этому периоду интеллект — научные знания дисциплин «История искусства и архитектуры»; «Начертательная геометрия»; «Строительные конструкции» и пр. «При использовании науки в единстве с искусством — искусство становится наукой» [5].

3.2. *Вопросы методики рисунка архитектурных объектов по воображению.* Процесс рисования по воображению архитектурных проектов обогащен свободой авторской фантазии, эмоциональным предвосхищением наглядной проверки архитектурного замысла [8].

В связи с этим важно точнее придерживаться соотношений размеров ракурсных (перспективных) и исходных (натуральных) — плана, фасада и разрезов проектируемого объекта. Часто у студентов (а иногда и у зрелых мастеров), не придающих должного внимания указанным соотношениям размеров, происходит несоответствие изображения (а у мастеров даже воплощенного в жизни объекта) архитектурному замыслу. «Автор средствами рисунка не только проверяет логику своих мыслей, заложенных в проект, но и доказывает правоту идеи сооружения, доносит свою мысль до широкого круга зрителей» [6, 9].

Учебные задания по рисунку собственных проектов выполняются параллельно процессу архитектурного проектирования на различных его этапах в зависимости от вида проектируемого объекта. При рисовании по воображению своих сочинений от зарождения первичной идеи до окончательного исполнения проекта студенты воспроизводят создаваемый в своем сознании образ проектируемого объекта, воображают, организуют его внутреннее пространство с учетом художественной пластики его архитектурных форм, цвета, фактуры строительных материалов. То есть вынашивают, создают архитектурное сооружение от самого простого общего объема до всех его функциональных и эстетических звучаний.

В настоящее время всеобщей цифровизации целый ряд обучающихся считает, что необязательно прилагать лишние усердия в рисунке, что при помощи

компьютера можно решить все изобразительные задачи. Этот контингент студентов не осознает, что именно познавательная роль рисунка формирует умения и навыки видения красоты натуры, анализа и осмысления принципов формообразования (конструкции, ее устройства, взаимодействия несущих и несомых элементов, функции и пр.), т. е. изобразительный опыт позволяет рассуждать, делать выводы и создавать новое при помощи современных программных инструментов компьютера, способствующих реализации, интерпретации и творческому преобразованию проектируемых архитектурных объектов.

3.3. *Значения методики познания историко-культурного наследия родного края в художественной подготовке будущего архитектора* [3]. Методические вопросы, связанные с познанием историко-культурного наследия Волгоградского региона, приобретают особый интерес в процессе художественной подготовки архитекторов.

Новизна идеи заключается в разработке системы методических задач непосредственного визуального изучения исторических мест и создания средствами рисунка возрожденных архитектурных образов объектов культурного наследия родного края.

Внедрение познавательно-исследовательского направления в художественное образование будет способствовать развитию у студентов аналитического мышления, умения графического выражения замыслов, передачи особенностей возрожденной среды обитания с ответственным отношением к природному ландшафту и народным традициям. На данном этапе важно приобрести свободу владения изобразительными материалами и приемами работы, вплоть до выработки своего индивидуального графического почерка.

Студенты изучают дошедшие до нас исторические постройки, предметы быта и орудия труда, жизненные ценности, созданные предыдущими поколениями (рис. 4). Изображая, наглядно познавая историю региона, обучающиеся начинают осознавать роль творческой личности в историческом развитии общества. Одной из важнейших целей методической направленности исследуемого процесса художественной подготовки является формирование творческой личности будущего архитектора, дизайнера с нравственными качествами в сохранении и развитии историко-культурного и природного наследия родного края: Царицына — Сталинграда — Волгограда.

3.4. *Успехи студентов — будущих архитекторов и дизайнеров* — института архитектуры и строительства Волгоградского государственного технического университета, участников Международных конкурсов. Международный смотр-конкурс проводится с 1966 г. в разных городах, где имеются архитектурные вузы или факультеты. В нем участвуют лучшие выпускные квалификационные работы по архитектуре и дизайну вузов России и зарубежья. Институт архитектуры и строительства на протяжении многих лет принимает активное участие в этом конкурсе, где конкурсное жюри определяет лучшие квалификационные работы архитекторов, дизайнеров и художников. Представленные конкурсные работы студентов ИАиС ВолгГТУ неоднократно отмечены высокими наградами (дипломы лауреата I и II степени) за высокий профессиональный уровень[4].

[4] Градостроитель: ежемесячная газета Волгоградского государственного технического университета / ФГБОУ ВО «ВолгГТУ». 2019, ноябрь. Волгоград, 2019.

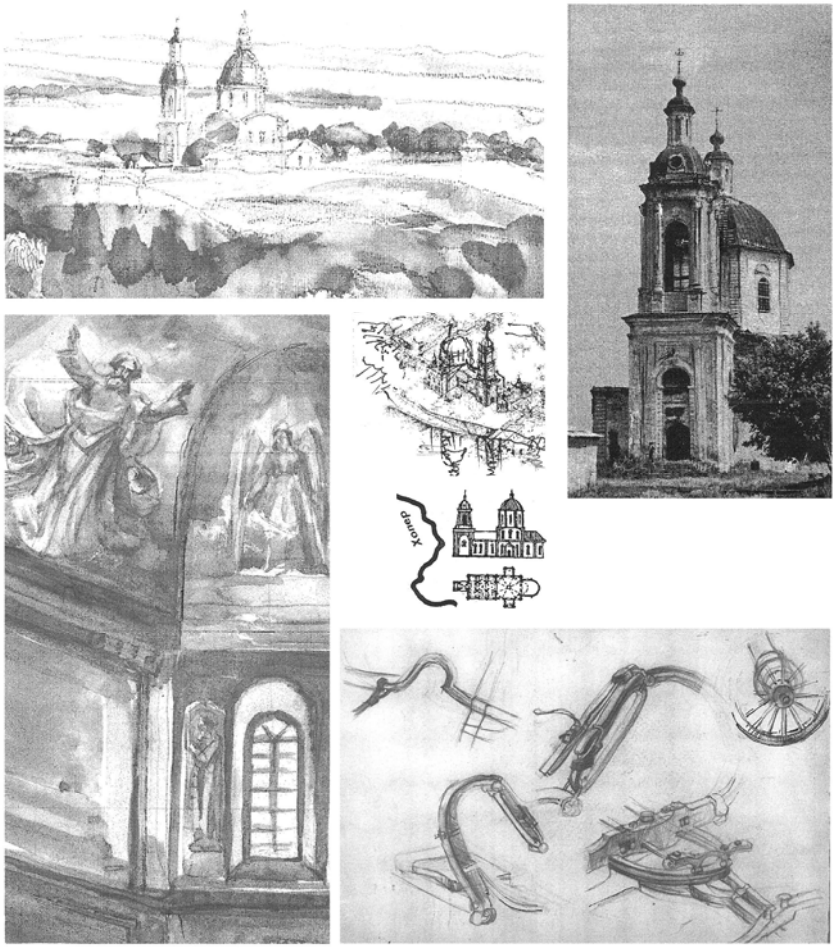


Рис. 4. Церковь Архистратига Михаила, 1796—1802 гг.; ст. Тепикинская, Урюпинский район (панорама ансамбля, ракурсы, схемы плана и фасада, интерьер, орудия труда)

Результаты участия студенческих работ ИАиС ВолгГТУ в Международных конкурсах архитектурного рисунка:

- Екатеринбург, 2001—2003 гг.: 5 дипломов I—III степени [1];
- Казань, 2005—2007 гг.: 10 дипломов I—III степени [10];
- Новосибирск, 2009—2012 гг.: 12 дипломов I—III степени [7];
- Ростов-на-Дону, 2016—2020 гг.: 15 дипломов I—III степени[5].

Заключение

Студент должен гордиться и быть по-своему счастливым от осознанного выбора профессии архитектора и дизайнера, тем что он обучается в институте архитектуры и строительства Волгоградского государственного технического университета. Важно уважать общество, сформировавшее наши личности; школу, увлекшую нас в мир знаний и мечтаний; семью, родителей, подаривших нам

[5] Архитектурный рисунок. Каталог VIII—IX Международного конкурса архитектурного рисунка. Ростов-на-Дону, 27—29 апреля 2016 г. — 26—28 апреля 2018 г.

жизнь и согревавших своим душевным теплом и уютом. Вызывает гордость потенциал архитектурно-образовательной системы, художественной подготовки, доказывающей превосходство уровня профессионализма наших выпускников — высококлассных специалистов, творческих личностей, посвятивших жизнь своей профессии. Среди них — главные архитекторы Волгограда, Ульяновска, Хакассии и других городов. Главные архитекторы институтов и архитектурных проектных организаций в Петропавловске-Камчатском, Хабаровске, Астрахани, Ставрополи, Ростове-на-Дону, Симферополе, Пензе. Это обширная география может быть дополнена списком наших выпускников-архитекторов, пользующихся спросом в современном зарубежном мире в Англии, США, Израиле, Греции, Италии и др.

