

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

Известия КГАСУ 2020 г., № 2 (52)

ББК 38
 И 33
 УДК 69

Главный редактор: д-р техн. наук, проф. чл.-корр. АН РТ Р.К. Низамов
Зам. главного редактора: канд. техн. наук, доц. Е.А. Вдовин

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Айдарова Г.Н., д-р арх., проф. советник РААСН;	Мирсаяпов Илизар Т., д-р техн. наук, проф.;
Гагарин В.Г., д-р техн. наук, проф. чл.-корр. РААСН;	Мирсаяпов Ильшат Т., д-р техн. наук, проф.;
Горячев М.Г., д-р техн. наук, проф.;	Стрелков А.К., д-р техн. наук, проф.;
Есаулов Г.В., д-р арх., проф., академик РААСН;	Строганов В.Ф., д-р хим. наук, проф., почетный член РААСН;
Ильичев В.А., д-р техн. наук, проф., первый вице-президент РААСН;	Сулейманов А.М., д-р техн. наук, проф. чл.-корр. АН РТ;
Каюмов Р.А., д-р физ.-мат. наук, проф.;	Тунакова Ю.А., д-р хим. наук, проф.;
Кичигин В.И., д-р техн. наук, проф.;	Углова Е.В., д-р техн. наук, проф.;
Королев Е.В., д-р техн. наук, проф.;	Хозин В.Г., д-р техн. наук, проф.;
Кочев А.Г., д-р техн. наук, проф.;	Шагидуллин Р.Р., д-р хим. наук, чл.-корр. АН РТ;
Логачев К.И., д-р техн. наук, проф.;	Яковлев Г.И., д-р техн. наук, проф.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Рольф Катценбах, д-р техн. наук, проф. (Германия);	Фишер Х.-Б., доктор-инженер (Германия);
Фиговский О.Л., д-р техн. наук, проф., член Европейской АН, иностранный член РААСН (Израиль);	Хассан Абдалла, д-р наук (PhD), проф. (Великобритания);
	Янотка И., д-р техн. наук, с.н.с. (Словакия).

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:

ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»

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

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

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

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

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION
OF THE RUSSIAN FEDERATION

KAZAN STATE UNIVERSITY OF ARCHITECTURE AND ENGINEERING

MINISTRY OF CONSTRUCTION, ARCHITECTURE AND HOUSING
OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

MINISTRY OF TRANSPORT AND ROADS
OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

News of the KSUAE 2020, № 2 (52)

BBC 38
I 33
UDC 69

Editor-in-Chief: Dr. tech. sci., prof. corr.-m. AS RT Nizamov R.K.
Deputy Editor-in-Chief: Cand. tech. sci., associate prof. Vdovin E.A.

EDITORIAL BOARD:

Aidarova G.N. Dr. arch. sci., prof., advisor of RAACS;	Mirsayapov Ilizar T., Dr. tech. sci., prof.;
Gagarin V.G., Dr. tech. sci., prof. corr.-m. of RAACS;	Mirsayapov Ilshat T., Dr. tech. sci., prof.;
Goriachev M.G., Dr. tech. sci., prof.;	Strelkov A.K., Dr. tech. sci., prof.;
Esaulov G.V., Dr. arch. sci., prof., member of the Academy of RAACS;	Stroganov V.F., Dr. chem. sci., prof., honorary m. of RAACS;
Ilichev V.A., Dr. tech. sci., prof., First Vice President of RAACS;	Suleimanov A.M., Dr. tech. sci., prof. corr.-m. AS RT;
Kayumov R.A., Dr. phys-mat. sci., prof.;	Tunakova Iu.A., Dr. chem. sci., prof.;
Kichigin V.I., Dr. tech. sci., prof.;	Uglova E.V., Dr. tech. sci., prof.;
Korolev E.V., Dr. tech. sci., prof.;	Khozin V.G., Dr. tech. sci., prof.;
Kochev A.G., Dr. tech. sci., prof.;	Shagidullin R.R., Dr. chem. sci., corr.-m. AS RT;
Logachev K.I., Dr. tech. sci., prof.;	Iakovlev G.I., Dr. tech. sci., prof.

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD:

Rolf Katzenbach, Dr. tech. sci., prof. (Germany);	Fischer H.-B., Dr.-Ing (Germany);
Figovskiy O.L., Dr. tech. sci., prof., member of EAS, foreign member of RAACS (Israel);	Hassan Abdalla, PhD, prof. (Great Britain);
	Janotka I., Dr. tech. sci., head of unit (Slovakia).

THE FOUNDER AND THE PUBLISHER:

FSBEI of HE «Kazan State University of Architecture and Engineering»

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

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

EDITORIAL ADDRESS:

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



СОДЕРЖАНИЕ

ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ	
Мирсаяпов Илизар Т., Шараф Х.М.А. Особенности деформирования глинистых грунтов при трехосном блочном режимном циклическом нагружении с учетом образования микро- и макротрещин	7
СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ	
Мирсаяпов Илизар Т., Гарифуллин Д.Р. Оценка выносливости бетона сжатой зоны железобетонных изгибаемых элементов при стационарных режимах циклического нагружения	16
СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ	
Авксентьев В.И., Красникова Н.М., Степанов С.В., Макаров Д.Б. Свойства и фазовый состав гидратированного цементного камня, модифицированного шламом химической водоочистки теплоэлектростанций	24
Лупанов А.П., Суханов А.С., Силкин В.В., Козиков И.О., Ильина О.Н. Исследование влияния асфальтового гранулята на свойства полимерасфальтобетона	34
ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА	
Бельхадж Саид, Ибрагимов Р.А. Технология бетонирования в условиях жаркого климата Марокко	41
Грузин А.В., Грузин В.В. Восстановление несущей способности фундаментов зданий и сооружений существующей постройки	49
Коклюгина Л.А., Коклюгин А.В., Агрусев Р.Д. Решение организационных вопросов, связанных с выполнением строительных работ при изношенности основных производственных фондов	57
Коклюгина Л.А., Хидиятуллин И.И. Экспериментальное и имитационное исследование набора прочности бетона при бетонировании колонны в зимних условиях	65
Мусин Б.С., Ибрагимов Р.А., Богданов Р.Р. Нормирование технологических операций в малоэтажном строительстве на примере жилого комплекса «Маленький Токио»	73
Таймаров М.А., Лавирко Ю.В. Разработка автобетоносмесителя с дополнительными технологическими возможностями	81
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ	
Бройда В.А., Дорофеев Н.С., Шарафеева А.Р. Численное исследование полей скоростей и температур воздуха в жилом помещении с учетом влияния естественного притока	89
Таймаров М.А., Тимербаев Н.Ф., Лавирко Ю.В. Использование ветроэнергетики для электроснабжения строительства в труднодоступных и удаленных районах	98
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ, МЕТРОПОЛИТЕНОВ, АЭРОДРОМОВ, МОСТОВ И ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ	
Габдуллин Т.Р., Харламов Е.В., Кашипов Р.Ф., Фазлеев И.А., Германов А.А. Повышение морозостойкости материала дорожной разметки	106
ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ	
Смолова М.В., Смолова Д.О. Формирование системы метрополитена Москвы	115
Шаймарданова К.А., Прокофьев Е.И. Методология выявления, формирования и развития периферийных зон города	128
АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
Минабутдинова А.Р., Покка Е.В. Трансформация как средство архитектурно-пространственного формирования жилья с дополнительной функцией	135
Покка Е.В., Гафиятуллина А.Ф. Современные тенденции формирования центров туризма в контексте развития туристских центров	145
Шаймарданова К.А. К вопросу о влиянии визуальной среды города на состояние человека	160
ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ	
Гимадеева Я.Н., Киносьян Н.С. Классификационные особенности коворкинг-пространств. Казанский опыт внедрения в структуру города	168
Карасев Р.О., Денисенко Е.В. Реорганизация промышленных территорий и архитектурных объектов с учетом адаптивных процессов	177
Мустакимов В.Р., Мустакимов А.В. Реновация приэкваториальных зон Казани	187
Незвицкая Т.В. Проблема выбора вида и способа работ при сохранении памятников деревянного зодчества	203

Сайфуллина Л.Ш., Садыкова Д.М. К вопросу изучения исторической застройки Казани советского периода на примере здания пожарного депо, расположенного по адресу г. Казань, ул. Мало-Московская, 19	213
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА	
Большеротов А.Л. Методические основы оценки экологической безопасности строительства на урбанизированных территориях	222
Правила представления материалов для публикации в научном журнале «Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета»	231



CONTENTS

FOUNDATIONS, UNDERGROUND STRUCTURES	
Mirsayapov Ilizar T., Sharaf H.M.A. Features of clay soil deformation under three-axis block mode cyclic loading, taking into account the formation of micro- and macrocracks	7
BUILDING STRUCTURES, HOUSES	
Mirsayapov Ilizar T., Garifullin D.R. Evaluation of the concrete endurance of the compressed zone of reinforced concrete bending elements under stationary cyclic loading conditions	16
BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS	
Avksentiev V.I., Krasinikova N.M., Stepanov S.V., Makarov D.B. Properties and phase composition of hydrated cement stone modified by sludge during chemical treatment of combined heat and power plants	24
Lupanov A.P., Sukhanov A.S., Silkin V.V., Kozikov I.O., Ilina O.N. Investigation of the effect of asphalt granulate on the properties of polymer-concrete	34
CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND ORGANIZATION	
Belhaj S., Ibragimov R.A. Concrete technology in the hot climate of Morocco	41
Gruzin A.V., Gruzin V.V. Restoration of the bearing capacity of foundations of buildings and structures of existing construction	49
Kokliugina L.A., Kokliugin A.V., Agrusev R.D. Solution of organizational issues related to the implementation of construction works with worn of main production assets	57
Koklyugina L.A., Khidiyatullin I.I. Experimental and simulation study of concrete strengthening during column concreting in winter conditions	65
Musin B.S., Ibragimov R.A., Bogdanov R.R. Rationing of technological operations in low-rise building on the example of the residential complex «Little Tokyo»	73
Taimarov M.A., Lavirko Y.V. Development of a concrete mixer with additional technological capabilities	81
HEATING, VENTILATION, AIR CONDITIONING, GAS SUPPLY AND LIGHTING	
Broyda V.A., Dorofeenko N.S., Sharafeeva A.R. Numerical study of the fields of air velocity and temperature in a residential building, taking into account the influence of the natural influx	89
Taimarov M.A., Timerbaev N.F., Lavirko Y.V. Use of wind energy for power supply of construction objects in remote and inaccessible areas	98
ROADS, SUBWAYS, AIRPORTS, BRIDGES AND TUNNELS DESIGN AND CONSTRUCTION	
Gabdullin T.R., Kharlamov E.V., Kashipov R.F., Fazleev I.A., Germanov A.A. Improving frost resistance of road marking material	106
URBAN DEVELOPMENT, RURAL SETTLEMENTS PLANNING	
Smolova M.V., Smolova D.O. Moscow subway system formation	115
Shaimardanova C.A., Prokofiev E.I. Methodology of identification, formation and development of peripheral zones of the city	128
HOUSES ARCHITECTURE. THE CREATIVE CONCEPT OF ARCHITECTURAL ACTIVITIES	
Minabutdinova A.R., Pokka E.V. Transformation as a means of architectural and spatial formation of housing with an additional function	135
Pokka E.V., Gafiyatullina A.F. Modern trends in the formation of tourist centers in the context of the development of tourist centers	145
Shaimardanova C.A. On the question of the impact of the visual environment of the city on the human condition	160
ARCHITECTURE THEORY AND HISTORY, HISTORICAL AND ARCHITECTURAL HERITAGE RESTORATION AND RECONSTRUCTION	
Gimadeeva Y.N., Kinoshyan N.S. Classification features of coworking spaces. Kazan experience of implementation in the structure of the city	168
Karasev R.O., Denisenko E.V. Reorganization of industrial territories and architectural objects with considering adaptive processes	177
Mustakimov V.R., Mustakimov A.V. Renovation of Kazan's aquatorial zones	187
Nezvitskaya T.V. The problem of choosing the type and method of work when saving the monuments of wooden architecture	203
Sajfullina L.Sh., Sadykova D.M. To the exploring the issue of the historical buildings of Kazan in the Soviet period, using the example of a fire station building located at Kazan, st. Malo-Moskovskaya 19	213

ECOLOGICAL SAFETY OF CONSTRUCTION AND MUNICIPAL ECONOMY	
Bolsherotov A.L. Methodological basis for assessment of environmental safety of construction in urbanized territories	222
Rules of representation of materials for the publication in scientific journal «Kazan State University of Architecture and Engineering news»	231



УДК 624.131

Мирсаяпов Илизар Талгатович

доктор технических наук, профессор

E-mail: mirsayapov1@mail.ru

Шараф Хани Мохаммед Абдо

аспирант

E-mail: hani_2012@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Особенности деформирования глинистых грунтов при трехосном блочном режимном циклическом нагружении с учетом образования микро- и макротрещин

Аннотация

Постановка задачи. Основной целью данного исследования является изучение параметров прочности и деформирования глинистого грунта в условиях трехосного сжатия при блочных режимных циклических нагружениях. На сегодняшний день данные о результатах исследований при указанном режиме нагружения отсутствуют.

Результаты. Проведены экспериментальные исследования прочности и деформируемости глинистых грунтов трехосного сжатия $\sigma_1 \neq \sigma_2 = \sigma_3$ при блочных режимных циклических нагружениях. Отличительной особенностью экспериментальных исследований является то, что они проведены в приборах трехосного сжатия призматической формы с соотношением сторон 100×100×200 мм. Установлена закономерность изменения основных характеристик грунта при переходах на блоки с высоким и с низким уровнем напряжений. Получены новые данные о закономерности деформирования глинистых грунтов, при нестационарных режимах многократно повторяющейся циклической нагрузки.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли заключается в исследовании деформаций виброползучести и изменений усталостного сопротивления разрушению глинистых грунтов при трехосном режимном блочном циклическом нагружении. Установлено, что напряженно-деформированное состояние, деформации и усталостная прочность грунтов меняются в зависимости от последовательности чередования блоков с различными значениями максимальной нагрузки цикла.

Ключевые слова: блочно-циклическая нагрузка, стационарное и нестационарное нагружение, виброползучести, глинистый грунт, нелинейные деформации виброползучести грунта.

Введение

В современных условиях грунтовые основания зданий и сооружений подвергаются воздействию статических и режимных циклических нагружений различного рода. Существующие методы расчета оснований несущей способности и деформаций в основном разработаны для случая однократного кратковременного статического нагружения или циклического нагружения с постоянными параметрами на весь период эксплуатации [1-5]. Эксплуатация зданий и сооружений с оборудованием, создающим циклические воздействия, и режимы нагружения оснований фундаментов в реальных условиях являются не постоянными, меняются на различных этапах технологического процесса. Результаты имеющихся немногочисленных экспериментальных исследований показывают, что закономерность развития деформаций и изменение прочности грунтов при режимных циклических нагружениях отличаются от поведения грунтов при стационарных циклических нагружениях [6-12]. По этой причине возникает необходимость разработки методов расчета несущей способности и деформаций оснований фундаментов при режимных циклических нагружениях. В связи с этим проведены экспериментальные исследования несущей способности и осадок грунтовых оснований модели фундаментов в объемном лотке при режимных циклических нагружениях [13-20].

Экспериментальные исследования

Для установления закономерности развития деформации грунта при блочном циклическом нагружении проведены исследования (Мирсаяпов И.Т., Шараф Хани. Прочность и деформации глинистых грунтов в условиях трехосного сжатия при блочных режимных циклических нагружениях// Известия КГАСУ. 2017. № 4 (42). С. 221–227).

Анализ результатов экспериментальных исследований при режимном блочном циклическом трехосном сжатии показал, что при увеличении напряжений и количества циклов приложения нагрузки происходит развитие, как деформации изменения объема, так и деформации изменения формы при уплотнении грунта в интегральном объеме.

При действии блочного режимного циклического нагружения, в случае последовательно повышающегося режима, происходит увеличение деформации грунта. Наиболее интенсивное развитие происходит в первом блоке в начальный период нагружения до 100 циклов. При переходах на более высокий уровень нагрузки наблюдался скачок полных деформаций в момент перехода на другой блок. Затем внутри второго блока начинается плавное развитие деформаций по мере увеличения количества циклов нагружения, аналогично развитию деформаций на второй стадии первого блока нагружения. Однако, скорость развития этих деформаций была больше, чем на первом блоке, и происходило непрерывное затухающее развитие деформаций.

При переходе к другим блокам вышеописанная закономерность повторялась, но в каждом последующем блоке скорость развития деформаций увеличивалась. На последнем блоке перед разрушением происходило спонтанное лавинообразное увеличение деформаций, характер изменения деформаций грунта при увеличении количества циклов нагружения представлен на (рис. 1-3). Графики на рисунках наглядно показывают нарастание деформаций с увеличением количества циклов нагружения и увеличением скорости развития деформаций после перехода к блоку с более высоким уровнем нагрузки, что еще раз подтверждает гипотезу о том, что после 100-500 циклов определяющим в процессе увеличения деформаций является развитие микро- и макротрещин в плоскостях предельного равновесия в структуре грунта.

При последовательно понижающемся режиме блочного циклического нагружения, когда нагрузки уменьшаются от блока к блоку ступенями, в пределах каждого блока во всех испытанных образцах происходило изменение деформаций грунта по мере увеличения количества циклов нагружений (рис. 1-3). В пределах первого блока нагружения закономерность развития деформаций в зависимости от уровня нагрузки и количества циклов нагружения была такая же, как и при стационарном нагружении.

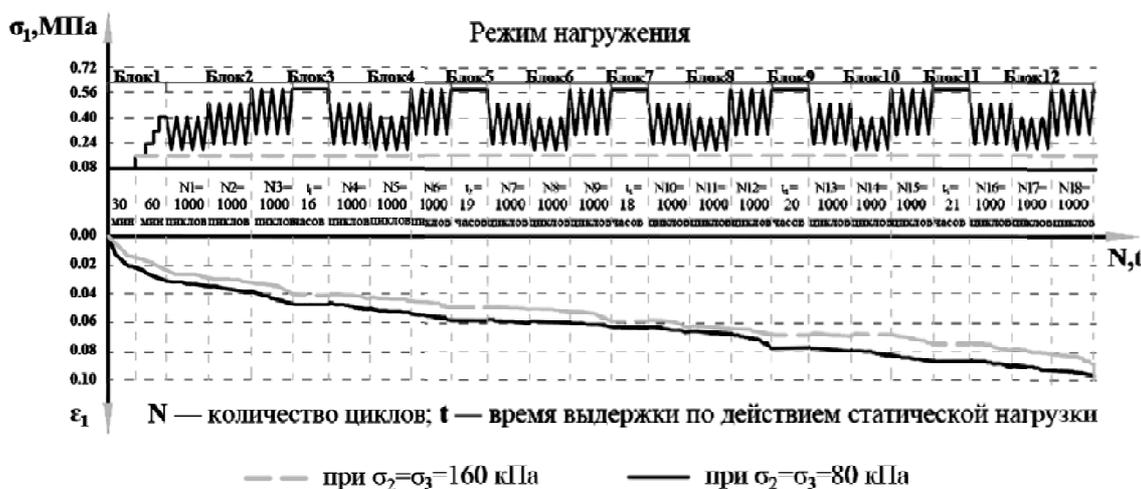


Рис. 1. Развитие вертикальной деформации в зависимости от режима нагружения (иллюстрация авторов)

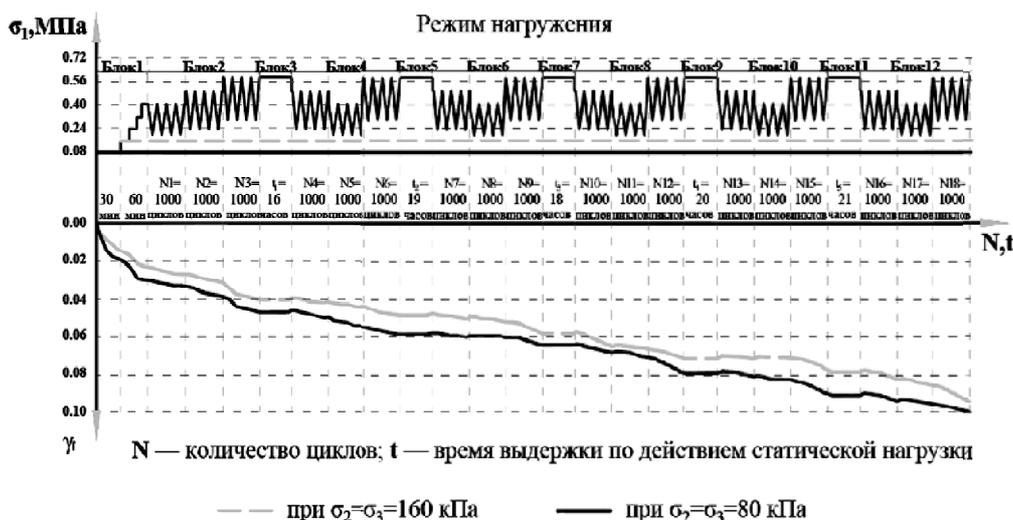


Рис. 2. Развитие деформации сдвига в зависимости от режима нагружения (иллюстрация авторов)

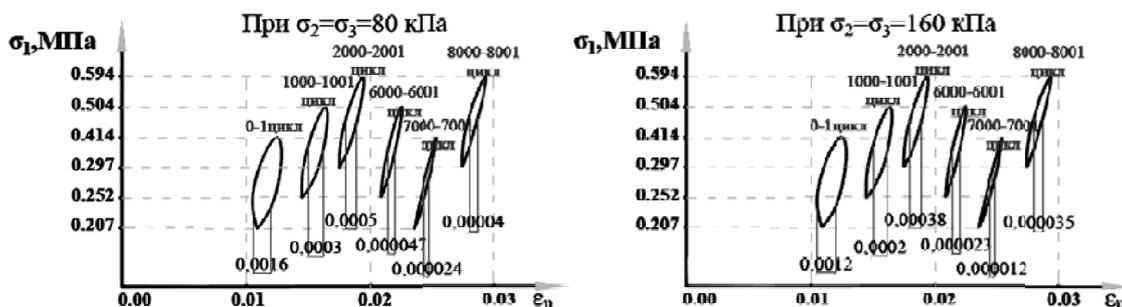


Рис. 3. Развитие петли гистерезиса объемной деформации в зависимости от режима нагружения (иллюстрация авторов)

При переходе к более низким уровням нагрузки в момент уменьшения нагрузки происходит скачкообразное уменьшение деформаций за счет упругой составляющей и деформаций последействия. Затем какое-то время происходит или дальнейшее уменьшение деформаций по мере увеличения количества циклов нагружения, или полная их стабилизация. Продолжительность этого периода и характер развития деформаций после уменьшения нагрузки зависят от величины перепада нагрузки и продолжительности ее действия в рассматриваемом блоке. Чем больше скачок нагрузки, тем больше продолжительность этого периода и степень уменьшения деформаций. Природа этого явления объясняется эффектом задержки развития микро- и макротрещин после перехода на более низкий уровень нагрузки.

Таким образом, закономерность развития деформаций грунта при блочных циклических нагружениях зависит от закономерности развития микро- и макротрещин в структуре грунта. Рассмотрим развитие деформаций грунта с учетом образования и развития микро- и макротрещин в грунте.

Теоретические исследования

Развитие нелинейной части деформаций ползучести при различных режимах многократно повторяющегося циклического нагружения

В связи с тем, что развитие нелинейной части деформаций виброползучести зависит от закономерности развития микро- и макротрещин, необходимо выделить нелинейные деформация виброползучести, соответствующие начальной и основной стадиям развития трещин в теле грунта.

В начальной стадии развитие нелинейной части деформаций описывается закономерностью развития микротрещин. Основная стадия развития нелинейной части деформаций виброползучести соответствует стадии развития микротрещин в теле грунта

и описывается закономерностью развития микротрещин. Тогда уравнения нелинейных деформаций виброползучести грунта при стационарных и нестационарных режимах циклического нагружения на различных этапах развития трещин в материале имеют вид:

- Стационарный режим:

а) Начальная стадия:

$$\varepsilon_{pli}^v(t, \tau) = \frac{\sigma_{gr}^{max}}{E_{gr}(t_0)} \left[\frac{l^2(t, \tau)}{2l_u^2} \left(\operatorname{arctg} \frac{1}{\mathcal{P}(t, \tau)} - \frac{\mathcal{P}(t, \tau)}{1 + \mathcal{P}^2(t, \tau)} \right) \right] = \frac{\sigma_{gr}^{max}}{E_{gr}(t_0)} \left[\left(\frac{J \cdot f_{ij}(\theta)}{l(t_0) + \frac{I_m(k_{\mathcal{P}gr} R_{gr,t})^2 m_j^2(t, \tau) \left[\frac{1}{E_{gr}(t)} + C_\partial \prod_{k=1}^{k=g} k_k a \psi_\theta \right]}{\int_0^{\varepsilon_R} [\sigma_{ti} + \sum_1^3 m_{in}(\varepsilon_R - \varepsilon_{ti})^h] d\varepsilon - \frac{1}{2} \sigma_{ti} \varepsilon_{ti} - \Delta W_{i(i-1)}}} \cdot \Delta N_1 + l_n(t, \tau) \right)^2 \cdot \frac{\sigma_{ti}^2 - (k_{\mathcal{P}gr} R_{gr,t})^2 m_j^2(t, \tau) \left[\frac{1}{E_{gr}(t, \tau)} + C_\partial \prod_{k=1}^{k=g} k_k a \psi_{\theta i} \right]}{2l_u^2} \cdot \left(\operatorname{arctg} \frac{1}{\mathcal{P}(t, \tau)} - \frac{\mathcal{P}(t, \tau)}{1 + \mathcal{P}^2(t, \tau)} \right) \right] \quad (1)$$

где $\Delta N_j = N_j - N_{uHk}$; N_{uHk} – продолжительность инкубационного периода в циклах;

б) Основная стадия:

$$\varepsilon_{pli}^v(t, \tau) = \frac{\sigma_{gr}^{max}}{E_{gr}(t_0)} \left\{ \frac{l(t_0\tau) + \sum_{i=1}^y \hat{\varepsilon}(t, \tau) \cdot \Delta N_i}{2l_u^2} \cdot \left(\operatorname{arctg} \frac{1}{\mathcal{P}} - \frac{\mathcal{P}}{1 + \mathcal{P}^2} \right) \right\} = \frac{\sigma_{gr}^{max}}{E_{gr}(t_0)} \left\{ \left(\frac{l(t_0\tau) + \frac{2\pi(k_{\mathcal{P}gr} R_{gr,t})^4 m_j^4(t, \tau) \left[\frac{1}{E_{gr}(t, \tau)} + C_\partial \prod_{k=1}^{k=g} k_k a \psi_\theta \right]^2}{\int_0^{\varepsilon_R} [\sigma_{ti} + \sum_1^3 m_{in}(\varepsilon_R - \varepsilon_{ti})^h] d\varepsilon - \frac{1}{2} \sigma_{ti} \varepsilon_{ti} - \sum_1^{k=1} \Delta W_{npi(i-1)}}} \cdot \Delta N}{[k_{\mathcal{P}gr} R_{gr,t}] \left[\frac{k_{\mathcal{P}gr} R_{gr,t}}{E_{gr}(t)} + \frac{k_{\mathcal{P}gr} R_{gr,t}}{E_{gr}(t)} \right] - \int_{t_0}^t [k_{\mathcal{P}gr} R_{gr,t}(\sigma) + k_{II} \varphi_{21}(\sigma)] \frac{\partial}{\partial \tau} C(t, \tau) dt} \right)^2 \cdot \frac{2\pi(k_{\mathcal{P}gr} R_{gr,t})^4 m_j^4(t, \tau) \left[\frac{1}{E_{gr}(t, \tau)} + C_\partial \prod_{k=1}^{k=g} k_k a \psi_\theta \right]^2}{2l_u^2} \cdot \left(\operatorname{arctg} \frac{1}{\mathcal{P}} - \frac{\mathcal{P}}{1 + \mathcal{P}^2} \right) \right\} \quad (2)$$

$$A^* = (k_{\mathcal{P}gr} R_{gr,t})^2 \cdot m_j^2(t, \tau) \left[\frac{1}{E_{gr}(t)} + C_\partial \prod_{k=1}^{k=g} k_k a \psi_\theta \right],$$

где $\Delta N_j = N - N_j$; N_j – количество циклов нагружения на начальной стадии развития трещин в грунте, т.е. при $l(t, \tau) < 2 ds$; N – общее количество циклов нагружения.

- Последовательно повышающийся режим нестационарного циклического нагружения:

а) Начальная стадия:

Уравнение нелинейных деформаций виброползучести на этой стадии записываем, исходя из выражений (1)-(2).

$$\varepsilon_{pli}^v(t, \tau) = \frac{\sigma_{gr}^{max}}{E_{gr}(t_0)} \left[\frac{l^2(t, \tau)}{2l_u^2} \left(\operatorname{arctg} \frac{1}{\mathcal{P}(t, \tau)} - \frac{\mathcal{P}(t, \tau)}{1 + \mathcal{P}^2(t, \tau)} \right) \right] = \frac{\sigma_{gr}^{max}}{E_{gr}(t_0)} \left[\left(\frac{J \cdot f_{ij}(\theta)}{l(t_0\tau) + \frac{I_m(k_{\mathcal{P}gr} R_{gr,t})^2 m_j^2(t, \tau) \left[\frac{1}{E_{gr}(t)} + C_\partial \prod_{k=1}^{k=g} k_k a \psi_\theta \right]}{\sum_1^y \Delta N_1 + l_n(t_0\tau) + l_n(t, \tau)}} \right)^2 \cdot \frac{\sigma_{ti}^2 - (k_{\mathcal{P}gr} R_{gr,t})^2 m_j^2(t, \tau) \left[\frac{1}{E_{gr}(t)} + C_\partial \prod_{k=1}^{k=g} k_k a \psi_{\theta i} \right]}{2l_u^2} \cdot \left(\operatorname{arctg} \frac{1}{\mathcal{P}} - \frac{\mathcal{P}}{1 + \mathcal{P}^2} \right) \right] \quad (3)$$

где $\sum_1^y \Delta N_1 = \sum_1^y N_i - N_{uHk}$; y – количество повышающихся блоков (этапов) нагружения, в течение которых трещину можно отнести к категории микротрещин; N_{uHk} – продолжительность инкубационного периода в циклах.

б) Основная стадия:

Нелинейные деформации виброползучести в системе развития трещин в материале описываются, исходя из выражений, с учетом влияния предыдущих этапов нагружения, которое проявляется в изменении k_{kII} , $\Delta W_{npi(j-1)}$, т.е. в предварительном пластическом деформировании микроэлементов в зоне предразрушения и увеличения длины трещины на предыдущем этапе.

$$e_{pli}^v(t, \tau) = \frac{\sigma_{gr}^{max}}{E_{gr}(t_0)} \left\{ \frac{[(l(t_0\tau)) + \sum_1^{\Sigma} \hat{\tau}(t, \tau) \cdot \Delta N_2]^2}{2l_u^2} \left(\arctg \frac{1}{\mathcal{P}(t, \tau)} \frac{\mathcal{P}}{1 + \mathcal{P}^2} \right) \right\} =$$

$$\frac{\sigma_{gr}^{max}}{E_{gr}(t_0)} \left\{ \left[\frac{\left\{ [k_I \varphi_{11}(\sigma) + k_{II} \varphi_{21}(\sigma)] \left[\frac{k_I \varphi_{11}(\sigma)}{E_{gr}(\tau)} + \frac{k_{II} \varphi_{12}(\sigma)}{E_{gr}(\tau)} \right] - \int_{t_0}^t [k_I \varphi_{11}(\sigma) + k_{II} \varphi_{21}(\sigma)] \frac{\partial}{\partial \tau} C(t, \tau) d\tau \right\}^2}{2\pi (k_{\mathcal{P}gr} R_{gr, t})^4 m_j^4(t, \phi) \left[\frac{1}{E_{gr}(\tau)} + C_{\partial} \prod_{k=1}^{k=g} k_k a_{ш\theta} \right]^2} \rightarrow \Delta N_2 \right. \right. \quad (4)$$

$$\left. \left. \frac{\int_0^{\mathcal{E}R} [y_{ti} + \sum_1^3 m_{in} (e_R - e_{ti})^n] de - \frac{1}{2} y_{ti} e_{ti} - \sum_1^{k=1} \Delta W_{npi(i-1)} - \sum_1^{k=1} \Delta W_{npi(j-1)}}{[k_{I\mu_1}(y) + k_{II\mu_2}(y)] \left[\frac{k_{I\mu_1}(y)}{E_{gr}(\tau)} + \frac{k_{II\mu_2}(y)}{E_{gr}(\tau)} \right] - \int_{t_0}^t [k_{I\mu_1}(y) + k_{II\mu_2}(y)] \frac{\partial}{\partial \phi} C(t, \phi) d\phi} - A^* \right. \right.$$

$$\left. \left. \frac{2l_u^2}{\left(\arctg \frac{1}{\mathcal{P}(t, \tau)} \frac{\mathcal{P}}{1 + \mathcal{P}^2} \right)} \right] \right\}$$

где $A^* = (k_{\mathcal{P}gr}, R_{gr, t})^2 \cdot m_j^2(t, \phi) \left[\frac{1}{E_{gr}(t)} + C_{\partial} \prod_{k=1}^{k=g} k_k a_{ш\theta} \right]$; $\Delta N_2 = \sum_1^n N_i - N_1 - N_{uhk}$; N_I – количество циклов нагружения на начальной стадии; N_{uhk} – продолжительность инкубационного периода в циклах.

- Последовательно понижающийся режим нестационарного циклического нагружения:

а) Начальная стадия:

Уравнение нелинейных деформаций виброползучести на начальной стадии записываем с учетом задержки развития трещин, исходя из (1)-(4).

$$e_{pli}^v(t, \phi) = \frac{y_{gr}^{max}}{E_{gr}(t_0)} \left\{ \frac{l^2(t, \phi) \left(\arctg \frac{1}{\mathcal{P}(t, \phi)} \frac{\mathcal{P}(t, \phi)}{1 + \mathcal{P}^2(t, \phi)} \right) \right\} =$$

$$\frac{y_{gr}^{max}}{E_{gr}(t_0)} \left\{ \left[\frac{J \cdot f_j(u)}{l_m (k_{\mathcal{P}gr} R_{gr, t})^2 m_j^2(t, \phi) \left[\frac{1}{E_{gr}(\tau)} + C_{\partial} \prod_{k=1}^{k=g} k_k a_{ш\theta} \right]} \right. \right. \quad (5)$$

$$\left. \left. \frac{\int_0^{\mathcal{E}R} [y_{ti} + \sum_1^3 m_{in} (e_R - e_{ti})^n] de - \frac{1}{2} y_{ti} e_{ti} - \Delta W_{npi(i-1)} - \Delta W_{npi(j-1)}}{y_{ti}^2 - (k_{\mathcal{P}gr} R_{gr, t})^2 m_j^2(t, \phi) \left[\frac{1}{E_{gr}(\tau)} + C_{\partial} \prod_{k=1}^{k=g} k_k a_{ш\theta} \right]} \right. \right.$$

$$\left. \left. \frac{2l_u^2}{\left(\arctg \frac{1}{\mathcal{P}(t, \phi)} \frac{\mathcal{P}}{1 + \mathcal{P}^2} \right)} \right] \right\}$$

где $\sum_1^n \Delta N_1 = \sum_{i=1}^n N_i - N_{uhk} - N_D$; N_D – время выдержки в циклах; N_{uhk} – инкубационный период в циклах.