Важное значение имеет сохранение и развитие традиций реалистического направления в изобразительном искусстве многонациональной культуры России [11]. Произведения графиков, живописцев, зодчих и скульпторов помогали народу преодолевать тяжести войны и послевоенной жизни, восстанавливать, поднимать из руин Сталинград, ликвидировать разруху и возрождать красоту на родной земле.

Необходимо и далее искать новые ритмы и критерии красоты, опираясь на истоки рационального совершенства античности, строгой классики и свежести сочетания объемов конструктивизма. Не забывая при этом нравственного отношения к родной среде обитания, к природному ландшафту и народным традициям родного края.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Соняк В. М.* Архитектурный рисунок: инновационные технологии обучения: учебное пособие. Екатеринбург: Архитектон, 2005. 268 с. С. 34.

2. *Тихонов С. В., Демьянов В. Т., Подрезков В. Б.* Рисунок: учебное пособие для вузов. Репринт. изд. М.: Стройиздат, 2001. 294. С. 290.

3. *Чистяков П. П.* Письма. Записные книжки. Воспоминания 1832—1919. М.: Искусство, 1953. 593 с.

4. *Колышев Ю. Б., Матовников С. А.* Методика довузовской подготовки по рисунку с архитектурной направленностью: учебное пособие. Волгоград: Издатель, 2004 г. 96 с.

5. *Суинделс С.* Хаддерсфилдский университет. Англия // Материалы международной конференции. Екатеринбург, 2003. С. 124.

6. *Гавричков А. А.* Рисунок в процессе архитектурного проектирования. Автореф. дисс. … канд. архитектуры. Л., 1971.

7. *Иванов О. А.* Архитектурный рисунок: современные технологии обучения: монография. Новосибирск: Новосибирская государственная архитектурно-художественная академия, 2014. 400 с.

8. Архитектура и искусство: от теории к практике: Сборник тезисов Международной научно-практической конференции / отв. ред. А. М. Иванова-Ильичева, О. А. Кудинов; Южный Федеральный ун-т. Ростов н/Д; Таганрог: Изд-во Южного Федерального ун-та, 2018. 494 с.

9. *Колышев Ю. Б.* Рисунок архитектурных форм и пространств: учебное пособие. Волгоград: Изд-во ВолгГАСУ, 1977. 112 с.

10. *Прокофьев Е. И.* Архитектурный рисунок: инновационные технологии обучения: учеб. пособие / М-во образования и науки РФ; Казанский государственный архитектурно-строительный ун-т. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2008. 306 с.

11. *Жилкина З. В.* Развивающая роль архитектурного рисунка // Совершенствование методов обучения рисунку в архитектурно-художественном образовании: материалы V Международной научно-методической конференции, 2009. Новосибирск, 2010. С. 51—52.

© Колышев Ю. Б., 2021

Поступила в редакцию
в апреле 2021 г.

Ссылка для цитирования:

Колышев Ю. Б. Формирование творческой личности будущего архитектора и дизайнера на основе потенциала художественной подготовки // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 2(83). С. 239—247.

Об авторе:

Колышев Юрий Богданович — проф., проф. каф. дизайна и монументально-декоративного искусства, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; tango7912@gmail.com

Yurii B. Kolyshev

Volgograd State Technical University

FORMATION OF THE CREATIVE PERSONALITY OF THE FUTURE ARCHITECT AND DESIGNER ON THE BASIS OF THE POTENTIAL OF ARTISTIC TRAINING

The article deals with the process of improving the effectiveness of the formation of the creative personality of the future architect and designer on the basis of the methodological experience of artistic training with a practice-oriented approach, which is currently relevant. It is shown that the development of the potential of artistic training contributes to the development of students' analytical thinking, the ability to implement ideas, to convey not only the constructive, cognitive features of architectural objects, but also their beauty and harmony.

K e y w o r d s: formation of a creative personality, artistic training, methodological system, conditions, cycles.

For citation:

Kolyshev Yu. B. [Formation of the creative personality of the future architect and designer on the basis of the potential of artistic training]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. *Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2021, iss. 2, pp. 239—247.

About author:

Yurii B. Kolyshev — Professor, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; tango7912@gmail.com

УДК 72.01:378

В. И. Дроботов, О. Е. Емельянова

Волгоградский государственный технический университет

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ АРХИТЕКТУРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В статье рассмотрены некоторые аспекты, требующие совершенствования в современном архитектурном образовании. Меняющиеся гуманитарные компоненты, составляющие основу современного жизнеустройства социума в городах, значительно влияют на культуру создания и восприятия градостроительной среды. Вопросы воспитания архитектора, вопросы пропедевтики, архитектурно-пространственной композиции, методологии, методики архитектурного проектирования — это краеугольные камни, на которых стоит архитектурное искусство.

К л ю ч е в ы е с л о в а: городская среда, гуманная среда, агрессивная среда, клаузура, пропедевтика.

В недавнем прошлом человек из-за отсутствия средств коммуникаций, а также по идеологическим соображениям был лишен источников объективной информации. Сейчас современные IT-технологии и глобальные коммуникативные источники информации стали сверхдоступны, поэтому ответственность образования и образованного человека перед обществом возросла многократно. Выражение «образованный подлец страшнее добропорядочного невежды» обязывает ко многому. Начинаешь задумываться, «кого и как мы учим»?

Функции воспитательного характера в ВУЗе должны состоять исключительно в рамках профессиональной этики. Воспитание в высшей школе — это работа, направленная на создание принципов, основанных на нравственных нормах и моральных качествах, предусмотренных в рамках получаемого образования. У архитектора это — взаимоотношения между заказчиком и исполнителем; между исполнителями как членами авторского коллектива; между исполнителями и государством. Основные моральные качества, которые необходимо привить студенту-архитектору: пунктуальность и педантичность до скрупулезности, честность, способность принимать решения.

Вопросы идеологического воспитания, создания нравственного стержня личности опускаются, выставляя на поверхность единственный главенствующий фактор — культура. Культура личности, базируемая на историко-национальной духовной основе. Вопрос культуры первичен, ибо культурный человек не убьет, не украдет, не допустит производственного брака.

Это приемлемо не для всех. Гены не перешибешь. Кухарка после соответствующей титанической самоотдачи и многолетнего труда сможет управлять государством, но долговременные усилия подготовки к этой несвойственной ей форме деятельности в лучшем случае не принесут никакой пользы, а в худшем — большой вред. Это видно на примере «кухарок»-руководителей страны из недавнего прошлого, а также современных лидеров других «демократических» государств, где правили и правят выходцы из так называемой несистемной оппозиции, никогда не служившие в государственных структурах.

Соответственно в ВУЗах должны учиться способные учиться, но если очень хочется, а знаний нет, поступают на платной основе. Даже при успешном окончании института лицензии на профессиональную деятельность некоторым «специалистам» следует выдавать очень осторожно. Это подтверждается случаями обрушения зданий, спроектированных дипломированными «специалистами», такими как обрушение здания рынка «Русь» в Дзержинском районе г. Волгограда, элементов инженерного благоустройства откосов на набережной р. Волга в районе Центрального стадиона г. Волгограда, появление объектов в охранной зоне памятников архитектуры или на территориях зеленых (парковых) зон города[1].

Для таких «специалистов» классические шедевры «Венера Милосская» или «Аполлон Бельведерский» не более чем порнография, и мы помним, что совсем недавно обнаженная «Девушка с веслом» вдруг по мановению волшебной палочки оделась почему-то в мужской купальный костюм — трусы и майку [1].

Однако есть факты, подтверждающие вышеизложенную мысль, гораздо опаснее приведенных примеров. Так, например, появление объектов архитектуры в городе-герое Волгограде типа «Ящик» или «Посылочная коробка» (имеется в виду «интерактивный музей» в пойме р. Царица), а также огромное количество «слепых» торговых зданий супермаркетов и торговых центров в городе. А ведь «специалисты-архитекторы», авторы этих проектов, когда-то, будучи студентами, изучали элементы и компоненты объемно-пространственной композиции: тождество, нюанс, контраст, статику, динамику, метр, ритм и т. п., но поступились профессиональной совестью и в «творческих» муках нарожали уродов-близнецов. Создавая тем самым моногамную среду обитания — величайшее преступление, которое только может осознанно воспроизвести архитектор. Авторы моногамной, агрессивной среды, специалисты-«шариковы» видимо не знают, что влияние окружающей архитектурной среды на формирование личности и психологического состояния человека огромно [2].

У каждого хирурга есть свое небольшое кладбище, а архитектор скрывает свои ошибки плющом. Здесь следует отметить — ошибки архитектора гораздо страшнее и опаснее ошибок врача. Его объекты стоят веками и наносят вред (психологический, духовный) целым поколениям. Кто-то из великих сказал: «Мы проектируем не дома, мы проектируем человека». Архитектор это философ, психолог, создатель человеческих душ.

Педагог, учитель не должен ограничиваться оказанием «услуг образовательного характера». Мы должны воспитывать специалиста, закладывая основу, культуру профессионализма. Иногда служебные обстоятельства принуждают архитектора идти на сделку с совестью, честью профессионала, нашептывая: «Да нельзя, но ты ведь специалист, найди в нормах, законах лазейки, чтобы было можно, обоснуй «правильность» решения, которого от тебя требуют…». А некоторых уже не надо заставлять, их кредо: «Мне в руки дали мастерство, оно лишь средство для зарабатывания материальных благ, как я распоряжусь им это мое личное дел. Поначалу я, может быть, буду неспокойно спать, зато есть сладко».

[1] Battlefield Survey Mannal American Battlefield Protection Program / National Park Service, Washington, DC, 2016. 68 p.

Между душой и телом выбирается тело. Растление чести и самого профессионала происходит потихоньку, незаметно. А где же при этом педагог? Где учитель? Это твой производственный брак. Заметьте, это не бракованная гайка или какая-то другая техническая железка, это целый человек. Ты вырастил специалиста с гнилой душой. Тебе говорят: «Идеология в ВУЗе запрещена». Создай свою философию, увлеки молодые, пылкие, не окрепшие еще души романтикой созидателя, архитектора-творца.

Мы создаем архитектурную градостроительную среду, напрямую психологически влияющую на человека. Какая это среда — гуманная или агрессивная — зависит от архитектора [3, 4].

Город — сложный механизм, основным элементом которого является селитебная зона. Это жилые образования с улицами и дорогами, с зелеными насаждениями, малыми архитектурными формами, элементами монументального искусства и благоустройства.

При формировании архитектурно-художественных образов зданий, экстерьеров жилых комплексов, интерьеров улиц и площадей архитектор, градостроитель, специалист в области дизайна городской среды опираются на основные принципы и законы теории архитектуры. В которой, наряду с вопросами функциональной целесообразности, архитектоникой, масштабностью, гармоническими закономерностями формообразования и др., вопросы ассоциативного, психологического восприятия человеком городской среды являются одним из краеугольных камней.

Современная индустриальная застройка городов изобилует однообразной, монотонной архитектурой. Однако любая гомогенная среда, по утверждению доктора биологических наук В. А. Филина, одного из родоначальников видеоэкологии, не только утомляет глаз, но и является агрессивной средой. Такие агрессивные поля заполнили нашу архитектуру. Застройка с окнами, расположенными равномерно на плоских фасадах жилых домов массового строительства, не что иное, как гвозди на полотне немецкого художника Г. Юккера под названием «Агрессивное полотно», вызывает у горожан замешательство, напрямую влияет на здоровье и психологическое состояние человека. Так среда — постоянное однородное поле с недостаточным для глаза числом элементов, по утверждению медиков, приводит к ухудшению зрительного восприятия, головной боли, тошноте, нервным срывам. Все это объясняется голодом визуальной информации для нашего мозга [5, 6].

По-волюнтаристски борясь с «архитектурными излишествами», человек, сам того не сознавая нанес удар по себе. И действительно, по данным ВОЗ урбанизация неуклонно ведет к росту числа психологических заболеваний на планете [7].

Проведение и анализ результатов психологических тестов у студентов Волгоградских вузов на тему «Агрессия» показали, что наиболее ярким примером негуманной архитектуры является нарушение масштабности окружающей застройки по отношению к человеку. Многоэтажная застройка, нависающая над крошечным человеком на фоне плывущих облаков, создает иллюзию падения зданий и вызывает чувство страха и дискомфорта. Огромные дома на Калининском проспекте в Москве, окружившие маленькую церковь, агрессивны по отношению к ней, не говоря уж о человеке [8].

Негативное влияние на психику человека можно констатировать и при анализе монументального искусства наших городов. Грандиозность, масштабность, монументальность всегда были типичными формами отражения возвышенного в искусстве. Известно, возвышенное как философское понятие требует от художника особой интенсивности, яркости, приподнятости средств художественной выразительности.

Древние египтяне, постигая диалектику прекрасного и безобразного, как философских категорий, отмечали, что в процессе старения все здоровое и красивое становится больным и безобразным [9].

Безобразное — эстетическое свойство предметов, имеющее отрицательное общественное значение, хотя и не представляющее серьезной (прямой) угрозы человечеству, т. к. заключенные в этих предметах силы освоены человеком и подчинены ему. Крайняя степень безобразного — низменное — чрезвычайно негативная ценность. Это отрицательные силы, которые таят в себе угрозу для людей, поскольку они еще не полностью подчинены их воле, могут накапливаться в генетической памяти и не выводятся из организма [10].

В кризисные периоды, когда рушится одно мировосприятие, а на смену ему еще не успело прийти другое, все вокруг воспринимается в свете огромного и ужасного, а крушение определенного исторического порядка в глазах современников выглядит как глобальная катастрофа и вселенское зло[2].

Анализ произведений (в кавычках и без) монументального искусства, включенный в архитектурную среду нашего города, позволяет классифицировать основные темы, которым они посвящены. Так значительная часть их посвящена неким строителям светлого будущего, другая — историческим подвигам и личностям. В основном эти произведения монументального искусства на историко-революционные и военные темы. Эта закономерность логически оправдана исторической ролью Царицына — Сталинграда — Волгограда[3].

Однако высокие эстетические категории этих произведений не отвечают своим воспитательным функциям. Наиболее оптимален в этом отношении памятник войны 1941—1945 гг. «Мельница Гергарта» (разрушенное здание — естественный архитектурный памятник Великой Отечественной войны, выступающее в качестве экспоната в комплексе «Панорама Сталинградской битвы»). Все, что нужно сказать о войне — величайшей трагедии народа, здесь сказано [8].

В то же время монументальный скульптурный комплекс Мамаева кургана, памятник Паникахе, памятник Чекистам и другие кроме информации несут в себе массу отрицательных эмоций. Интервьюирование показало, что перекошенные лица с открытыми ртами, агрессивные позы огромных великанов с оружием даже днем вызывают ужас, чувство страха и подавленности у людей разного возраста, особенно у детей и подростков[4].

[2] Operational Guidelines for the Implementation of the Word Hezitage Convention WHC. 2015. Vol. 15. Iss. 01. / UNESCO World Hertage Contre. URL: https://www.whe.unesco.org/en/guidelines.

[3] Guidelines for Documenting and Evaluating Historic Military. URL: https:/www.ace.army mil>Portals/3/preserve/milland pdf/

WWII Aerial Photos and Map. URL: https://www.wwii-photos-maps.com.

[4] NPHP Bulletin 40 Guidelines for Identifyng, Evaluating and Registering America`s Historic Battlefield (Section VII — Assessing Integrity). URL: https://www.nps.gov/histori/nr/publications/bulletins/nrb40/nrb40-5html/

По результатам социологических исследований специалистов в области психологии и эстетики, опроса жителей города и туристов, а также на основании философских определений эстетических категорий и анализа ассоциативного восприятия монументальных скульптурных комплексов г. Волгограда можно сделать определенный вывод, что наряду с положительными моментами воспитательного значения (патриотизм) монументальная скульптура города негативно влияет на развитие личности, формируя агрессивное начало и нездоровую психику у подрастающего поколения [8].

Здесь затронуты лишь некоторые аспекты появления дискомфортной, агрессивной среды в наших городах. Однако с уверенностью можно констатировать, что организация городской среды не терпит пренебрежения основными принципами и законами теории архитектуры [11, 12].

Основные компоненты архитектурной композиции, выявленные учеными на основе анализа мирового архитектурного наследия связаны с нашей психологией на генетическом уровне, ведь человек — субъект архитектуры, а все, что делается в области градостроительства и архитектуры — делается для человека человеком же. Этот человек — архитектор. Как им стать?

Существует красивый парадокс профессионального обучения — «профессии можно обучиться, действуя только профессионально, а действовать профессионально может только профессионал» [13].

На первом курсе ВУЗа встретились студенты и преподаватели. Преподаватель — профессионал, студент — дилетант. Согласно установкам ученых в области педагогической психологии диалог между профессионалом и дилетантом невозможен [14]. Он осуществим только между профессионалами или между людьми, симпатизирующими друг другу и имеющими общие точки соприкосновения.

Как организовать диалог между профессионалом и дилетантом? Диалог — это когда говорят на одном понятном для обеих сторон языке. Язык — основа профессиональной деятельности. Архитектурный язык — это чертеж (линии разной толщины, направлений и сопряжения), это архитектурная графика — система формальных правил и метафорических визуализированных выражений [15, 16].