б) Основная стадия:

$$e_{pli}^v(t, \phi) = \sum_1^n \sum_1^k \frac{y_{gr}^{max}}{E_{gr}(t_0)} \left\{ \frac{[(l(t_0\phi)) + \hat{\phi}(t, \phi) \sum_1^{\Sigma} \Delta N_2]^2}{2l_u^2} \left(\arctg \frac{1}{\mathcal{P}(t, \phi)} \frac{\mathcal{P}}{1 + \mathcal{P}^2} \right) \right\} = \sum_1^n \sum_1^k \frac{y_{gr}^{max}}{E_{gr}(t_0)} \cdot$$

$$\left\{ \left[\frac{\left\{ [k_{I\mu_1}(y) + k_{II\mu_2}(y)] \left[\frac{k_{I\mu_1}(y)}{E_{gr}(\tau)} + \frac{k_{II\mu_2}(y)}{E_{gr}(\tau)} \right] - \int_{t_0}^t [k_{I\mu_1}(y) + k_{II\mu_2}(y)] \frac{\partial}{\partial \phi} C(t, \phi) d\phi \right\}^2}{2\pi (k_{\mathcal{P}gr} R_{gr, t})^4 m_j^4(t, \phi) \left[\frac{1}{E_{gr}(\tau)} + C_{\partial} \prod_{k=1}^{k=g} k_k a_{ш\theta} \right]^2} \right. \right. \quad (6)$$

$$\left. \left. \frac{l(t_0\phi) + \frac{\int_0^{\mathcal{E}R} [y_{ti} + \sum_1^3 m_{in} (e_R - e_{ti})^n] de - \frac{1}{2} y_{ti} e_{ti} - \Delta W_{npi(i-1)} - \Delta W_{npi} + \Delta W_c}{[k_{I\mu_1}(y) + k_{II\mu_2}(y)] \left[\frac{k_{I\mu_1}(y)}{E_{gr}(\tau)} + \frac{k_{II\mu_2}(y)}{E_{gr}(\tau)} \right] - \int_{t_0}^t [k_{I\mu_1}(y) + k_{II\mu_2}(y)] \frac{\partial}{\partial \phi} C(t, \phi) d\phi} - A^* \right. \right.$$

$$\left. \left. \frac{2l_u^2}{\left(\arctg \frac{1}{\mathcal{P}(t, \phi)} \frac{\mathcal{P}}{1 + \mathcal{P}^2} \right)} \right] \right\}$$

где $A^* = (k_{\mathcal{P}gr}, R_{gr, t})^2 \cdot m_j^2(t, \phi) \left[\frac{1}{E_{gr}(t)} + C_{\partial} \prod_{k=1}^{k=g} k_k a_{ш\theta} \right]$; $\sum_1^{\Sigma} \Delta N_2 = \sum_1^n N_i - N_1 - N_{uhk} - \sum_{i=1}^{n-1} N_D$.

Развитие суммарных неупругих деформаций ползучести при различных режимах многократно повторяющегося циклического нагружения

Суммарные деформаций виброползучести, в зависимости от стадии развития трещин в материале и режима циклического нагружения, описываются уравнениями:

- Стационарный режим:

а) Начальная стадия:

$$e_{pli}^v(t, \phi) = y_{gr}^{max} \cdot$$

$$\left\{ C_{\partial} \prod_{k=1}^{k=g} k_k a_{ш\theta} \left[1 + (1 - \mathcal{P}) \frac{1 - (1 - a_{ш\theta})}{\mathcal{P}} \right] + \mathcal{P}_i C_{\infty}(t, \phi) f(t, \phi) + \right.$$

$$\left. \left[\frac{J \cdot f_j^2(u)}{l_m (k_{\mathcal{P}gr} R_{gr, t})^2 m_j^2(t, \phi) \left[\frac{1}{E_{gr}(\tau)} + C_{\partial} \prod_{k=1}^{k=g} k_k a_{ш\theta} \right]} \right. \right. \quad (7)$$

$$\left. \left. \frac{l(t_0\phi) + \frac{\int_0^{\mathcal{E}R} [y_{ti} + \sum_1^3 m_{in} (e_R - e_{ti})^n] de - \frac{1}{2} y_{ti} e_{ti} - \Delta W_{i(i-1)}}{y_{ti}^2 - (k_{\mathcal{P}gr} R_{gr, t})^2 m_j^2(t, \phi) \left[\frac{1}{E_{gr}(\tau)} + C_{\partial} \prod_{k=1}^{k=g} k_k a_{ш\theta} \right]} \right. \right.$$

$$\left. \left. \frac{1}{E_{gr}(t_0)} \left(\arctg \frac{1}{\mathcal{P}(t, \phi)} \frac{\mathcal{P}(t, \phi)}{1 + \mathcal{P}^2(t, \phi)} \right) \right] \right\}$$

б) Основная стадия:

$$e_{pli}^v(t, \phi) = y_{gr}^{max} \cdot \left[C_{\partial} \prod_{k=1}^{k=g} k_k a_{ш\theta i} \left[(1-P)^{-1} \frac{1-(1-a_{ш\theta i})^N}{a_{ш\theta i}} \right] + P_i C_{\infty}(t, \phi) f(t, \phi) + \right. \\ \left. 1 + \left(\arctg \frac{1}{P} - \frac{P}{1+P^2} \right) \cdot \left[\frac{\left\{ [k_{\mu 11}(y) + k_{\mu 21}(y)] \left[\frac{k_{\mu 11}(y)}{E_{gr}(t)} + \frac{k_{\mu 12}(y)}{E_{gr}(t)} \right] - \int_{t_0}^t [k_{\mu 11}(y) + k_{\mu 21}(y)] \frac{\partial}{\partial \phi} C(t, \phi) d\phi \right\}^2}{2P(k_{Pgr} R_{gr,t})^4 m_j^4(t, \phi) \left[\frac{1}{E_{gr}(t)} + C_{\partial} \prod_{k=1}^{k=g} k_k a_{ш\theta i} \right]^2} - \Delta N \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{1}{E_{gr}(t_0)} \left[l(t_0 \phi) + \frac{\int_0^{eR} [y_{ti} + \sum_1^3 m_{in}(eR - e_{ti})^n] de - \frac{1}{2} y_{ti} e_{ti} - \sum_1^{k=1} \Delta W_{npi}(i-1)}{[k_{\mu 1}(y) + k_{\mu 2}(y)] \left[\frac{k_{\mu 1}(y)}{E_{gr}(t)} + \frac{k_{\mu 2}(y)}{E_{gr}(t)} \right] - \int_{t_0}^t [k_{\mu 1}(y) + k_{\mu 2}(y)] \frac{\partial}{\partial \phi} C(t, \phi) d\phi} \right] - A^* \right] \right] \right. \\ \left. \cdot \left(\arctg \frac{1}{P} - \frac{P}{1+P^2} \right) \right] \quad (8)$$

где $A^* = (k_{Pgr}, R_{gr,t})^2 \cdot m_j^2(t, \phi) \left[\frac{1}{E_{gr}(t)} + C_{\partial} \prod_{k=1}^{k=g} k_k a_{ш\theta i} \right]$.

- Последовательно повышающийся режим нестационарного нагружения:

а) Начальная стадия:

$$e_{pli}^v(t, \phi) = \sum_{i=1}^n \sum_1^{N_i} C_{\partial} \prod_{k=1}^{k=g} k_k a_{ш\theta i} y_{gr1}^{max} (1-P_1) \left[1 + (1-a_{ш\theta i,j})^{N_i-1} \right] + \\ + \sum_{i=2}^n \sum_1^{N_i} \left(C_{\partial} \prod_{k=1}^{k=g} k_k \right)'_i a_{ш\theta ij} \left[1 + (1-a_{ш\theta ij})^{N_i-1} \right] \Delta y_{gri} + \sum_1^n P_i y_{gr1}^{max} C_{\infty}(t, \phi) f_i(t, \phi) + \\ \left. \left[\frac{J \cdot f_i^2(u)}{l_m(k_{Pgr} R_{gr,t})^2 m_j^2(t, \phi) \left[\frac{1}{E_{gr}(t)} + C_{\partial} \prod_{k=1}^{k=g} k_k a_{ш\theta i} \right]} - \frac{\sum \Delta N_1 + l(t, \phi) + l_n(t, \phi)}{\int_0^{eR} [y_{ti} + \sum_1^3 m_{in}(eR - e_{ti})^n] de - \frac{1}{2} y_{ti} e_{ti} - \Delta W_{npi}(i-1) - \Delta W_{npi}(j-1)} \right. \right. \\ \left. \left. \frac{y_{ti}^2 - (k_{Pgr} R_{gr,t})^2 m_j^2(t, \phi) \left[\frac{1}{E_{gr}(t)} + C_{\partial} \prod_{k=1}^{k=g} k_k a_{ш\theta i} \right]}{2l_u^2} \right] \cdot \left(\arctg \frac{1}{P} - \frac{P}{1+P^2} \right) \right] \quad (9)$$

б) Основная стадия:

$$e_{pli}^v(t, \phi) = \sum_{i=1}^n \sum_1^{N_i} C_{\partial} \prod_{k=1}^{k=g} k_k a_{ш\theta i} y_{gr1}^{max} (1-P_1) \left[1 + (1-a_{ш\theta i,j})^{N_i-1} \right] + \\ + \sum_{i=2}^n \sum_1^{N_i} \left(C_{\partial} \prod_{k=1}^{k=g} k_k \right)'_i a_{ш\theta ij} \left[1 + (1-a_{ш\theta ij})^{N_i-1} \right] \Delta \phi_{gri} + \\ + \sum_1^n P_i y_{gr1}^{max} C_{\infty}(t, \phi) f_i(t, \phi) + \\ + \sum_{i=1}^n \sum_{i=1}^N \frac{y_{gr1}^{max}}{E_{gr}(t_0)} \cdot \left[\frac{\left\{ [k_{\mu 11}(y) + k_{\mu 21}(y)] \left[\frac{k_{\mu 11}(y)}{E_{gr}(t)} + \frac{k_{\mu 12}(y)}{E_{gr}(t)} \right] - \int_{t_0}^t [k_{\mu 11}(y) + k_{\mu 21}(y)] \frac{\partial}{\partial \phi} C(t, \phi) d\phi \right\}^2}{2P(k_{Pgr} R_{gr,t})^4 m_j^4(t, \phi) \left[\frac{1}{E_{gr}(t)} + C_{\partial} \prod_{k=1}^{k=g} k_k a_{ш\theta i} \right]^2} - \Delta N_2 \right. \\ \left. + \frac{1}{E_{gr}(t_0)} \left[l(t_0 \phi) + \frac{\int_0^{eR} [y_{ti} + \sum_1^3 m_{in}(eR - e_{ti})^n] de - \frac{1}{2} y_{ti} e_{ti} - \sum_1^{k=1} \Delta W_{npi}(i-1) - \sum_1^{k=1} \Delta W_{npi}(j-1)}{[k_{\mu 1}(y) + k_{\mu 2}(y)] \left[\frac{k_{\mu 1}(y)}{E_{gr}(t)} + \frac{k_{\mu 2}(y)}{E_{gr}(t)} \right] - \int_{t_0}^t [k_{\mu 1}(y) + k_{\mu 2}(y)] \frac{\partial}{\partial \phi} C(t, \phi) d\phi} \right] - A^* \right] \right. \\ \left. \cdot \left(\arctg \frac{1}{P} - \frac{P}{1+P^2} \right) \right] \quad (10)$$

где $A^* = (k_{Pgr}, R_{gr,t})^2 \cdot m_j^2(t, \phi) \left[\frac{1}{E_{gr}(t)} + C_{\partial} \prod_{k=1}^{k=g} k_k a_{ш\theta i} \right]$.

- Последовательно понижающийся режим нестационарного нагружения:

а) Начальная стадия:

$$e_{pli}^v(t, \phi) = \sum_{i=1}^n \sum_1^{N_i} \left(C_{\partial} \prod_{k=1}^{k=g} k_k \right)'_i a_{ш\theta i} y_{gr1}^{max} (1-P_1) \left[1 + (1-a_{ш\theta i,j})^{N_i-1} \right] + \\ + \sum_1^n P_i y_{gr1}^{max} C_{\infty}(t, \phi) f_i(t, \phi) - \sum_{i=2}^n e_{xi}^{nc} + \sum_1^m \sum_1^N \frac{y_{gr1}^{max}}{E_{gr}(t_0)} \cdot \left[\frac{J(t, \phi) \cdot f_i^2(u)}{l_m(k_{Pgr} R_{gr,t})^2 m_j^2(t, \phi) \left[\frac{1}{E_{gr}(t)} + C_{\partial} \prod_{k=1}^{k=g} k_k a_{ш\theta i} \right]} - \frac{\sum_1^y \Delta N_1 + l(t, \phi) + l_n(t, \phi)}{\int_0^{eR} [y_{ti} + \sum_1^3 m_{in}(eR - e_{ti})^n] de - \frac{1}{2} y_{ti} e_{ti} - \Delta W_{npi}(i-1) - \Delta W_{npi}(i-1) + \Delta W_c} \right. \\ \left. \frac{y_{ti}^2 - (k_{Pgr} R_{gr,t})^2 m_j^2(t, \phi) \left[\frac{1}{E_{gr}(t)} + C_{\partial} \prod_{k=1}^{k=g} k_k a_{ш\theta i} \right]}{2l_u^2} \right] \cdot \left(\arctg \frac{1}{P} - \frac{P(t, \phi)}{1+P^2(t, \phi)} \right) \quad (11)$$

б) Основная стадия:

$$\begin{aligned}
 v_{pi}(t, \phi) = & \sum_1^N (C_{\partial} \prod_{k=1}^{k=g} k_k)'_{i} a_{u_{\partial i}} \cdot \max_{gr1}^{(1-P_1)} [1 + (1 - a_{u_{\partial i,j}})^{N_{i-1}}] + \\
 & \sum_{i=1}^n P_{iV} \max_{gr1}^{nc} C_{\alpha}(t, \phi) f_i(t, \phi) - \sum_{i=2}^n e_{xi}^{nc} + \sum_1^m \sum_1^N \frac{\max_{gr1}}{E_{gr}(t_0)} \\
 & \left[\frac{\left\{ [k_{Iu_{11}(y)} + k_{Iu_{21}(y)}] \left[\frac{k_{Iu_{11}(y)}}{E_{gr}(t)} + \frac{k_{Iu_{12}(y)}}{E_{gr}(t)} \right] - \int_{t_0}^t [k_{Iu_{11}(y)} + k_{Iu_{21}(y)}] \frac{\partial}{\partial \phi} C(t, \phi) d\phi \right\}^2}{2p(k_{Pgr} R_{gr,t})^4 m_j^4(t, \phi) \left[\frac{1}{E_{gr}(t)} + C_{\partial} \prod_{k=1}^{k=g} k_k a_{u_{\partial i}} \right]^2} - \sum_1^{nc} \Delta N_2 \right. \\
 & \left. \frac{\int_0^{eR} [y_{ti} + \sum_1^3 m_{in} (e_R - e_{ti})^n] de - \frac{1}{2} y_{ti} e_{ti} - \Delta W_{npi(i-1)} - \Delta W_{nprn(i-1)} + \Delta W_c}{[k_{Iu_1}(y) + k_{Iu_2}(y)] \left[\frac{k_{Iu_1}(y)}{E_{gr}(t)} + \frac{k_{Iu_2}(y)}{E_{gr}(t)} \right] - \int_{t_0}^t [k_{Iu_1}(y) + k_{Iu_2}(y)] \frac{\partial}{\partial \phi} C(t, \phi) d\phi} - A^* \right. \\
 & \left. \cdot \left(\frac{2t_u^2}{\arctg \frac{1}{p(t, \phi)} - \frac{p(t, \phi)}{1 + p^2(t, \phi)}} \right) \right] \quad (12)
 \end{aligned}$$

где $A^* = (k_{Pgr}, R_{gr,t})^2 \cdot m_j^2(t, \phi) \left[\frac{1}{E_{gr}(t)} + C_{\partial} \prod_{k=1}^{k=g} k_k a_{u_{\partial j}} \right]$.

Заключение

1. Проведенные исследования позволили установить закономерность развития деформации грунта при трехосном блочном циклическом нагружении, согласно которой разрушение и нелинейное деформирование грунта характеризуются образованием и развитием макро- и микротрещин в плоскостях предельного равновесия, инициаторами которых являются дефекты структуры в виде пор, пустот и усадочных микротрещин.

2. Разработаны уравнения деформирования глинистого грунта при трехосном режимном циклическом нагружении для стационарного, последовательно повышающегося и последовательно понижающегося режимов на основе теории виброползучести грунтов и механики разрушения упруго-пластических тел.

3. Полученные уравнения описывают деформирование грунта при рассмотренных режимах с учетом наблюдаемых в экспериментах процессов упрочнения и разупрочнения и эффекта торможения микро- и микротрещин на разных стадиях циклического трехосного сжатия и позволяют достаточно точно оценить вертикальные деформации (осадки) оснований фундаментов при режимных нагружениях, а также получить надежные и экономичные проектные решения.

Список библиографических ссылок

1. Andersen K. H. Bearing capacity under cyclic loading-offshore, along the coast, and on land // 21st Bjerrum Lecture presented in Oslo. 2007. № 5 (46). P. 513–535.
2. Mirsayapov Ilizar T., Koroleva I. V. Bearing capacity of foundations under regime cyclic loading // 15th Asian Reg. Conf. Soil Mech. Geotech. Eng. ARC. 2015. P. 1214–1217.
3. Pecker A. Soil behaviour under cyclic loading // CISM Int. Cent. Mech. Sci. Courses Lect. 2007. № 1 (494). P. 1–13.
4. Rasch C. Modelling of cyclic soil degradation. 2016. 110 p.
5. Leal A. N., Kaliakin V. N. Behavior of cohesive soils subjected to cyclic loading // An extensive review of pertinent literature. 2013. 109 p.
6. Goleman A., Boyatzis D., Mckee R. Soil-Stress-Strain Behavior: Measurement // Modeling and Analysis. 2019. № 9 (53). 188 p.
7. Elia G., Rouainia M. Investigating the cyclic behaviour of clays using a kinematic hardening soil model // Soil Dyn. Earthq. Eng. 2016. № 88. P. 399–411.
8. Gu C., Wang J., Cai Y., Sun L., Wang P., Dong Q. Deformation characteristics of overconsolidated clay sheared under constant and variable confining pressure // Soils Found. 2016. № 3 (56). P. 427–439.
9. Hicher P. Y. Experimental study of viscoplastic mechanisms in clay under complex loading // Geotechnique. 2016. № 8 (66). P. 661–669.
10. Hu C., Liu H. A new bounding-surface plasticity model for cyclic behaviors of saturated clay // Commun. Nonlinear Sci. Numer. Simul. 2015. № 1 (22). P. 101–119.
11. Wang Y. Cyclic response of natural soft marine clay under principal stress rotation as

- induced by wave loads // Ocean Eng. 2017. № 129. P. 191–202.
12. Ni J., Indraratna B., Geng X.Y., Carter J. P., Chen Y. L. Model of soft soils under cyclic loading // Int. J. Geomech. 2015. № 4 (15). 212 p.
 13. Lei H., Li B., Lu H., Ren Q. Dynamic deformation behavior and cyclic degradation of ultrasoft soil under cyclic loading // J. Mater. Civ. Eng. 2016. № 11 (28). 450 p.
 14. Ren X.-W., Xu Q., Teng J., Zhao N., Lv L. A novel model for the cumulative plastic strain of soft marine clay under long-term low cyclic loads // Ocean Eng. 2018. № 149. P. 194–204.
 15. Khan I., Nakai K., Noda T. Undrained cyclic shear behavior of clay under drastically changed loading rate // Int. J. GEOMATE. 2020. № 66 (18). P. 16–23.
 16. Hirai H. Assessment of cyclic response to suction caisson in clay using a three-dimensional displacement approach // Mar. Georesources Geotechnol. 2018. № 7 (37). P. 805–817.
 17. Liu Y., Huang M., Ma S. A simplified calculation method for axial cyclic degradation of offshore wind turbine foundations in clay // Mar. Georesources Geotechnol. 2020. № 2 (38). P. 204–213.
 18. Feng J., Wu X. Y., Zhu B. L., Yang Q. X. Analytical solution to one-dimensional consolidation in unsaturated soils under sinusoidal cyclic loading // J. Cent. South Univ. 2015. № 2 (22). P. 646–653.
 19. Zhao M. H., Heng S., Zheng Y. Numerical simulation on behavior of pile foundations under cyclic axial loads // J. Cent. South Univ. 2017. № 12 (24). P. 2906–2913.
 20. Kayumov R. A., Tazyukov B. F., Mukhamedova I. Z. Identification of Mechanical Characteristics of a Nonlinear-Viscoelastic Composite by Results of Tests on Shells of Revolution // Mechanics of Composite Materials. 2019. № 2 (55). P. 171–180.

Mirsayapov Ilizar Talgatovich

doctor of technical sciences, professor

E-mail: mirsayapov1@mail.ru

Sharaf Hani Mohammed Abdo

post-graduate student

E-mail: hani_2012@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

**Features of clay soil deformation under three-axis block mode cyclic loading,
taking into account the formation of micro- and macrocracks**

Abstract

Problem statement. The main purpose of the research is to study the parameters of strength and deformation of clay soil under triaxial compression, under block mode cyclic loads. To date, there are no data on the results of studies under the specified loading mode.

Results. Experimental studies of the strength and deformability of clay soils with three-axis compression $\sigma_1 \neq \sigma_2 = \sigma_3$ under block mode cyclic loads were carried out. A distinctive feature of experimental studies is that they are carried out in three-axis prismatic compression devices with an aspect ratio of 100×100×200 mm. The regularities of changes in the main characteristics of the soil during transitions to blocks with high and low stress levels are established. New data on the regularities of clay soil deformation under stationary conditions of repeated cyclic loading were obtained.

Conclusions. The significance of the results obtained for the construction industry consists in the study of vibration creep deformations and changes in fatigue resistance to the destruction of clay soils under three-axis regime block cyclic loading. It is found that the stress-strain state, deformations and fatigue strength of soils change depending on the sequence of alternating blocks with different values of the maximum load of the cycle. Keywords: block-cyclic loading, stationary and non-stationary loading, vibration creep, clay soil, nonlinear deformations of soil vibration creep.

Keywords: block-cyclic loading, stationary and non-stationary loading, vibration creep, clay soil, nonlinear deformations of soil vibration creep.

References

1. Andersen K. H. Bearing capacity under cyclic loading-offshore, along the coast, and on land // 21st Bjerrum Lecture presented in Oslo. 2007. № 5 (46). P. 513–535.
2. Mirsayapov Ilizar T., Koroleva I. V. Bearing capacity of foundations under regime cyclic loading // 15th Asian Reg. Conf. Soil Mech. Geotech. Eng. ARC. 2015. P. 1214–1217.
3. Pecker A. Soil behaviour under cyclic loading // CISM Int. Cent. Mech. Sci. Courses Lect. 2007. № 1 (494). P. 1–13.
4. Rasch C. Modelling of cyclic soil degradation. 2016. 110 p.
5. Leal A. N., Kaliakin V. N. Behavior of cohesive soils subjected to cyclic loading // An extensive review of pertinent literature. 2013. 109 p.
6. Goleman A., Boyatzis D., Mckee R. Soil-Stress-Strain Behavior: Measurement // Modeling and Analysis. 2019. № 9 (53). 188 p.
7. Elia G., Rouainia M. Investigating the cyclic behaviour of clays using a kinematic hardening soil model // Soil Dyn. Earthq. Eng. 2016. № 88. P. 399–411.
8. Gu C., Wang J., Cai Y., Sun L., Wang P., Dong Q. Deformation characteristics of overconsolidated clay sheared under constant and variable confining pressure // Soils Found. 2016. № 3 (56). P. 427–439.
9. Hicher P. Y. Experimental study of viscoplastic mechanisms in clay under complex loading // Geotechnique. 2016. № 8 (66). P. 661–669.
10. Hu C., Liu H. A new bounding-surface plasticity model for cyclic behaviors of saturated clay // Commun. Nonlinear Sci. Numer. Simul. 2015. № 1 (22). P. 101–119.
11. Wang Y. Cyclic response of natural soft marine clay under principal stress rotation as induced by wave loads // Ocean Eng. 2017. № 129. P. 191–202.
12. Ni J., Indraratna B., Geng X.Y., Carter J. P., Chen Y. L. Model of soft soils under cyclic loading // Int. J. Geomech. 2015. № 4 (15). 212 p.
13. Lei H., Li B., Lu H., Ren Q. Dynamic deformation behavior and cyclic degradation of ultrasoft soil under cyclic loading // J. Mater. Civ. Eng. 2016. № 11 (28). 450 p.
14. Ren X.-W., Xu Q., Teng J., Zhao N., Lv L. A novel model for the cumulative plastic strain of soft marine clay under long-term low cyclic loads // Ocean Eng. 2018. № 149. P. 194–204.
15. Khan I., Nakai K., Noda T. Undrained cyclic shear behavior of clay under drastically changed loading rate // Int. J. GEOMATE. 2020. № 66 (18). P. 16–23.
16. Hirai H. Assessment of cyclic response to suction caisson in clay using a three-dimensional displacement approach // Mar. Georesources Geotechnol. 2018. № 7 (37). P. 805–817.
17. Liu Y., Huang M., Ma S. A simplified calculation method for axial cyclic degradation of offshore wind turbine foundations in clay // Mar. Georesources Geotechnol. 2020. № 2 (38). P. 204–213.
18. Feng J., Wu X. Y., Zhu B. L., Yang Q. X. Analytical solution to one-dimensional consolidation in unsaturated soils under sinusoidal cyclic loading // J. Cent. South Univ. 2015. № 2 (22). P. 646–653.
19. Zhao M. H., Heng S., Zheng Y. Numerical simulation on behavior of pile foundations under cyclic axial loads // J. Cent. South Univ. 2017. № 12 (24). P. 2906–2913.
20. Kayumov R. A., Tazyukov B. F., Mukhamedova I. Z. Identification of Mechanical Characteristics of a Nonlinear-Viscoelastic Composite by Results of Tests on Shells of Revolution // Mechanics of Composite Materials. 2019. № 2 (55). P. 171–180.



УДК624.012.35

Мирсаяпов Илизар Талгатович

доктор технических наук, профессор

E-mail: mirsayapov1@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Гарифуллин Динар Рафикович

главный инженер

E-mail: fszrkazan@mail.ru

НППФ Фундаментспецремонт

Адрес организации: 420087, Россия, г. Казань, ул. Гвардейская, д. 56

Оценка выносливости бетона сжатой зоны железобетонных изгибаемых элементов при стационарных режимах циклического нагружения

Аннотация

Постановка задачи. В железобетонных изгибаемых конструкциях при многократно повторяющихся циклических нагружениях стационарного режима в бетоне сжатой зоны проявляются и развиваются неупругие деформации виброползучести в связных условиях. По этой причине условия деформирования бетона сжатой зоны нестационарные даже при стационарном режиме внешней нагрузки.

Результаты. Проведены экспериментальные и теоретические исследования поведения железобетонного изгибаемого элемента, при стационарном режиме многократно повторяющегося циклического нагружения, установлен режим деформирования бетона сжатой зоны в составе изгибаемого элемента. Для оценки выносливости бетона сжатой зоны при таких режимах деформирования проведены исследования с использованием методов механики разрушения упругопластических материалов и получены уравнения выносливости бетона сжатой зоны для нестационарного режима деформирования. На основании проведенных исследований разработано уравнение выносливости бетона сжатой зоны для практических расчетов железобетонных изгибаемых элементов при стационарных режимах многократно повторяющейся циклической нагрузки.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в том, что предложенная методика позволяет наиболее точно оценить напряженно-деформированное состояние бетона сжатой зоны и процессы изменения бетона с позиции механики разрушения, что является существенным вкладом в теорию усталостной прочности и обеспечивает экономию бетона до 25 % по сравнению существующими методами.

Ключевые слова: железобетон, бетон сжатой зоны, выносливость, циклическая нагрузка, стационарное нагружение, механика разрушения, виброползучесть, неупругие деформации.

Введение

Под действием многократно повторяющихся циклических нагрузок стационарного режима в бетоне сжатой зоны железобетонных изгибаемых элементов проявляются и развиваются неупругие деформации виброползучести. В связи с тем, что деформации виброползучести развиваются в связных условиях, в бетоне сжатой зоны и продольной растянутой арматуре появляются дополнительные напряжения по мере увеличения количества циклов нагружения. При этом, одновременно с изменением напряжений в бетоне сжатой зоны изгибаемого элемента, происходит изменение и коэффициента асимметрии цикла нагружений [1-6]. В процессе циклического нагружения в бетоне сжатой зоны изгибаемого элемента напряжения уменьшаются, а коэффициенты асимметрии цикла нагружений увеличиваются при увеличении количества циклов нагружения [7-14]. В связи с этим, назрела необходимость в разработке новой методики расчета усталостной прочности бетона сжатой зоны изгибаемых железобетонных элементов при стационарных режимах циклического нагружения [15-21].

Изменение напряжений в бетоне сжатой зоны при циклическом нагружении

При многократно повторяющемся приложении нагрузки изменение во времени напряженно-деформированного состояния железобетонного изгибаемого стержня может привести к тому, что предельное состояние наступит в результате исчерпания ресурса бетона или арматуры. В этих условиях для оценки выносливости железобетонного элемента в целом необходимо уметь оценивать несущую способность бетона сжатой зоны.

Текущие напряжения в бетоне сжатой зоны представляются в виде суммы начальных и дополнительных напряжений:

$$\sigma_b^{max}(t, \tau) = \sigma_b^{max}(t_0) + \sigma_b^{gon}(t), \quad (1)$$

где $\sigma_b^{max}(t_0)$ – начальные напряжения в бетоне сжатой зоны при первом цикле нагружения до максимальной нагрузки цикла, определяются для статического нагружения по формуле:

$$\sigma_b^{max}(t_0) = \frac{M_{max}}{\omega \cdot b \cdot x(h_0 - \gamma \cdot x)} = \frac{2M_{max}}{\xi[(1 + \lambda) - 0.33\xi(\lambda^2 + \lambda + 1)]bh_0^2}. \quad (2)$$

Относительная высота сжатой зоны $\xi = \frac{-\mu\alpha \pm \sqrt{(\mu\alpha)^2 + 2\mu\alpha(1-\lambda^2)}}{1-\lambda^2}$, $\mu = \frac{A_s}{bh_0}$; $\alpha = \frac{E_s}{E_b}$; $\sigma_b^{gon}(t)$ – дополнительные напряжения в бетоне сжатой зоны вследствие виброползучести бетона в связанных условиях, исходя из (1) и (3) следует, что, при увеличении количества циклов нагружения, напряжения в бетоне сжатой зоны уменьшаются.

Дополнительные напряжения в бетоне сжатой зоны переставляется в виде:

$$\sigma_b^{gon}(t) = \left\{ -\frac{h_0}{x} \cdot E_s \int_{t_0}^t \sigma_b^{max}(\tau) \frac{\partial}{\partial \tau} \left[\frac{1}{E(\tau)} + C(t, \tau) \right] dt \right\} \cdot A_s \left[\frac{1}{A_{red}} - \frac{e_0(h - x_p)}{J_{red}} \right]. \quad (3)$$

В начальной стадии нагружения коэффициент асимметрии цикла напряжений в бетоне сжатой зоны равен коэффициенту асимметрии цикла внешней нагрузки, т.е. $\mathcal{P}_{bt_0} = \mathcal{P}_M$. При действии циклических нагрузок, вследствие проявления виброползучести бетона в связанных условиях, происходит непрерывное изменение \mathcal{P}_{bt} . В произвольный момент времени (t) коэффициент асимметрии цикла напряжений бетона сжатой зоны можно представить в виде:

$$\mathcal{P}_{bt}(t) = \frac{\sigma_b^{max}(t)\mathcal{P}_M - \frac{h_0}{h} E_s A_s \left[\frac{1}{A_{red}} - \frac{e_0(h - x_p)}{J_{red}} \right] \cdot \int_{t_0}^t \sigma_b^{max}(\tau) \frac{\partial}{\partial \tau} \left[\frac{1}{E_b(\tau)} + C(t, \tau) \right] dt}{\sigma_b^{max}(t_0) - \frac{h_0}{h} E_s A_s \left[\frac{1}{A_{red}} - \frac{e_0(h_0 - x_p)}{J_{red}} \right] \cdot \int_{t_0}^t \sigma_b^{max}(\tau) \frac{\partial}{\partial \tau} \left[\frac{1}{E_b(\tau)} + C(t, \tau) \right] dt}. \quad (4)$$

Из (2) следует, что, при увеличении количества циклов нагружения, уменьшается коэффициент асимметрии цикла напряжений бетона сжатой зоны.

Изменение прочности бетона сжатой зоны при циклическом нагружении

Известно, что объективная прочность бетона, находящегося в условиях действия многократно повторяющихся циклических нагрузок, меньше кратковременной.

В расчетах это обстоятельство учитывается путем введения к кратковременной прочности, соответствующей моменту приложения нагрузки τ , коэффициента:

$$k_{bP} = \frac{R'_b(t)}{R_b(\tau_1)}, \quad (5)$$

где $R'_b(t)$ – предел выносливости бетона в рассматриваемый момент времени (t); $R_b(\tau_1)$ – кратковременная прочность бетона в момент приложения многократно повторяющейся нагрузки (τ_1).

Результаты предыдущей главы показывают, что в элементах железобетонных конструкций процесс снижения прочности проявляется в более сложной форме. Связано это с тем, что в бетоне сжатой зоны изгибаемых элементов происходит изменение во времени уровня максимальных напряжений цикла, коэффициента асимметрии цикла напряжений \mathcal{P}_{bt} .

Кривые выносливости бетона бетонных или железобетонных стержней можно построить экспериментально. Опытным путем получить кривую выносливости бетона сжатой зоны в железобетонных изгибаемых элементах практически невозможно, поскольку до настоящего времени не существует апробированных способов определения

напряжений в бетоне путем прямого эксперимента. Построение такой кривой связано с необходимостью использования тех или иных дополнительных предпосылок.

Данные об усталостной прочности бетона в сжатой зоне железобетонных изгибаемых элементов и, в частности, в переармированных элементах, можно получить на основе опытной кривой усталостного сопротивления железобетонного стержня и расчетных значений напряжений в бетоне. Сравнивая напряжения в бетоне стержней, разрушаемых кратковременной статической нагрузкой, в возрасте τ_l и после многократно повторного нагружения можно получить данные о влиянии предшествующих переменных напряжений на кратковременную прочность бетона сжатой зоны.