Профессиональная деятельность архитектора предполагает, прежде всего, композицию. Композиция — это гармоничное сочетание основных и второстепенных элементов [15].

Архитектурное формообразование — процесс создания архитектурной формы, доминантой которой является композиционное сочинение. Сочинение — ментальный процесс, в основе которого есть производство новизны. Без замысла не может быть сочинения [7].

Новизна — проект открытия. В учебном процессе это то неожиданное, что открывает студент, выполняющий учебную работу. Учебный процесс на первом и частично на автором курсе в рамках предлагаемой дисциплины «Основы архитектурного проектирования» организован по принципу «делай как я».

Технология учебной деятельности предопределяется установками:

- цель — формирование профессиональной деятельности;
- предмет — сознание обучаемого и его моторика архитектурного профессионализма;

- средство — формирование профессиональных действий руками и головой, трансформация сознания и внутренних установок, перестройка психологии обучаемого и превращение его в профессионально-ориентированную личность;
- результат — приобретенные во время учебного процесса проектирования профессиональные знания и навыки их применения [17].

Следует различать, что в реальном проектировании целью является проект — продукт для продажи, а в учебном проектировании целью является проектная технология, основанная на приобретенных при учебном проектировании знаниях, навыках, т. е. профессиональная компетенция [18—20].

Следует также различать:

- профессионал — внутренние ментальные действия ведут к моторным внешним — чертить проект;
- обучаемый (студент) — внешние моторные действия поэтапно формируют сегменты внутренней деятельности профессиональной компетенции.

Вывод заключается в том, что деятельность обучаемого работает от рук к мозгам, т. е. знания студенту-архитектору попадают в голову через кончики пальцев. Чтобы заработали руки, используется принцип «делай как я». В результате студент обучается архитектурной графике, затем архитектурной композиции, получает архитектурный объект, т. е. овладевает архитектурным языком и как следствие вступает в диалог с преподавателем (иногда не говоря ни слова). Именно поэтому дистанционное обучение здесь представляется очень сложным и уж точно невозможным без специального оборудования и компьютерного программного обеспечения.

На втором курсе заканчивается предмет «Основы архитектурного проектирования» — обучаемый готов к диалогу.

Тем обучающимся, у кого диалог с преподавателем не получается в силу отсутствия способностей к изобразительным искусствам, дальше в учебном процессе участвовать очень сложно. Не зная архитектурного языка невозможно ничего сказать в архитектуре, ибо «кто ясно мыслит, тот ясно излагает», т. е. рисует.

Методика обучения навыкам освоения архитектурного языка ориентирована на среднестатистические способности обучаемого. Однако во время учебного процесса ориентироваться следует на самых сильных студентов, иначе они деградируют до среднего уровня, то есть срабатывает принцип совместной стирки белого и черного белья — в результате все белье будет серым. Такая ориентация — уже первый признак появления авторской архитектурной школы. Чем выше оценочный балл среднего студентов, тем выше уровень образования в данной архитектурной школе[5].

На третьем — пятом курсах учебный процесс организован по принципу «усвоение через действие». Прослушав теоретический (лекционный) курс студент в лучшем случае материал понял, решив ряд учебных задач на тему лекционного курса — обучаемый материал усвоил.

Учебная дисциплина «Архитектурное проектирование» в вузе опирается на учебное проектирование различных жилых, общественных, промышлен-

[5] Московская школа — МАРХИ, Санкт-Петербургская школа — СПбГАСУ, Волгоградская школа — ИАиС ВолгГТУ.

ных и градостроительных объектов. Темы курсового проектирования и являются теми учебными задачами, которые необходимо решить, чтобы усвоить теоретический материал. Одновременно с этим у студента вырабатываются навыки, т. е. профессиональные компетенции.

Чтобы решить учебную задачу, обучаемый разрабатывает несколько различных вариантов архитектурного решения того или иного объекта методом клаузур.

Основная часть учебного процесса в архитектурном образовании — научить студентов методике проектирования.

Методика — универсальное средство, позволяющее запроектировать все. Великий русский живописец и педагог И. Н. Чистяков говорил: «Я могу научить тому, чего сам делать не умею, например, игре на музыкальном инструменте». Знаменитый американский дизайнер Т. Райт на мастер-классе в МАРХИ, рассказывая о своей работе, заявил: «Сегодня я проектирую упаковку для печений, завтра — автомобиль или технологический конвейер, а затем я буду проектировать президента США. Обладая методикой, мне все равно, что проектировать» [19].

Метод учебного проектирования через клаузуры занимает особое место в обучении студентов-архитекторов. Клаузура в переводе с латинского — «ограничение», что выявляет основную сущность этого вида проектирования. Проектирование в закрытом помещении без участия преподавателя с целью выявления основного замысла — идеи проекта в ограниченное время. Рекомендуется проводить клаузуру как задачу на эскизное проектирование какого-либо объекта, или пространства без какой бы то ни было детализации.

Клаузуру выполняют в виде эскиза ортогональных проекций, перспектив. Эскиз выполняется от руки и, если нужно, подправляется с помощью чертежных принадлежностей. Рядом с фасадом и разрезом (если он необходим) должен быть изображен человек или дерево для визуального определения размеров и масштабности. Клаузура должна выполняться в аудитории на форматном листе бумаги (лучше натянутой на подрамник) в любом графическом исполнении (сангина, карандаш, перо, кисть, уголь, гуашь, тушь черная и цветная и т. п.). Количество изображаемых проекций устанавливается каждый раз индивидуально и должно быть достаточным для того, чтобы выявить идею проекта.

Побуждение к творчеству является основным в содержании клаузуры. Поиск идеи замысла проекта его архитектурного образа должен начинаться с информации, которую студент получает из задания на проектирование, предварительного курса лекций, обсуждения темы проекта на семинаре, а клаузура дает толчок к первичному творческому поиску.

Выполнение клаузуры как исследование поискового характера применительно к архитектурному проектированию требует от студента в короткий срок изображения в эскизном виде объемно-пространственного решения того или иного объекта.

Клаузура стимулирует творческий процесс, развивает пространственное мышление и творческую фантазию, а также дает возможность охватить всю тему в целом, не вдаваясь в подробности, что вредно на первых стадиях проектирования. Клаузура направляет усилия будущего архитектора на поиск оригинальной композиции, вызывает находчивость, воображение, напряжен-

ное внимание, приучает студента к быстрой реакции, сосредоточенности, соединению логического мышления с творческим, а также вырабатывает навыки в графической подаче и изобразительном мастерстве.

Следует особо отметить, что не все студенты, особенно в первые годы обучения, способны сконцентрировать творческую энергию в заданное короткое время, т. к. процесс создания первичного образа незнакомого объекта сложен и субъективен. Поэтому на этом этапе активное вмешательство крайне нежелательно. Здесь необходимо предоставить студенту возможность выразить свою мысль самостоятельно [14].

И вот студент на пятом курсе. Освоил методику архитектурного проектирования. Уже выбрана и утверждена тема выпускной квалификационной работы (ВКР). Выполнен преддипломный проект и идет работа над дипломным проектом, который состоит из, собственно, самого проекта, пояснительной записки и доклада.

Пояснительная записка — это неотъемлемая часть любого архитектурного проекта. Доклад представляет собой краткую суть проектного предложения и пояснительной записки, раскрывает архитектурную концепцию защищаемого проекта и включает в себя обязательные элементы методики проектирования, а именно: тематический анализ и обобщение предпроектного материала; анализ исторического отечественного и зарубежного опыта проектирования подобных проектов; актуальность проекта и ожидаемый социально-экономический эффект проектного предложения.

Перечисленные выше элементы, входящие в ВКР предопределяют наличие творческой составляющей в защищаемом проекте. И, действительно, он является оригинальным продуктом, содержащим индивидуальное решение, обоснованное актуальностью и обязательную для архитектурного предложения творческую новизну. Таким образом, можно сделать вывод — в любой выпускной квалификационной работе, выполненной студентами архитектурных специальностей, присутствует научная новизна.

Из материала любого публичного доклада на тему защищаемого проекта (ВКР) можно получить научную публикацию. А поскольку в проекте участвовали дипломант и руководитель дипломного проектирования, будет этически целесообразным и научно ответственно обоснованным обязательное наличие двух авторов — дипломант и руководитель или дипломант и консультант по теме раскрываемого раздела в готовящейся к публикации статье.

Статья может быть посвящена одному из ниже перечисленных аспектов научной архитектурной деятельности, а именно:

- результатам социологических обследований;
- обоснованию архитектурно-градостроительной концепции;
- актуальности разрабатываемой темы;
- способу применения того или иного социологического или натурного обследования;
- анализу подобных архитектурных разработок;
- социально-экономическому эффекту разрабатываемого предложения.