Даже при стационарных нагружениях в условиях действия напряжений, переменных по максимальному уровню и по амплитуде, необходимо установить понятие выносливости в этих условиях. При этом возможны два подхода. Под величиной предела выносливости бетона сжатой зоны в условиях заданного режима изменения напряжений и коэффициента асимметрии цикла напряжений можно понимать, во-первых, значение напряжения в момент времени t , непосредственно предшествующее разрушению (в дальнейшем – момент разрушения) – $\sigma_b^{max}(t, \tau_1)$. Во-вторых, значение напряжения в момент приложения максимальной нагрузки цикла τ_l , при котором усталостное разрушение произойдет в момент времени t – $\sigma_b^{max}(t, \tau_1)$. Режим изменения напряжений связывает величины $\sigma_b^{max}(t, \tau_1)$ и $y_b^{max}(t, \tau_1)$.

Совокупность значений $\sigma_b^{max}(t, \tau_1)$ и $\sigma_b^{max}(t, \tau_1)$ составляют кривые $R_b^*(t, \tau_l)$ и $R_b(t, \tau_l)$, характеризующие выносливость бетона при нестационарных режимах изменения напряжений. Представляется, что определение выносливости через $R_b^*(t, \tau_l)$ более корректно с физической точки зрения, поскольку связано с напряжениями в момент разрушения.

Понятие $R_b(t, \tau_l)$ несколько условно, так как связано с напряжениями, действовавшими ранее, т.е. в момент приложения максимальной нагрузки первого цикла, приводящей к разрушению.

Однако, при выполнении практических расчетов на выносливость, использование кривой $R_b(t, \tau_l)$ более предпочтительно, поскольку не требует определения напряжений, сформировавшихся к моменту разрушения. При $t \rightarrow \approx N=2,10^6$ циклов значения $R_b^*(t, \tau_l)$ и $R_b(t, \tau_l)$, характеризуют предел выносливости бетона сжатой зоны железобетонной конструкции. Переходя к относительным величинам, получаем:

$$\eta_{\sigma_b}^*(t, \tau_1) = \frac{R_b^*(t, \tau_1)}{R_b(\tau_1)}, \quad (6)$$

$$\eta_{\sigma_b}(t, \tau_1) = \frac{R_b(t, \tau_1)}{R_b(\tau_1)}. \quad (7)$$

При $t \rightarrow \infty (N=2,10^6 \text{ цикл.})$ коэффициенты $\eta_{\sigma}^*(t, \tau_l)$ и $\eta_{\sigma}(t, \tau_l)$ характеризуют относительный предел выносливости бетона сжатой зоны.

В связи с тем, что коэффициент $\eta^*(t, \tau)$ связан с напряжениями, сформировавшимися к моменту разрушения, уменьшение во времени его значений в условиях циклического действия нагрузки связано с тремя факторами: накоплением повреждений, падением напряжений и уменьшением коэффициента асимметрии цикла напряжений в бетоне сжатой зоны. Для практического применения коэффициента $\eta_{\sigma}^*(t, \tau_l)$ необходимо определить напряжения в момент разрушения, что связано с определенными трудностями вычислительного характера.

При выполнении практических расчетов удобнее использование коэффициента $\eta_{\sigma}(t, \tau_l)$ поскольку он связан с напряжениями в момент приложения нагрузки. Кроме того, уменьшение во времени значений $\eta_{\sigma}(t, \tau_l)$ обусловлено только снижением усталостной прочности бетона сжатой зоны в условиях переменных напряжений.

В этом плане коэффициент $\eta_{\sigma}(t, \tau_l)$ подобен коэффициенту условий работы γ_l , имеющемуся в (СНиП 2.03.01.84) СП 63.13330.2012. Из равенства (3) видно, что $\eta_{\sigma}(t, \tau_l)$ показывает какую долю от кратковременной прочности должно составлять напряжение в бетоне сжатой зоны к окончанию нагружения конструкции $\sigma_b(t, \tau)$ при условии, что усталостное разрушение произойдет в момент времени $t \approx N=2,10^6$ циклов.

Используя известное соотношение:

$$\begin{aligned} \sigma_b^*(t, \tau_1) &= \sigma_b(t, \tau_0) \cdot H_{\sigma}(t, \tau), \\ \mathcal{P}_b(t, \tau) &= \mathcal{P}_b(t, \phi_0) \cdot H_{\mathcal{P}_b}(t, \tau), \end{aligned} \quad (8)$$

где $H_\sigma(t, \tau)$ – функция накопления напряжений; $H_{\mathcal{P}_b}(t, \tau)$ – функция изменения коэффициента асимметрии цикла напряжений; и, учитывая, что в момент разрушения элемента по бетону сжатой зоны выполняется равенство:

$$\sigma_b^*(t, \tau_1) = R_b^*(t, \tau). \quad (9)$$

Получаем выражение для определения относительного предела выносливости бетона сжатой зоны:

$$\eta_\sigma(t, \tau) = \frac{R_b^*(t, \tau) \cdot H_{\mathcal{P}_b}(t, \tau)}{R(\tau) \cdot H_\sigma(t, \tau)}. \quad (10)$$

В формуле (6) показывает изменение объективной прочности бетона сжатой зоны вследствие уменьшения коэффициента асимметрии цикла напряжений.

Оценка выносливости бетона сжатой зоны

Сравнивая выражения (5) и (10), и учитывая, что $H_\sigma(t, \tau) < 1$ и $H_{\mathcal{P}_b}(t, \tau) < 1$, получаем:

$$\eta_y(t, \tau) \neq k_{\mathcal{P}_b}. \quad (11)$$

Относительный предел выносливости бетона сжатой зоны в железобетонных элементах не совпадает с относительным пределом выносливости бетонных призм при постоянном уровне максимальных напряжений цикла, коэффициента асимметрии цикла напряжений.

Для аналитического анализа усталостной прочности бетона сжатой зоны необходимо определять прочность бетона на сжатие при переменных значениях максимальных напряжений и коэффициента асимметрии цикла напряжений.

Для определения усталостной прочности бетона сжатой зоны изгибаемого железобетонного элемента при вышеописанных условиях воспользуемся уравнением объективной прочности при нестационарных режимах. Для упрощения процесса вычислений оценка выносливости производится на конечной стадии работы конструкции, непосредственно предшествующей исчерпанию несущей способности.

Вычисляем значения $\sigma_b^{\max}(t_0)$, $\sigma_b^{\max}(t)$, \mathcal{P}_{bt} , $H_{\sigma_b}(t, \tau)$. Затем, исходя из того, что уменьшение \mathcal{P}_{bt} и $\sigma_b^{\max}(t)$ зависит от виброползучести бетона сжатой зоны, изменение разбиваем на n этапов (ступеней). В общем случае разбивка на этапы может быть совершенно произвольной.

В данном случае для большей наглядности принимаем, что напряжения при переходе от одного блока к другому меняются на одну и ту же величину $\Delta\sigma_{bi}(t)$. Для определения $\Delta\sigma_b(t)$ величину $H_{\sigma_b}(t, \tau)$ делим на n (где n – количество этапов нагружения в блоке), а затем начальные напряжения умножаем на эту же величину, т.е.

$$\Delta\sigma_b(t) = \frac{H_{\sigma_b}(t, \tau)}{n} \cdot \sigma_b^{\max}(t_0). \quad (12)$$

При этом необходимо иметь введу, что с увеличением номера этапа (i) приращение $\Delta\sigma_{bi}(t)$, (4) достигается за разное количество циклов нагружения.

Рассмотрим следующую последовательность изменения напряжений в бетоне сжатой зоны (рис. 1).

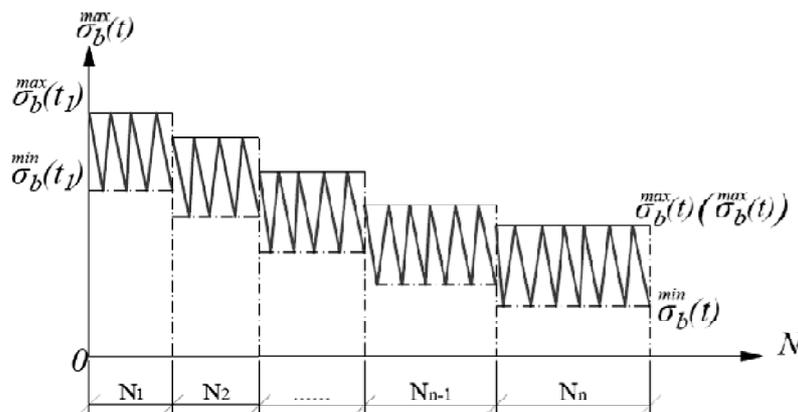


Рис. 1. Схема изменения напряжений в бетоне сжатой зоны при многократно повторяющемся нагружении с $M^{\max} = \text{const}$ и $\mathcal{P}_M = \text{const}$ (иллюстрация авторов)

На рис. 1 $\sigma_{b1}^{max} = \sigma_b^{max}(t_0) - \Delta\sigma_b$ – при количестве циклов нагружения N_1 и коэффициенте асимметрии цикла напряжений \mathcal{P}_{b1} ;

$\sigma_{b2}^{max} = \sigma_b^{max}(t_0) - 2\Delta\sigma_b$ – при количестве циклов нагружения N_2 и коэффициенте асимметрии цикла напряжений \mathcal{P}_{b2} ;

$\sigma_{b3}^{max} = \sigma_b^{max}(t_0) - 3\Delta\sigma_b$ – при количестве циклов нагружения N_3 и коэффициенте асимметрии цикла напряжений \mathcal{P}_{b3} ;

$\sigma_{b_{n-1}}^{max} = \sigma_b^{max}(t_0) - (n-1)\Delta\sigma_b$ – при количестве циклов нагружения N_{n-1} и коэффициенте асимметрии цикла напряжений $\mathcal{P}_{b(n-1)}$;

$\sigma_{bn}^{max} = \sigma_b^{max}(t) - n\Delta\sigma_b$ – при количестве циклов нагружения N_n и коэффициенте асимметрии цикла напряжений \mathcal{P}_{bn} .

При таком распределении напряжений количество циклов нагружения в каждом блоке будет подчиняться неравенству $N_1 < N_2 < N_3 < \dots < N_n$. Коэффициенты асимметрии цикла напряжений уменьшаются от блока к блоку, т.е. $\mathcal{P}_{bt_0} > \mathcal{P}_{b1} > \mathcal{P}_{b2} > \dots > \mathcal{P}_{bn}$.

Объективная прочность бетона сжатой зоны к моменту окончания нагружения при выше принятой схеме изменения циклических напряжений вычисляется по формуле:

$$R_b(t, \tau) = \frac{2}{b} \cdot \frac{k_{cf}(t)}{\sqrt{\pi \cdot l(t, \tau) \cdot \gamma(l)}} (l_a + 4l_{sh} \cdot tg\alpha \cdot \sin \delta) =$$

$$= \left(2E_{bt} \int_0^{\varepsilon_R} \left\{ \left[\sigma_{ti} + \sum_1^3 \min(\varepsilon_R - \varepsilon_{ti})^n \right] d\varepsilon - \sum_1^n \sum_1^{Ni} \left(\left(C_\partial \prod_{k=1}^{k=g} k_k \alpha \psi_{v1i} \sigma_{bt1}^2 + \varepsilon_{xi+1}^{nc} \cdot \sigma_{bt1}^{max} (1 - \mathcal{P}_{i+1}) - \left(C_\partial \prod_{k=1}^{k=g} k_k \right)_i^1 \cdot \alpha \psi_{vij} (\sigma_{bti}^{max})^2 (1 - \mathcal{P}_i)^2 * \right) * [1 + (1 - \alpha \psi_{vij})^{Ni-1}] \right) + \sum_{i=1}^n \sum_1^{Ni} \left(C_\partial \prod_{k=1}^{k=g} k_k \right)_i^1 \alpha \psi_{vij} (\sigma_{bti}^{max})^2 (1 - \mathcal{P}_i)^2 * [1 + (1 - \alpha \psi_{vij})^{Ni-1}] + \sum_{i=1}^n \mathcal{P}_i^2 (\sigma_{bti}^{max})^2 C_\infty(t, \tau) \cdot f_i(t, \tau) - \sum_{i=1}^n \varepsilon_{xi}^{nc} \cdot \sigma_{bti}^{max} (1 - \mathcal{P}_i) - \sum_1^{k=1} \Delta W_{npj(j-1)} + \Delta W_c \right) * k_0^2 \cdot R_{bt,su} \cdot k_{fs} \cdot ds \right) * \frac{2}{\sqrt{\pi} \cdot d_i \gamma(l)} \cdot (l_{cl} + 4l_{sh} \cdot tg\alpha \cdot \sin \alpha) * \left. \left\{ \begin{aligned} & l(t, \tau) + \sum_{i=1}^h l_{MHK} + \\ & \frac{\langle \langle [k_j \varphi_{11}(\sigma_i) + k_j \varphi_{12}(\sigma_i)] \left[\frac{k_{ji} \varphi_1(\sigma_i)}{E_{bt}} + \frac{k_{ji} \varphi_2(\sigma_i)}{E_{bt}} \right] - \int_{t_0}^t [k_{ji} \varphi_{11}(\sigma_i) + k_j \varphi_{21}(\sigma_i)] \frac{\partial}{\partial \tau} C(t, \tau) d\tau \rangle \rangle^2}{2\pi (k_{pb} R_{bt,\tau})^4 m_j^2(t, \tau) \left[\frac{1}{E_{bt}} C_\partial \prod_{k=1}^{k=g} k_k \alpha \psi_{0ij} \right]^2} \cdot \Delta N_i \\ & \frac{\int_0^{\varepsilon_R} [\sigma_{ti} + \sum_1^3 \min(\varepsilon_R - \varepsilon_{ti})^2] d\varepsilon - \frac{1}{2} \sigma_{ti} \varepsilon_{ti} - \sum_1^n \sum_1^{Ni} \Delta W_{npj(j-1)} + \sum_2^n \Delta W_c}{[k_{zi}(t) \varphi_{11}(\sigma_i) + k_{zi}(t) \varphi_{21}(\sigma_i)] \left\{ \left[\frac{k_{ji} \varphi_1(\sigma_i)}{E_{bt}} + \frac{k_{ji} \varphi_2(\sigma_i)}{E_{bt}} \right] - \int_{t_0}^t [k_{ji} \varphi_{11}(\sigma_i) + k_j \varphi_{21}(\sigma_i)] \frac{\partial}{\partial \tau} C(t, \tau) d\tau - A^* \right\}} \right\} \right)^{-95} \end{aligned} \right\} \cdot \Delta N_i$$

где $A^* = (k_{pb} R_{bt,\tau})^2 m_j^2(t, \tau) \left[\frac{1}{E_{bt}} + C_\partial \prod_{k=1}^{k=g} k_k \alpha \psi_{vi} \right]$ и $\Delta N_i = N_i - \int_0^{\alpha_D} \frac{dl(t, \tau)}{dv_i^n}$; σ_{bti}^{max} – максимальные растягивающие напряжения цикла в вершине трещины.

Выносливость конструкций по бетону сжатой зоны оценивают, исходя из условия:

$$\sigma_b^{max}(t, t_0) \leq R_b(t, \tau). \tag{14}$$

Заключение

1. Проведенные исследования позволили установить, что режим деформирования бетона сжатой зоны в составе железобетонной изгибаемой конструкции нестационарный даже при стационарном режиме многократно повторяющейся циклической нагрузки.

2. Разработано уравнение механического состояния бетона сжатой зоны железобетонной изгибаемой конструкции при стационарных многократно повторяющихся циклических нагружениях на основе теории виброползучести бетона и механики разрушения упругопластических материалов.

3. Полученное уравнение адекватно и достаточно точно, с позиции требования практических расчетов, позволяет оценить выносливость бетона сжатой зоны при стационарных режимах циклического нагружения и получить надежные и одновременно экономичные решения.

Список библиографических ссылок

1. Atutis E., Valivonis J., Atutis M. Deflection determination method for bfrp prestressed concrete beams under fatigue loading // *Compos. Struct.* 2019. № 226. P. 111182.
2. Kim G., Loreto G., Kim J.-Y., Kurtis K. E., Wall J. J., Jacobs L. J. In situ nonlinear ultrasonic technique for monitoring microcracking in concrete subjected to creep and cyclic loading // *Ultrasonics*. 2018. № 88. P. 64–71.
3. Li Q., Liu M., Lu Z., Deng X. Creep Model of High-Strength High-Performance Concrete Under Cyclic Loading // *J. Wuhan Univ. Technol. Sci. Ed.* 2019. № 3 (34). P. 622–629.
4. Chen P., Zhou X., Zheng W., Wang Y., Bao B. Influence of high sustained loads and longitudinal reinforcement on long-term deformation of reinforced concrete beams // *J. Build. Eng.* 2020. № 30.
5. Bouziadi F., Boulekbache B., Haddi A., Hamrat M., Djelal C. Finite element modeling of creep behavior of FRP-externally strengthened reinforced concrete beams // *Eng. Struct.* 2020. № 204. P. 109908.
6. Mirsayapov Ilshat T. Detection of stress concentration regions in cyclic loading by the heat monitoring method // *Mech. Solids*. 2010. № 1(45). P. 133–139.
7. Song L., Fan Z., Hou J. Experimental and Analytical Investigation of the Fatigue Flexural Behavior of Corroded Reinforced Concrete Beams // *Int. J. Concr. Struct. Mater.* 2019. № 1 (13).
8. Zamaliev F. S., Zakirov M. A. Stress-strain state of a steel-reinforced concrete slab under long-term // *Magazine of Civil Engineering*. 2018. P. 12–23.
9. Tang H., Chen Z., Avinesh O., Guo H., Meng Z., Engler-Pinto C., Kang H. Notch Insensitivity in Fatigue Failure of Chopped Carbon Fiber Chip-Reinforced Composites Using Experimental and Computational Analysis // *Compos. Struct.* 2020. № 10 (16). P. 112280.
10. Choe G., Shinohara Y., Kim G., Lee S., Lee E., Nam J. Concrete corrosion cracking and transverse bar strain behavior in a reinforced concrete column under simulated marine conditions // *Appl. Sci.* 2020. № 5 (10).
11. Gambarelli S., Ožbolt J. Interaction between damage and time-dependent deformation of mortar in concrete: 3D FE study at meso-scale // *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 2019. № 615. P. 012013.
12. Augéard E., Ferrier E., Michel L. Mechanical behavior of timber-concrete composite members under cyclic loading and creep // *Eng. Struct.* 2020. № 210. P. 110289.
13. Trekin N. N., Kodysh E. N., Mamin A. N., Trekin D. N., Onana J. Improving methods of evaluating the crack resistance of concrete structures // *American Concrete Institute, ACI Special Publication*. 2018. № 326. P. 93.1–93.6.
14. Liang J., Nie X., Masud M., Li J., Mo Y. L. A study on the simulation method for fatigue damage behavior of reinforced concrete structures // *Eng. Struct.* 2017. № 150. P. 25–38.
15. Zhang G., Zhang Y., Zhou Y. Fatigue Tests of Concrete Slabs Reinforced with Stainless Steel Bars // *Adv. Mater. Sci. Eng.* 2018. P. 1–5.

16. Zhang G., Zhang Y., Zhou Y. Fatigue Tests of Concrete Slabs Reinforced with Stainless Steel Bars // *Advances in Materials Science and Engineering*. 2018. № 1.
17. Barcley L., Kowalsky M. Critical bending strain of reinforcing steel and the buckled bar tension test // *ACI Materials Journal*. 2019. № 3 (116). P. 53–61.
18. Luo X., Tan Z., Chen Y. F., Wang Y. Comparative study on fatigue behavior between unbonded prestressed and ordinary reinforced reactive powder concrete beams // *Mater. Test*. 2019. № 4 (61). P. 323–328.
19. Tang S. W., Yao Y., Andrade C., Li Z. Recent durability studies on concrete structure // *Cem Concr Res* 2015. 78. P. 143–154.
20. Berrocal C. G., Fernandez I., Lundgren K., Lofgren I. Corrosion-induced cracking and bond behaviour of corroded reinforcement bars in SFRC // *Compos B Eng*. 2017. 113. P. 123–137.
21. Chen E., Berrocal C. G., Löfgren I., Lundgren K. Correlation between concrete cracks and corrosion characteristics of steel reinforcement in pre-cracked plain and fibre-reinforced concrete beams // *Mater. Struct. Constr*. 2020. № 2 (53).

Mirsayapov Ilizar Talgatovich

doctor of technical sciences, professor

E-mail: mirsayapov1@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Garifullin Dinar Rafikovich

chief engineer

E-mail: fszrkazan@mail.ru

NPPF Fundamentspetermont

The organization address: 420087, Russia, Kazan, Gvardeyskaya st., 56

**Evaluation of the concrete endurance of the compressed zone
of reinforced concrete bending elements under stationary cyclic loading conditions**

Abstract

Problem statement. In reinforced concrete bending structures with repeated cyclic loads of stationary mode in the concrete of the compressed zone are manifested and inelastic creep deformations develop under connected conditions. For this reason, the conditions for deforming concrete in the compressed zone are non-stationary even when the external load is stationary.

Results. Experimental and theoretical studies of the behavior of a reinforced concrete bending element have been carried out in the stationary mode of repeated cyclic loading, the mode of deformation of concrete in the compressed zone as part of the bending element is established. To assess the endurance of compressed zone concrete under such deformation modes, studies were conducted using methods of fracture mechanics of elastic-plastic materials and the equations of endurance of compressed zone concrete for non-stationary deformation mode were obtained. On the basis of the conducted research, the equation of endurance of compressed zone concrete was developed for practical calculations of reinforced concrete bending elements under stationary conditions of repeated cyclic loading.

Conclusions. The significance of the results obtained for the construction industry is that the proposed method allows the most accurate assessment of the stress-strain state of concrete in the compressed zone and the processes of concrete change from the point of view of fracture mechanics, which is a significant contribution to the theory of fatigue strength and provides concrete savings of up to 25 % compared to existing methods.

Keywords: reinforced concrete, compressed zone concrete, endurance, cyclic loading, stationary loading, fracture mechanics, vibration creep, inelastic deformations.

References

1. Atutis E., Valivonis J., Atutis M. Deflection determination method for bfrp prestressed concrete beams under fatigue loading // *Compos. Struct.* 2019. № 226. P. 111182.
2. Kim G., Loreto G., Kim J.-Y., Kurtis K. E., Wall J. J., Jacobs L. J. In situ nonlinear ultrasonic technique for monitoring microcracking in concrete subjected to creep and cyclic loading // *Ultrasonics.* 2018. № 88. P. 64–71.
3. Li Q., Liu M., Lu Z., Deng X. Creep Model of High-Strength High-Performance Concrete Under Cyclic Loading // *J. Wuhan Univ. Technol. Sci. Ed.* 2019. № 3 (34). P. 622–629.
4. Chen P., Zhou X., Zheng W., Wang Y., Bao B. Influence of high sustained loads and longitudinal reinforcement on long-term deformation of reinforced concrete beams // *J. Build. Eng.* 2020. № 30.
5. Bouziadi F., Boulekbache B., Haddi A., Hamrat M., Djelal C. Finite element modeling of creep behavior of FRP-externally strengthened reinforced concrete beams // *Eng. Struct.* 2020. № 204. P. 109908.
6. Mirsayapov Ilshat T. Detection of stress concentration regions in cyclic loading by the heat monitoring method // *Mech. Solids.* 2010. № 1 (45). P. 133–139.
7. Song L., Fan Z., Hou J. Experimental and Analytical Investigation of the Fatigue Flexural Behavior of Corroded Reinforced Concrete Beams // *Int. J. Concr. Struct. Mater.* 2019. № 1 (13).
8. Zamaliev F. S., Zakirov M. A. Stress-strain state of a steel-reinforced concrete slab under long-term // *Magazine of Civil Engineering.* 2018. P. 12–23.
9. Tang H., Chen Z., Avinesh O., Guo H., Meng Z., Engler-Pinto C., Kang H. Notch Insensitivity in Fatigue Failure of Chopped Carbon Fiber Chip-Reinforced Composites Using Experimental and Computational Analysis // *Compos. Struct.* 2020. № 10 (16). P. 112280.
10. Choe G., Shinohara Y., Kim G., Lee S., Lee E., Nam J. Concrete corrosion cracking and transverse bar strain behavior in a reinforced concrete column under simulated marine conditions // *Appl. Sci.* 2020. № 5 (10).
11. Gambarelli S., Ožbolt J. Interaction between damage and time-dependent deformation of mortar in concrete: 3D FE study at meso-scale // *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 2019. № 615. P. 012013.
12. Augéard E., Ferrier E., Michel L. Mechanical behavior of timber-concrete composite members under cyclic loading and creep // *Eng. Struct.* 2020. № 210. P. 110289.
13. Trekin N. N., Kodysh E. N., Mamin A. N., Trekin D. N., Onana J. Improving methods of evaluating the crack resistance of concrete structures // *American Concrete Institute, ACI Special Publication.* 2018. № 326. P. 93.1–93.6.
14. Liang J., Nie X., Masud M., Li J., Mo Y. L. A study on the simulation method for fatigue damage behavior of reinforced concrete structures // *Eng. Struct.* 2017. № 150. P. 25–38.
15. Zhang G., Zhang Y., Zhou Y. Fatigue Tests of Concrete Slabs Reinforced with Stainless Steel Bars // *Adv. Mater. Sci. Eng.* 2018. P. 1–5.
16. Zhang G., Zhang Y., Zhou Y. Fatigue Tests of Concrete Slabs Reinforced with Stainless Steel Bars // *Advances in Materials Science and Engineering.* 2018. № 1.
17. Barcley L., Kowalsky M. Critical bending strain of reinforcing steel and the buckled bar tension test // *ACI Materials Journal.* 2019. № 3 (116). P. 53–61.
18. Luo X., Tan Z., Chen Y. F., Wang Y. Comparative study on fatigue behavior between unbonded prestressed and ordinary reinforced reactive powder concrete beams // *Mater. Test.* 2019. № 4 (61). P. 323–328.
19. Tang S. W., Yao Y., Andrade C., Li Z. Recent durability studies on concrete structure // *Cem Concr Res* 2015. 78. P. 143–154.
20. Berrocal C. G., Fernandez I., Lundgren K., Lofgren I. Corrosion-induced cracking and bond behaviour of corroded reinforcement bars in SFRC // *Compos B Eng.* 2017. 113. P. 123–137.
21. Chen E., Berrocal C. G., Löfgren I., Lundgren K. Correlation between concrete cracks and corrosion characteristics of steel reinforcement in pre-cracked plain and fibre-reinforced concrete beams // *Mater. Struct. Constr.* 2020. № 2 (53).



УДК 691.3

Авксентьев Владислав Игоревич

архитектор 2-й категории

E-mail: v.avksentyev@gap-rt.ru

АО «Казанский Гипронефтепром»

Адрес организации: 420127, Россия, г. Казань, ул. Дементьева, д. 1

Красникова Наталья Михайловна

кандидат технических наук, доцент

E-mail: knm0104@mail.ru

Степанов Сергей Викторович

кандидат технических наук, доцент

E-mail: Stepanov@kgasu.ru

Макаров Дмитрий Борисович

кандидат технических наук, доцент

E-mail: Makarov@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Свойства и фазовый состав гидратированного цементного камня, модифицированного шламом химической водоочистки теплоэлектростанций

Аннотация

Постановка задачи. Цель исследования – изучение влияния шлама химической водоочистки теплоэлектростанций (ТЭЦ) на технологические свойства цементного теста, на прочностные характеристики и на фазовый состав цементного камня с целью рассмотрения возможности использования данного отхода в цементных системах.

Результаты. Шлам химической водоочистки (ШХВО) представляет собой пастообразную и нестабильную по влажности массу, поэтому для рационального использования он предварительно подвергался сушке с последующим помолом. В статье показано, что введение ШХВО в цементное тесто увеличивает его водопотребность. Поэтому изучалось совместное влияние шлама с добавками на нафталинформальдегидной и полиэфиркарбоксилатной основе. Использование шлама с суперпластификаторами позволяет сократить расход вяжущего на 7,5 % без потери прочности и снизить пористость цементного камня.

Методом дифференциально-термического анализа изучены продукты гидратации цементного камня с рассматриваемым шламом. Установлено, что введение ШХВО в цементные системы приводит к изменению морфологии новообразований, как в первые сутки, так и на 28 сутки твердения.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в том, что показана возможность использования многотоннажных отходов промышленности – шламов ШХВО ТЭЦ в цементных системах. Выявлено, что эффективность действия шлама зависит от способа его введения в цементную систему.

Ключевые слова: цементный камень, прочность, бетон, шлам химической водоочистки, утилизация отходов, гидратация.

Введение

Ежедневно на промышленных предприятиях в процессе производства образуется большое количество техногенных отходов. Но лишь их небольшая часть, не более 15 %, утилизируется тем или иным способом. В основном отходы хранятся в виде отвалов на предприятиях, являясь экологической проблемой. Применение вместо природного сырья техногенного является важнейшей технико-экономической задачей, так как в отходах производств заключена энергия и человеческий труд [1, 2].

Химическая очистка городских и промышленных сточных вод становится всё более распространенной в странах Европейского союза, Азии, Америки и России. В результате

количество осадков сточных вод увеличивается ежедневно [3, 4]. Захоронение данных видов осадков в большинстве стран запрещено, ввиду высокого содержания тяжелых металлов.

На сегодняшний день существуют различные способы утилизации данных отходов. К примеру, изучена возможность использования шламов сточных вод, образующихся на мусоросжигательных заводах, в качестве вторичного источника фосфора. Важность вопросов, связанных с извлечением фосфора из отходов, вытекает из законодательства Европейского Союза, в котором фосфор указан как критическое сырье [5].

Производство строительных материалов является привлекательной отраслью для утилизации техногенных отходов, в частности, шламов. На сегодняшний день в строительной индустрии используется весьма незначительная часть шламов, хотя технологически они являются наиболее «подготовленными», поскольку представляют собой высокодисперсные продукты.

Существуют следующие исследования по использованию шламов: для производства строительной керамики [6]; в качестве заполнителя в асфальтобетонных смесях в строительстве дорожных покрытий [7] и цементных бетонах [8]; в качестве химических добавок в цементные бетоны (Влияние шлама химической водоочистки в комплексе с суперпластификатором на физико-механические свойства цементного камня // Известия КГАСУ, 2015 № 1 (31) С. 119-126) [9, 10]. Во всех работах показана технико-экономическая эффективность использования ШХВО.

В работах [11, 12] проведены экспериментальные исследования относительно использования золы от сжигания шламов химической водоочистки в производстве цементных растворов и бетонов с частичной заменой цемента. В данном исследовании использовался осадок сточных вод Загребской станции очистки сточных вод. Исследование показывает, что введение золы от сжигания шлама в цементные системы в пределах 10 % не влияет на прочностные характеристики.

В исследовании [13] показана эффективность использования шлама водоочистных сооружений, которые используют соли алюминия в качестве основного коагулянта в цементных системах. Рассмотрено влияние порошкообразного шлама на механические свойства цементного бетона. Выявлено, что замена цемента в бетоне на 6 % на подготовленный ШХВО позволяет получить прочность бетона на сжатие и прочность на растяжение при раскалывании выше, чем у бездобавочного состава.

Особое внимание следует уделить крупнотоннажным побочным продуктам и отходам стабильного химического и минералогического состава. Одним из таких отходов является шлам химводоочистки тепловых электростанций, хранящийся в огромных количествах в шламонакопителях или на промышленных свалках. Исследование данного шлама является актуальным. Так, например, ежегодно только на одной ТЭЦ в шламотстойниках собирается около 5 тыс. тонн шлама, который не находит дальнейшего применения, отвозится на свалку и создает экологическую проблему.

Исходя из выше сказанного, сформулирована цель исследования – изучить шлам химводоочистки ТЭЦ и оценить его эффективность в цементных системах.

Характеристика материалов и методы исследования

Шлам химической водоочистки (ШХВО) – карбонатный пастообразный отход ТЭЦ, образующийся в процессе известкования и коагуляции воды и содержащий CaCO_3 , SiO_2 и $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ в количестве 96 %, 1 и 2 %, соответственно. Физические свойства шлама представлены в табл. 1. Средний размер частиц пастообразного ШХВО составляет 60 мкм (рис. 1).

Таблица 1

Физические свойства шлама химической водоочистки

Истинная плотность, кг/м ³	Насыпная плотность, кг/м ³	Влажность, %	Удельная поверхность, г/см ²	Средний диаметр частиц, мкм
2,71	0,65	40-60	8400	40

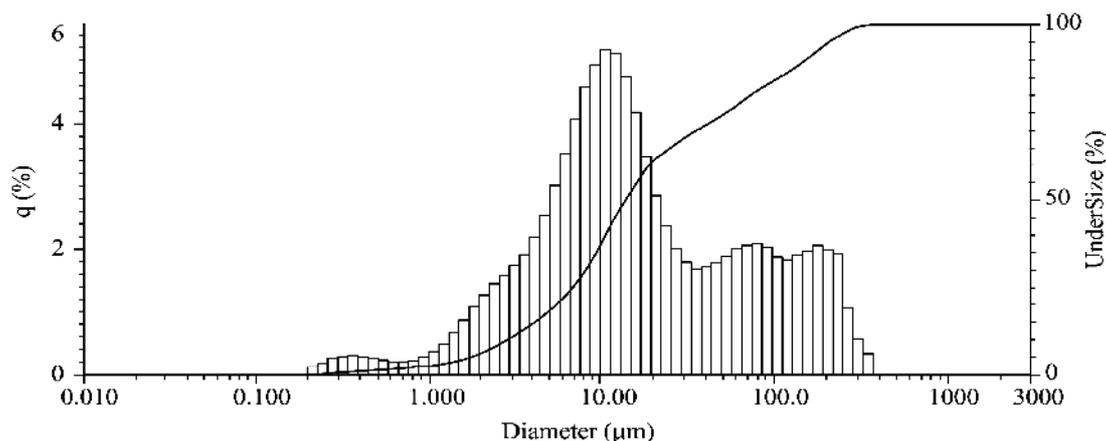


Рис. 1. Распределение частиц по размерам пастообразного шлама химической водоочистки (иллюстрация авторов)

Цемент марки ЦЕМ I 42,5 Н, соответствующий ГОСТ 31108-2016 «Цементы общестроительные. Технические условия» (производства ОАО «Мордовцемент»).

«ПОЛИПЛАСТ СП-1» (далее С-3) суперпластификатор, представляющий собой смесь, нейтрализованных едким натром, полимерных соединений разной относительной молекулярной массы, получаемых при конденсации сульфокислот нафталина с формальдегидом и технических лигносульфонатов, неслеживающийся порошок коричневого цвета, легкорастворимый в воде. Содержание активного вещества в С-3 в пересчете на сухой продукт не менее 69 %, содержание золы не более 38 %, рН (2,5 % водного раствора) 7-9, содержание воды не более 10 %.

«MELFLUX 2651F» (далее MF) суперпластификатор, представляющий собой порошок продукт, полученный методом распылительной сушки на основе модифицированного полиэфиркарбоксилата. Технические данные: форма – желтоватый порошок; насыпная плотность – 400-600 г/л; потери при нагревании – макс. 2,0 мас.%; 20 % раствор при 20 °С, имеет рН = 6,5-8,5.

В работе применялись как стандартные методики и оборудование, регламентируемые нормативными документами (ГОСТ 31108-2016, ГОСТ 12730.4-78), так и нестандартные, отвечающие задачам исследования и обеспечивающие необходимую точность и надежность (Horiba LA950, «ДЕРИВАТОГРАФ» Q1500D).

Определение распределения частиц по размерам (РЧР) проводилось на лазерном анализаторе размера частиц Horiba LA950. Принцип работы основан на рассеивании и детектировании отраженного/преломленного лазерного света, красного и синего спектров (650 и 405 нм), в соответствии с ISO 13320:2020 – Particle size analysis – Laser diffraction methods. Определение размера основано на теории рассеивания Ми.

Комплексный термический анализ проводили на модернизированной установке «ДЕРИВАТОГРАФ» Q1500D при нагревании в открытых платиновых тиглях при одинаковых навесках образцов 140 мг со скоростью 10 град/мин в интервале температур 20-1000 °С. Интенсивность соответствующих рефлексов и потери массы, сопровождающей их, использовали в качестве основы для количественного определения фазы. Обработку результатов проводили при сопоставлении полученных пиков с эталоном.

Испытание технологических свойств цементного теста и прочностных показателей цементного камня осуществляется по стандартным нормативным методикам.

Основная часть

Шлам химической водоочистки представляет собой отход с высоким содержанием влаги (до 40 %). Введение шлама в цемент в исходном виде не представляется возможным, поэтому его предварительно высушивали (в сушильном электрошкафу LOIP LF при температуре 105 °С) и размалывали в лабораторной вибрационно-шаровой мельнице. Введение тонкодисперсных продуктов в цементное тесто приводит к увеличению водопотребности, поэтому необходимо использовать пластифицирующие добавки. В данных исследованиях использовались нафталинформальдегидный суперпластификатор – С-3 и поликарбоксилатный суперпластификатор – MF.

ШХВО вводили в цемент совместно с суперпластификаторами двумя способами:
 - первый способ – раздельное введение молотого шлама и суперпластификатора;
 - второй способ – совместный помол высушенного шлама с пластификатором. При этом, суперпластификатор при помоле шлама будет являться интенсификатором помола [14, 15].

Полученные порошки были названы С-3+ШХВО и MF+ШХВО. Следует отметить, что при использовании шламов количество вяжущего уменьшалось на количество вводимого шлама.

Исследование распределения частиц по размеру ШХВО показало, что система перешла из полимодальной в бимодальную, со смещением кривой в область более мелких частиц (рис. 1-2). При этом средний размер частиц уменьшился с 60 мкм до 21,8 мкм.

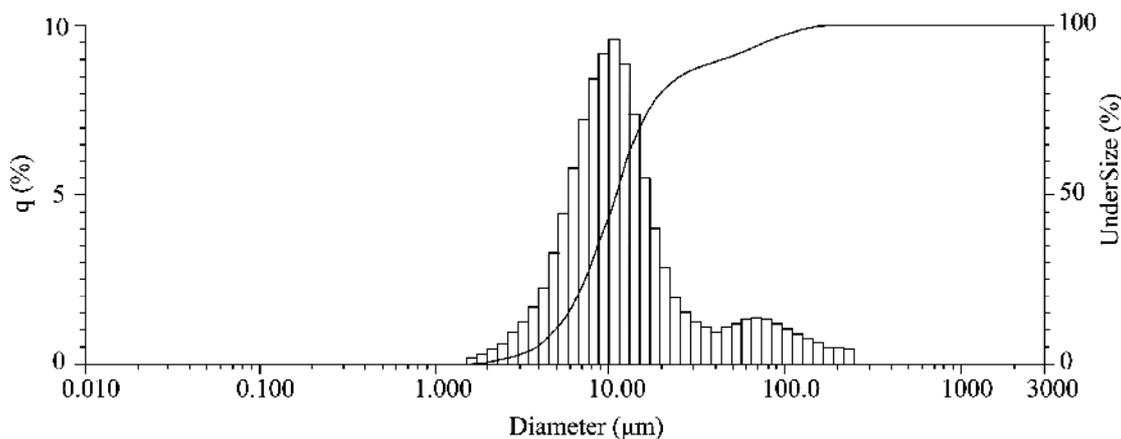


Рис. 2. Распределение частиц по размерам шлама химической водоочистки удельной поверхностью 12000 см²/г (иллюстрация авторов)

Полученные добавки вводились в состав цементной смеси, после чего определялись основные технологические и физико-механические свойства смеси и камня. Полученные результаты сравнивались с показателями составов, в которых использовалось раздельное введение ШХВО и пластификаторов (табл. 2,3). Дозировка ШХВО 7,5 %, а дозировки пластификаторов были выбраны исходя из рекомендаций производителя и на основе проведенных исследований.

Таблица 2

Влияние процедуры введения С-3 в состав ШХВО на технологические свойства цементного теста и на механические характеристики цементного камня в возрасте 1, 7 и 28 суток

№ состава	Цемент, г	С-3+ШХВО, г	ШХВО, г	С-3, г	Вода, мл	НГ, %	Сроки схватывания, ч-МИН		Полная пористость, %	Плотность, г/см ³	Прочность цементного камня, МПа		
							начало	конец			1 сутки	7 суток	28 суток
1	400	-	-	-	116	29	3-00	4-10	25,1	2,2	29,4	52,0	75,0
2	370	1,6+30	-	-	130	32	3-00	5-30	28,7	2,1	13,8	37,5	54,0
3	370	3,2+30	-	-	118	29	4-40	5-30	27,3	2,2	21,9	43,3	60,2
4	370	-	1,6	30	122	31	4-10	5-10	24,3	2,1	18,3	43,0	57,5
5	370	-	3,2	30	111	28	5-10	6-50	23,4	2,2	21,6	59,2	73,9

Таблица 3

**Влияние процедуры введения MF в состав ШХВО
на технологические свойства цементного теста
и на механические характеристики цементного камня в возрасте 1, 7 и 28 суток**

№ состава	Цемент, г	MF +ШХВО, г	ШХВО, г	MF, г	Вода, мл	НГ, %	Сроки схватывания, ч-мин		Полная пористость, %	Плотность, г/см ³	Прочность цементного камня, МПа		
							начало	конец			1 сутки	7 суток	28 суток
1	400	-	-	-	116	29	3-00	4-10	25,1	2,2	29,4	52,0	75,0
2	370	0,8+30	-	-	133	33	3-40	6-50	27,7	2,0	20,6	40,0	54,5
3	370	2+30	-	-	138	34	3-40	7-10	24,2	2,0	20,5	43,4	57,2
4	370	-	30	0,8	123	31	4-00	7-10	21,4	2,1	30,8	52,2	65,2
5	370	-	30	2	109	27	4-30	9-00	23,2	2,2	34,9	62,8	78,2

Как видно из табл. 2, использование добавки (С-3+ШХВО), полученной совместным помолом, не оказывает влияние на водопотребность цементного теста по сравнению с бездобавочным составом. При этом, отдельное использование ШХВО и С-3 в количестве 0,8 % от массы цемента позволяет снизить водопотребность на 4 %, и незначительно удлинить процессы схватывания цементного теста (на 80 мин).

Из табл. 3 видно, что использование добавки (MF+ШХВО), также, не оказывает влияние на водопотребность цементного теста по сравнению с бездобавочным составом. Отличительной особенностью отдельного введения MF и ШХВО является значительное замедление схватывания, конец схватывания наступает через девять часов после затворения, что на пять часов позже, чем у состава без добавок. При этом, водопотребность снижается также на 4 %.

Таким образом, снизить водопотребность ШХВО можно только при отдельном введении порошка шлама с любым типом суперпластификатора.

Влияние ШХВО и различных пластифицирующих добавок на прочность позволяет определить эффективность использования этих модификаторов в составе цементной смеси. Исследования проводились с цементным тестом нормальной густоты.

Из табл. 2 видно, что добавка, полученная совместным помолом (С-3+ШХФ), неэффективна, т.к. приводит к снижению прочности цементного камня на всех сроках твердения. Показано, что отдельное введение ШХВО и С-3 позволяет получить соразмерную прочность с меньшим количеством вяжущего (на 7,5 %) относительно контрольного состава. Однако, при этом наблюдается замедление набора прочности на первые сутки твердения.

Из табл. 3 видно, что добавка, полученная совместным помолом (MF +ШХФ), неэффективна, т.к. приводит к снижению прочности цементного камня на всех сроках твердения. И только отдельное введение ШХВО и MF в состав цементного теста увеличивает прочность цементного камня на 19, 21 и 5 % в возрасте 1, 7 и 28 суток соответственно, в сравнении с контрольным составом.

Полученные результаты по прочности согласуются с данными по водопотребности.

На эксплуатационные характеристики, помимо прочности цементного камня, влияет его пористость, поэтому также было исследовано влияние добавок на основе шлама на пористость цементного камня (по ГОСТ 12730.4-78). Результаты изучения пористости и плотности цементного камня представлены в табл. 2, 3.

Отдельное введение ШХВО и С-3 в состав цементного теста (табл. 2), позволяет снизить полную пористость цементного камня на 3 и 7 % при дозировках пластификатора 0,4 и 0,8 % от веса цемента, соответственно.

При этом, пластификатор Melflux оказывает большее влияние на пористость, снижая ее на 14 %, по сравнению с показателями контрольного состава (табл. 3).

Таким образом, эффективность шлама ШХВО зависит от его способа введения с пластификатором. При использовании шлама совместно с суперпластификатором можно сократить расход вяжущего на 7,5 % без потери прочности и снизить пористость цементного камня. При этом тип суперпластификатора не влияет на характер значений, что коррелируется с предыдущими работами авторов [16].

Для полного анализа влияния шлама на процессы гидратации цементного камня изучен фазовый состав новообразований дифференциально-термическим методом (рис. 3).

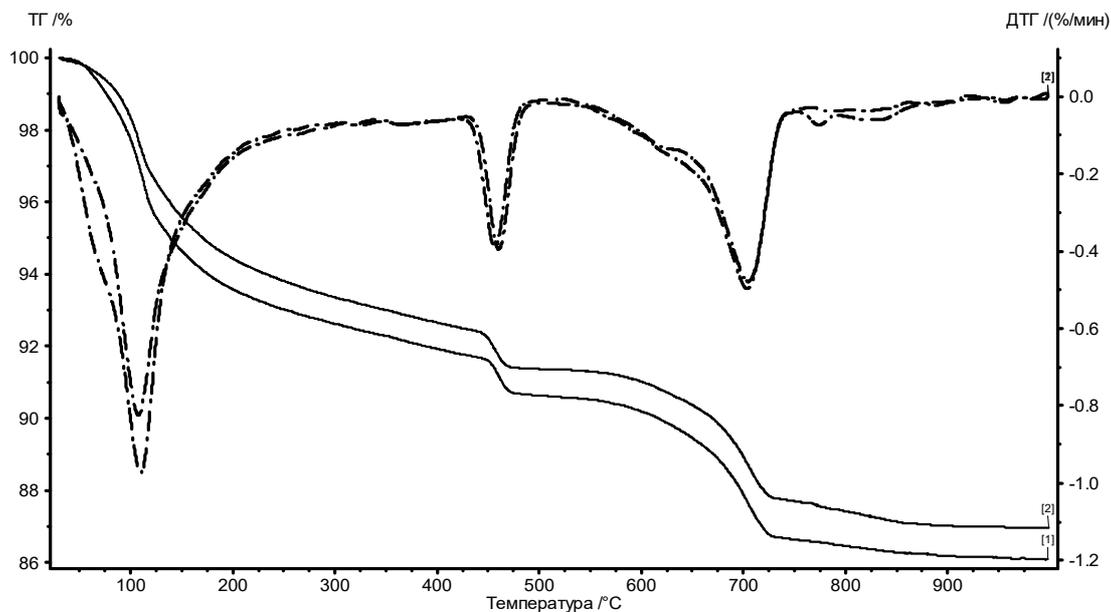


Рис. 3. Термограмма продуктов гидратации портландцементного камня без добавок в 1 сутки и 28 суток твердения (иллюстрация авторов)

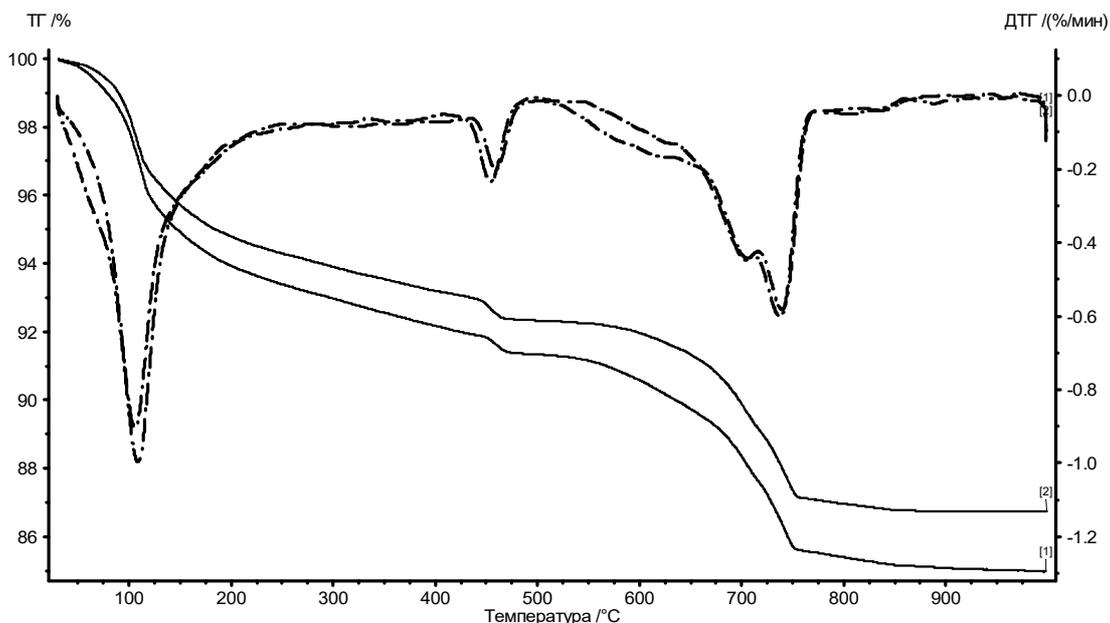


Рис. 4. Термограмма продуктов гидратации портландцементного камня со шламом ШХВО в 1 сутки и 28 суток твердения (иллюстрация авторов)

Введение шлама ШХВО приводит к изменению морфологии новообразований, как в первые, так и в 28 суток твердения (рис. 3-4). При введении ШХВО в первые сутки

увеличивается количество гидросиликатов кальция и снижается доля портландита в возрасте 28 суток.

Результаты проведенного исследования согласуются с другими работами [17, 18].

Заключение

Показана возможность использования шламов химводоочистки (ШХВО) теплоэлектростанций (ТЭС) в цементных системах в качестве активной минеральной добавки.

Выявлено, что эффективность шлама химводоочистки зависит от способа его введения в цементную систему. Для рационального использования шлама предварительно подвергался сушке с последующим помолом. Установлено, что ШХВО эффективен при раздельном введении с суперпластификатором, так как совместное введение увеличивает водопотребность. Использование шлама с суперпластификаторами позволяет сократить расход вяжущего на 7,5 % без потери прочности и снизить пористость цементного камня на 7 %. Введение в цементное тесто ШХВО с суперпластификаторами, приводит к замедлению сроков схватывания до 9 часов. Данный эффект будет положительным при монолитном массовом бетонировании, так как поможет избежать температурных деформаций. Процессы схватывания могут регулироваться количеством вводимого шлама. Введение ШХВО оказывает влияние на продукты гидратации цемента. Так, в первые сутки твердения увеличивается количество гидросиликатов кальция, а в возрасте 28 суток наблюдается снижение доли портландита.

Список библиографических ссылок

1. Ерохин И. В., Комащенко В. И. Утилизация промышленных отходов и техногенных образований в строительные материалы : сб. тр. Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах – Материалы V международной конференции / ООО «Константа». Белгород, 2013. С. 369–373.
2. Ковалев В. Д., Оксенюк С. И., Герасимов В. П., Радченко С. Ю. Экология и утилизация шламных техногенных отходов : сб. тр. Проблемы и тенденции развития информационных и производственных систем – Материалы международной научно-практической конференции / АГРУС. Ставрополь, 2019. С. 311–316.
3. Stunda-Zujeva A., Kreicbergs I., Medne O. Sustainable utilization of sewage sludge: Review of technologies // *Key Engineering Materials*. 2018. № 762. P. 121–125.
4. Sharma R., Sharma S., Nautiyal A. Effective sewage treatment with direct current ionization technology // *International Journal of Engineering and Advanced Technology*. 2019. № 8. P. 5030–5033.
5. Smol M., Kulczycka J., Kowalski Z. Sewage sludge ash (SSA) from large and small incineration plants as a potential source of phosphorus – Polish case study // *Journal of Environmental Management*. 2016. № 184. P. 617–628.
6. Приходько А. П., Шпирько Н. В., Сторчай Н. С., Гришко А. Н., Вечер Ю. Н., Кононов Д. В., Богданов Б. В. Исследование низкокачественного сырья и техногенных отходов промышленности с целью их применения при производстве керамического кирпича // *Вісник придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2012. № 7-8 (172-173). С. 16–24.
7. Lynn C. J., Dhir R. K., Ghataora G. S., West R. P. Sewage sludge ash characteristics and potential for use in concrete // *Construction and Building Materials*. 2015. № 98. P. 767–779.
8. Ali Dawood S. A., Obaid H. A., Hashim T. M., Jasim H. K. Influence of using alum sludge as an aggregate on hot mix Asphalt // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2019. Vol. 584.
9. Tarakanov O. V., Belyakova E. A., Yurova V. S. Complex organomineral additives with hardening accelerator // *Solid State Phenomena*. 2018. № 284. P. 929–935.
10. Stepanov S., Morozov N., Morozova N., Ayupov D., Makarov D., Baishev D. Efficiency of Use of Galvanic Sludge in Cement Systems // *Procedia Engineering*. 2016. № 165. P. 1112–1117.

11. Vouk D., Serdar M., Vučinić A. A. Use of incinerated sewage sludge ash in cement mortars: Case study in Croatia // Tehnicki Vjesnik. 2017. № 24. P. 43–51.
12. Nakic D. Environmental evaluation of concrete with sewage sludge ash based on LCA // Sustainable Production and Consumption. 2018. № 16. P. 193–201.
13. Vasudevan G. Performance of Alum Sludge as partial replacement for cement adding superplasticizer // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 652.
14. Хозин В. Г., Хохряков О. В., Низамов Р. К., Кашапов Р. Р., Баишев Д. И. Опыт наномодификации цементов низкой водопотребности // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 1. С. 53–57.
15. Красиникова Н. М., Хозина Е. В., Хозин В. Г., Морозов Н. М. Исследование размолосопособности сухих смесей для пенобетона // Вестник технологического университета. 2015. № 8. С. 187–190.
16. Авксентьев В.И., Морозов Н.М., Хозин В.Г., Гайфуллин Н.Э. Характер пористости цементного камня модифицированного суперпластификаторами: сб. тр. Актуальные проблемы науки и образования: прошлое, настоящее, будущее – Материалы международной заочной научно-практической конференции / ООО «Консалтинговая компания Юком». Тамбов, 2012. С. 10-12.
17. Mukhametrakhimov R., Lukmanova L. Features of the hydration process of the modified blended cement for fiber cement panels // MATEC Web of Conferences / EDP Sciences. France. 2018.
18. Ibragimov R., Fediuk R. Improving the early strength of concrete: effect of mechanochemical activation of the cementitious suspension and using of various superplasticizers // Construction and building materials. 2019. № 226. P. 839–848.

Avksentiev Vladislav Igorevicharchitect 2nd categoryE-mail: v.avksentyev@gap-rt.ru**JSC «Kazan Giproniiaviaprom»**

The organization address: 420127, Russia, Kazan, Dementyeva st., 1

Krasinikova Natalya Mihailovna

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: knm0104@mail.ru**Stepanov Sergei Viktorovich**

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: Stepanov@kgasu.ru**Makarov Dmitry Borisovich**

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: Makarov@kgasu.ru**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

Properties and phase composition of hydrated cement stone modified by sludge during chemical treatment of thermal power plants**Abstract**

Problem statement. The purpose of the study is to study the effect of sludge from chemical water treatment of heat and power plants (CHP) on the technological properties of cement paste, strength characteristics and phase composition of cement stone in order to consider the possibility of using this waste in cement systems.

Results. Chemical water treatment sludge (SHHVO) is a paste-like and unstable in moisture mass, therefore, for rational use, it was previously dried and then milled. The article shows that the introduction of SHHVO in cement paste increases its water demand. Therefore, the joint effect of sludge with additives on the naphthalene formaldehyde and polyether carboxylate base was studied. The use of sludge with superplasticizers can reduce the consumption of binder by 7.5 % without loss of strength and reduce the porosity of cement stone.

The method of differential thermal analysis was used to study the products of hydration of cement stone with the considered slurry. It was established that the introduction of SHWO into cement systems leads to a change in the morphology of neoplasms, both on the first and on the 28th day of hardening.

Conclusions. The significance of the results obtained for the construction industry lies in the fact that the possibility of using large-tonnage industrial wastes - sludge of the SHHVO CHPP in cement systems is shown. It was revealed that the effectiveness of the sludge depends on the method of its introduction into the cement system.

Keywords: cement stone, strength, concrete, sludge of chemical water treatment, waste disposal, hydration.

References

1. Erohin I. V., Komashenko V. I. Utilization of industrial wastes and technogenic formations in building materials : Environmental Management Issues and the Ecological Situation in European Russia and Neighboring Countries – Materials of the Vth International Conference / OOO Constanta. Belgorod, 2013. P. 369–373.
2. Kovalev V. D., Oksenyuk S. I., Gerasimov V. P., Radchenko S. Yu. Ecology and disposal of sludge industrial waste : collection of articles. tr Problems and trends in the development of information and production systems – Materials of the international scientific-practical conference / AGRUS. Stavropol, 2019. P. 311–316.
3. Stunda-Zujeva A., Kreicbergs I., Medne O. Sustainable utilization of sewage sludge: Review of technologies // Key Engineering Materials. 2018. № 762. P. 121–125.
4. Sharma R., Sharma S., Nautiyal A. Effective sewage treatment with direct current ionization technology // International Journal of Engineering and Advanced Technology. 2019. № 8. P. 5030–5033.
5. Smol M., Kulczycka J., Kowalski Z. Sewage sludge ash (SSA) from large and small incineration plants as a potential source of phosphorus – Polish case study // Journal of Environmental Management. 2016. № 184. P. 617–628.
6. Prikhodko A. P., Shpirko N. V., Storchay N. S., Grishko A. N., Evening Yu. N., Kononov D. V., Bogdanov B. V. The study of low-quality raw materials and industrial wastes with a view to their use in the manufacture of ceramic bricks // News of the Dnieper State Academy of Architecture and Architecture. 2012. № 7-8 (172-173). P. 16–24.
7. Lynn C. J., Dhir R. K., Ghataora G. S., West R. P. Sewage sludge ash characteristics and potential for use in concrete // Construction and Building Materials. 2015. № 98. P. 767–779.
8. Ali Dawood S. A., Obaid H. A., Hashim T. M., Jasim H. K. Influence of using alum sludge as an aggregate on hot mix Asphalt // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 584.
9. Tarakanov O. V., Belyakova E. A., Yurova V. S. Complex organomineral additives with hardening accelerator // Solid State Phenomena. 2018. № 284. P. 929–935.
10. Stepanov S., Morozov N., Morozova N., Ayupov D., Makarov D., Baishev D. Efficiency of Use of Galvanic Sludge in Cement Systems // Procedia Engineering. 2016. № 165. P. 1112–1117.
11. Vouk D., Serdar M., Vučinić A. A. Use of incinerated sewage sludge ash in cement mortars: Case study in Croatia // Tehnicki Vjesnik. 2017. № 24. P. 43–51.
12. Nakic D. Environmental evaluation of concrete with sewage sludge ash based on LCA // Sustainable Production and Consumption. 2018. № 16. P. 193–201.
13. Vasudevan G. Performance of Alum Sludge as partial replacement for cement adding superplasticizer // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering / United Kingdom. 2019. Vol. 652.
14. Khozin V. G., Khokhryakov O. V., Nizamov R. K., Kashapov R. R., Baishev D. I. Experience of nanomodification of low water demand cements // Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitel'stvo. 2018. № 1. P. 53–57.
15. Krasinikova N. M., Khozina E. V., Khozin V. G., Morozov N. M. The study of the grindability of dry mixes for foam concrete // Vestnik technologicheskogo universiteta. 2015. № 8. P. 187–190.

16. Avksentiev V.I., Morozov N.M., Khozin V.G., Gaifullin N.E. The nature of the porosity of cement stone modified with superplasticizers: Actual problems of science and education: past, present, future - Materials of the international correspondence scientific-practical conference / Konsaltingovaya kompaniya Yukom. Tambov, 2012. P. 10-12.
17. Mukhametrakhimov R., Lukmanova L. Features of the hydration process of the modified blended cement for fiber cement panels // MATEC Web of Conferences / EDP Sciences. France. 2018.
18. Ibragimov R., Fediuk R. Improving the early strength of concrete: effect of mechanochemical activation of the cementitious suspension and using of various superplasticizers // Construction and building materials. 2019. № 226. P. 839–848.

УДК 625.855.3

Лупанов Андрей Павлович

доктор технических наук, профессор, генеральный директор

E-mail: abz4@abz4.ru

АО «АБЗ КАПОТНЯ»

Адрес организации: 109429, Россия, г. Москва, ул. Верхние Поля, д. 54

Суханов Алексей Сергеевич

кандидат технических наук, генеральный директор

E-mail: dorexper@yandex.ru

ООО «Дорэксперт»

Адрес организации: 109429, Россия, г. Москва, ул. Верхние Поля, д. 54, стр. 1

Силкин Вячеслав Васильевич

кандидат технических наук, профессор

E-mail: vsilkin@mail.ru

Козиков Игорь Олегович

аспирант

E-mail: i-kozikov@mail.ru

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет

Адрес организации: 125319, Россия, г. Москва, Ленинградский проспект, д. 64

Ильина Ольга Николаевна

кандидат технических наук, доцент

E-mail: ilina@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Исследование влияния асфальтового гранулята на свойства полимерасфальтобетона

Аннотация

Постановка задачи. Цель исследования – определение свойств полимерасфальтобетона с использованием асфальтового гранулята в его составе.

Результаты. Основные результаты исследования состоят в возможности обеспечения требуемых свойств полимерасфальтобетона за счет введения асфальтового гранулята в количестве до 30 % и в возможности повышения устойчивости к образованию пластических деформаций в асфальтобетонных покрытиях за счет увеличения сдвигоустойчивости и трещиностойкости полимерасфальтобетона.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в обеспечении качества производства полимерасфальтобетонных смесей на полимерно-битумных вяжущих при снижении их стоимости и при увеличении объемов производства для строительства и ремонта автомобильных дорог и городских улиц.

Ключевые слова: асфальтобетон, асфальтовый гранулят, битум, полимерно-битумное вяжущее (ПБВ), свойства полимерасфальтобетона, сдвигоустойчивость, трещиностойкость, экономическая эффективность.

Введение

Согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 30 мая 2017 г. № 658 в 2-3 раза увеличиваются межремонтные сроки службы дорог федерального значения. Выполнение этого постановления невозможно без существенного повышения качества битума, используемого для строительства и ремонта асфальтобетонных покрытий. Реальные межремонтные сроки службы асфальтобетонных покрытий в условиях интенсивного движения в России не превышают пяти лет [1]. Выполненные в СоюзДорНИИ исследования и опыт применения вяжущих в асфальтобетонных смесях показали, что одним из наиболее эффективных способов повышения качества асфальтобетонных смесей и повышения сроков службы асфальтобетонных покрытий является применение полимерно-битумных вяжущих (ПБВ) вместо битума. К

настоящему времени накоплен большой опыт применения ПБВ подтверждающий преимущества их применения в России и за рубежом [1-5]. Эти преимущества включают:

- увеличение срока службы дорожных конструкций;
- повышение прочности, трещиностойкости, теплостойкости, сдвигоустойчивости, водо- и морозостойкости асфальтобетонных покрытий;
- более высокую устойчивость к колееобразованию;
- повышение устойчивости к старению;
- расширение температурных интервалов работоспособности асфальтобетонного покрытия при сезонных перепадах температуры.

В настоящее время в России требования к полимерасфальтобетонным смесям и полимерасфальтобетону с применением полимерно-битумного вяжущего установлены в ГОСТ 9128-2013, ГОСТ Р 58406.2-2020.

Применение асфальтобетонов на ПБВ непрерывно возрастает при устройстве верхних и нижних слоев покрытий автомобильных дорог, аэродромов, городских улиц и площадей. По данным ЕАРА (Европейской Ассоциации Асфальта) за 2018 год доля ПБВ от общего объема вяжущих по странам составила: Бельгия – 13,8 %, Германия – 24 %, Италия – 17,1 %, Франция 8,3 %. В США, Китае и Японии этот показатель превышает 15 %.

В США расходы на эксплуатацию автомобильных дорог за счет полимерных добавок снизились на 10-20 %. Отдельные страны, в частности Китай, сделали обязательным применение полимерно-битумного вяжущего при строительстве высокоскоростных дорог. Использование ПБВ в Канаде позволило увеличить количество дорог в хорошем состоянии с 43 до 85 %.

В России ПБВ составляет 5 % от общего объема выпускаемых вяжущих. Однако наметилась тенденция их более широкого применения.

В настоящее время для улучшения качества асфальтобетонных смесей в России и за рубежом широко используются различные модифицирующие добавки [6-10] такие как: термоэластоплаты – ДСТ-30-01, ДСТ-30Р-01, Kraton CM1101, Calprene C-401, Calprene C-411, Luprene 501S и др; термопласты – Elvax, Evatan, Superplast, Viskoplast-S, РТЭП; дробленая резина – ООО «Унирем»-001, МКА «Эластен», РБВ-Г, Tec-Road, Sasca и др.

Наиболее широкое применение находят модификаторы типа СБС, однако использование этих полимеров сдерживается их относительно высокой стоимостью.

Применение ПБВ взамен битума приводит к увеличению себестоимости асфальтобетонных смесей на 15-20 %. Уменьшить себестоимость асфальтобетонных смесей можно за счет добавления в их состав оптимального количества асфальтового гранулята.

Экспериментальная часть по определению свойств полимерасфальтобетона с использованием асфальтового гранулята

В статье представлены результаты экспериментальных исследований, выполненных в России ООО «Дорэксперт» (г. Москва) на базе АО «АБЗ Капотня», по изучению влияния асфальтового гранулята на свойства асфальтобетонных смесей на ПБВ.

Задачей исследования было, предложить асфальтобетон, обладающий повышенной стойкостью к пластическим деформациям, в том числе для районов с жарким климатом. С этой целью проектировался состав на ПБВ-40, который обладает повышенными когезионными свойствами. Принимая во внимание высокую стоимость ПБВ-40, содержащего большое количество SBS-полимера, в качестве альтернативы был рассмотрен вариант с применением 30 % гранулята. Битум, содержащийся в грануляте, состарившийся и более вязкий. Благодаря этому он может быть эффективно использован в районах с жарким климатом, где важно свести к минимуму пластические деформации.

Объектом исследования для экспериментальной оценки влияния асфальтового гранулята ГОСТ Р 55052-2012 на свойства полимерасфальтобетона был выбран мелкозернистый асфальтобетон типа «Б» ГОСТ 9128-2013.

При проведении исследований были разработаны и рассмотрены три варианта состава асфальтобетонных смесей (тип Б).

Асфальтобетонная смесь, приготовленная по первому варианту № 1 (контрольный состав), полностью состояла из новых материалов (песок, щебень, минеральный порошок) и нового вяжущего (БНД 60/90).

В смеси, приготовленной по второму варианту № 2 наряду с новыми каменными материалами вместо битума, использовалось вяжущее ПБВ-40.

Асфальтобетонная смесь третьего состава № 3 была приготовлена на ПБВ-40 с добавлением 30 % асфальтового гранулята.

Для их приготовления использовались следующие материалы:

- щебень из габбродиабаз фракции 5-15 по ГОСТ 8267-93;
- песок природный по ГОСТ 8736-2014;
- минеральный порошок по ГОСТ Р 52129-2003;
- полимерно-битумное вяжущее ПБВ-40 по ГОСТ Р 52056-2003;
- битум нефтяной дорожный (БНД 60/90) по ГОСТ 22245-90;
- гранулят старого асфальтобетона по ГОСТ Р 55052-2012 и СТП 5718-001-04000633-2006, полученный в результате холодного фрезерования асфальтобетонных покрытий с его последующей переработкой на дробильно-сортировочном оборудовании компании Benninghoven.

Варианты составов асфальтобетонных смесей в % представлены на рис. 1.

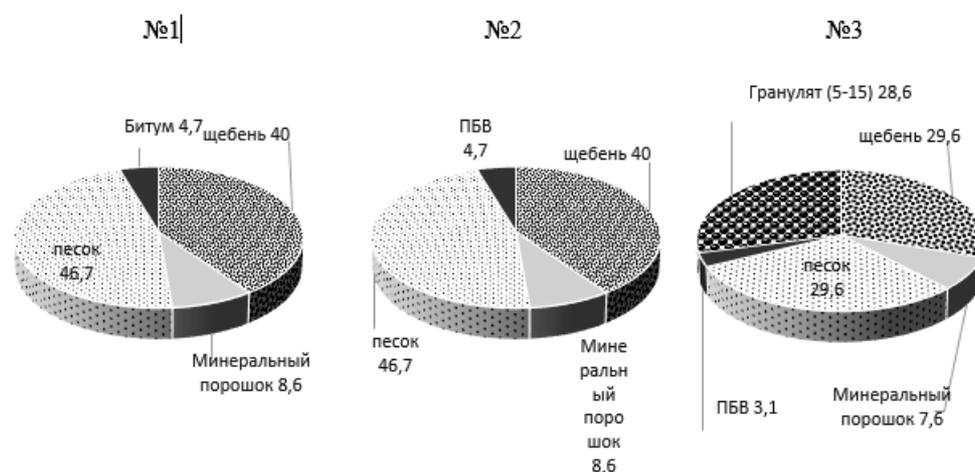


Рис. 1. Составы полимерасфальтобетонных смесей (Тип Б) (иллюстрация авторов)

В соответствии с СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» для повышения устойчивости к образованию колеи и трещин в асфальтобетонных покрытиях рекомендуется предъявлять повышенные требования к показателям сдвигоустойчивости и трещиностойкости полимерасфальтобетона.