При наличии пояснительной записки к проекту, текста доклада написание статьи методически становится несложным. Однако не следует забывать, что данная работа для студента-дипломника является новой и поэтому пред-

ставляет собой определенную трудность. Именно поэтому необходима методическая помощь по написанию статьи, которая также будет являться коллективным трудом [22].

Необходимость написания научной статьи выпускником архитектурной специальности заключается в следующем:

- обязательностью приобщения выпускника-бакалавра к основам социологического, натурного обследования, а, именно, знакомство с аппаратом научного исследования так необходимого будущему специалисту;
- популяризация и ознакомление обучаемого контингента вуза, специалистов в области архитектуры и широкой общественности с проводимой научной работой на кафедре, а также для поступления бакалавра в магистратуру.

Темой научной статьи может быть любая из задач проведенного исследования выпускной квалификационной работы студента архитектурной специальности. Другими словами, темой отдельного научного исследования, а, значит, и темой научной публикации, может быть один из разделов пояснительной записки. Например, эстетическая составляющая объекта архитектуры (здание, комплекс зданий, жилое образование, город); пластика, цвет элементов, общее колористическое решение, все это также может быть предметом защиты, а, следовательно, и темой научной публикации.

Вне зависимости от названия статьи или темы доклада план написания текста представляется практически стандартным.

1. Введение.
2. Основная часть. (Актуальность проектируемого объекта. Цель проекта. Задачи, которые необходимо решить в процессе проектирования. Границы исследования. Концепция архитектурного предложения. Предмет защиты. Научная новизна).
3. Заключение. (Технико-экономическая оценка проекта. Социально-экономический эффект).

При этом структурный объем статьи в процентах ориентировочно можно представить следующим образом: введение — 20 %, Основная часть — 70 %, Заключение — 10 %.

План подготовки доклада, написания статьи можно проиллюстрировать на примере выполнения ВКР по теме «Формирование общественного многофункционального центра (ОМЦ) в _____ районе города _____».

Анализируя примерный (принципиальный) план хотелось бы отметить, что раздел «Введение» наиболее знаком и понятен для студентов-архитекторов, т. к. к каждому курсовому проекту были написаны обзорные рефераты. Общие сведения об объекте проектирования: понятия, определения, функциональное назначение объекта, исторический экскурс появления в мировой архитектурной практике подобных объектов. Типы и виды, функциональные, композиционные, конструктивные и др. особенности проектирования и эксплуатации, так или иначе, отражались в выше указанных обзорных рефератах.

Раздел «Основная часть» наиболее трудоемкий и сложный, поэтому на нем следует более подробно остановиться.

Актуальность организации ОМЦ в конкретном выбранном месте города подтверждена данными натуральных обследований и предпроектным анализом. Например, установлено, что сеть предприятий торговли здесь слабо раз-

вита, а учреждения культурно-образовательного характера и общественного питания отсутствуют полностью. В то же время вопросы пространственной организации культурно-бытового обслуживания должны обязательно решаться на всех уровнях градостроительного проектирования.

Цель работы (исследования) — разработка профессионально обоснованного проектного предложения по формированию ОМЦ в конкретном градостроительном образовании, который позволил бы оптимизировать городскую систему обслуживания — важнейший элемент городской среды, обеспечивающий материально-пространственную организацию общественных форм потребления, которая, в свою очередь, является основным критерием оценки развития социальных отношений в обществе.

Для достижения цели необходимо решить несколько задач:

- подготовить участок под строительство объекта, для чего организовать геодезическо-ландшафтное инженерное благоустройство (описать ландшафтно-геодезическую схему);
- определить оптимальную транспортно-пешеходную систему организации участка (описать транспортную схему);
- определить основные параметры и градостроительные уровни проектируемого ОМЦ (расчет мощности, описание);
- определить рациональную функциональную схему объекта с последующей ее материализацией в план и (или) схему организации земельного участка (перечислить все функции и определить функциональную схему с последующим описанием работы ОМЦ);
- разработать градостроительную (архитектурную) концепцию объекта на основании анализа собранного предпроектного материала, а также, исходя из рельефа, конфигурации и размеров участка, функциональных параметров, приемов объемно-пространственной композиции (здание, комплекс зданий и т. п.);
- разработать схему озеленения и благоустройства земельного участка.

Решения всех перечисленных выше задач обосновываются, а схемы описываются кратко, технически грамотным языком, демонстрируя владение профессиональной терминологией.

Границы исследования (изучения) определяются материалами проектной документации различных зданий, комплексов, относящихся к системе обслуживания, а так же новыми, перспективными формами обслуживания населения.

Архитектурная (градостроительная) концепция формирования ОМЦ заключается в организации комплекса зданий и сооружений с ярко выраженной доминантой ядра центра с многофункциональными залами заданной общей вместимостью (человек), включающим в себя также предприятия общественного питания, интернет-кафе, спортзалы, с библио-, видео- и аудиотекой, а также блока с площадями административного назначения. ОМЦ может включать в себя ряд периметрально расположенных павильонов с торговыми функциями, а также учреждениями бытового обслуживания и др.

Предметом защиты являются определенные авторами градостроительные параметры, архитектурная концепция и собственно само проектное предложение комплекса зданий ОМЦ, включая элементы организации и благоустройства земельного участка.

Новизна архитектурного предложения (научная новизна) заключается в оригинальности архитектурной концепции, объемно-пространственного композиционного решения, функционального формирования элементов комплекса ОМЦ, а также пластического и колористического решения фасадов зданий (информация описательного характера).

При защите выпускной квалификационной работы этому должно быть уделено 45…60 % экспозиционных площадей дипломного проекта и столько же процентов времени от публичного доклада.

Что же касается научной публикации или статьи, то следует правильно сделать акценты. Допустим, дипломник совместно с консультантом работает над статьей, посвященной узкому, но не менее интересному вопросу — колористическому решению комплекса зданий ОМЦ. Хотя это не является главным предметом защиты, а только одной из ряда задач, которая решена оригинально и интересна с точки зрения логического визуального восприятия, соответственно акцент должен ставиться на этом вопросе, описание которого должно занимать основной объем научной публикации.

Темой научной статьи может выступать решение любой сопутствующей задачи из множества перечисленных выше, а соавтором научной публикации может являться не только руководитель дипломного проектирования, а консультант по раскрываемому в статье главному вопросу — экономист, конструктор, специалист — консультант по истории искусств и архитектуре, колористике и т. д.

В разделе «Заключение» для объективного восприятия материала необходимо дать технико-экономическую оценку предложения — площади, объемы, стоимость проектируемого объекта, окупаемость и др.

При описании социально-экономического эффекта необходимо отметить экономическую выгоду именно от этого принятого варианта по сравнению с другими. Гуманизация градостроительной среды — основной социально-экономический эффект: оптимизация функций проживания, системы обслуживания, улучшения здоровья, в том числе и психологического комфорта (вопросы безопасности и восприятия эстетической, гуманной среды), а также улучшение экологической составляющей, например, от наземных или подземных парковок проектируемого объекта. По утверждению специалистов, горожанин, проживающий в современных больших городах, зачастую психологически находится на грани срыва из-за изобилия стрессовых ситуаций и, как ни странно, дефицита общения. Поэтому посещение публичных мест, шопинг (прогулка по магазинам с целью совершения покупок, общения и отдыха с друзьями), в т. ч., благотворно влияют на психологическое состояние человека, что также можно отнести к социально-экономическому эффекту.

Научные положения статьи могут быть проиллюстрированы визуальным рядом графических изображений.

Работа должна быть соответствующим образом оформлена согласно требованиям издательства и современным нормативным документам, применяемым к рукописям научных публикаций [21].

Из выше изложенного в статье материала видно, что в многоуровневом архитектурном образовании — «бакалавр — магистр» отсутствует главное звено начального уровня обучения под названием «Пропедевтика»[6]. Этот курс под назва-

[6] Обязательный предварительный курс введения в науку системно изложенный в сжатой элементарной форме, в данном случае «Основы архитектурного проектирования».

нием «Основы архитектурного проектирования» в доперестроечном высшем образовании составлял 1,5 года (3 семестра). При этом советское школьное образование обучало школьников черчению. Современное школьное образование не обеспечивает будущего абитуриента необходимым количеством компетенций, которые необходимы студенту начальных курсов специальности «Архитектура». Так, в средней школе отсутствуют учебные предметы: черчение, рисование, предметы, развивающие пространственное мышление [22].

По результатам социологических исследований, студенты первого курса не знают что такое «объемно-пространственная композиция», не могут дать определение, что такое «архитектура». Подготовительные курсы, организованные в ИАиС ВолгГТУ, нацелены только на решение сиюминутных задач, связанных со сдачей вступительных экзаменов в вуз.