По результатам экспериментальных исследований были построены графики основных показателей свойств экспериментальных асфальтобетонов: предел прочности при сжатии при 50 °С, водостойкость при длительном водонасыщении, сдвигоустойчивость по коэффициенту внутреннего трения, сдвигоустойчивость по сцеплению при сдвиге, предел прочности при сжатии при 0 °С, трещиностойкость по пределу прочности на растяжение при расколе при температуре 0 °С, для оценки их соответствия на графиках нанесены значения показателей нормативных требований к марке I (рис. 2).

Из представленных данных видно, что применение в качестве вяжущего ПБВ, особенно совместно с гранулятом, позволяет повысить стойкость к пластическим деформациям. Такие показатели, как предел прочности при сжатии при температуре 50 °С, сдвигоустойчивость по коэффициенту внутреннего трения и сцеплению при сдвиге, в образцах на ПБВ с гранулятом получились существенно выше. При этом и низкотемпературные характеристики, такие как предел прочности при сжатии при 0 °С, предел прочности на растяжение при расколе 0 °С, благодаря ПБВ тоже оказались выше, чем при использовании битума. Это объясняется большим диапазоном рабочих температур у ПБВ по сравнению с битумом. Единственным недостатком полимерасфальтобетонов с гранулятом следует считать некоторое снижение показателя водостойкости при длительном водонасыщении. Однако этот показатель не выходит за пределы нормативных требований.

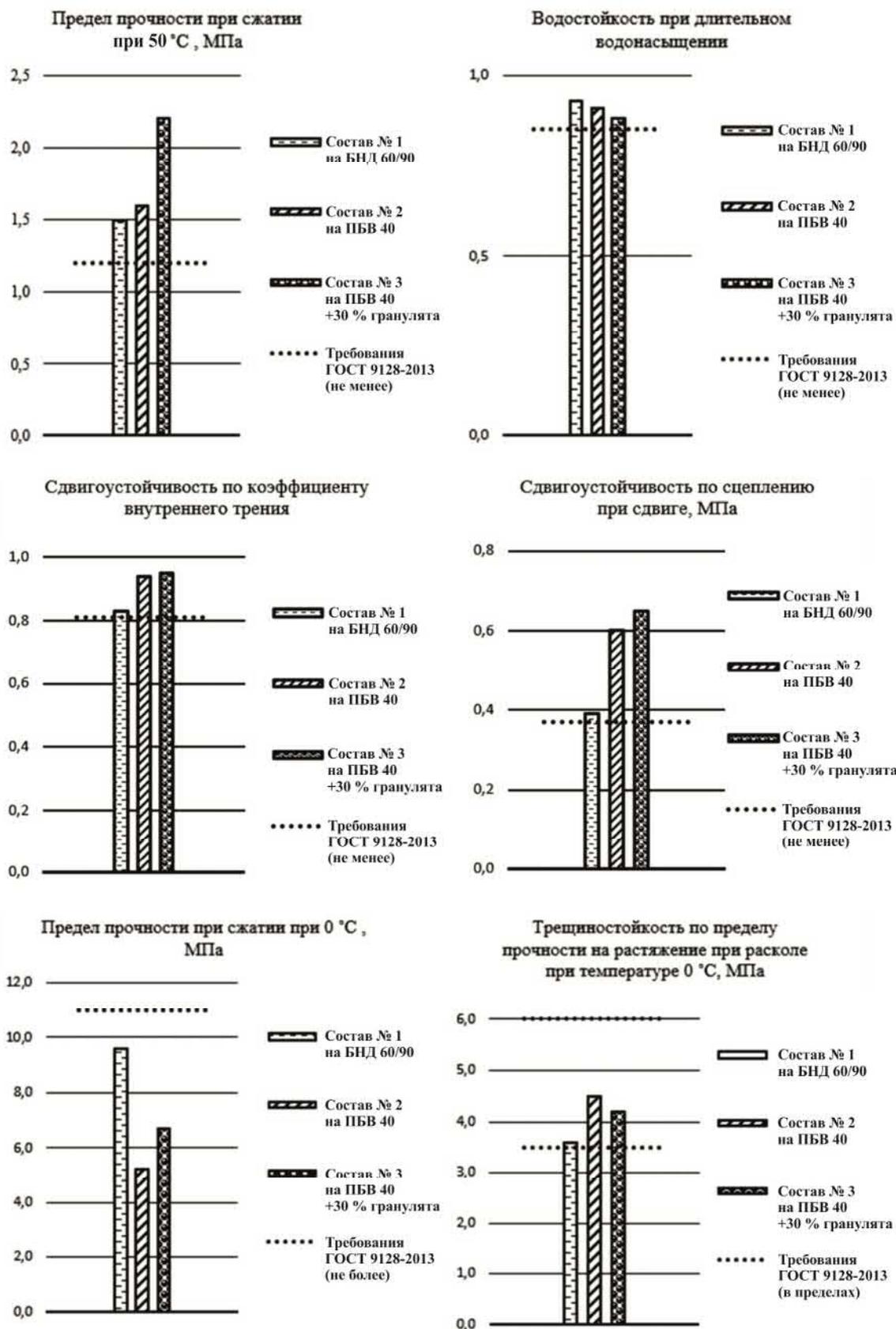


Рис. 2. Основные показатели свойств экспериментальных асфальтобетонов (иллюстрация авторов)

Определена себестоимость приготовления смесей по принятым ранее вариантам (рис. 1), по результатам выполненных расчетов установлено, что себестоимость

полимерасфальтобетонных смесей, приготовленных на ПБВ с добавлением 30 % измельченного асфальтового гранулята, ниже по сравнению со смесями на битуме БНД (битум нефтяной дорожный) 60/90 и ПБВ-40 (рис. 3).

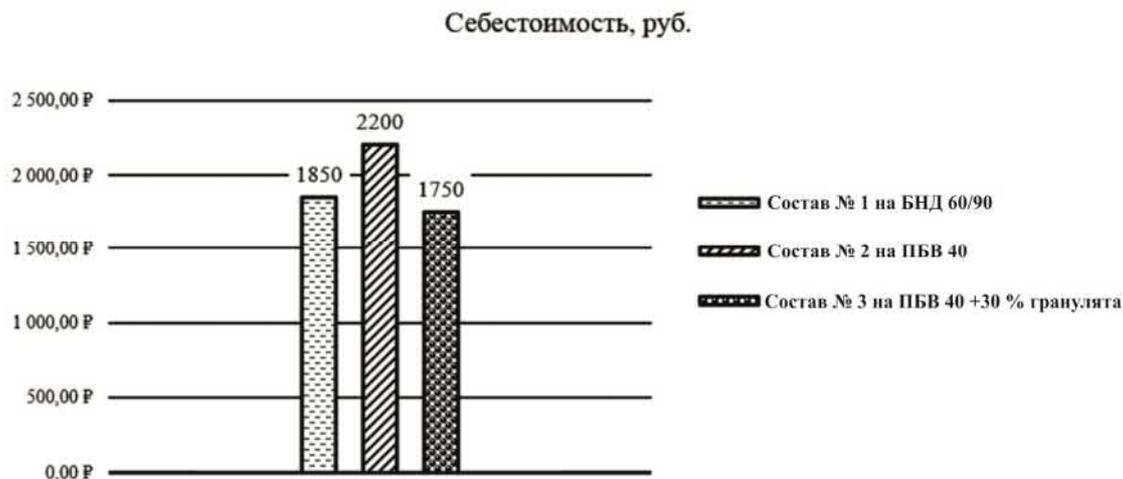


Рис. 3. Себестоимость приготовления асфальтобетонных смесей (иллюстрация авторов)

Заключение

1. Введение гранулята в состав асфальтобетонной смеси в количестве до 30 % позволит получить полимерасфальтобетон, отвечающий требованиям ГОСТ 9128-2013. Установлено положительное влияние асфальтового гранулята на показатели сдвигустойчивость и трещиностойкость полимерасфальтобетона.

2. Использование ПБВ совместно с гранулятом вместо битума БНД 60/90 повышает показатели предела прочности при сжатии при температурах 0 °С и 50 °С, водостойкости при длительном водонасыщении, сдвигустойчивости по коэффициенту внутреннего трения и по сцеплению при сдвиге, трещиностойкости по пределу прочности на растяжение при расколе при температуре 0 °С, что определяет асфальтобетон, обладающий повышенной стойкостью к пластическим деформациям при колееобразовании.

3. Применение асфальтового гранулята в составе полимерасфальтобетона позволит обеспечить экономию ПБВ до 30 %, а также уменьшить себестоимость порядка 450 рублей за тонну асфальтобетонной смеси.

Список библиографических ссылок

1. Гохман Л. М. Применение качественного полимерно-битумного вяжущего для условий России // Дороги России. 2018. № 1. С. 39–55.
2. Сулейманов А. М., Каюмов Р. А., Мухамедова И. З. Об оценке долговечности пленочно-тканевого композитного материала с учетом влияния климатических факторов: сб. ст. 9-я Всероссийская научная конференция с международным участием. Механика композиционных материалов и конструкций, сложных и гетерогенных сред / ИПРИМ РАН. Москва, 2019. С. 98–103.
3. Ali Behnood, Mahsa Modiri-Gharehveran Morphology, rheology, and physical properties of polymer-modified asphalt binders // European Polymer Journal. 2019. № 112. P. 766–791.
4. Sabadra V. Use of Polymer Modified Bitumen in Road Construction // International Research Journal of Engineering and Technology. 2017. № 12. P. 799–801.
5. Peerzada M. A., Er. Sonu Ram, Peerzada Sh. A. Utilisation of modified bitumen in road construction // International Research Journal of Engineering and Technology. 2019. № 6. P. 2533–2542.
6. Горельшева Л. А. Теоретические асфальты систематизации добавок, улучшающих свойства битумного вяжущего и асфальтобетонной смеси // Дороги и Мосты. 2019. № 2 (42). С. 203–236.

7. Ястребова А. А. Полимернобитумные вяжущие: устойчивые перспективы // Инновации строительства. 2015. № 48. С. 68–71.
8. Евдокимова Н. Г. О направлениях использования добавок различной природы для модифицирования свойств битумов // Башкирский химический журнал. 2016. Т. 23. № 4. С. 49–62.
9. Никольский В. Г., Красоткина И. А., Дударева Т. В., Лобачев В. А., Дубина С. И. Резино-модифицированные вяжущие и асфальтобетон: структура и реология // Наука и техника в дорожной отрасли. 2018. № 4. С. 43–45.
10. Соломенцев А. Б. Классификация и номенклатура модифицирующих добавок для битумов // Наука и техника в дорожной отрасли. 2008. № 1. С. 14–16.
11. Ильина О. Н., Ильин И. Б. Дорожные органоминеральные смеси на основе нефтяного шлама // Инженерно-строительный журнал. 2019. № 8 (92). С. 115–126. DOI: 10.18720/МСЕ.92.10.

Lupanov Andrey Pavlovich

doctor of technical sciences, professor, general director

E-mail: abz4@abz4.ru

JSC «ABZ-4 Капотня»

The of organization address: 109429, Russia, Moscow, Verhnie polya st., 54

Sukhanov Aleksey Sergeevich

candidate of technical sciences, general director

E-mail: dorexpert@yandex.ru

LLC «Dorekspert»

The of organization address: 109429, Russia, Moscow, Verhnie polya st., 54, bld. 1

Silkin Vyacheslav Vasilyevich

candidate of technical sciences, professor

E-mail: vsilkin@mail.ru

Kozikov Igor Olegovich

post-graduate student

E-mail: i-kozikov@mail.ru

Moscow Automobile and Road Construction State Technical University

The of organization address: 125319, Russia, Moscow, Leningardsky pr., 64

Ilina Olga Nikolaevna

candidate of technical sciences, associated professor

E-mail: ilina@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Investigation of the effect of asphalt granulate on the properties of polymer-concrete**Abstract**

Problem statement. The purpose of the study is to determine the properties of polymer-asphalt concrete using asphalt granulate in its composition.

Results. The main results of the study consist in the ability to provide the required properties of polymer-asphalt concrete by introducing asphalt granulate in an amount of up to 30 % and to increase the resistance to the formation of plastic deformations in asphalt concrete pavement by increasing the shear resistance and crack resistance of polymer-asphalt concrete.

Conclusions. The significance of the results obtained for the construction industry lies in ensuring the quality of the production of polymer-asphalt concrete mixtures at PBB while reducing their cost and increasing production volumes for the construction and repair of roads and city streets.

Keywords: asphalt, asphalt granulate, bitumen, bitumen-polymer binder, the properties polymerasphalt, shear resistance, crack resistance, economic efficiency.

References

1. Gokhman L. M. The use of high-quality polymer-bitumen binder for the conditions of Russia // *Dorogi Rossii*. 2018. № 1. P. 39–55.
2. Suleymanov A. M., Kayumov R. A., Mukhamedova I. Z. On the assessment of the durability of a film-fabric composite material, taking into account the influence of climatic factors: col. of art. 9th All-Russian Scientific Conference with International Participation. Mechanics of composite materials and constructs, complex and heterogeneous media / IPRIM RAN. Moskva, 2019. P. 98–103.
3. Ali Behnood, Mahsa Modiri-Gharehveran Morphology, rheology, and physical properties of polymer-modified asphalt binders // *European Polymer Journal*. 2019. № 112. P. 766–791.
4. Sabadra V. Use of Polymer Modified Bitumen in Road Construction // *International Research Journal of Engineering and Technology*. 2017. № 12. P. 799–801.
5. Peerzada M. A., Er. Sonu Ram, Peerzada Sh. A. Utilisation of modified bitumen in road construction // *International Research Journal of Engineering and Technology*. 2019. № 6. P. 2533–2542.
6. Gorelysheva L. A. Theoretical aspects of systematization of additives improving properties of bituminous binders and asphalt concrete mixture // *Dorogi i Mosty*. 2019. № 2 (42). P. 203–236.
7. Yastrebova A. A. Polimernobitumnyye vyazhushchiye: ustoychivyye perspektivy // *Innovatsii stroitel'stva*. 2015. № 48. P. 68–71.
8. Evdokimova N. G. On the directions of using additives of various nature to modify the properties of bitumen // *Bashkirskij himicheskij zhurnal*. 2016. T. 23. № 4. P. 49–62.
9. Nikol'skij V. G., Krasotkina I. A., Dudareva T. V., Lobachev V. A., Dubina S. I. Rubber-modified binders and asphalt: structure and rheology // *Nauka i tekhnika v dorozhnoj otrasli*. 2018. № 4. P. 43–45.
10. Solomencev A. B. Classification and nomenclature of modifying additives for bitumen // *Nauka i tekhnika v dorozhnoj otrasli*. 2008. № 1. P. 14–16.
11. Ilina O. N., Ilin I. B. Road organo-mineral mixtures based on oil sludge // *Magazine of Civil Engineering*. 2019. 92 (8). P. 115–126. DOI: 10.18720/MCE.92.10.



УДК 678.643.425.033:620.193.8

Бельхадж Саид

инженер-проектировщик

E-mail: say.bel@yandex.ru

ПИ «Союзхимпромпроект» КНИТУ

Адрес организации: 420033, Россия, г. Казань, ул. Димитрова, д. 11

Ибрагимов Руслан Абдирашитович

кандидат технических наук, доцент

E-mail: rusmag007@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Технология бетонирования в условиях жаркого климата Марокко

Аннотация

Постановка задачи. Цель статьи – исследование и изучение технологии бетонирования монолитных конструкций в условиях сухого и жаркого климата Марокко и обеспечение долговечности забетонированных конструкций с использованием различных методов технологических решений.

Результаты. Выполнено компьютерное моделирование, в котором проведено сравнение наиболее экономически выгодного способа выдерживания бетона монолитных железобетонных конструкций в условиях сухого и жаркого климата Марокко с использованием пластификаторов и ускорителей твердений.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли заключается в том, что в результате проведенных исследований установлено, что причиной пониженного качества бетона является неплотность стыков опалубочных элементов и высокая температура твердения бетона в условиях сухого и жаркого климата Марокко, вследствие чего происходит быстрое обезвоживание бетона, что замедляет процессы гидратации цемента. В результате быстрого обезвоживания бетона, прочность его снижается, увеличивается его пористость, что приводит к снижению стойкости к карбонизации и водонепроницаемости.

Ключевые слова: бетонирование, сухой и жаркий климат, Марокко.

Введение

Температура в жарких странах, например, в Марокко, достигает высоких значений, влияющих на долговечность бетона, температура может превышать 50°C при очень низкой относительной влажности [1].

Бетонирование в сухом и жарком климате сопровождается сразу несколькими проблемами, особенно в отношении набора прочности [2-4], главным образом из-за чрезмерного испарения воды, которая влияет на различные параметры для оценки долговечности бетона, т.к. температура ускоряет химические реакции. Невысокая долговечность получаемых конструкций напрямую влияет на их структуру и может привести к общему износу здания.

Со временем становится очевидным, что недостатки в строительстве появляются в связи со способом применения и использования некачественных материалов, с отсутствием нормативных требований бетонирования в условиях сухого и жаркого климата. Для решения этих проблем необходимо проводить исследования, сравнение и выбор экономически благоприятного способа выдерживания бетона монолитных железобетонных конструкций, тестировать различные параметры для оценки долговечности бетона, т.к. температура ускоряет химические реакции гидратации портландцемента [5-7].

Объекты и методы исследований

Для вычисления использовались различные данные для получения трех вариантов расчета состава тяжелого бетона при выполнении лабораторных работ по дисциплине ТСП.

В комплексе компьютерной системы ТСП-2727 (автор Косивцов Ю.Г.) для строителей произведен расчет по следующим программам.

Было проведено 6 различных вариаций расчета состава бетона:

- 1) расчет состава обычного тяжелого бетона с ускорителем твердения и пластификатором;
- 2) расчет состава обычного тяжелого бетона без добавок;
- 3) расчет состава обычного легкого бетона с ускорителем твердения и пластификатором;
- 4) расчет состава цементно-песчаного бетона с ускорителем твердения и пластификатором;
- 5) расчет состава цементно-песчаного бетона пластификатором;
- 6) прогнозирование прочности бетона конструкций, забетонированных в условиях летного режима выдерживания.

В качестве суперпластификаторов использовалась добавка С-3, а в качестве ускорителя твердения – добавка сульфата натрия.

Сравнение вариантов показывает, что бетон с ускорителем твердения существенно быстрее набирает прочность, особенно в ранние сроки.

В условиях высокой температуры из бетона быстрее испаряется вода, что образует пористость и это приводит к снижению прочности бетона, а ускорение процесса сокращает время твердения конструкции, что может оказаться более выгодно.

Факторы, влияющие на скорость испарения воды при бетонировании:

- высокая температура окружающей среды;
- увеличение температуры бетона;
- сухой воздух.

На сегодняшний день разработаны конкретные технологические меры во время бетонирования в условиях жаркого климата [8-10]:

1) когда температура окружающей среды во время бетонирования постоянно превышает 23° С, рекомендуется использовать бетон заводского производства или подходящую смесь со специальными добавками;

2) температура бетона во время укладки должна быть как можно ниже и ни в коем случае не должна превышать температуру, предписанную в таблице 1 стандарта CSA A23.1. Особое внимание следует обратить на примечание 1 о бетонах с высокими эксплуатационными характеристиками, ограничивающее температуру бетона максимумом 25°С. При этом следует иметь в виду, что температура бетонной смеси с высокими эксплуатационными характеристиками никогда не должна превышать 25 ° С.

Таблица 1

Температура бетона при бетонировании

Толщина конструкции, м	Минимальная температура бетонной смеси, °С	Максимальная температура бетонной смеси, °С
< 0,3	10	35
0,3 -1,0	10	30
1-2	5	25
> 2	5	20

Температура бетонирования должна быть как можно ближе к минимальным температурам, указанным в таблице 1. Более высокие значения температуры способствуют увеличению испарения воды и термической усадке железобетонных конструкций.

При этом важно отметить, что взятые контрольные образцы при бетонировании должны храниться при температуре от 15 °С до 25 °С в течение как минимум 20 часов перед транспортировкой в лабораторию (CSA A23.2-3С). Следует отметить, что твердение образца при температуре около 38 °С может понизить сопротивление на сжатие на 10-15 %, чем у контрольных образцов [11-12].

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что бетонирование в условиях сухого и жаркого климата имеет сложности в контроле и качестве уложенного бетона, что связано с влиянием температуры на свойства бетона в пластическом

состоянии. Поиск методов более качественного бетонирования в условиях сухого и жаркого климата является актуальной задачей.

Произведено сравнение различных типов конструктивных решений опалубочных систем, возможных для устройства в условиях сухого и жаркого климата Марокко (табл. 2).

Таблица 2

Сравнение различных типов перекрытий

Параметр	Тип перекрытия			
	монолитное	плиты перекрытия	по деревянным балкам	сборно-монолитное
аренда опалубки	да	для сложных участков и эркеров	нет	нет
устройство армопояса	монтируется вместе с каркасом перекрытия	монтируется до укладки плит	нет	монтируется вместе с системой Teriva
макс. величина пролета	до 8 м	до 12 м	до 5,5 м	до 8,6 м
скорость поставки материалов	2 дня	до 3 недель	1 день	1 день
время монтажа с доливкой недоборов	7 дней	3 дня	7 дней	3 дня
основные этапы устройства	1 – монтаж опалубки; 2 – устройство каркаса армопояса; 3 – монтаж металлокаркаса; 4 – заливка бетоном; 5 – демонтаж опалубки	1 – монтаж каркаса армопояса и заливка бетоном; 2 – доставка и монтаж плит краном; 3 – заделка швов; 4 – монтаж опалубки и доливка бетоном; 5 – демонтаж опалубки; 6 – устройство стяжки	1 – устройство лежней под балки; 2 – обработка антисептиком; 3 – монтаж балок; 4 – устройство пароизоляции; 5 – укладка утеплителя; 6 – устройство гидроизоляции; 7 – монтаж чернового пола	1 – монтаж балок; 2 – установка подпорных стоек; 3 – укладка блоков; 4 – монтаж каркаса армопояса; 5 – монтаж распределительных ребер жесткости; 6 – заливка бетона; 7 – демонтаж подпорных стоек
потребность в кране	нет	есть	нет	нет
ограничения пространства при монтажных работах	нет	есть	нет	нет
потребность в бетононасосе	есть	нет/есть	нет	есть
вес перекрытия 1 м ²	430	320	200	268
теплоизоляция	низкая	средняя	высокая	высокая
шумоизоляция	средняя	хорошая	плохая	хорошая
допустимая нагрузка кг/м ²	до 800	до 1200	400	до 800

Кроме того, необходимо соблюдать следующие рекомендации:

– бетон, не охлаждаемый в жаркую погоду, потребует добавления воды, чтобы компенсировать потерю удобоукладываемости. Это добавление неконтролируемой воды,

по требованию любой из сторон, может привести к резкому снижению механической прочности и долговечности бетона;

- в случае отливки больших поверхностей следует применять усадочные швы, заполненные битумом или подобным материалом, чтобы избежать растрескивания;

- использовать специальные добавки для улучшения реологических свойств бетонных смесей.

Из данных табл. 2 видно, что высокий интерес представляет сборно-монолитное перекрытие системы Tetiva, имеющее следующие преимущества:

- отсутствие необходимости устройства опалубки;

- нет необходимости использовать монтажный кран;

- низкий вес перекрытий (вес 1 м^2 268 кг) и максимальная несущая способность до 800 кг/м^2 .

Для условий сухого и жаркого климата Марокко разработаны следующие этапы и требования к их устройству сборно-монолитных систем перекрытий Tetiva.

При подготовке к монтажу перекрытия необходимо выровнять стены и предусмотреть боковые перила, чтобы избежать скручивания балок.

Выравнивание позволяет компенсировать неровную высоту опоры (при необходимости). Это обеспечивает выравнивание и идеальную ровность перекрытия.

Установка балок

Балки размещаются на несущих элементах. Перед установкой балок желательно очистить опоры, чтобы удалить любой элемент, препятствующий правильному расположению балок.

В общем случае блоки опираются на балки, стены или любую другую опору (рис. 1).

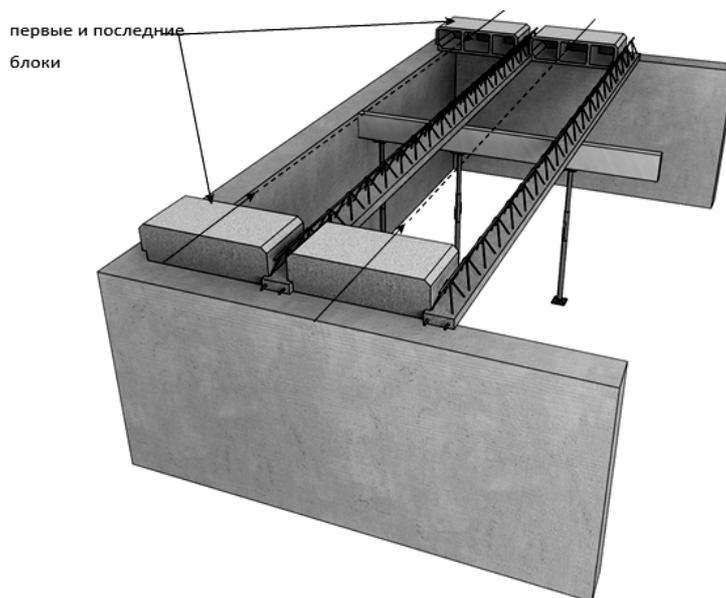


Рис. 1. Общий вид системы сборно-монолитных перекрытий Tetiva [13]

В случае недостаточной ширины опоры для предварительно напряженных бетонных балок, желательно:

- установить боковые перила;

- проверить, имеют ли концы балок шероховатые торцы, горизонтальные выемки или выточку.

В случае решетчатых балок или решетчатых балок с изолирующим основанием, которые не имеют достаточной ширины опоры, следует обратиться к предписаниям технических условий. В случае слишком коротких балок концевые ветви решетки балок могут заменить усиление подвески, если позволяет их прочность, также возможно добавить дополнительное продольное армирование.

Установка опор

Установка начинается с доски основания, на которую их последовательно устанавливают с определенным шагом. При этом расстояние от конца балки до крайней опоры должно быть более 15 см (рис. 2).

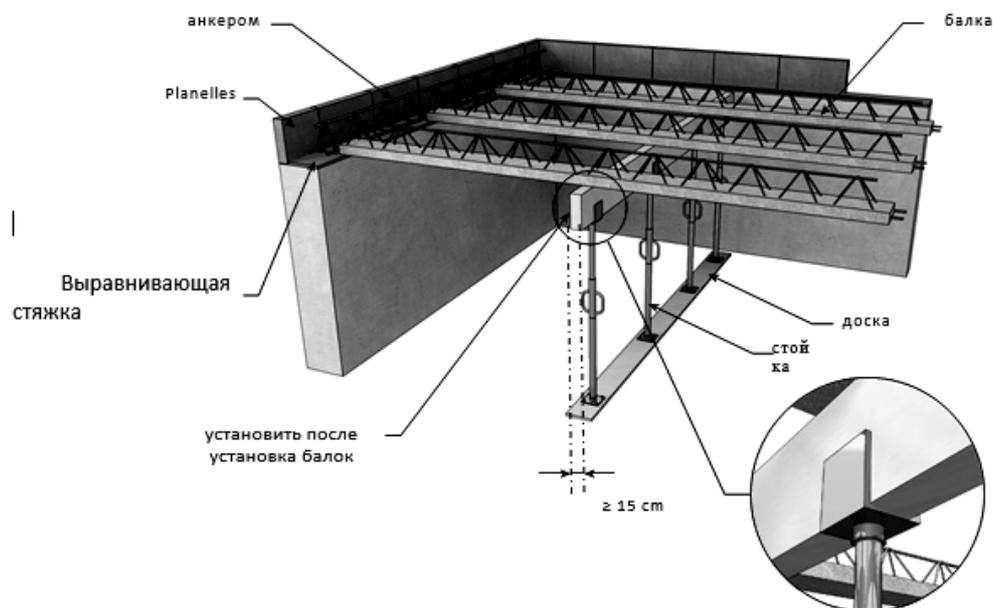


Рис. 2. Установка опор сборно-монолитных перекрытий Teriva [13]

Укладка сварной сетки

При работе со сварной сеткой необходимо избегать повреждения промежуточных швов (особенно изолирующих). Покрытие сварной сетки должно быть обеспечено путем правильной укладки бетона вокруг арматуры. В случае минимальной толщины распределительной плиты сварная сетка может быть заанкерирована на средней толщине.

В случае использования полов с изоляционными промежуточными балками необходимо обеспечить расклинивание сварной сетки, которая не затрагивает промежуточные балки, с целью обеспечения защитного слоя.

Бетонирование

Плита заливается за одну операцию при заданной постоянной толщине. Необходимо избегать перегрузок во время бетонирования, которые могут привести к выходу из строя поддерживающих систем во время бетонирования (рис. 3).

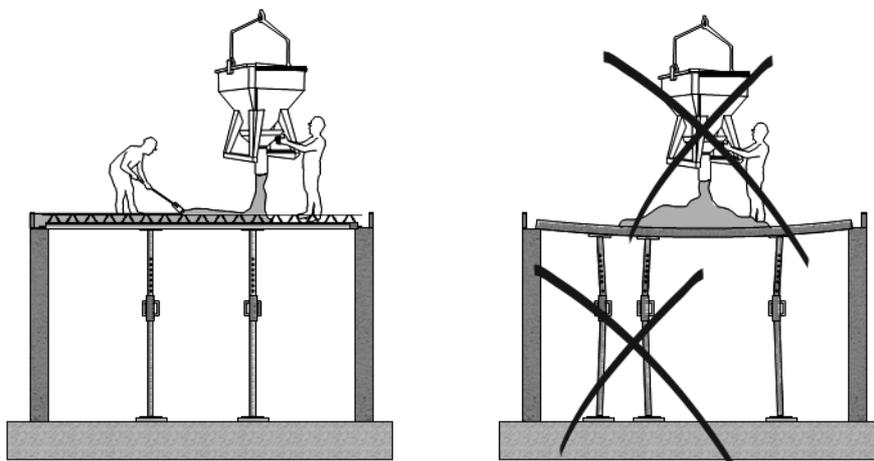


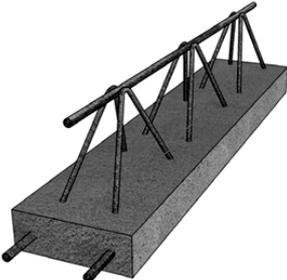
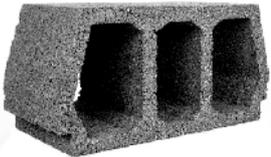
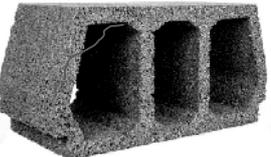
Рис. 3. Технологическая схема процесса бетонирования [13]

Во время прохождения практики в Марокко одним из авторов статьи – Бельхадж Саидом – на основе контроля качества производимых работ была составлена таблица характерных дефектов и повреждений (табл. 3).

Из общего количества используемых материалов на площади 850 м² повреждения и дефекты получили только 3 % балок и 4,7 % пустотных блоков. Анализ причин данных повреждений сводится в основном к транспортировке и подаче материалов на место их установки.

Таблица 3

Дефекты и повреждения сборно-монолитных перекрытий системы Teriva

Повреждение	Внешний вид	Рекомендации
Трещины, микротрещины сеть поверхностных трещин (ширина от 0,1 мм до 2,0 мм)		Избегать ударных воздействий; соблюдать инструкции производителя по хранению; соблюдать инструкции по транспортировке
Потеря формы пустотными блоками		При выгрузке и загрузке блоков, запрещается их бросать или как- либо ударять
Трещины, микротрещины сеть поверхностных трещин (ширина от 0,1 мм – 20 мм)		Избегать ударных воздействий; соблюдать инструкции производителя по хранению; соблюдать инструкции по транспортировке

Таким образом, детально описана технологическая последовательность устройства сборно-монолитных систем перекрытия Teriva и, на основе контроля качества, выявлены основные дефекты в элементах перекрытия и причины их появления.

Заключение

1. В результате проведенных исследований установлено, что причиной пониженного качества бетона является неплотность стыков опалубочных элементов и высокая температура твердения бетона в условиях сухого и жаркого климата Марокко, вследствие чего происходит быстрое обезвоживание бетона, что замедляет процессы гидратации цемента. В результате быстрого обезвоживания бетона прочность его снижается, а пористость его увеличивается, что приводит к снижению стойкости к карбонизации и водонепроницаемости.

2. Проведено сравнение различных типов опалубочных систем перекрытий для сухого и жаркого климата Марокко. Выявлено, что из исследуемых систем перекрытия системы Teriva имеет следующие преимущества:

- отсутствие необходимости устройства опалубки;
- необходимости использования монтажного крана;
- низкий вес перекрытий (вес 1 м² 268 кг) и максимальная несущая способность до 800 кг/м².

3. Детально описана технологическая последовательность устройства сборно-монолитных систем перекрытия Teriva и, на основе контроля качества, выявлены основные дефекты в элементах перекрытия и причины их появления.

Список библиографических ссылок

1. Киселев Д. А. Технология бетонирования каркаса здания в условиях жаркого климата // Избранные доклады 64-й университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых. 2018. С. 168–170.
2. Тринкер А. Б. От минус 40 до плюс 50 градусов Цельсия // Технологии бетонов. 2012. № 1-2. С. 28–31.
3. Тринкер А. Б. Климатические проблемы строительства // Современное промышленное и гражданское строительство. 2018. Т. 14. № 2. С. 41–49.
4. Тринкер А. Б. Технологии бетонов в жарком климате // Технологии бетонов. 2018. № 1-2. С. 47–49.
5. Давиденко А. Ю., Арчакова В. А. Уход за бетоном, необходимые мероприятия и правила их осуществления в экстремальных условиях : сб. ст. Проектирование и строительство. Сборник научных трудов 4-й Международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров / ЮЗГУ, Курск. 2020. С. 93–96.
6. Хамракулов Р. Ж., Каракулов Х. М., Гуломов Д. И. У. Методика улучшения долговечности бетонов в условиях сухого жаркого климата Узбекистана // Молодой ученый. 2016. № 4 (108). С. 87–90.
7. Баскаков К. О. Особенности бетонирования при строительстве высотных зданий в условиях сухого жаркого климата // StudNet. 2020. Т. 3. № 5. С. 425–431.
8. Арчакова В. А., Давиденко А. Ю. Особенности производства бетонных работ в жарком и сухом климате : сб. ст. Наука молодых – будущее России. Сборник научных статей 3-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 6 томах / ЮЗГУ, Курск. 2018. С. 19–22.
9. Еременко М. М., Гареев И. Ф. Исследование взаимосвязей жилищного строительства и устойчивого развития территорий // Жилищные стратегии. 2019. Том 6. № 3. С. 333–376. doi: 10.18334/zhs.6.3.41188.
10. Junna Yan, Tao Zhao, Tao Lin, Yajian Li. Investigating multi-regional cross-industrial linkage based on sustainability assessment and sensitivity analysis: A case of construction industry in China // Journal of Cleaner Production. 2017. Vol. 142, Part 420. P. 2911–2924.
11. Topchy D. V., Lapidus A. A. Construction supervision at the facilities renovation // Topical Problems of Architecture, Civil Engineering and Environmental Economics (TPACEE-2018). 2019. P. 08044.
12. Lapidus A., Ndayiragije Y. SIP-technology as solution in low-rise multi-family residential buildings // E3S Web of Conferences. 2019. P. 06032.
13. Planchers a Poutrelles et entrevous – Description, principe, de conception et mise en oeuvre. Regles de IArt Grenelle Environnement. 2012. 183 p.

Belhaj Said

engineer

E-mail: say.bel@yandex.ru**PI «Soyuzkhimpromproekt» KNITU**

The organization address: 420033, Russia, Kazan, Dimitrov st., 11

Ibragimov Ruslan Abdirashitovich

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: rusmag007@yandex.ru**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

Concrete technology in the hot climate of Morocco**Abstract**

Problem statement. Research and study of technology for concreting monolithic structures in the dry and hot climate of Morocco and ensuring the durability of concrete structures using various methods of technological solutions.

Results. A computer simulation was performed in which a comparison was made of the most cost-effective method of curing concrete of monolithic reinforced concrete structures in the dry and hot climate of Morocco using plasticizers and hardening accelerators.

Conclusions. The significance of the results for the construction industry lies in the fact that studies have established the reason for the reduced quality of concrete. It is the loose joints of the formwork elements and the high temperature of concrete hardening in the dry and hot climate of Morocco, as a result of which the concrete is quickly dehydrated, which slows down the hydration of cement. As a result of the quick-drying of concrete, its strength decreases and porosity increases which leads to a decrease in carbonization resistance and water resistance.

Keywords: concreting, dry and hot climate, Morocco.

References

1. Kiselev D. A. Concrete technology for a building frame in a hot climate // Selected reports of the 64th University Scientific and Technical Conference of Students and Young Scientists. 2018. P. 168–170.
2. Trinker A. B. From minus 40 to plus 50 degrees Celsius // *Tekhnologii betonov*. 2012. № 1-2. P. 28–31.
3. Trinker A. B. Climatic problems of construction // *Modern industrial and civil construction*. 2018. Vol. 14. № 2. P. 41–49.
4. Trinker A. B. Concrete technology in hot climates // *Tekhnologii betonov*. 2018. № 1-2. P. 47–49.
5. Davidenko A. Yu., Archakova V. A. Concrete care, necessary measures and rules for their implementation in extreme conditions: dig. of art. Design and construction. Collection of scientific papers of the 4th International scientific-practical conference of young scientists, graduate students, masters and bachelors / UZGU, Kursk. 2020. P. 93–96.
6. Khamrakulov R. Zh., Karakulov H. M., Gulomov D. I. U. Technique for improving the durability of concrete in the conditions of a dry hot climate of Uzbekistan // *Young scientist*. 2016. № 4 (108). P. 87–90.
7. Baskakov K. O. Features of concreting during the construction of high-rise buildings in a dry, hot climate // *StudNet*. 2020. Vol. 3. № 5. P. 425–431.
8. Archakova V. A., Davidenko A. Yu. Features of the production of concrete work in hot and dry climates: dig. of art. The science of the young is the future of Russia. Collection of scientific articles of the 3rd International scientific conference of promising developments of young scientists: in 6 volumes / UZGU, Kursk. 2018. P. 19–22.
9. Eremenko M. M., Gareev I. F. Investigation of the relationship of housing construction and sustainable development of territories // *Zhilishchnyye strategii*. 2019. Vol. 6. № 3. P. 333–376. doi: 10.18334/zhs.6.3.41188.
10. Junna Yan, Tao Zhao, Tao Lin, Yajian Li. Investigating multi-regional cross-industrial linkage based on sustainability assessment and sensitivity analysis: A case of construction industry in China // *Journal of Cleaner Production*. 2017. Vol. 142, Part 420. P. 2911–2924.
11. Topchy D. V., Lapidus A. A. Construction supervision at the facilities renovation // *Topical Problems of Architecture, Civil Engineering and Environmental Economics (TPACEE 2018)*. 2019. P. 08044.
12. Lapidus A., Ndayiragije Y. SIP-technology as solution in low-rise multi-family residential buildings // *E3S Web of Conferences*. 2019. P. 06032.
13. Planchers a Poutrelles et entrevous – Description, principe, de conception et mise en oeuvre. Regles de IArt Grenelle Environnement. 2012. 183 p.

УДК 624.154, 692.115

Грузин Андрей Васильевич

кандидат технических наук, доцент

E-mail: polyot-m@mail.ru

Омский государственный технический университет

Адрес организации: 644050, Россия, г. Омск, Пр. Мира, д. 11

Грузин Владимир Васильевич

доктор технических наук, профессор

E-mail: gruzinvv@mail.ru

Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина

Адрес организации: 010000, Казахстан, г. Нур-Султан, просп. Женис, д. 62

Восстановление несущей способности фундаментов зданий и сооружений существующей постройки

Аннотация

Постановка задачи. Цель исследования – усовершенствовать технологии восстановления несущей способности фундаментов зданий и сооружений существующей постройки с помощью дополнительных опор – выносных вдавливаемых свай – путем рационального использования строительных материалов для их изготовления.

Результаты. В ходе теоретических исследований установлена возможность снижения на величину до 13,3 % материалоемкости выносных вдавливаемых свай, используемых для восстановления несущей способности фундаментов зданий и сооружений существующей постройки, по сравнению с аналогичными сваями заводского изготовления с сохранением исходной несущей способности. Лабораторные исследования подтвердили корректность полученных теоретических данных.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в сокращении материальных затрат за счёт применения инновационной конструкции вдавливаемых свай в процессе восстановления несущей способности фундаментов зданий и инженерных сооружений существующей постройки при одновременном обеспечении их эксплуатационной надёжности.

Ключевые слова: восстановление фундамента, погружение вдавливанием, железобетонная свая, несущая способность, треугольное сечение, снижение материалоемкости.

Введение

Следствием ухудшения из-за перманентных внешних воздействий природного и техногенного характера деформационных свойств грунтов оснований зданий и инженерных сооружений, находящихся в эксплуатации, является возрастание риска развития нерасчётных осадок, что, в свою очередь, может привести к возникновению чрезвычайных ситуаций. Несмотря на многовековой опыт строительства и разрешения проблем, возникающих при этом, задача обеспечения необходимой несущей способности фундаментов и грунтовых оснований не теряет своей актуальности и продолжает привлекать внимание теоретиков и практиков строительной науки: учёных, исследователей, экспериментаторов, работающих в строительной отрасли [1-11].

С целью предотвращения аварийных ситуаций, возникающих по причине нерасчётных осадок зданий и сооружений существующей постройки, в настоящее время широко используются различные технологии восстановления несущей способности их фундаментов по грунту основания [12-13]. К особенностям проведения подобных восстановительных работ относят: стеснённые условия их производства, нежелательность вывода из эксплуатации аварийного объекта на время проведения восстановительных работ, минимизацию динамического воздействия как на реконструируемое здание или сооружение, так и на окружающую застройку и инфраструктуру. Таким условиям в полной мере отвечает технология восстановления несущей способности фундаментов зданий и сооружений существующей постройки с

помощью дополнительных опор – выносных свай. Анализ классификации свай, приведённых в главе 6 «Виды свай» свода правил СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85», показал, что для стеснённых условий существующей застройки могут быть использованы, в том числе, и вдавливаемые железобетонные сваи с предварительно напряжённой арматурой. Однако необходимость использования в производстве относительно дорогостоящих материалов при изготовлении вдавливаемых железобетонных свай снижает экономическую привлекательность данной технологии для заказчика. Очевидно, что сокращение материальных затрат при производстве работ позволит повысить конкурентоспособность технологии восстановления несущей способности фундаментов зданий и сооружений существующей постройки с помощью дополнительных опор – выносных вдавливаемых железобетонных свай.

Постановка задачи

Цель исследования – усовершенствовать технологии восстановления несущей способности фундаментов зданий и сооружений существующей постройки с помощью дополнительных опор – выносных вдавливаемых свай – путем рационального использования строительных материалов для их изготовления.

Теоретические исследования

В соответствии с разделом 7.2 «Расчетные методы определения несущей способности свай» свода правил СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85» несущую способность F_d вдавливаемой сваи, работающей на сжимающую нагрузку, следует определять, как сумму расчетных сопротивлений грунтов основания под нижним концом сваи и на ее боковой поверхности по формуле:

$$F_d = \gamma_c \cdot \left(\gamma_{cR} \cdot R \cdot A + u \cdot \sum_{i=1}^n (\gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i) \right), \quad (1)$$

где γ_c – коэффициент условий работы сваи; γ_{cR} – коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи; R – расчётное сопротивление грунта под нижним концом сваи; A – площадь опирания на грунт сваи; u – периметр поперечного сечения сваи; γ_{cf} – коэффициент условий работы грунта на боковой поверхности сваи; f_i – расчётное сопротивление i -го слоя грунта на боковой поверхности ствола сваи; h_i – толщина i -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи.

Анализ формулы (1) позволяет выявить потенциальную возможность уменьшения объёма сваи, а значит и расхода материалов на её изготовление, при одновременном сохранении её несущей способности F_d . Идея сокращения материальных затрат на изготовление сваи при одновременном сохранении величины её несущей способности F_d заключается в изменении формы её поперечного сечения, таким образом, чтобы, при неизменности несущей способности F_d сваи и её длины, уменьшить величину площади A опирания сваи на грунт – площади поперечного сечения сваи. При этом одновременно предлагается увеличить периметр u её поперечного сечения. Примером предлагаемого инженерного решения может служить использование в качестве формы поперечного сечения сваи равностороннего треугольника, который характеризуется уменьшенным значением площади по сравнению с квадратом при равенстве их периметров [14-16]. Расчёты показывают, что применение треугольного поперечного сечения теоретически позволит уменьшить массу сваи на величину до 13,3 % без уменьшения её несущих свойств.

В ходе теоретических расчётов были получены данные об относительном уменьшении объёма свай с поперечным сечением в форме равностороннего треугольника по сравнению со сваями заводского изготовления существующих типоразмеров при условии сохранения равенства несущих способностей соответствующих типоразмеров (рис. 1). В соответствии с ГОСТ 19804-2012 «Сваи железобетонные заводского изготовления. Общие технические условия» для цельных свай типа С с напрягаемой арматурой, широко используемых в строительном производстве, предусмотрены следующие линейные размеры поперечного сечения: 200, 250, 300, 350 и 400 мм. В

качестве грунта основания в расчётах были использованы: песчаный грунт средней крупности, пылевато-глинистые грунты с показателем текучести $I_L=0,0$ и $I_L=0,6$.

Как видно из представленных на рис. 1 данных, на величину относительного уменьшения объёма сваи с поперечным сечением в форме равностороннего треугольника по сравнению с соответствующей сваем заводского изготовления оказывают влияние как геометрические параметры сваи (её длина и площадь поперечного сечения), так и грунтовые условия.

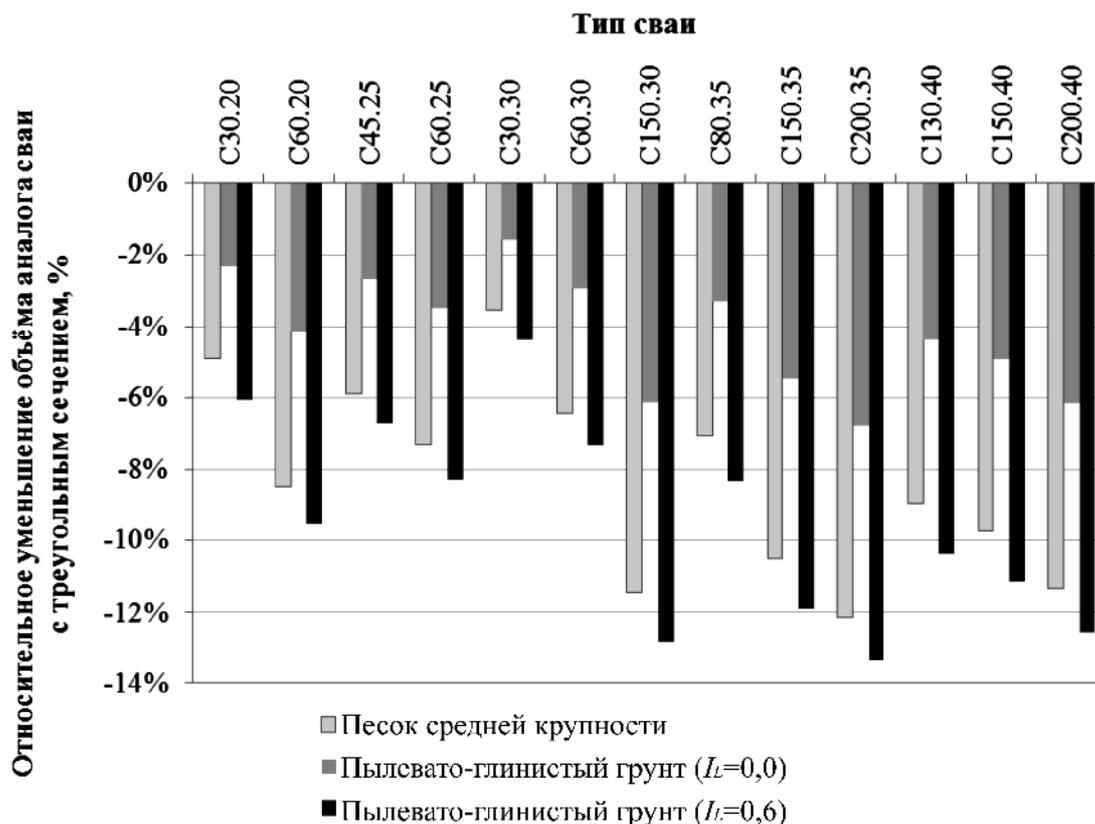


Рис. 1. Влияние грунтовых условий, площади поперечного сечения и длины сваи на относительное уменьшение объёма сваи с треугольным сечением по сравнению с соответствующими сваями заводского изготовления (иллюстрация авторов)

При условии сохранения равенства несущих способностей F_d сваи заводского изготовления с квадратным поперечным сечением и аналогичной сваи с треугольным сечением такое уменьшение объёма достигает 13,3 %.

Технология восстановления несущей способности фундаментов зданий и сооружений существующей постройки

На рис. 2 представлена технологическая последовательность восстановления несущей способности фундаментов зданий и сооружений существующей постройки с помощью дополнительных опор – выносных вдавливаемых свай.

Позиция 1.

На расстоянии L , определяемом в соответствии с выражением (2) [12, 13], от фундамента 1 устанавливают сваю 3 с навесным вдавливающим оборудованием 2, установленном на базовой машине-носителе (на рисунке не показано). Затем осуществляют завинчивание анкера 4 в грунт. В случае наличия плотных грунтов предварительно производят бурение лидирующей скважины.

$$L = \frac{D}{2 \cdot \sqrt{1 - \frac{\rho}{\rho_{\max} \cdot K_{\text{унл}}}}}, \quad (2)$$

где D – наружный диаметр поперечного сечения свай; ρ, ρ_{max} – соответственно, плотность грунта основания фундамента до уплотнения и его максимальное значение; $K_{упл}$ – коэффициент уплотнения грунта в околосвайном пространстве ($> 0,95$).

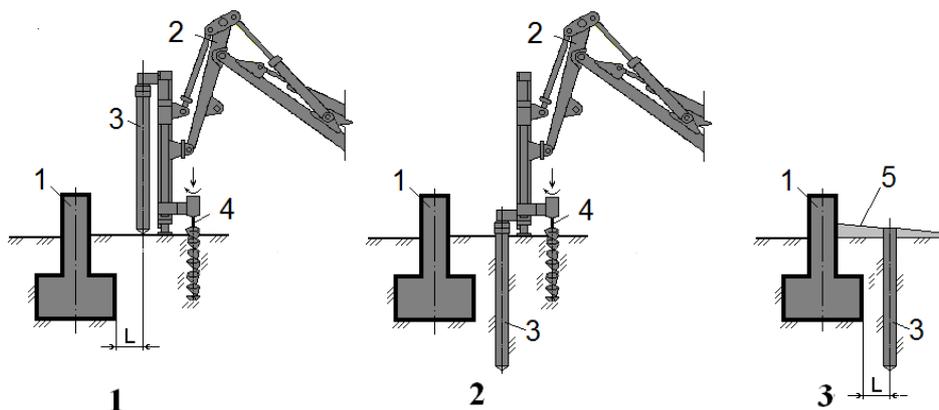


Рис. 2. Технологическая последовательность операций восстановления несущей способности фундаментов зданий и сооружений существующей постройки с помощью дополнительных опор – выносных вдавливаемых свай (иллюстрация авторов)

Позиция 2.

Производят навесным вдавливающим оборудованием 2 погружение свай 3 в грунтовый массив. Затем снимают оголовок со свай и вывинчивают анкер из грунта. Далее базовая машина-носитель с навесным вдавливающим оборудованием перемещается на новую отметку вдавливания свай.

Позиция 3.

После вдавливания свай вдоль всего фундамента (схема размещения свай вдоль фундамента представлена на рис. 3) для предотвращения от разрушения сформированной уплотненной зоны под действием атмосферных осадков устраивают отмокост, который примыкает к фундаменту.

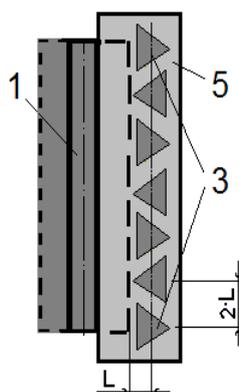


Рис. 3. Результаты выполнения операций (вид сверху) (иллюстрация авторов)

После завершения всех перечисленных операций получают готовое упрочненное основание фундамента здания.

Обсуждение результатов

В ходе теоретического этапа исследований было установлено предельное значение величины относительного уменьшения объема свай с поперечным сечением в форме равностороннего треугольника по сравнению с соответствующей свайе заводского изготовления квадратного сечения – эта величина составила 13,3 %. Однако на практике несущая способность F_d вдавливаемой свай, работающей на сжимающую нагрузку,

определяется как сумма расчетных сопротивлений грунтов основания под нижним концом сваи и на ее боковой поверхности.

Дополнительные расчёты позволили уточнить величину относительного уменьшения объёма сваи с поперечным сечением в форме равностороннего треугольника в зависимости от геометрических характеристик сваи и грунтовых условий. Было установлено, что для свай с поперечным сечением в форме равностороннего треугольника (в сравнении со сваями заводского изготовления с поперечным сечением $0,20 \times 0,20$ м) при равенстве их несущих способностей F_d относительное уменьшение объёма сваи с увеличением её длины с 3 м до 6 м для пылевато-глинистых грунтов с показателем текучести $I_L=0,0$ возросло с 2,3 % до 4,1 % (в 1,8 раза), а для пылевато-глинистых грунтов с $I_L=0,6$ – с 6,0 % до 9,5 % или в 1,6 раза. Для свай с поперечным сечением в форме равностороннего треугольника (в сравнении со сваями заводского изготовления с поперечным сечением $0,25 \times 0,25$ м) при равенстве их несущих способностей F_d относительное уменьшение объёма сваи с увеличением её длины с 4,5 м до 6 м для пылевато-глинистых грунтов с показателем текучести $I_L=0,0$ возросло с 2,7 % до 3,5 % (в 1,3 раза), а для пылевато-глинистых грунтов с $I_L=0,6$ – с 6,7 % до 8,3 % или в 1,2 раза. Для свай с поперечным сечением в форме равностороннего треугольника (в сравнении со сваями заводского изготовления с поперечным сечением $0,30 \times 0,30$ м) при равенстве их несущих способностей F_d относительное уменьшение объёма сваи с увеличением её длины с 3 м до 15 м для пылевато-глинистых грунтов с показателем текучести $I_L=0,0$ возросло с 1,6 % до 6,1 % (в 3,8 раза), а для пылевато-глинистых грунтов с $I_L=0,6$ – с 4,4 % до 12,8 % или в 2,9 раза. Для свай с поперечным сечением в форме равностороннего треугольника (в сравнении со сваями заводского изготовления с поперечным сечением $0,35 \times 0,35$ м) при равенстве их несущих способностей F_d относительное уменьшение объёма сваи с увеличением её длины с 8 м до 20 м для пылевато-глинистых грунтов с показателем текучести $I_L=0,0$ возросло с 3,3 % до 6,8 % (в 2,1 раза), а для пылевато-глинистых грунтов с $I_L=0,6$ – с 8,3 % до 13,3 % или в 1,6 раза. Для свай с поперечным сечением в форме равностороннего треугольника (в сравнении со сваями заводского изготовления с поперечным сечением $0,40 \times 0,40$ м) при равенстве их несущих способностей F_d относительное уменьшение объёма сваи с увеличением её длины с 13 м до 20 м для пылевато-глинистых грунтов с показателем текучести $I_L=0,0$ возросло с 4,4 % до 6,1 % (в 1,4 раза), а для пылевато-глинистых грунтов с $I_L=0,6$ – с 10,4 % до 12,6 % или в 1,2 раза.

Так же было установлено, что экономия материалов для изготовления сваи с поперечным сечением в форме равностороннего треугольника в сравнении со сваями заводского изготовления (с квадратным поперечным сечением) возрастает при уменьшении площади поперечного сечения сваи, при увеличении длины сваи и в случае ухудшения несущих свойств грунта. Так, например, использование свай с треугольным поперечным сечением в форме равностороннего треугольника с несущей способностью, равной аналогичной характеристике свай заводского изготовления длиной 15 м и с сечением $0,4 \times 0,4$ м, $0,35 \times 0,35$ м и $0,3 \times 0,3$ м, для пылевато-глинистого грунта с $I_L=0,0$ приведёт к уменьшению объёма сваи соответственно на 4,9 %, 5,5 % и 6,1 %. В свою очередь, использование свай с треугольным поперечным сечением в форме равностороннего треугольника с несущей способностью, равной аналогичной характеристике свай заводского изготовления с сечением $0,3 \times 0,3$ м и длиной 3 м, 6 м и 15 м для пылевато-глинистого грунта с $I_L=0,0$ приведёт к уменьшению объёма сваи соответственно на 1,6 %, 2,9 % и 6,1 %. Использование свай с треугольным поперечным сечением в форме равностороннего треугольника с несущей способностью, равной аналогичной характеристике свай заводского изготовления с сечением $0,2 \times 0,2$ м и длиной 6 м для пылевато-глинистых грунтов с $I_L=0,0$ и $I_L=0,6$ приведёт к уменьшению объёма сваи соответственно на 4,1 % и 9,5 %.

Предложенная технологическая последовательность восстановления несущей способности фундаментов зданий и сооружений существующей постройки с помощью дополнительных опор – выносных вдавливаемых свай с треугольным поперечным сечением, таким образом, будет наиболее эффективной на слабых грунтах при

использовании свай максимальной длины. При этом при равной длине предпочтение следует отдавать сваям с меньшей площадью поперечного сечения.

Заключение

В ходе выполненных теоретических исследований была решена задача сокращения материальных затрат при восстановлении несущей способности фундаментов зданий и сооружений существующей постройки с помощью дополнительных опор – выносных свай, погружаемых вдавливанием. Предлагается использовать в качестве формы поперечного сечения вдавливаемых железобетонных свай равносторонний треугольник, геометрические размеры которого подбираются таким образом, чтобы сохранить несущую способность такой сваи равной аналогичному параметру сваи заводского изготовления с квадратным поперечным сечением по ГОСТ 19804-2012. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в возможности сокращения по сравнению с существующими сваями заводского изготовления их материалоёмкости на величину до 13,3 % в зависимости от геометрических размеров самой сваи и грунтовых условий.

Список библиографических ссылок

1. Грузин В. В., Грузин А. В., Русанова А. Д. Прогрессивные конструкции висячих свай для работы в сложных грунтовых условиях // Деловой журнал Neftegaz.RU. 2019. № 5 (89). С. 34–39.
2. Грузин А. В., Грузин В. В. Приём локального уплотнения грунта стенок скважины висячей набивной сваи : сб. мат. II Междунар. науч.-техн. конф. (Россия, Омск, 27-28 февр. 2018 г.) – Проблемы машиноведения / ОмГТУ. Омск, 2018. С. 50–55.
3. Gruzin A. V., Tokarev V. V., Shalai V. V., Logunova Yu. V. The Artificial Additives Effect to Soil Deformation Characteristics of Oil and Oil Products Storage Tanks Foundation // Procedia Engineering. 2015. № 113. P. 158–168.
4. Watanabe K., Kusakabe O. The effect of loading rate on bearing capacity of pile foundations : Proceedings of Eighth International Conference on Urban Earthquake Engineering / Japan, 2011. P. 501–508.
5. Nagai H., Tsuchiya T., Shimada M. Influence of installation method on performance of screwed pile and evaluation of pulling resistance // Soils and Foundations. 2018. № 58. vol. 2. P. 355–369.
6. Di Laora R., de Sanctis L., Aversa S. Bearing capacity of pile groups under vertical eccentric load // Acta Geotechnica. 2019. № 14. P. 193–205.
7. Roh Y., Kim I., Kim G., Lee J. Comparative Analysis of Axial Load Capacity for Piled-Raft Foundation with Changes in Groundwater Level // KSCE Journal of Civil Engineering. 2019. № 23. P. 4250–4258.
8. Liu C. Y., Ku C. Y., Xiao J. E., Huang C. C., Hsu S. M. Numerical Modeling of Unsaturated Layered Soil for Rainfall-Induced Shallow Landslides // Journal of Environmental Engineering and Landscape Management. 2017. № 25 (04). P. 329–341.
9. Liu W., Hutchinson T. C. Numerical Investigation of Stone Columns as a Method for Improving the Performance of Rocking Foundation Systems // Soil Dynamics and Earthquake Engineering. 2018. № 106. P. 60–69.
10. Samanta M., Mohanty P. Experimental and Numerical Studies on Response of the Stone Column in Layered Soil // International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering. 2015. № 1 (3). P. 1–14.
11. Samanta M., Bhowmik R. 3D Numerical Analysis of Piled Raft Foundation in Stone Column Improved Soft Soil // International Journal of Geotechnical Engineering. 2017. № 13 (5). P. 474–483.
12. Абраменков Д. Э., Грузин А. В., Грузин В. В., Нуждин Л. В. Технология и механизация подготовки оснований и устройства свайных. Караганда : Болашак-Баспа, 2002. 264 с.

13. Абраменков Д. Э., Грузин А. В., Грузин В. В. Средства механизации и технология строительного производства. Saarbrucken : Palmarium academic publishing, 2012. 327 с.
14. Грузин А. В., Грузин В. В. Анализ удельной несущей способности свай с различной формой поперечного сечения. // Актуальные проблемы современности: Международный научный журнал. 2009. № 12 (46). С. 27–30.
15. Грузин А. В., Грузин В. В. Влияние геометрии фундаментов объектов трубопроводного транспорта углеводородов на пространственное распределение сжимающих напряжений в их грунтовых основаниях // Деловой журнал Neftegaz.RU. 2017. № 12. С. 18–25.
16. Gruzin A. V., Gruzin V. V. Method of the cast-in-place friction pile well walls local soil compaction // Journal of Physics: Conference Series. 2018. Vol. 1050.

Gruzin Andrey Vasilyevich

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: polyot-m@mail.ru

Omsk State Technical University

The organization address: 644050, Russia, Omsk, Mir ave., 11

Gruzin Vladimir Vasilyevich

doctor of technical sciences, professor

E-mail: gruzinvv@mail.ru

Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin

The organization address: 010000, Kazakhstan, Nur-Sultan, Zhenis ave., 62

**Restoration of the bearing capacity of foundations
of buildings and structures of existing construction**

Abstract

Problem statement. The purpose of the research is to improve the technology of restoring the load-bearing capacity of foundations of buildings and structures of existing construction with the help of additional supports-remote pressed piles – by rational use of building materials for their manufacture.

Results. During theoretical researches, the possibility of reducing by up to 13.3 % of the material of the pushed external piles used to restore the bearing capacity of foundations of buildings and structures existing buildings, compared to similar fabricated piles at their original carrying capacity. Laboratory studies have confirmed the correctness of the theoretical data obtained.

Conclusions. The significance of the results for the construction industry is to reduce material costs by using innovative design of pressed piles in the process of restoring the load-bearing capacity of foundations of buildings and engineering structures of existing construction while ensuring their operational reliability.

Keywords: foundation restoration, indentation, reinforced concrete pile, load-bearing capacity, triangular cross-section, reduction of material consumption.

References

1. Gruzin V. V., Gruzin A. V., Rusanova A. D. Advanced design of friction piles for operation in complicated soil conditions // Delovoy zhurnal Neftegaz.RU. 2019. № 5 (89). P. 34–39.
2. Gruzin A. V., Gruzin V. V. Method of the cast-in-place friction pile well walls local soil compaction : materials of the II intern. science.-tech. conf. (Russia, Omsk, February 27-28. 2018). – Mechanical science and technology update / OmGTU. Omsk, 2018. P. 50–55.
3. Gruzin A. V., Tokarev V. V., Shalai V. V., Logunova Yu. V. The Artificial Additives Effect to Soil Deformation Characteristics of Oil and Oil Products Storage Tanks Foundation // Procedia Engineering. 2015. № 113. P. 158–168.

4. Watanabe K., Kusakabe O. The effect of loading rate on bearing capacity of pile foundations : Proceedings of Eighth International Conference on Urban Earthquake Engineering / Japan, 2011. P. 501–508.
5. Nagai H., Tsuchiya T., Shimada M. Influence of installation method on performance of screwed pile and evaluation of pulling resistance // Soils and Foundations. 2018. № 58, vol. 2. P. 355–369.
6. Di Laora R., de Sanctis L., Aversa S. Bearing capacity of pile groups under vertical eccentric load // Acta Geotechnica. 2019. № 14. P. 193–205.
7. Roh Y., Kim I., Kim G., Lee J. Comparative Analysis of Axial Load Capacity for Piled-Raft Foundation with Changes in Groundwater Level // KSCE Journal of Civil Engineering. 2019. № 23. P. 4250–4258.
8. Liu C. Y., Ku C. Y., Xiao J. E., Huang C. C., Hsu S. M. Numerical Modeling of Unsaturated Layered Soil for Rainfall-Induced Shallow Landslides // Journal of Environmental Engineering and Landscape Management. 2017. № 25 (04). P. 329–341.
9. Liu W., Hutchinson T. C. Numerical Investigation of Stone Columns as a Method for Improving the Performance of Rocking Foundation Systems // Soil Dynamics and Earthquake Engineering. 2018. № 106. P. 60–69.
10. Samanta M., Mohanty P. Experimental and Numerical Studies on Response of the Stone Column in Layered Soil // International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering. 2015. № 1 (3). P. 1–14.
11. Samanta M., Bhowmik R. 3D Numerical Analysis of Piled Raft Foundation in Stone Column Improved Soft Soil // International Journal of Geotechnical Engineering. 2017. № 13 (5). P. 474–483.
12. Abramenkov D. E., Gruzin A. V., Gruzin V. V., Nuzhdin L. V. Technology and mechanization of preparation of bases and devices of pile. Karaganda : Bolashak-Baspa, 2002. 264 p.
13. Abramenkov D. E., Gruzin A. V., Gruzin V. V. Means of mechanization and technologies of construction production. Saarbrücken: Palmarium academic publishing, 2012. 327 p.
14. Gruzin A. V., Gruzin V. V. Analysis of the specific load-bearing capacity of piles with different cross-section shapes. // Aktualniye problemy sovremennosti : Mezhdunarodniy nauchniy zhurnal. 2009. № 12 (46). P. 27–30.
15. Gruzin A. V., Gruzin V. V. Influence of the geometry of foundations of objects of pipeline transport of hydrocarbons on the spatial distribution of compressive stresses in their ground bases // Delovoy zhurnal Neftegaz.RU. 2017. № 12. P. 18–25.
16. Gruzin A. V., Gruzin V. V. Method of the cast-in-place friction pile well walls local soil compaction // Journal of Physics: Conference Series. 2018. Vol. 1050.

УДК 69.059.2

Коклюгина Людмила Алексеевна

кандидат технических наук, доцент,

E-mail: the-lusy@mail.ru

Коклюгин Алексей Викторович

старший преподаватель

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Агрусев Руслан Дамирович

инженер

E-mail: agrusevrus077@gmail.com

ООО «Максвелл»

Адрес организации: 420073, Россия, Казань, ул. А. Кутуя, д. 130

Решение организационных вопросов, связанных с выполнением строительных работ при изношенности основных производственных фондов

Аннотация

Постановка задачи. Цель исследования – выявление разночтения терминов при выполнении строительных работ в период реконструкции или капитального ремонта. Предложить методы решения спорных вопросов, избегая лишних издержек и обращения в арбитражные суды.

Результаты. Основные результаты исследования состоят в сопоставлении терминов строительных работ в период реконструкции или капитального ремонта в различных нормативных документах и приведению их к единому результату. Рассмотрен и проанализирован пример выполнения строительно-монтажных работ при капитальном ремонте производственного здания. Отмечено, что правильный подход позволит избежать возможного конфликта с налоговыми органами и, как следствие, обращения в суд.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в исключении конфликтов при решении организационных вопросов между исполнителями строительно-монтажных работ и органами государственной власти, в совершенствовании законодательной базы.

Ключевые слова: реконструкция, капитальный ремонт, текущий ремонт, дефектная ведомость, законодательная база.

Введение

Эффективное использование существующих основных фондов РФ с учетом необходимости применения современных технологий, а также решение возникшей проблемы импортозамещения, вызывает необходимость оперативного выполнения работ не только по техническому перевооружению, реконструкции, но и выполнению большого объема работ по различным видам ремонта.

Использование современных технологий в производстве автоматически приводит к применению в строительстве нестандартных решений и инновационных методов производства работ с использованием новых высокоэффективных материалов. Для принятия решений, обеспечивающих необходимую экономическую эффективность, следует предпринять комплексный подход к решению этой задачи.

В настоящее время разработка метода управления инновационным проектом предполагает использование высокотехнологичных приемов, принятых в развитых странах, которые в большинстве случаев идентичны. Широкое распространение получили методы определения эффективности строительства и технического перевооружения с использованием данных уже построенных объектов-аналогов.

Следует заметить, что при проведении конкурсов и торгов выбор технического заказчика и подрядчика происходит с учетом результата их работы на аналогичных ранее выполненных объектах, а не по минимальной стоимости работ, заявленных в конкурсе.

Использование малоэффективных, но дешевых материалов только на первый взгляд дает экономию. На самом деле это приводит к сокращению сроков эффективной эксплуатации и сокращению межремонтных периодов. Таким образом, экономия на материалах и общепринятых технологиях ведет к резкому увеличению затрат на эксплуатацию объектов в дальнейшем.