Рабочий учебный план 1-го курса не включает в себя дисциплины: введение в специальность, основы архитектурной графики и черчения, основы архитектурного проектирования. Тем не менее студент-первокурсник через 2 месяца (сентябрь, октябрь), т. е. через 8 недель после начала учебного года, должен сдать первый в своей жизни курсовой архитектурный проект. Данный проект представляет собой ряд учебных задач, для решения которых у обучаемого нет соответствующих общих и профессиональных компетенций (знаний и навыков).

Организованные эпизодические дополнительные занятия по пропедевтике проходят параллельно учебному процессу или с большим опозданием. Образно говоря — алфавит изучается одновременно с написанием сочинения. В то же время в связи с отсутствием в стране начального профтехобразования (системы ПТУ, ФЗО и пр.) ощущается острая нехватка рабочих-исполнителей, в т. ч. в области эстетики, архитектурного проектирования, дизайна, ландшафтной архитектуры, изобразительно-прикладного декоративного искусства и благоустройства городских территорий также ощущается острый дефицит исполнителей. Необходимость положительного решения вышеперечисленных проблем в области подготовки квалифицированных специалистов-исполнителей, а также оптимизация высшего образования в области архитектуры и городского дизайна на основе организации учебного учреждения начального уровня профессиональной подготовки очевидна, а организация Архитектурной школы при ИАиС ВолгГТУ актуальна. Здесь необходимо разработать более глубокую концептуальную философско-педагогическую программу подготовки [20].

Представляется, что Архитектурная школа — это учебное структурное подразделение ИАиС ВолгГТУ, работающее на коммерческой основе и предназначенное оказывать образовательные услуги всем желающим приобрести общие и профессиональные компетенции в области проектирования объектов архитектуры, в том числе,

- подготовка абитуриентов к учебе на 1-м курсе ИАиС ВолгГТУ по направлениям специальности «Архитектура»: градостроительство, архитектура зданий и сооружений, дизайн городской среды;
- обучение знаниям и умениям, необходимым для выполнения учебных заданий и курсовых проектов по архитектурному проектированию студентов 1-го курса специализаций градостроительство, архитектура жилых зданий и сооружений, дизайн городской среды;

- обучение всех желающих навыкам в области основ практической профессиональной деятельности исполнителей в области архитектурного проектирования, дизайна городской среды, а также скульптуры, рисунка, живописи, архитектурной графики, моделирования и макетирования для малого и среднего бизнеса.

Целью создания Архитектурной школы является ликвидация пробела в начальном архитектурном образовании, появившегося из-за отсутствия достаточных компетенций у абитуриентов, поступающих на специальность «Архитектура», а также восполнение значительного крайне дефицитного контингента исполнителей в области проектирования и производства, как малых архитектурных форм, так и рабочей документации в архитектурно-градостроительном проектировании.

Для этого необходимо:

- создать учебную структуру для абитуриентов, позволяющую ликвидировать пробел в архитектурном образовании, оказывая образовательные услуги для приобретения необходимых общих и профессиональных компетенций для учебы на 1 и 2-м курсах архитектурных специальностей;
- организовать учебное учреждение, позволяющее получить начальное профессиональное образование для всех социальных слоев населения и возрастных групп (включая пенсионный возраст) в области градостроительства, архитектурного проектирования, дизайна городской среды и ландшафтной архитектуры;
- создать коммерческую образовательную структуру в ИАиС ВолгГТУ.

Таким образом, Архитектурная школа ИАиС ВолгГТУ будет являться первой ступенью в пропедевтическом многоуровневом образовании специалистов в области архитектуры, а, именно:

- Архитектурная школа (АШ ИАиС ВолгГТУ) слушатели — 0 курс бакалавриата ИАиС ВолгГТУ;
- бакалавриат;
- магистратура;
- аспирантура;
- докторантура.

Преподавательский коллектив АШ ИАиС ВолгГТУ должен состоять из опытных высококвалифицированных педагогов ИАиС ВолгГТУ на основе совместительства профессиональных кадров Союза архитекторов РФ, Союза художников РФ, Союза дизайнеров РФ, известных и заслуженных художников и прикладников (керамисты, мастера художественной обработки металла, художники, скульпторы, дизайнеры, ювелиры и др.) г. Волгограда.

Вышеперечисленные специалисты, как правило, имеют свои именные художественные мастерские и соответствующее оборудование, так необходимое для приобретения профессиональных навыков учащимися АШ ИАиС ВолгГТУ.

Обучаемый в АШ ИАиС ВолгГТУ контингент может представлять собой практически все социальные слои общества, а также возрастные группы населения[7]:

[7] Положение «Архитектурная школа ИАиС ВолгГТУ»

- школьники 9, 10, 11-х классов;
- студенты младших курсов ИАиС, не окончившие АШ ИАиС ВолгГТУ (дополнительные занятия);
- абитуриенты, желающие поступить на архитектурные специальности, не проходившие обучение в АШ ИАиС ВолгГТУ;
- все желающие приобрести знания и навыки (профессиональные компетенции) в области архитектурного проектирования и дизайна, не обучаясь в ВУЗе.

В том числе лица предпенсионного возраста с целью корректировки или дополнения профессиональных компетенций для индивидуальной деятельности в малом и среднем бизнесе.

Для школьников, желающих получить высшее архитектурное образование в ИАиС ВолгГТУ, полный срок обучения может быть рассчитан на 3 года, при этом первые два года (9—10 классы общеобразовательной школы) обучаемый будет являться слушателем АШ ИАиС ВолгГТУ.

При успешном обучении, подтвержденным промежуточными аттестациями (контрольными точками), слушатель допускается к экзаменам по следующим предметам — рисунок, черчение, основы архитектуры и градостроительства.

Успешно сдавший экзамены, становится слушателем 0-го (нулевого) курса специальности «Архитектура» ИАиС ВолгГТУ, где продолжает свое углубленное обучение по ряду дисциплин, необходимых для успешного обучения на 1-ом курсе ИАиС ВолгГТУ. Срок третьего курса обучения (нулевой курс) сокращен до одного семестра — 5 месяцев (октябрь — февраль) по причине того, что школьники 11 класса должны готовиться к сдаче ЕГЭ.

Следует отметить, что в отдельных случаях срок обучения и статус обучаемого, в зависимости от качества знаний и навыков может быть изменен.

Для студентов 1—2 курсов специальности «Архитектура», поступивших в ВУЗ без обучения в АШ ИАиС ВолгГТУ срок обучения будет составлять от 0,5 до 1 года. В зависимости от личной подготовки и поставленных перед собой задач, а также добровольно желающих изучать курсы основ архитектурного проектирования, освоения разных техник архитектурных подач, приемов архитектурной графики, черчения и композиционной подготовки, освоения макетирования, основ социологического исследования (анкетирование, интервьюирование, натурные обследования и другие элементы основ научного аппарата исследования).

Для абитуриентов, желающих поступить на архитектурные специальности, при АШ ИАиС ВолгГТУ необходимо разработать учебные программы, включающие в себя предметы, усвоение которых обеспечивает получение необходимых компетенций для успешной сдачи вступительных экзаменов при поступлении в ИАиС ВолгГТУ. При этом дальнейшее образование в АШ ИАиС ВолгГТУ будет проходить параллельно основному учебному процессу в вузе на 1—2 курсах специальностей архитектурного профиля. Срок обучения 1 год.

Для других возрастных групп и социальных слоев населения рабочие учебные программы индивидуализируются в зависимости от сферы применения полученных в АШ ИАиС ВолгГТУ знаний, умений и навыков (компетенций). При этом учебные программы формируются на модульной основе[8].

[8] Развернутое положение «Архитектурная школа ИАиС ВолгГТУ»

Слушатели АШ ИАиС ВолгГТУ после соответствующей аттестации получат документ об окончании АШ ИАиС ВолгГТУ, подтверждающий их квалификацию чертежника-исполнителя, макетчика (архитектурные макеты, модели), исполнителя настольной пластики, настенной росписи, исполнителя элементов интерьера жилых и общественных зданий и сооружений. Срок обучения в АШ ИАиС ВолгГТУ: 1 год, 1,5 года, 2 года, из расчета 6 ч в день, 3 раза в неделю, в зависимости от выбранной специализации.

Специалисты, окончившие АШ ИАиС ВолгГТУ, могут быть востребованы в качестве исполнителей в фирмах, связанных с архитектурным проектированием, художественным дизайнерским уклоном, ландшафтным дизайном, проектированием и исполнением малых архитектурных форм и элементов благоустройства, городской пластики и цветового дизайна, дизайнерским конструированием одежды, мелкой фронтальной и объемной пластики, уличного дизайна и рекламы, а также театрального декора.

Наименование предметов учебных дисциплин должно отвечать перечню компетенций, которыми должны обладать специалисты-исполнители. Здесь ключевое слово исполнители, т. е. решение творческих задач в компетенции исполнителей не входит.

Перечень сопутствующих специалистов-исполнителей может быть представлен широкой палитрой специальностей в смежных с архитектурой областях: чертежник, макетчик, театральный декоратор, интерьеры жилых и общественных зданий, городской дизайн, ландшафтный дизайн, настенная роспись, настенная пластика, формовка, малые архитектурные формы, художник-оформитель, шрифтовик, настольная (мелкая) пластика, уличная реклама, скульптура, мозаика, витражи, художественная обработка металлов, ювелирное дело и пр. [23].

В статье затронуты лишь некоторые аспекты подготовки специалистов в области градостроительства и архитектуры. Совершенствование системы высшего образования, обеспечивающей необходимый уровень специалистов, может быть в значительной степени достигнуто целенаправленной деятельностью огромного потенциала вузовского профессорско-преподавательского состава и перспективной формой довузовской подготовки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. *Paardekooper R.* Fhe value of an Archaeological Open-Air Museum is in its vse. Exter, 2012.
2. *Borusiewicz W.* Konserwucja zabytkow budownictwa muzowanego. Warszawa, 1971. 228 p.
3. *Гутнов А. Э.* Мир архитектуры: учебное пособие. М.: Молодая гвардия, 1985. 352 с.
4. *Нечаев Н. Н.* Психологические аспекты архитектурного образования: конспект лекций. М.: ФПК МАРХИ, 1978—1984. 241 с.
5. Основы методики художественного конструирования / сост. Г. Б. Минервин, А. Г. Устинов, М. В. Федоров. М.: Всесоюз. науч.-исслед. ин-т техн. эстетики Гос. ком. Совета Министров СССР по науке и технике, 1970. 278 с.
6. *Филин В. А.* Видеоэкология — Я с детства угол рисовал / Здоровье. 1990. № 1.
7. *Кринский В. Ф., Колбин В. С., Ламцов И. В.* Ведение в архитектурное проектирование: учебник для вузов по специальности «Архитектура». М.: Стройиздат, 1974. 176 с.
8. *Дроботов В. И.* Некоторые аспекты гуманизации агрессивной архитектурной среды // Архитектура и образование в третьем тысячелетии. Волгоград: Изд-во ВолгГАСУ, 2003.
9. *Джонс К. Д.* Инженерное и художественное конструирование. М.: Мир, 1976. 218 с.
10. *Борев Ю. Б.* Эстетика и стандарт: учебник. М.: Политиздат, 1988. 496 с.
11. *Иконников А. В., Степанов Г. П.* Основы архитектурной композиции: учебное пособие. М.: Искусство, 1971. 224 с.

12. *Кринский В. Ф., Ламцов И. В., Туркус М. А.* Элементы архитектурно-пространственной композиции: учебное пособие. М.: Стройиздат, 1968. 168 с.

13. *Нечаев Н. Н., Степанов А. В., Малахов С. А.* Введение в архитектурное проектирование. М.: МАРХИ, 1982. 134 с.

14. *Дроботов В. И.* Роль и место клаузур в архитектурном проектировании: методические указания. Волгоград: Изд-во ВолгГАСУ, 2006.

15. *Зайцев К. И.* Современная архитектурная графика. М.: Стройиздат, 1970. 273 с.

16. *Нечаев Н.Н.* Психолого-педагогические аспекты подготовки специалистов в вузе. М.: МГУ, 1985. 112 с.

17. *Sanpaolesi P.* Discjrso sulla metodologia generate del restanro dei monumenti. Firenze, 1973. 451 p.

18. *Ермилова Н. Ю., Василенко В. А., Маринина О. Н.* Реализация принципа наглядности при изучении графических дисциплин в школе и вузе // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2020. Вып. 1(78). С. 356—366.

19. *Нечаев Н.Н.* Проектное моделирование как творческая деятельность (психологические основы высшего архитектурного образования): автореф. дисс. исследования … д-ра психол. наук. М.: МГУ, 1987. 37 с.

20. *Нешумова Б. Н., Щедрина Е. Д.* Художественное проектирование: учебное пособие. М.: Просвещение, 1979. 175 с.

21. *Дроботов В. И., Емельянова О. Е.* Организация публичной защиты, подготовка доклада и научной статьи по теме выпускной квалификационной работы: методические указания. Волгоград: Изд-во ВолгГТУ, 2019.

22. Архитектурная школа: развернутое положение / В. И. Дроботов, А. В. Антюфеев, Н. В. Самойлова, О. Е. Емельянова. Волгоград: Изд-во ВолгГТУ, 2019.

23. *Богомолов И. И.* Методика преподавания основ архитектурного проектирования. Волгоград: Изд-во ВолгГАСУ, 2006.

© Дроботов В. И., Емельянова О. Е., 2021

Поступила в редакцию
в апреле 2021 г.

Ссылка для цитирования:

Дроботов В. И., Емельянова О. Е. Некоторые аспекты совершенствования архитектурного образования // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 2(83). С. 248—264.

Об авторах:

Дроботов Виктор Иванович — канд. арх., доц., проф. каф. урбанистики и теории архитектуры, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

Емельянова Оксана Евгеньевна — канд. филос. наук, старший преподаватель каф. урбанистики и теории архитектуры, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

Viktor I. Drobotov, Oksana E. Emel'yanova

Volgograd State Technical University

SOME ASPECTS OF MODERNIZING ARCHITECTURAL EDUCATION

The article considers some aspects that require improvement in modern architectural education. The changing humanitarian components that form the basis of the modern life structure of society in cities significantly affect the culture of creating and perceiving the urban environment. Questions of the architect's education, questions of propaedeutics, architectural and spatial composition, methodology, methods of architectural design — these are the cornerstones on which architectural art stands.

K e y w o r d s: urban environment, humane environment, aggressive environment, clausura, propaedeutics.

For citation:

Drobotov V. I., Emel'yanova O. E. [Some aspects of modernizing architectural education]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. *Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2021, iss. 2, pp. 248—264.

About authors:

Viktor I. Drobotov — Candidate of Architecture, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation

Oksana E. Emel'yanova — Candidate of Philosophy, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation

ОТ РЕДКОЛЛЕГИИ

«Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета» ***включен в Перечень ведущих научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук, утвержденный ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации.***

Библиографические сведения о публикациях в журнале, пристатейные списки литературы и полные тексты статей представлены в **Российском индексе научного цитирования (РИНЦ)** на сайте Научной электронной библиотеки www.elibrary.ru.

«Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия «Строительство и архитектура» входит в базу данных **Ulrich's Periodicals Directory** американского издательства Bowker, являющуюся самой крупной базой, описывающей мировой поток сериальных (периодических и продолжающихся) изданий. Активно используется научными учреждениями для анализа мирового потока сериальных изданий.

Требования к оформлению статей и сопроводительных материалов. Статью необходимо представить на электронном носителе и в распечатанном виде (2 экз.) в сопровождении заполненного автором *лицензионного договора* (2 экз.) (скачать бланк по адресу https://vgasu.ru/nauka/zhurnaly/vestnik-volggasu/trebovaniya-k-oformleniyu/), *анкеты* согласия автора на доступ к его персональным данным неограниченного круга лиц (скачать бланк по адресу https://vgasu.ru/nauka/zhurnaly/vestnik-volggasu/trebovaniya-k-oformleniyu/), *выписки из протокола* заседания кафедры и одной *рецензии*. К статьям прилагается экспертное заключение о возможности опубликования в открытой печати. Все сопроводительные документы представляются на бумажных носителях в оригинале, а рецензия, кроме того, в отсканированном виде.

В *отдельном файле помещаются сведения об авторах* на русском и английском языках, а также кириллицей и латиницей в полном соответствии с данными в заполненном бланке *анкеты* (см. выше): фамилия, имя, отчество (полностью), ученая степень, звание, должность, место работы; наименование и код научной специальности (по Номенклатуре), по которой автор проводит диссертационное исследование; почтовый адрес, телефон и адрес электронной почты.

В статье приводятся: ORCID, ScopusID (при наличии); *индекс УДК;* на русском и английском языках: *фамилия и инициалы автора, заглавие, аннотация* (на русском языке до 500 знаков, на английском — от 500 знаков до целой страницы), *ключевые слова*. Текст статьи заверяется личной подписью автора (соавторов).

Объем статьи — 8—12 с. установленного формата «Вестника» (см. ниже), включая название, аннотации, ключевые слова, текст, таблицы, рисунки, библиографический список. Последняя страница считается полной независимо от фактического заполнения.