Обследование технического состояния объекта должно проводиться в полном объеме, при необходимости с расчетами несущей способности конструкций, с рекомендациями по выполнению ремонтных работ, обеспечивающих безопасную эксплуатацию объекта. Игнорирование прорывных технологий, эффективных строительных материалов, современных методов организации строительства приводит лишь к мнимой (ежеминутной) экономии средств.

При разработке инвестиционного проекта необходимо учитывать все факторы, иначе мнимая экономия может привести к значительным затратам на эксплуатацию и поддержание объекта в технически исправном состоянии. На практике известны примеры, когда затраты на проведение ремонтных работ оказывались экономически неэффективными и не приводили к желаемому результату.

Определение категорий состояний элементов строительных конструкций

Оценка технического состояния строительных конструкций выполняется с применением нормативных документов, рекомендаций и научных пособий. Основным фактором служит разработка единых требований по определению категорий состояний конструктивных элементов строительных конструкций. Эксперты используют приобретенную статистику в виде накопленной информации и сравнивают с полученными результатами. При этом результаты обследования строительных конструкций и поверочных расчетов несущей способности анализируют и проверяют на эксплуатационную пригодность. Полученную информацию проверяют и статистически обрабатывают.

Полное обследование технического состояния строительных конструкций здания служит главным направлением строительных компаний. Такие компании прочно объединены между собой совокупностью вопросов и задач, которые связаны с обеспечением эксплуатационной безопасности здания, с выполнением всех необходимых действий по ремонтно-строительным и восстановительным мероприятиям, с выполнением проектно-сметных документов.

Классификация понятий для определения порядка налогообложения

Проблема правильного применения понятий (терминов) «капитальный ремонт» и «реконструкция» в настоящее время является особенно актуальной. Разделение и классификация этих понятий необходимы как для производства строительно-монтажных работ, принятия законченных работ и оплату, так и для определения порядка налогообложения. В Градостроительном Кодексе РФ приводится наиболее полная информация о строительстве, капитальном ремонте и реконструкции, способах производства работ, осуществлении строительного контроля, начиная от оформления земельных участков и до ввода в эксплуатацию объектов в зависимости от их технических характеристик и их назначения. Необходимо отметить, что таких понятий как «ремонт», «текущий ремонт», «косметический ремонт» в Градостроительном Кодексе нет, так как эти работы в нем не регламентируются Гражданским Кодексом. В нем не раскрываются понятия «строительство», «капитальный ремонт», «реконструкция», «текущий ремонт», но приводятся ссылки на статью 14 Градостроительного Кодекса. Таким образом, в Гражданском Кодексе не указывается конкретно, к какой категории относятся работы. Все они классифицируются как работы, выполняемые по договору строительного подряда или договору возмездного оказания услуг.

Используя вышеуказанные нормативные документы, казалось бы, можно выполнять работы. Действительно, работы выполнять можно, используя данные технического обследования зданий и сооружений, дефектные ведомости, рабочие чертежи на их основе, сметы, утвержденные сторонами в договоре о подряде.

Однако впоследствии могут возникнуть проблемы. Дело в том, что определить тонкую грань между реконструкцией, ремонтом и капитальным ремонтом достаточно

сложно. От того, к каким видам будут отнесены работы, зависит решение по учету затрат налоговыми органами, по выполнению ремонтных работ. Затраты на капитальный или текущий ремонт (нет расшифровки терминологии) учитываются в расходах налога на прибыль п. 1 ст. 260 Налогового Кодекса РФ. А затраты на реконструкцию списываются на амортизацию основных средств, увеличивая их стоимость и, естественно, налогообложение. В Налоговом Кодексе (НК) понятия и термины применяются в том значении, в каком они используются в соответствующих отраслях законодательства, если иное не предусмотрено НК РФ (п. 1 ст. 11 НК). Таким образом, определение «реконструкция» НК приводит (п. 2 ст. 257 НК), и оно существенно отличается от определения Градостроительного Кодекса. Но для целей налогообложения необходимо использовать только его.

Кроме того, в п. 2 ст. 257 НК приведены термины, характеризующие понятия «реконструкция», «достройка», «дооборудование», «модернизация», «техническое перевооружение», т.е. приведены названия тех работ, которые увеличивают первоначальную стоимость основных средств. Однако гораздо чаще выполняются работы по осуществлению текущего ремонта, которые не являются ни капитальным ремонтом, ни реконструкцией. В связи с отсутствием терминологии в нормативных документах характеристики выполненных работ приходится доказывать в арбитражном суде.

Для исключения различного толкования понятий необходимо пользоваться разъяснениями в письме Минфина РФ от 08.02.2010 № 02-05-10/383, где есть разъяснения терминов:

1. Ремонт (текущий, капитальный);
2. Перечень работ, относящихся к ремонту;
3. Результаты проведения ремонтных работ;
4. Порядок расходов на оплату работ и услуг, связанных с проведением ремонтных работ, включая расходы на приобретение строительных материалов для проведения ремонта, а также другие расходы по содержанию имущества;
5. Расходы по проведению технического обследования для разработки проектно-сметной документации, строительства, капремонта, реконструкции;
6. Иные работы и услуги:
 - Госэкспертиза ПСД;
 - Строительный контроль;
 - Снос строений;
 - Перенос коммуникаций.

Однако, часто налоговые органы, не разбираясь детально в особенностях строительства и использовании специфической терминологии, без достаточных оснований и не привлекая экспертов, признают выполненные работы подлежащими учету в стоимости основных средств. Дальнейшее решение таких споров происходит в суде.

Судебные инстанции в своей деятельности учитывают нормы и терминологии всех действующих нормативных документов. При этом следует учесть, что вся процедура требует значительного времени.

При ремонте изменяется порядок формирования жизненного цикла здания. Если при новом строительстве тщательно проводится предпроектная стадия, состоящая из маркетинговых исследований, подготовки технических условий и задания на проектирование, то при капремонте этот порядок нарушается. Необходимость проведения капремонта диктует сама жизнь. Требуется техническое обследование с выявлением дефектов. Решается вопрос о возможности дальнейшей эксплуатации. Составляется отчет по выполненной работе и при положительном заключении приступают к выполнению демонтажных и строительно-монтажных работ. Зачастую проектная документация разрабатывается уже в процессе ведения работ, что называется «по месту». Следует заметить, что документация по капитальному ремонту, как правило, экспертизу не проходит, поэтому решения должны быть по возможности типовыми и доступными для исполнителей.

При разработке инвестиционного проекта капитального ремонта в целях разграничения понятий «капремонт и реконструкция», существенно отличающихся по

налогообложению, необходимо производить детальную разработку всего комплекта документации, не ограничиваясь, как обычно, дефектной ведомостью и сметой.

В МДС 13-14.2000 в «Положении о проведении планово-предупредительного ремонта производственных зданий и сооружений» приводится комплексная система надежной эксплуатации зданий и сооружений, начиная от частных осмотров и заканчивая капитальным ремонтом. Приводится порядок ведения технической документации и полный ее перечень. Актуализация МДС 13-14.2000 выполнена в 2013 году, поэтому ее положения и рекомендации активно используют судебные органы.

Оценка технического состояния производственного здания

Приведем пример оценки определения технического состояния производственного здания теплоэнергоцентральной в г. Набережные Челны.

Объектом нашего исследования являются существующие строительные конструкции здания ТЭЦ. По функциональному назначению здание является производственным и на сегодняшний день это здание эксплуатируется. Теплоэлектроцентраль обслуживает Автозаводский и Центральный районы города, а также заводы КамАЗ. Первостепенной задачей его служит стабильная и непрерывная транспортировка тепловой энергии (рис.).



Рис. Вид обследуемого производственного здания Теплоэлектроцентрали в г. Набережные Челны (<http://chelny-week.ru/2013/11/ctanciya-nashej-zhizni/>)

Одной из задач данного исследования является определение настоящего технического состояния несущих и ограждающих строительных конструкций здания Теплоэлектроцентрали, выявление фактических показателей и количественной оценки, полноту выполняемых мероприятий с учётом преобразований, которые проводились со временем, а также организация налогового учета при строгом соблюдении всех действующих нормативов и законодательства Российской Федерации.

На основе итогов обследования несущих конструкций объекта, в том числе грунтового основания, а также при проведении поверочных расчётов выполняется оценка технического состояния. Вместе с тем конструкции классифицируются по степени нахождения их:

- в нормативном техническом состоянии (при этом количественные и качественные показатели соответствуют их проектным документам);
- в ограниченно рабочем состоянии (с дефектами, которые не приносят опасности, разрушения и проблемы в функционировании элементов и эксплуатации объектов);
- в аварийном состоянии (для таких зданий и конструкций характерны повреждение или деформация, которые приводят к разрушениям и потере должной устойчивости).
- в нормальном рабочем состоянии (это состояние здания, при котором часть характеристик не отвечают заявленным требованиям проекта или норм, но данные отклонения не сказываются на функциональности конструкций с учётом реальных дефектов).

Физический износ конструкций, элементов, систем или их участков оценивается путем сравнения признаков физического износа, полученных в результате визуального и инструментального обследования, с их значениями, полученными в табл. 1, приведенной в нормативном сборнике.

Таблица 1

Физический износ здания в %

Наименование элементов здания	Расчетный удельный вес элемента, Li 100 %	По результатам оценки Φ_k	Средневзвешенное значение физического износа
Фундаменты	18	20	3,6
Стены	29	25	7,25
Перекрытия, кровля, металлический каркас	25	45	11,25
Отделочные работы	11	20	2,2
Внутренние сантехнические и электротехнические работы	9	10	0,9
Прочие работы	8	20	1,6
	Итого 100 %		$\Phi_z=26,8\%$

Таким образом, физический износ здания составляет 27 %. Следовательно, здание соответствует всем предъявляемым требованиям.

В состав работ входит:

- Демонтаж существующего остекления от отм. +10.800 м до отм. +25.200 м;
- Демонтаж металлокаркаса (рам, ригелей) остекления от отм. +10.800 м до отм. +25.200 м;
- Временный демонтаж и последующий монтаж металлической лестницы по оси 37 (от отм. +0.000 до отм. +30.000 м);
- Монтаж новых ригелей и стоек металлокаркаса остекления от отм. +10.800 м до отм. +25.200 м;
- Усиление металлокаркаса остекления от отм. +10.800 м до отм. +25.200 м;
- Подготовка металлоконструкций перед покраской (огрунтовка м/к ГФ-021);
- Покрытие металлоконструкций каркаса огнезащитным составом NEOMIDPROFESSIONALMETAL 010 (до предела огнестойкости R45 (45 минут) (либо аналог);
- Монтаж оконных блоков;
- АКЗ металлической лестницы.

Ведомость дефектов и повреждений строительных конструкций, выявленных на 2019 год: замена витражей старого образца (остекление в одну нитку), на современные алюминиевые витражи с двух камерным остеклением с открывающимися створками для комфортного пребывания внутри корпуса.

При составлении дефектных ведомостей, которые являются основой для определения сметной стоимости, необходимо избегать терминов, имеющих двойное или тройное значение. Например, термин «перепланировка» не содержится в нормах п. 2 ст. 257 НК как элемент, определяющий наличие реконструкции или капремонта, но указан в письме Минфина от 05.02.2010 № 02-05-10/383 как понятие «проведения некапитальной перепланировки помещений», что однозначно свидетельствует о категории работ по капремонту. А использование терминов «модернизация, дооборудование, техническое перевооружение» вне зависимости от работ, которые они объясняют, приведет к налогообложению как «реконструкция».

Продемонстрируем данное утверждение на примере данного объекта.

В табл. 2 примерный состав работ можно классифицировать как работы по капитальному, текущему ремонту и реконструкции. Для однозначного отнесения работ к категории капремонта необходимо заменить формулировку следующим образом (табл. 3).

Таблица 2

Физический износ конструкций сооружения с проектной формулировкой

Наименование конструктивного элемента	Признаки износа	Примерный состав работ
Витражная система по периметру здания	Износ витражной системы старого типа, ржавчина, побитые стеклопакеты	- Демонтаж изношенной витражной системы; - Монтаж новой, современной с двухкамерным остеклением

Таблица 3

Физический износ конструкций сооружения с необходимой формулировкой

Наименование конструктивного элемента	Признаки износа	Примерный состав работ
Остекление здания	Износ витражной системы, ржавчина, разрушенные стеклопакеты	Замена металлических конструкций витражей и стеклопакетов в связи с их физическим износом и разрушением на более прочные долговечные и экономичные, поддерживающие их эксплуатационные показатели

Основание: письмо МФ РФ от 05.02.2010 № 02-05-10/383.

Заключение

Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в том, что при отсутствии единого подхода в нормативных рекомендациях, обеспечивается лишь приблизительный объем работ и график выполнения соответственно.

В результате исследования выявлено, что при подготовке производства к ремонтным работам заказчик совместно с проектной организацией должен разработать и обосновать расчетами наиболее целесообразные и рациональные варианты организации строительных работ, а при разработке инвестиционного проекта по капитальному ремонту необходимо готовить полный пакет документов. При составлении дефектных ведомостей, договоров подряда, сметной документации требуется использовать терминологию действующих нормативных документов, однозначно трактующих выполнение видов ремонтно-строительных работ (капитальный ремонт или реконструкция), не дожидаясь, когда это сделают судебные органы.

Список библиографических ссылок

1. Аридова С. В., Белых Т. В., Кобзев Е. В. Технико-экономическое обоснование реконструкции промышленных объектов на основании расчета показателей физического износа // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2016. № 8 (18). С. 37–42.
2. Бирюков А. Н., Добрышкин Е. О. Применение метода «термоса» при замене перекрытий на железобетонные в условиях реконструкции и капитального ремонта зданий зимой // Вестник школы ДФВУ. 2019. № 1.
3. Абрамян С. Г. Реконструкция и модернизация зданий, введенных в эксплуатацию во второй половине XX века: цели и задачи // Науковедение. 2016. Т. 8. № 1.
4. Ibragimov R A, Bogdanov R R The influence of a complex modifying agent on the hydration and structure formation of self-compacting concrete // ZKG International. 2017. № 70 (4). P. 44–49.
5. Малахов А. В., Косинов В. В. К определению технического состояния строительных конструкций на основе комплексной оценки строительного производства // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. № 6. С. 22–27.
6. Шафрай С. Д. Архитектурно конструктивные приемы реконструкции старых зданий г. Новосибирска // Вестник ТГАСУ. 2015. № 2. С. 33–43.

7. Mark C. Sanders, Charlotta E. Sanders: Chapter 6: Smorgasbord: An international overview of nation states // Nuclear Waste Management Strategies. 2020. P. 53–205.
8. Joana M., Ricardo G., Luís M., Samuel N. Combining embodied and operational energy in buildings refurbishment assessment // Energy and Buildings. 2019. № 197 (15). P. 34–46.
9. Donatello C., Amedeo F., Mauro De Luca P., Adriano M.: Estimating direct and indirect losses due to earthquake damage in residential RC buildings // Soil Dynamics and Earthquake Engineering. 2019. № 126. P. 105801.
10. Thomas Cz., Fernanda L. Automated digital modeling of existing buildings: A review of visual object recognition methods // Automation in Construction. 2020. № 113. P. 103131.
11. Alicia A., Jorge P., Rafael S., Rocío E. Acoustical retrofit of existing residential buildings: Requirements and recommendations for sound insulation between dwellings in Europe and other countries worldwide // Building and Environment. 2020. № 74. P. 106771.

Kokliugina Liudmila Alekseevna

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: the-lusy@mail.ru

Kokliugin Aleksei Viktorovich

senior lecturer

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Agrusev Ruslan Damirovich

engineer

E-mail: agrusevrus077@gmail.com

LLC «Maxwell»

The organization address: 420073, Russia, Kazan, A. Kutuy st., 130

Solution of organizational issues related to the implementation of construction works with worn of main production assets**Abstract**

Problem statement. The purpose of the study is to identify discrepancies in terms when performing construction work during the reconstruction or overhaul period. To propose methods for resolving contentious issues, avoiding unnecessary costs and appealing to arbitration courts.

Results. The main results of the study consist in comparing the terms of construction work during the period of reconstruction or overhaul in various regulatory documents and bringing them to a single result. An example of construction and installation work during the overhaul of an industrial building is considered and analyzed. It is noted that the proper approach will allow avoiding a possible conflict with the tax authorities and, as a result, going to the courts.

Conclusions. The significance of the results obtained for the construction industry lies in the elimination of conflicts in resolving organizational issues between the executors of construction and installation works with state authorities to improve the legislative framework.

Keywords: reconstruction, overhaul, current repair, defective statement, legislative base.

References

1. Aridova S. V., Belykh T. V., Kobzev E. V. Feasibility study of reconstruction of industrial facilities based on the calculation of physical wear indicators // Innovatsionnaya ekonomika: perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya. 2016. № 8 (18). P. 37–42.
2. Biryukov A. N., Dobryshkin E. O. Application of the «thermos» method when replacing floors with reinforced concrete in the conditions of reconstruction and capital repairs of buildings in winter // Vestnik shkoly DFVU. 2019. № 1.

3. Abramyan S. G. Reconstruction and modernization of buildings commissioned in the second half of the twentieth century: goals and objectives // *Naukovedenie*. 2016. Vol. 8. № 1.
4. Ibragimov R A, Bogdanov R R The influence of a complex modifying agent on the hydration and structure formation of self-compacting concrete // *ZKG International*. 2017. № 70 (4). P. 44–49.
5. Malakhov A. V., Kosinov V. V. To determine the technical condition of building structures based on a comprehensive assessment of construction production // *Vestnik BGTU im V. G. Shukhov*. 2019. № 6. P. 22–27.
6. Shafrai S. D. Architecturally constructive techniques for the reconstruction of old buildings in Novosibirsk // *Vestnik TGASU*. 2015. № 2. P. 33–43.
7. Mark C. Sanders, Charlotta E. Sanders: Chapter 6: Smorgasbord: An international overview of nation states // *Nuclear Waste Management Strategies*. 2020. P. 53–205.
8. Joana M., Ricardo G., Luís M., Samuel N. Combining embodied and operational energy in buildings refurbishment assessment // *Energy and Buildings*. 2019. № 197 (15). P. 34–46.
9. Donatello C., Amedeo F., Mauro De Luca P., Adriano M.: Estimating direct and indirect losses due to earthquake damage in residential RC buildings // *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*. 2019. № 126. P. 105801.
10. Thomas Cz., Fernanda L. Automated digital modeling of existing buildings: A review of visual object recognition methods // *Automation in Construction*. 2020. № 113. P. 103131.
11. Alicia A., Jorge P., Rafael S., Rocío E. Acoustical retrofit of existing residential buildings: Requirements and recommendations for sound insulation between dwellings in Europe and other countries worldwide // *Building and Environment*. 2020. № 74. P. 106771.

УДК 693.557

Коклюгина Людмила Алексеевна

кандидат технических наук, доцент

E-mail: the-lusy@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Хидиятуллин Ильфир Ильшатович

инженер

E-mail: ilfir.hidiyatullin@mail.ru

ООО ИЦ «ЭнергоРазвитие»

Адрес организации: 420126, Россия, Казань, пр-т. Хусаина Ямашева, д. 57А

Экспериментальное и имитационное исследование набора прочности бетона при бетонировании колонны в зимних условиях

Аннотация

Постановка задачи. Цель исследования – анализ набора прочности бетона путем экспериментальных исследований с выявлением участков с пониженной прочностью, рассмотрение возможности использования программного комплекса для моделирования процесса набора прочности бетона.

Результаты. Основные результаты исследования состоят в использовании современного программного комплекса для моделирования процесса прогрева бетона. В рамках работы выполнено моделирование задачи прогрева бетона монолитной колонны греющим проводом. Выполнено экспериментальное исследование набора прочности бетона колонн греющим проводом на строящемся здании в г. Казани, расположенным по адресу Республика Татарстан, г. Казань, ул. Алексея Козина.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в том, что анализ и проверка распространения тепла и набора прочности бетона могут быть выполнены с использованием современных программных комплексов.

Ключевые слова: зимнее бетонирование, греющий провод, ELCUT, моделирование прогрева, набор прочности, монолитные конструкции.

Введение

Набор прочности бетона в зимнее время, т.е. при температуре ниже 0° С, может быть обеспечен различными методами. Выбор метода производства работ по прогреву бетона зависит от множества факторов:

- температуры воздуха;
- конфигурации конструкции;
- геометрических размеров бетонного элемента, подлежащего прогреву.

Несмотря на то, что набор прочности бетоном происходит с выделением тепла (экзотермическая реакция), выделенного тепла практически не хватает для набора прочности бетоном при температуре окружающего воздуха ниже 5° С за время, установленное нормативами продолжительности производства работ. Исключение составляют особо массивные железобетонные монолитные конструкции гидротехнических сооружений, где, для исключения влияния экзотермии, приходится прокладывать в теле бетона специальные металлические трубы для принудительного охлаждения холодной водой в период набора прочности бетона.

При возведении гражданских и промышленных зданий в зимнее время стоит задача обеспечить набор прочности бетоном в нормативные сроки, которые позволяют выполнение других строительного-монтажных работ поточным методом.

Наиболее технологически простым, а поэтому наиболее распространенным, является прогрев бетона с помощью греющего провода с высоким электрическим сопротивлением. Использование греющего провода для прогрева монолитных конструкций широко применяется в настоящее время по нескольким причинам:

- простота в укладке и в подключении;

- возможность установки греющих проводов в конструкции различной геометрической конфигурации, в том числе как тонкостенные, так и крупнообъемные;
- простота в подключении и отключении коммутирующих проводов, что позволяет контролировать температуру уложенного бетона, а также процесс нагрева и остывания уложенного бетона в зависимости от выбранного режима термообработки бетона;
- возможность оперативно реагировать на изменение погодных условий.

Осуществление оперативного контроля над процессом набора прочности бетона возможно с использованием программного комплекса ELCUT совместно с надстройкой WinConcret. Это позволяет наглядно видеть изотермические поля внутри конструкции, по которым можно определить реальную температуру конструкции в конкретной точке и, соответственно, прочность бетона с учетом временных факторов. Таким образом, использование комплекса ELCUT позволяет определить характер распределения температурных полей в массиве бетона. На основании полученных данных можно построить реалистические графики набора прочности бетона с учетом многих факторов:

- времени прогрева;
- температуры;
- конфигурации конструкции;
- выделения тепловой энергии в результате экзотермической реакции;
- технологии производства работ (время укладки бетонной смеси, ее физические показатели, такие как температура, подвижность и т.д.; использование различных типов опалубки, технологические перерывы в прогреве, связанные с производством работ; проведение необходимых мероприятий, связанных с вопросами охраны труда, возможные отключения электроэнергии в результате непредвиденных ситуаций).

Экспериментальные исследования набора прочности бетона при бетонировании колонны в зимних условиях

Объект исследования:

4 колонны сечением 400×500 мм, высотой 3300 мм. Нагревательные элементы – провод нагревательный стальной в виниловой оболочке (ПНСВ). Минимальная прочность бетона для распалубливания конструкции – 70 % от проектного класса.

Экспериментальное исследование проводилось при строительстве Медицинского центра в городе Казани на ул. Алексея Козина.

Даты проведения исследования: 7-9.02.2020.

Физические данные и характеристики материалов:

- проектный класс бетона В40;
- температура окружающей среды – -11 °С;
- скорость ветра – 3 м/с;
- температура бетонной смеси перед укладкой – +7°С.

Шаг укладки греющих проводов по высоте 200 мм.

Методика исследования:

Измерение прочности бетона производилось после температурного выдерживания в течение 48 ч. Далее прочность бетона измерялась через каждые 2 часа. Прочность бетона определялась ударно-импульсным методом при помощи прибора ОНИКС 2.5 в соответствии с ГОСТ 22690-2015. В соответствии с ГОСТ 22690-2015 общее число измерений на участке равно 10 измерениям. Результаты измерений приведены в табл. 1 (рис. 1).

Далее в зоне примыкания колонны к ранее забетонированным конструкциям, прочность бетона была определена методом «отрыв со скалыванием», прибором ОНИКС-1.0С согласно ГОСТ 22690-2015. В соответствии с ГОСТ 22690-2015 общее число измерений на участке равно 1-ому испытанию, так как глубина заделки анкера не превышает 40 мм. Результаты измерений приведены в табл. 2.

Фактическая прочность бетона определена по схеме Г согласно ГОСТ 18105-2010:

$$B_{\phi} = 0,8 \cdot R_m, \quad (1)$$

где B_{ϕ} – фактическая прочность бетона, МПа;

R_m – фактическая средняя прочность бетона отдельного участка, МПа.

$$R_m = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}, \quad (2)$$

где R_i – единичное значение прочности бетона, МПа;
 n – общее число единичных значений прочности бетона.

При измерении прочности колонны по высоте делились на одинаковые участки высотой 330 мм и шириной 500 мм. Нумерация блоков начинается с низа колонны.



Рис. 1. Фотография распалубленных конструкций после 72 ч. температурной обработки (иллюстрация авторов)

Результаты исследования:

Таблица 1

Прочность бетона, определенная ударно-импульсным методом (в % от проектного класса)

№ колонн	№ блоков	Прочность бетона, % R_m						
		Время температурной обработки, ч						
		48	52	56	60	64	68	72
1	1	48,3	48,5	48,5	49,3	49,3	49,8	50,0
	2	62,9	63,5	63,5	63,9	64,3	64,9	64,9
	4	70,5	71,0	71,4	71,6	72,4	72,8	72,9
	6	71,2	71,3	71,6	71,7	73,1	73,1	73,4
	8	70,3	70,6	70,8	71,2	72,0	73,5	74,1
	10	62,9	63,1	63,2	63,7	64,1	64,1	64,4
2	1	47,2	47,5	47,5	47,7	47,9	48,8	49,3
	2	59,6	61,2	61,3	61,5	61,8	62,1	63,9
	4	71,2	71,5	71,6	71,7	71,8	72,8	73,0
	6	68,0	68,2	68,8	69,6	69,7	70,1	70,2
	8	67,2	67,5	67,7	68,2	69,5	70,5	70,5
	10	57,9	58,5	59,1	59,7	59,7	59,7	59,9
3	1	40,2	41,6	43,0	43,9	44,3	44,9	45,2
	2	58,3	59,6	60,1	61,0	61,5	63,8	63,8
	4	65,3	68,1	69,9	70,2	70,4	70,6	71,3
	6	71,5	71,5	72,4	72,9	73,0	73,4	74,8
	8	68,1	70,1	70,3	70,7	71,4	72,7	72,9
	10	58,2	58,6	58,7	61,3	61,6	62,2	62,5
4	1	46,8	46,9	47,3	47,3	47,7	48,1	50,9
	2	61,3	61,9	62,4	62,5	62,7	63,0	63,1
	4	65,3	66,5	66,8	67,2	70,1	70,1	71,4
	6	67,3	71,1	71,6	71,9	73,4	73,5	74,0
	8	69,1	69,5	69,6	70,2	70,2	70,6	71,7
	10	62,8	63,1	63,3	63,3	63,8	64,0	64,9

Таблица 2

Прочность бетона, определенная методом «отрыв со скалыванием»

№ колонн	№ блоков	Прочность бетона	
		в МПа	в % от проектного класса
1	1	30,9	61,7
2	1	27,7	55,4
3	1	24,8	49,5
4	1	28,4	56,8

Результаты исследования показали, что прогрев колонн осуществляется неравномерно, скорость набора прочности конструкции после отключения прогрева очень низкая. В зоне примыкания колонны к ранее забетонированным конструкциям прочность в среднем ниже на 20-30 %. На этом участке шаг расположения греющих проводов не обеспечивает требуемую согласно проекту распалубочную прочность (70 % от проектного класса В40).

Имитационное моделирование тепловых полей в теле бетона при прогреве нагревательными проводами

Программный комплекс ELCUT является инструментом для двухмерного моделирования методом конечных элементов. ELCUT, в совокупности с надстройкой WinConcret, дает возможность расчета температурных полей и построение графиков набора прочности.

Решением поставленных задач являются диаграммы с изображением распределения температурных полей на разных промежутках прогрева. Программный комплекс строит графики изменения температуры по участкам конструкции. Количество участков задается пользователем шагом дискретизации модели по оси X и Y. Задача решается с выбранным временным интервалом.

Для решения задачи в программном комплексе была создана расчетная модель с соблюдением геометрических размеров.

В модели применены физические и термодинамические характеристики материалов, указанные в табл. 3.

Таблица 3

Физические и термодинамические параметры материалов

№ п.п.	Материал	Теплопроводность, $\lambda, \frac{\text{Вт}}{\text{К}\cdot\text{м}}$	Начальная теплоемкость, С, $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$	Плотность, $\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
1	Бетонная смесь	2,07	1050	2500
2	Деревометаллическая опалубка	0,17	1700	600
3	Утеплитель экструдированный пенополистирол	0,032	1320	40

В модели применены термодинамические характеристики материалов и их физические параметры.

Исходные данные:

Класс бетона по прочности – В40.

Температура бетонной смеси – +7°C.

Температура наружного воздуха – -11°C.

Скорость ветра – 3 м/с.

Греющие провода:

- Начальная мощность тепловыделения, $P_{нач.} = 35 \text{ Вт/ п.м};$

- Температурный коэффициент сопротивления, $\text{ТКС} = 0,0046 \text{ 1/град.}$

Сечение конструкции было автоматически разбито на сетки конечных элементов с шагом 100 мм.

В данной задаче рассмотрена половина сечения колонны, так как студенческая версия программы не позволяет использовать количество узлов сетки больше 255.

Греющие провода в имитационной модели задаются вершинами, в виде источников тепла. Расчет модели проходит в два этапа:

1. Предварительный расчет непосредственно в программе ELCUT;
2. Уточненное решение с учетом собственного тепловыделения бетонной смеси и изменением сопротивления греющих проводов в зависимости от температуры.

Время изотермического выдерживания бетона – 72 часа, прогрев в течении 48 часов и последующее выдерживание в течении 24 часов.

На рис. 2 мы видим, что основные потери тепла происходят на участке сопряжения колонны с ранее забетонированными конструкциями (плитой перекрытия).

На картине поля конструкции (рис. 2), по зонам повышенной температуры можно определить температуру греющих элементов.

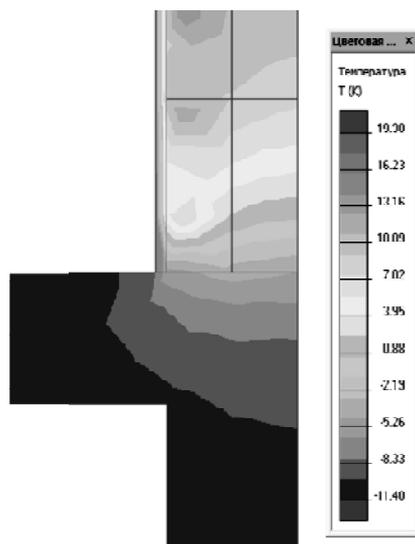


Рис. 2. Картина поля конструкции через 2 часа прогрева обработки (иллюстрация авторов)

В настройке WinConcret рассматриваемая конструкция автоматически была поделена на блоки с заданным шагом дискретизации модели. Блок № 21 – это усредненная характеристика всех блоков.

Данные расчета выдаются программой в виде графиков и таблиц. Графики набора прочности и температуры представлены на рис. 3-4. В табл. 4-5 показаны численные значения температуры, и прочности бетона на различных участках в разные моменты времени.



Рис. 3. График температуры бетона в разных блоках обработки (иллюстрация авторов)



Рис. 4. График набора прочности бетона обработки (иллюстрация авторов)

Таблица 4

Температура бетона в блоках

№ блока	Температура бетона, °С																		
	Время обработки, ч																		
	Прогрев													Выдерживание					
	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72
1	2,9	6,5	10	13	15,6	17,5	18,5	18,6	18	16,9	15,7	14,5	13,5	4,2	-0,6	-3,8	-5,9	-7,4	-8,4
3	7	12,1	17,7	23,3	28,3	32	33,7	33,3	31,2	28,3	25,3	22,4	20,1	10,5	4	-0,7	-4	-6,2	-7,7
7	7	15,6	23,5	31,1	37,5	41,7	42,9	41,6	38,6	35	31,5	28,5	26	13,6	5,9	0,5	-3,2	-5,7	-7,4
11	7	15,9	24,1	32	38,9	43,4	44,7	43,2	39,9	36	32,4	29,2	26,7	14	6,2	0,7	-3	-5,6	-7,3
15	7	15,8	23,8	31,4	37,9	42	43,2	41,7	38,6	35	31,6	28,6	26,2	13,7	5,9	0,5	-3,3	-5,8	-7,5
19	6,6	13,7	19,8	25,2	29,6	32,5	33,5	32,9	31,1	28,7	26,3	24,2	22,4	10,5	3,4	-1,3	-4,5	-6,5	-7,9
21	6,4	14,2	21,9	29,3	35,6	39,8	41,1	40	37,2	33,7	30,3	27,3	24,9	14	6,2	0,7	-3	-5,6	-7,3

Таблица 5

Прочность бетона в блоках

№ блока	Прочность бетона в процентном соотношении, % R_m																		
	Время обработки, ч																		
	Прогрев													Прогрев					
	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72
1	0	2,6	5,8	9,8	14,2	18,8	23,4	27,6	31,4	34,7	37,5	39,9	42	43,4	44,1	44,5	44,9	45,2	45,4
3	0	3,8	9	15,4	22,8	30,4	37,5	43,6	48,4	52,2	55,1	57,3	59,1	60,3	60,9	61,3	61,5	61,7	61,9
7	0	4,4	11,1	19,7	29,4	38,7	46,7	53	57,8	61,3	64	66,1	67,8	68,8	69,3	69,6	69,8	69,9	70
11	0	4,4	11,3	20,2	30,1	39,8	48	54,4	59,1	62,7	65,3	67,3	69	70	70,5	70,8	70,9	71	71,1
15	0	4,4	11,2	20	29,7	39	47	53,3	58	61,6	64,2	66,3	68	69	69,5	69,8	70	70,1	70,2
19	0	4	9,8	16,8	24,5	32,1	39	44,7	49,4	53	55,9	58,2	60,2	61,4	62	62,3	62,5	62,7	62,8
21	0	4	10,3	18,4	27,6	36,7	44,7	51	55,9	59,5	62,3	64,4	66,1	67,2	67,8	68,1	68,3	68,4	68,6

График набора прочности бетона представлен на рис. 4. Программный комплекс выдает результаты в процентном соотношении от требуемой прочности.

Требуемая прочность бетона определена согласно ГОСТ 18105-2010:

$$R_T = K_T \cdot B_{норм} \tag{3}$$

где K_T – коэффициент требуемой прочности;

Проанализировав данные графики, следует отметить неравномерность прогрева. Итоговая прочность блока № 1 (участок сопряжения колонны с ранее забетонированными конструкциями) ниже прочности остальных блоков на 15-25 %. Следовательно, из графика на рис. 3 видим, что температура прогрева этого блока ниже на 10-20 °С.

В результате экспериментального исследования было установлено, что выбранный метод бетонирования является неэффективным, так как не обеспечивает распалубочную прочность, требуемую проектом, в некоторых участках конструкции. Следовательно, рекомендуется увеличить время прогрева бетона или использовать меньший шаг греющих проводов в зоне пониженной прочности бетона.