Оригинал статьи должен быть набран с помощью пакета программ *Microsoft Office* (*Word 2003*); шрифт *основного текста* — Times New Roman (Cyr) № 11 (11 пунктов). Параметры страницы — поля, см: верхнее — 3,7; нижнее — 4,5; левое — 2,0; правое — 6,0; переплет — 0, поля зеркальные. Расстояние от края до верхнего колонтитула, см — 3,0, от края до нижнего колонтитула — 3,7. Абзацный отступ равен 0,75 см. Межстрочный интервал одинарный. Автоматически устанавливаются переносы (не более 4 подряд в одном абзаце). Автоматически устанавливается запрет висячих строк.

Для *набора формул* используется редактор формул *Microsoft MathType 5*; по умолчанию устанавливаются размеры шрифта для одно- и двухстрочных формул: обычного — 11 пт, крупного и мелкого индекса — соответственно 8 и 6 пунктов, крупного и мелкого символа — соответственно 16 и 11 пунктов. Греческие и русские буквы набираются прямым шрифтом, латинские — курсивом. Если написание в формулах отличается от традиционного, автор должен сделать соответствующие пометки на полях распечатанной статьи, при этом греческие буквы обводятся красным карандашом, готические — синим. Формулы выключаются в левый край с абзацным отступом. Запись формулы выполняется автором с использованием всех возможных способов упрощения и не должна содержать промежуточные преобразования.

Векторные рисунки, сохраненные в формате WMF, *растровые* — в TIF или BMP; *графики и диаграммы*, построенные в *Microsoft Excel*, а также *рисунки*, созданные в *Corel Draw 12* или *AutoCAD 2006* и сохраненные в оригинальном формате, дополнительно помещаются на электронный носитель отдельными файлами. Имя файла должно соответствовать наименованию или номеру рисунка в тексте статьи. Кроме того, *иллюстрации* обязательно присылаются распечатанными на отдельных листах формата А4 в масштабе 1:1, в пригодном для сканирования виде. Размер шрифта текста в рисунках — 9-10 пт. *Подписи к рисункам* выполняются непосредственно в тексте статьи шрифтом Times № 10 (10 пт), экспликация в подрисуночной подписи — Times № 9 (9 пт). Для сжатия больших файлов использовать архиваторы *Arj* и *WinZip*, *WinRAR*.

Цветные и черно-белые фотографии присылать в оригинальном виде с подписями на обороте. Цифровые фотографии выполнять с разрешением не менее 300…600 dpi, присылать в электронном виде в любом графическом формате, кроме .jpg.

Текст *таблиц* набирается шрифтом Times New Roman (Cyr) № 10 (10 пунктов).

Пристатейные *баблиографические списки* размещаются после основного текста статьи.

В библиографическом списке приводится *только* цитируемая в статье литература. Редколлегией приветствуется цитирование журнала. Библиографический список должен состоять не менее чем из 15 статей в научных журналах, из них 8 — иностранные. Источники группируются в списке в порядке упо-

минания в тексте. Ссылки на источники приводятся в тексте в квадратных скобках (запрещается использовать ссылки-сноски для указания источников). В библиографическую запись включаются только основные элементы библиографического описания (ГОСТ 7.0.5–2008). Разделительные знаки «тире» между областями опускаются. Шрифт Times New Roman (Cyr) № 9 (9 пунктов). Язык библиографических записей соответствует языку описываемых источников. Анонимные источники (законы, СНиПы, ГОСТы, интернет-сайты и т.п.) приводятся в подстрочной ссылке. Нумерация подстрочных ссылок статьи — сквозная.

Авторы статей несут всю полноту ответственности за содержание статей и за сам факт их публикации. Редакция журнала не несет никакой ответственности перед авторами и/или третьими лицами и организациями за возможный ущерб, нанесенный публикацией статьи. Редакция исходит из того, что, *в соответствии с законодательством в части авторского права, автор, направляя статью в редакцию, полностью соглашается с условиями редакции и, следовательно, только сам лично несет ответственность за использование в тексте статьи материалов третьих лиц и соблюдение их авторских прав.* Все права автора и вся полнота его ответственности сохраняются и после публикации статьи в журнале.

Статьи проверяются на оригинальность с помощью системы «Антиплагиат». Требуемая оригинальность — не менее 80 %.

Порядок рецензирования. Статьи обсуждаются редколлегией, рецензии, поступившие в сопроводительных материалах, учитываются. Статьи направляются редакцией на дополнительную экспертизу (рецензирование) и публикуются только при положительном заключении. Имена авторов и рецензентов друг другу не сообщаются. Копия заключения предоставляется автору по требованию.

Статьи, не отвечающие изложенным требованиям, редколлегией не принимаются. Материалы, не принятые к опубликованию, авторам не высылаются.

Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения текста. Корректура статей авторам не предоставляется. Согласование редакционных и авторских изменений текста статьи (переписка, тел. переговоры) производится за счет автора.

Гонорар за опубликование статьи не выплачивается, плата за публикацию статей с аспирантов не взимается.

КОМПЛЕКТОВАНИЕ ОЧЕРЕДНОГО НОМЕРА ЗАВЕРШАЕТСЯ ЗА 3 МЕСЯЦА ДО ПЛАНИРУЕМОГО ВЫХОДА В СВЕТ.

Примерный график выпуска **серии «Строительство и архитектура» — март (прием статей до 1 декабря); июнь (прием статей до 1 марта); сентябрь (прием статей до 1 июня); декабрь (прием статей до 1 сентября).**

Тематические рубрики

Строительные конструкции, здания и сооружения. Основания, фундаменты, подземные сооружения. Строительная механика. Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение. Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов. Строительные материалы и изделия. Гидротехническое строительство. Гидравлика и инженерная гидрология. Технология и организация строительства. Безопасность жизнедеятельности и охрана труда в строительстве. Инновации в строительном производстве, интенсификация, энергосбережение и энергоэффективность. Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия. Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности. Градостроительство. Теория развития города. Управление инвестиционно-градостроительной деятельностью. Экологические проблемы градостроительства. Информационные технологии в строительстве и архитектуре. Научно-методический раздел. Организация высшего образования в области строительства и архитектуры. Методика преподавания дисциплин строительного и архитектурного направлений в вузе. Хроника.

Подробная информация о журнале представлена на сайте ВолгГТУ **http://vgasu.ru/science/journals/herald-volggasu/sia** (сразу после подписания выпуска в печать на сайте публикуются титул и содержание; через месяц со дня выхода очередного номера из печати на сайте размещается его полнотекстовый файл).

Статьи направлять по адресу: **400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, 715а** (ответственный секретарь журнала Растяпина Оксана Анатольевна). vestnik_volgasy@mail.ru

Уточнить ***условия публикации статей и приобретения*** очередного номера журнала можно у нее же.

За консультацией по вопросам подготовки авторского оригинала статьи к печати обращаться по адресу*:* 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, ком. В-210, редакционно-издательский отдел ВолгГАСУ. Тел. (8442)-96-98-28. E-mail: mariapes@mail.ru.

Вниманию читателей и авторов!
«Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета»
Подписной индекс по каталогу «Пресса России» 85343,

Уважаемые читатели и авторы!
С марта 2019 г. нумерация выпусков журнала изменена.

По вопросам публикации статей в научно-теоретическом журнале
«СОЦИОЛОГИЯ ГОРОДА»
обращаться к гл. редактору Е.В. Карчагину по тел. 8-8442-96-99-25.
Подписаться на журнал можно по каталогу «Пресса России», подписной индекс **29507**
и по Интернет-каталогу на сайте агентства «Книга-Сервис», подписной индекс **Е 29507**.
*Журнал включен в **Перечень** ведущих научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук,*
***утвержденный ВАК** Министерства образования и науки Российской Федерации.*
Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-71951 от 13 декабря 2017 г. выдано Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. **ISSN 1994-0351**, включен в базу РИНЦ (www.elibrary.ru).
Подробная информация о журнале на сайте ИАиС ВолгГТУ по адресу:
https://vgasu.ru/nauka/zhurnaly/vestnik-volggasu/seriya-stroitelstvo-i-arkhitektura/

Научное издание

ВЕСТНИК
ВОЛГОГРАДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Научно-теоретический и производственно-практический журнал

Серия: Строительство и архитектура
2021. Выпуск 2(83)

Корректор *Р. А. Жулите*
Компьютерная правка и верстка *А. Г. Сиволобова*
Компьютерный дизайн обложки *О. Ю. Мелешин*
Информационно-библиографическое обслуживание *Е. В. Подшивалина*

Дата выхода в свет 10.08.2021. Формат 70 ×108/16. Бумага офсетная
Гарнитура Times New Roman. Цена свободная
Уч.-изд. л. 10,0. Усл. печ. л. 23,3. Тираж 500 экз. Заказ № 111

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет»
Типография ИАиС
Адрес издателя: 400005, г. Волгоград, пр-т им. В. И. Ленина, 28
Адрес типографии: 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1