Бетон на участке сопряжения колонны и ранее забетонированных конструкций имеет прочность ниже, чем на остальных участках на 20-30 %. Это показано на результатах экспериментального исследования прочности бетона проведенных ударно-импульсным методом и методом «отрыва со скалыванием».

Температура прогрева бетона на этом участке соответственно тоже ниже, чем на остальных, так как ранее забетонированные конструкции имеют низкую температуру, соответствующую температуре наружного воздуха. Все это ведет к температурным расширениям и усадкам и, следовательно, увеличивает риск трещинообразования.

Заключение

Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в том, что, несмотря на отсутствие единого подхода в нормативах и методических рекомендациях, которые обеспечивают лишь приблизительный подбор шага укладки и мощности прогрева, использование программного комплекса ELCUT и надстройки WinConcrete позволяет быстро и легко оценить характер распространения температуры в теле конструкции, а также позволяет оперативно получить необходимые данные в доступной форме и, тем самым, дает возможность корректировки параметров прогрева в зависимости от изменения различных факторов.

Список библиографических ссылок

1. Пименов С. И., Ибрагимов Р. А. Влияние продолжительности выдерживания бетонной смеси на физико-технические свойства тяжелого бетона // Сибстрин. 2019. № 11. С. 58–68.
2. Рязанова Г. Н., Попова Д. М. Анализ существующих методов возведения конструкций из монолитного бетона и железобетона в зимних условиях // Градостроительство и архитектура. 2018. № 1. С. 16–23.
3. Тезисы докладов : сб. статей «Инновационные процессы в науке и образовании» Международной научно-практической конференции, Пенза, 2019. 220 с.
4. Пикус Г. А., Мозгалёв К. М. Контроль параметров бетона, выдерживаемого в зимних условиях. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. 2015. № 1. С. 6–9.
5. Овчинников А. А., Вальт А. Б. Анализ факторов, влияющих на электро-термообработку монолитного железобетона с использованием греющих проводов // Известия Калининградского государственного технического университета. 2009. № 15. С. 120–122.
6. Дудин М. О., Ватин Н. И., Барабанщиков Ю. Г. Моделирование набора прочности бетона в программе ELCUT при прогреве монолитных конструкций проводом // Инженерно-строительный журнал. 2015. № 2. С. 33–45.
7. Peter Paulik. The Effect of Curing Conditions (In Situ vs. Laboratory) on Compressive Strength Development of High Strength Concrete // Procedia Engineering. 2013. № 65. P. 113–119.
8. Zhu Bofang. Temperature Control of Concrete Dam in Cold Region // Thermal Stresses and Temperature Control of Mass Concrete. 2014. P. 431–438.
9. Ramazan Demirboğa, Fatma Karagöl, Rıza Polat, Mehmet Akif Kaygusuz. The effects of urea on strength gaining of fresh concrete under the cold weather // Construction and Building Materials. 2014. № 64. P. 114–120.
10. Ayman Y. Nassif, Michael F. Petrou. Influence of cold weather during casting and curing on the stiffness and strength of concrete // Construction and Building Materials. 2013. № 44. P.161–167.

Koklyugina Lyudmila Alekseyevna

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: the-lusy@mail.ru**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

Khidiyatullin Ilfir Ilshatovich

engineer

E-mail: ilfir.hidiyatullin@mail.ru**LLC IC «EnergoRazvitie»**

The organization address: 420126, Russia, Kazan, Khusain Yamashev ave., 57A

Experimental and simulation study of concrete strengthening during column concreting in winter conditions**Abstract**

Problem statement. The purpose of the study is to analyze the concrete strengthening by experimental studies to identify areas with reduced strength. Consider using a software package to simulate the process of concrete strength gain.

Results. The main results of the study consist of using modern software for modeling the process of heating concrete. As part of the work, the simulation of heating concrete task of a monolithic column with a heating wire was performed. An experimental study of the strength of concrete columns with a heating wire was carried out on a building under construction in the city of Kazan, located at the Republic of Tatarstan, Kazan, st. Alexei Kozin.

Conclusions. As a result, the results were obtained using modern software systems.

Keywords: winter concreting, heating wire, ELCUT, heating simulation, strength gain, monolithic constructions.

References

1. Pimenov S. I., Ibragimov R. A. The effect of the duration of aging of the concrete mixture on the physical-technical properties of heavy concrete // *Sibstrin*. 2019. № 11. 2019. P. 58–68.
2. Ryazanova G. N., Popova D. M. Analysis of existing methods for the erection of structures from monolithic concrete and reinforced concrete in winter conditions // *Urban Planning and Architecture*. 2018. № 1. P. 16–23.
3. Theses of reports : col. of articles «Innovative processes in science and education» International scientific-practical conference, Penza, 2019. 220 p.
4. Pikus G. A., Mozgalyov K. M. Monitoring concrete parameters, maintained in winter conditions // *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta*. 2015. № 1. P. 6–9.
5. Ovchinnikov A. A., Walt A. B. Analysis of factors affecting the electrical heat treatment of monolithic reinforced concrete using heating wires // *Izvestiya Kaliningradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2009. № 15. P. 120–122.
6. Dudin M. O., Vatin N. I., Drummers Y. G. Modeling of concrete strength gain in the ELCUT program during heating of monolithic structures with wire // *Magazine of civil engineering*. 2015. № 2. P. 33–45.
7. Peter Paulik. The Effect of Curing Conditions (In Situ vs. Laboratory) on Compressive Strength Development of High Strength Concrete // *Procedia Engineering*. 2013. № 65. P. 113–119.
8. Zhu Bofang. Temperature Control of Concrete Dam in Cold Region // *Thermal Stresses and Temperature Control of Mass Concrete*. 2014. P. 431–438.
9. Ramazan Demirboğa, Fatma Karagöl, Rıza Polat, Mehmet Akif Kaygusuz. The effects of urea on strength gaining of fresh concrete under the cold weather // *Construction and Building Materials*. 2014. № 64. P. 114–120.
10. Ayman Y. Nassif, Michael F. Petrou. Influence of cold weather during casting and curing on the stiffness and strength of concrete // *Construction and Building Materials*. 2013. № 44. P. 161–167.

УДК 678.643.425.033:620.193.8

Мусин Булат Салаватович

инженер-проектировщик

E-mail: bulatmusin2708@gmail.com

ПИ «Союзхимпромпроект» КНИТУ

Адрес организации: 420033, Россия, г. Казань, ул. Димитрова, д. 11

Ибрагимов Руслан Абдирашитович

кандидат технических наук, доцент

E-mail: rusmag007@yandex.ru

Богданов Руслан Равильевич

кандидат технических наук, ассистент

E-mail: bogdanov.r.r@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Нормирование технологических операций в малоэтажном строительстве на примере жилого комплекса «Маленький Токио»

Аннотация

Постановка задачи. Цель исследования – определение трудоемкости различных видов работ малоэтажного строительства по технологии компании «ИИДА САНГЁ».

Результаты. В работе были проведены исследования устройства каркасных домов по японской технологии JWT (Japan Wood Technology) с фиксацией хронометража всех видов работ нулевого цикла, возведения каркаса, а также фасадных и кровельных работ. В данной статье в качестве объекта исследования было выбрано 3 различных проекта домов, построенных по японской технологии: 3LDK150, 3LDK138, 3LDK118.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в том, что экспериментальными исследованиями, в том числе и методом хронометража, определены временные параметры технологических операций и основных процессов монтажа элементов каркасного дома, нормы времени на каждый процесс, состав звена на каждый исследуемый вид работ. Кроме того выявлено, что трудозатраты на возведение индивидуального дома по изучаемой японской технологии примерно в 2 раза ниже, чем по канадской каркасной технологии и технологии из легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК), но на 45 % выше, чем из структурных изолированных панелей (СИП-панелей).

Ключевые слова: каркасный дом, хронометраж, нормы времени.

Введение

В соответствии с федеральной целевой программой «Жилище» дан старт росту объемов жилищного строительства и формированию рынка доступного жилья.

В настоящее время Министерство строительства Российской Федерации разработало проект постановления Правительства Российской Федерации «О государственной программе «Развитие индивидуального жилищного строительства в Российской Федерации». В соответствии с этим проектом, разрабатываемая государственная программа направлена на повышение доступности и качества жилья в основном за счет развития индивидуального жилищного строительства.

При этом если в 2020 г. планируется ввести 33,1 млн. м² индивидуального жилищного строительства, то уже в 2024 году – 40,0 млн. м².

В соответствии с этим объемом бюджетных ассигнований на реализацию программы из средств федерального бюджета в 2020 году составит 18 600 000 тыс. руб., а уже в 2023 году – 53 900 000 тыс. руб.

Очевидно, развитие индивидуального жилищного строительства – стратегическая задача Правительства РФ, и развитие новых конструктивных решений малоэтажного строительства, новых строительных технологий, повышение качества строительства, снижение материалоемкости – актуальная задача строительной отрасли.

В настоящий период времени существует множество технологий строительства малоэтажных зданий, и только некоторые из них начинают вытеснять традиционные методы строительства. Данной технологией является деревянное каркасное домостроение [1-3].

Первые проекты каркасных домов в нашей стране были реализованы в 60-х годах прошлого века. Легкие каркасно-щитовые постройки возводились преимущественно в промышленных зонах и на дачных участках для временного и сезонного проживания. В силу сложившегося за века менталитета каркасные дома не получили широкого распространения в нашей стране. Данная причина, возможно, может быть обусловлена тем, что каркасные дома не совсем годны для долгой эксплуатации в северных широтах России [4-6].

Начиная с 2000-х годов, активно развивается малоэтажное строительство по канадской и финской технологиям [7].

Преимуществом данной технологии является скорость монтажа и возведения домов, при этом не малую роль сыграло и появление на рынке современных качественных, доступных стройматериалов отечественного производства.

Основной проблемой при малоэтажном индивидуальном строительстве по современным технологиям, например, из деревянного каркаса, является то, что отсутствует нормативная база, отвечающая за организационно-технологические решения. Поэтому задача разработки состава звена, нормы времени по строительству объекта из деревянного каркаса является актуальной [8-10].

Нормы времени – это количество времени, необходимое для создания единицы доброкачественной строительной продукции. Нормы времени – важный макроэлемент такого процесса, как планирование строительного производства. Грамотный и рациональный подход к строительству возможен лишь при опытной организации трудового процесса, основываясь на одном ключевом звене – нормировании [2, 3].

Под процессом нормирования понимается процедура формирования норм времени на выполнение технологического процесса (единицы работы).

Объекты и методы исследований

Для исследований применяли объекты малоэтажного строения по японской технологии домостроения в жилом комплексе «Маленький Токио».

Решение задач исследования затрат труда рабочих, используемых в разных видах работ, производилось методом хронометража.

Хронометраж представляет собой метод исследования, при помощи которого изучают оперативное время циклических элементов рабочего процесса, необходимое для получения единицы продукции [2].

При проведении хронометражных исследований показатели времени измеряли при помощи секундомера с точностью до 1 с. Проводя наблюдения, в таблицы для каждого объекта строительства записывались наименования строительного-монтажного процесса и продолжительность наблюдений. После этого выявились объемы работ, фактические трудозатраты и вычисляли нормы времени работ.

Расчетно-исследовательский метод

В работе в качестве объекта исследования было выбрано 3 разных проекта домов, построенных по японской технологии: 3LDK150, 3LDK138, 3LDK118. Цифры 150, 138, 118 указывают на полезную площадь домов. Данные дома уже построены и находятся в жилом комплексе «Маленький Токио».

Метод хронометража был применен на 3 укрупненных вида работ:

1. Работы нулевого цикла (табл. 1);
2. Монтажные работы при устройстве каркаса (табл. 2);
3. Фасадные и кровельные работы (табл. 3).

При нормировании работ нулевого цикла хронометражу подвергалось 10 различных видов технологических операций:

- 1) разработка котлована под фундамент одноковшовым экскаватором, оборудованным обратной лопатой;
- 2) устройство песчаной подготовки под фундамент крупнозернистым песком;
- 3) установка щитов опалубки в проектное положение;

- 4) изготовление и монтаж арматурного каркаса ($\varnothing 12$ А400 и $\varnothing 8$ А240) и расстановка анкерных болтов;
- 5) укладка бетонной смеси класса В20 в опалубку;
- 6) демонтаж опалубки;
- 7) боковая гидроизоляция мастикой;
- 8) утепление цоколя листами экструдированного пенополистирола (ЭППС);
- 9) утепление отмостки фундамента;
- 10) засыпка пазух ленточного фундамента песком.

Таблица 1

Нормирование работ нулевого цикла

№ технологического процесса и операции	Продолжительность операций, ч Объемы работ			Состав звена		Среднее значение нормы времени
	3LDK150	3LDK138	3LDK118	Профессия	Кол-во рабочих	
1	4,06	2,97	4,03	Машинист	1	0,037
	110 м ³	86 м ³	100 м ³			
2	2,18	1,98	1,80	Землекоп	2	0,112
	39 м ³	37 м ³	31 м ³			
3	26,30	22,34	23,11	Плотник	3	0,539
	154,67 м ²	132,58 м ²	115,08 м ²			
4	11,78	10,55	9,70	Арматурщик	3	0,028
	1275 кг	1144 кг	1051 кг			
5	2,48	2,70	2,38	Бетонщик	3	0,291
	29,5 м ³	25,6 м ³	23,4 м ³			
6	1,56	1,36	1,35	Плотник	2	0,021
	154,67 м ²	132,58 м ²	115,08 м ²			
7	5,21	5,04	5,56	Изолировщик	2	0,225
	49,54 м ²	46,82 м ²	44,56 м ²			
8	4,26	4,53	3,78	Изолировщик	2	0,203
	43,92 м ²	41,25 м ²	38,99 м ²			
9	5,36	4,88	4,50	Изолировщик	2	0,185
	55,44 м ²	52,67 м ²	50,84 м ²			
10	2,98	2,67	2,41	Машинист	1	0,039
	75 м ³	64 м ³	66 м ³	Землекоп	2	0,079
Общая продолжительность	66,17 ч	59,02 ч	58,62 ч			

Из табл. 1 видно, что для каждого проекта выявлена общая продолжительность работ нулевого цикла, а также нормы времени на каждый технологический процесс.

Значительную часть работ во всех проектах занял процесс установки опалубки.

При этом для дома 3LDK150 общая продолжительность возведения нулевого цикла составила 66,17 ч, устройство опалубки – 40 % времени. Для дома 3LDK138 процесс устройства опалубки занял 38 % времени, а для дома 3LDK118 – 39,4 %.

Высокая доля от всех процессов работ на установку опалубки объясняется нетипичной планировкой домов, большим количеством узлов, отсутствием готовых решений из опалубочных систем.

Для сокращения времени на возведение нулевого цикла в первую очередь необходимо разрабатывать типовую опалубочную систему, которая бы позволила значительно повысить эффективность опалубочных работ.

На втором этапе были исследованы монтажные работы при устройстве каркаса.

Каркас домов выполнен по японской технологии JWT (Japan Wood Technology). Данная технология предусматривает монтаж готового домокомплекта на готовый фундамент здания.

При нормировании работ по устройству каркаса дома хронометражу подвергался 21 различных вид технологических операций.

Нестандартным для данного типа исследований являлось отсутствие данных норм времени по операциям и состава звена в существующих сборниках ЕНИР. В связи с чем непосредственно на месте принимались решения по формированию бригад и состава звеньев. Все технологические операции нормированы непосредственно путем наблюдений.

Таблица 2

Нормирование монтажных работ при устройстве каркаса

№	Наименование операций и процессов	Продолжительность операций, ч Объемы работ			Состав звена		Среднее значение нормы времени
		3LDK150	3LDK138	3LDK118	Профессия	Кол-во рабочих	
1	Монтаж нижней обвязки каркаса 1-го этажа	7,82	7,43	6,88	Плотник	4	22,297
		1,379 м ³	1,321 м ³	1,268 м ³			
2	Монтаж стоек каркаса 1-го этажа	6,11	5,82	5,38	Плотник	4	8,376
		2,942 м ³	2,624 м ³	2,706 м ³			
3	Монтаж верхней обвязки каркаса 1-го этажа	11,44	11,07	10,07	Плотник	2	10,390
		5,101 м ³	4,886 м ³	4,692 м ³			
4	Монтаж перегородок 1-го этажа	9,4	9,23	8,27	Плотник	4	0,143
		1,829 м ³	1,669 м ³	1,683 м ³			
5	Установка панелей перекрытия 1-го этажа	2,51	2,38	2,21	Плотник	4	0,108
		69,12 м ²	65,66 м ²	63,59 м ²			
6	Монтаж стеновых панелей 1-го этажа	3,16	3,05	2,78	Плотник	4	12,056
		116,51 м ²	109,68 м ²	107,18 м ²			
7	Монтаж стоек каркаса 2-го этажа	6,73	6,39	5,92	Плотник	2	11,277
		2,237 м ³	2,025 м ³	2,058 м ³			
8	Монтаж верхней обвязки каркаса 2-го этажа	8,07	7,72	7,10	Плотник	4	0,148
		3,907 м ³	3,711 м ³	3,594 м ³			
9	Монтаж перегородок 2-го этажа	8,36	8,24	7,36	Плотник	4	0,104
		1,508 м ³	1,358 м ³	1,387 м ³			
10	Установка панелей перекрытия 2-го этажа	2,34	2,19	2,06	Плотник	3	5,447
		61,91 м ²	58,81 м ²	56,96 м ²			
11	Монтаж стеновых панелей 2-го этажа	3,27	3,16	2,88	Плотник	2	1,631
		124,39 м ²	118,17 м ²	114,44 м ²			
12	Монтаж стоек каркаса чердака	3,13	3,02	2,75	Плотник	2	0,045
		0,741 м ³	0,693 м ³	0,682 м ³			
13	Монтаж ригелей каркаса чердака	2,82	2,73	2,48	Плотник	2	0,080
		1,425 м ³	1,354 м ³	1,311 м ³			
14	Монтаж стропил	4,56	4,33	4,01	Плотник	2	0,081
		2,475 м ³	2,351 м ³	2,277 м ³			
15	Монтаж панелей на крышу	3,12	2,96	2,75	Плотник	2	1,344
		113,67 м ²	107,98 м ²	104,56 м ²			
16	Теплоизоляция внешних и внутренних стен	42,87	40,54	37,73	Изолировщик	2	0,038
		51,71 м ³	49,12 м ³	47,67 м ³			
17	Пароизоляция внешних стен	4,76	4,49	4,19	Изолировщик	2	0,135
		208,32 м ²	197,89 м ²	191,55 м ²			
18	Установка ГКЛ на внешние и внутренние стены	17,59	16,52	15,48	Плотник	2	0,080
		430,92 м ²	409,37 м ²	396,44 м ²			
19	Теплоизоляция межэтажного и чердачного перекрытия	10,99	10,33	9,67	Изолировщик	2	1,344
		15,72 м ³	14,93 м ³	15,46 м ³			
20	Пароизоляция перекрытий	2,44	2,29	2,15	Изолировщик	2	0,038
		131,03 м ²	128,16 м ²	102,24 м ²			
21	Установка ГКЛ на перекрытия	8,62	8,09	7,59	Плотник	2	0,135
		131,03 м ²	128,16 м ²	102,24 м ²			
Всего		170,11	161,98	149,7			

По данным табл. 2 видно, что для каждого проекта и планировки построенного дома была выявлена общая продолжительность работ при устройстве каркаса, а также нормы времени на каждую работу и состав звена.

Значительную часть работ занимает теплоизоляция внешних и внутренних стен, а более высокий показатель нормы времени имеет монтаж нижней обвязки на фундамент.

Так, теплоизоляция внешних и внутренних стен для проекта дома 3LDK150 составляет 42,87 ч, что от всего количества времени на устройство каркаса составляет 25 %. Для домов проекта 3LDK138, 3LDK118 данный показатель составляет также 25 %.

Для наиболее эффективного распределения рабочих при устройстве каркаса количество их одновременного нахождения на данном участке не должно превышать более 8 человек.

Таблица 3

Нормирование фасадных и кровельных работ

№	Наименование операций и процессов	Продолжительность операций, ч Объемы работ			Состав звена		Среднее значение нормы времени
		3LDK150	3LDK138	3LDK118	Профессия	Кол-во рабочих	
Устройство фасада из фиброцементных панелей							
1	Установка деревянной обрешетки и контр обрешетки	4,19	3,98	3,67	Плотник	2	19,228
		0,432 м ³	0,415 м ³	0,384 м ³			
2	Устройство теплоизоляции	8,34	7,91	7,63	Изолировщик	2	1,393
		12,04 м ³	11,56 м ³	10,72 м ³			
3	Устройство гидро-ветрозащитной мембраны	5,32	5,16	5,01	Изолировщик	2	0,045
		240,9 м ²	231,26 м ²	214,4 м ²			
4	Установка фиброцементных панелей	13,68	12,45	12,87	Облицовщик	2	0,108
		252,94 м ²	242,82 м ²	225,12 м ²			
Всего		31,53	29,50	29,18			
Устройство кровли из гибкой черепицы							
5	Гидроизоляция кровли	4,82	4,58	4,35	Кровельщик	2	0,084
		113,67 м ²	107,98 м ²	104,56 м ²			
6	Монтаж гибкой черепицы	6,57	6,24	5,92	Кровельщик	2	0,115
		113,67 м ²	107,98 м ²	104,56 м ²			
Всего		11,39	10,82	10,27			

Из табл. 3 видно, что для каждого проекта и планировки дома была выявлена общая продолжительность фасадных и кровельных работ, нормы времени на каждый процесс, а также определен состав звена по технологическим операциям.

Значительную часть работ занимает установка фиброцементных панелей, производимых в Японии, а более высокий показатель нормы времени имеет установка деревянной обрешетки.

Таким образом, для наиболее эффективного распределения рабочих при устройстве фасада из фиброцементных панелей и устройстве кровли из гибкой черепицы, необходимое количество их одновременного нахождения на данном участке не должно быть более 4 человек.

Произведен анализ трудозатрат по сборке каркаса по японской технологии в сравнении с другими современными каркасными технологиями [11]. Например, для проекта дома 3LDK150 трудозатраты на возведения стен и перекрытия с изоляцией и с подшивкой составляют (чел-час за 1 м² стены и 1 м² перекрытия) – 1,45, а стоимость материалов (руб. за 1 м² стены и 1 м² перекрытия) – 1920 руб. На рис. представлены сравнительные данные трудозатрат на возведение домов по каркасной технологии и стоимость материалов.

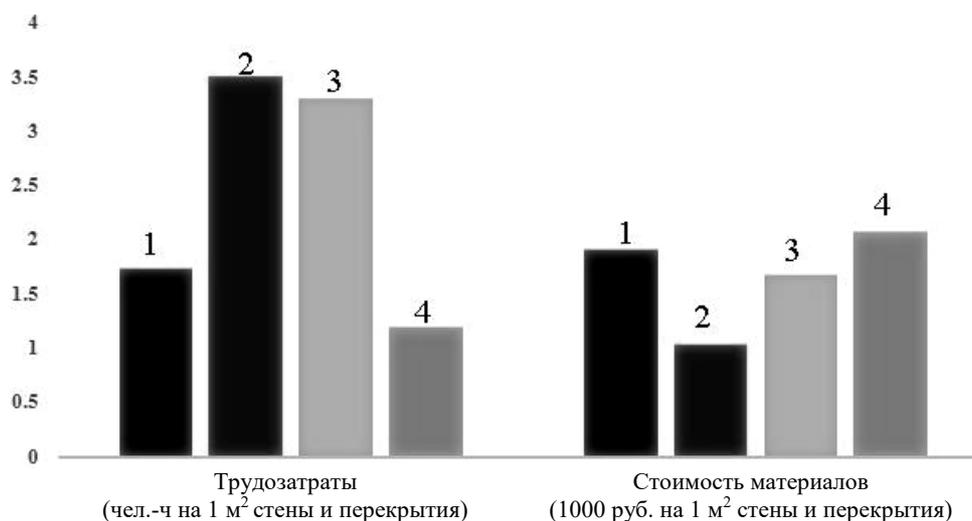


Рис. Диаграмма сравнений трудозатрат на возведение и стоимости материалов домов по каркасной технологии (иллюстрация авторов):
 1 – по японской технологии; 2 – по канадской технологии; 3 – по технологии из ЛСТК;
 4 – по технологии СИП-панелей

На рис. видно, что трудозатраты на возведение индивидуального дома по изучаемой японской технологии примерно в 2 раза ниже, чем по канадской каркасной технологии и технологии из ЛСТК, но на 45 % выше, чем из СИП-панелей. Это объясняется тем, что весь комплект каркаса дома по японской технологии изготавливается на заводе и собирается на участке по готовым рабочим чертежам.

Заключение

1. В работе проведено экспериментальное исследование продолжительности работ нулевого цикла, возведения каркаса, а также фасадных и кровельных работ при строительстве деревянных каркасных домов по японской технологии методом хронометража.

2. На основании анализа полученных результатов, полученные данные позволяют определить продолжительность строительно-монтажных работ по японской технологии деревянного домостроения, что позволит более оперативно принимать решения о количественно и качественном составе бригад на строительной площадке.

Список библиографических ссылок

1. Пономаренко В. Г. Строим каркасный дом. М. : Эксмо, 2015. 272 с.
2. Беловол В. В. Нормирование труда и сметы в строительстве. М. : Стройиздат, 1991. 169 с.
3. Ливитина В. В. Продолжительность строительного цикла: нормирование, измерение, сокращение // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2004. № 7. С. 58–59.
4. Еременко М. М., Гареев И. Ф. Исследование взаимосвязей жилищного строительства и устойчивого развития территорий // Жилищные стратегии. 2019. Том 6. № 3. С. 333–376.
5. Гареев И. Ф., Хафизов А. Ф., Мухаметова Н. Н., Хуснутдинов Ф. Ф., Ефимова А. А. Исследование потребности населения Казанской агломерации в современных объектах малоэтажного строительства // Жилищные стратегии. 2020. Том 7. № 1. С. 97–126.
6. Junna Yan, Tao Zhao, Tao Lin, Yajian Li. Investigating multi-regional cross-industrial linkage based on sustainability assessment and sensitivity analysis: A case of construction industry in China // Journal of Cleaner Production. 2017. Vol. 142. Part 420. P. 2911–2924.

7. Topchy D. V., Lapidus A. A. Construction supervision at the facilities renovation // Topical Problems of Architecture, Civil Engineering and Environmental Economics (ТРАСЕЕ 2018). 2019. P. 08044.
8. Lapidus A., Ndayiragije Y. SIP-technology as solution in low-rise multi-family residential buildings // E3S Web of Conferences. 2019. P. 06032.
9. Ратомская В. С., Топчий Д. В., Лapidus А. А. Модернизация конструктивных систем каркасных малоэтажных многоквартирных жилых домов // Инновации и инвестиции. 2019. № 7. С. 238–242.
10. Лapidus А. А., Евстигнеев В. Д., Русаков И. Ю. Организационно-технологические особенности фундаментных систем малоэтажных многоквартирных домов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2018. № 5. С. 30–36.
11. Ратомская В. С., Топчий Д. В., Лapidus А. А. Модернизация конструктивных систем каркасных малоэтажных многоквартирных жилых домов // Инновации и инвестиции. 2019. № 7. С. 238–242.

Musin Bulat Salavatovich

engineer

E-mail: bulatmusin2708@gmail.com**PI «Soyuzkhimpromproyekt» KNITU**

The organization address: 420033, Russia, Kazan, Dimitrov st., 11

Ibragimov Ruslan Abdirashitovich

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: rusmag007@yandex.ru**Bogdanov Ruslan Ravilievich**

candidate of technical sciences, assistant

E-mail: bogdanov.r.r@yandex.ru**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

**Rationing of technological operations in low-rise building
on the example of the residential complex «Little Tokyo»****Abstract**

Problem statement. The purpose of the study was to determine the complexity of various types of low-rise construction works using the technology of IIDA SANGYO.

Results. In the work, studies were carried out on the design of frame houses using the Japanese JWT technology (Japan Wood Technology) with fixing the timing of all types of zero-cycle work, the construction of the frame, as well as facade and roofing works. In this article, 3 different designs of houses built using Japanese technology were selected as the object of study: 3LDK150, 3LDK138, 3LDK118.

Conclusions. The significance of the results for the construction industry is that using the experimental studies, including the timing method, determined the temporal parameters of technological operations and the basic processes of installing elements of a frame house, the time norms for each process, the composition of the link for each type of work under study. In addition, it was found that the labor costs for constructing an individual house using the studied Japanese technology are about 2 times lower than with the Canadian frame technology and LSTK technology, but 45 % higher than with SIW-panels.

Keywords: frame house, timing, time standards.

References

1. Ponomarenko V. G. We build a frame house. M. : Eksmo, 2015. 272 p.

2. Belovol V. V. Rationing of labor and estimates in construction. M. : Stroyizdat, 1991. 169 p.
3. Livitina V. V. Duration of the construction cycle: rationing, measurement, reduction // *Stroitel'nyye materialy, oborudovaniye, tekhnologii XXI veka*. 2004. № 7. P. 58–59.
4. Eremenko M. M., Gareev I. F. The study of the relationship of housing and sustainable development of territories // *Zhilishchnyye strategii*. 2019. Vol. 6. № 3. P. 333–376.
5. Gareev I. F., Khafizov A. F., Mukhametova N. N., Khusnutdinov F. F., Efimova A. A. Study of the needs of the population of the Kazan agglomeration in modern low-rise construction projects // *Zhilishchnyye strategii*. 2020. Vol. 7. № 1. P. 97–126.
6. Junna Yan, Tao Zhao, Tao Lin, Yajian Li. Investigating multi-regional cross-industrial linkage based on sustainability assessment and sensitivity analysis: A case of construction industry in China // *Journal of Cleaner Production*. 2017. Vol. 142. Part 420. P. 2911–2924.
7. Topchy D. V., Lapidus A. A. Construction supervision at the facilities renovation // *Topical Problems of Architecture, Civil Engineering and Environmental Economics (TPACEE 2018)*. 2019. P. 08044.
8. Lapidus A., Ndayiragije Y. SIP-technology as solution in low-rise multi-family residential buildings // *E3S Web of Conferences*. 2019. P. 06032.
9. Ratomskaya V. S., Topchiy D. V., Lapidus A. A. Modernization of structural systems of frame low-rise multi-apartment residential buildings // *Innovatsii i investitsii*. 2019. № 7. P. 238–242.
10. Lapidus A. A., Evstigneev V. D., Rusakov I. Yu. Organizational and technological features of the foundation systems of low-rise apartment buildings // *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova*. 2018. № 5. P. 30–36.
11. Ratomskaya V. S., Topchiy D. V., Lapidus A. A. Modernization of structural systems of frame low-rise apartment buildings // *Innovatsii i investitsii*. 2019. № 7. P. 238–242.

УДК 662.611

Таймаров Михаил Александрович

E-mail: taimarovma@yandex.ru

доктор технических наук, профессор

Казанский государственный энергетический университет

Адрес организации: 420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51

Лавирко Юрий Васильевич

кандидат технических наук, доцент

E-mail: lav.yu55@gmail.com

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Разработка автобетоносмесителя с дополнительными технологическими возможностями

Аннотация

Постановка задачи. Востребованность автобетоносмесителей, или «миксеров», в России возрастает не только в связи крупным монолитным домостроением, но и в связи с потребностями малого сегмента домостроения – одноэтажными и двухэтажными домами частного сектора. Монолитное домостроение оборудуется хорошими подъездными путями и налаженной системой отгрузки бетона. Поэтому при любой конструкции автобетоносмесителя его разгрузка за отведенное производителем бетона время обеспечивается. Для малого сегмента домостроения использование фирменных автобетоносмесителей связано, как правило, с отсутствием подъездных путей и механизированной отгрузки, небольшими разовыми количествами бетона, неудобствами и стесненностью возводимых бетонных конструкций. В этой связи возрастает потребность в автобетоносмесителях малой вместимости, которые являются недорогими и не имеют механизированной выгрузки бетона.

Результаты. В большинстве случаев комплектация по выгрузке бетона у таких автобетоносмесителей ограничивается одним выдвижным лотком. Время, затрачиваемое на выгрузку бетона, увеличивается по сравнению с фирменными автобетоносмесителями. У каждого производителя бетона есть своя норма на выгрузку бетона, в среднем составляющая не более 10 минут на 1 м³. За дополнительный простой на выгрузке взимается штраф от 500 до 1000 рублей за 1 час. На автобетоносмесителе в конструкции вращающейся емкости применена спираль Архимеда, позволяющая при вращении по часовой стрелке перегружать бетон из одного жёлоба в другой и при этом бетон остается в емкости. Поэтому длительность простоя автобетоносмесителей при отгрузке бетона связана с дальнейшим транспортированием бетона, находящегося в лотке. Стандартные удлинители лотка и рукава, которыми укомплектовываются автобетоносмесители отечественного производства, малопродуктивны, поскольку в них движение бетона гравитационное.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в разработке схемы применения конструкции двухшнековой системы выгрузки бетона при стесненных и ограниченных пространствах, которая значительно сокращает время выгрузки бетона и устраняет ручной труд.

Ключевые слова: разработка, автобетоносмеситель, шнек, бетон, подача, миксер, гидропривод, расчет.

Введение

Типовой зарубежный модельный ряд автобетоносмесителей включает девять вариантов конструкций с барабанами объемом 4-12 и 15 м³, оборудованных механической раздачей бетона. Однако из-за высокой цены в России пользуются спросом зарубежные автобетоносмесители с большой вместимостью, так как они быстрее окупаются. Для малого домостроения стоимость доставки бетона такими зарубежными автобетоносмесителями является высокой. Отечественные автобетоносмесители при подаче бетона на расстояние до 10 м используют простой длинный лоток или рукав, что

увеличивает время выгрузки бетона и долю используемого ручного труда. Применяется также электроприводная транспортная лента, использование которой в ограниченном пространстве не всегда возможно.

Сравнительные характеристики автобетоносмесителей

В табл. 1 приведены технические параметры автобетоносмесителей (АБС). Меньшее значение диапазона – это АБС на шасси КАМАЗа, большее – АБС на базе МАЗа, УРАЛа или иномарок (MAN, Mercedes, Iveco, Renault, Ford, Volvo, Scania, Mitsubishi, Howo, САМС, Shacman и др.) [1-4]. Как видно из табл. 1, масса АБС без бетона очень значительна. Поэтому главным требованием для АБС с большой емкостью является хорошее качество дорог. Полностью загруженный АБС на 12 м³ имеет массу 50 т и сможет проехать по дороге с твердым покрытием, а по укатанному грунту – только в сухую погоду. Поэтому АБС с меньшей емкостью имеет преимущество доставки по дорогам более низкого качества.

Таблица 1

Технические параметры автобетоносмесителей (АБС) различных диапазонов по емкостям

Емкость АБС, м ³	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Число осей	2	3	3	3	3	3	4	4	4
Длина, м	7,4	7,4-8	7,8-8,5	8,2-8,8	8,4-9	8,5-9,2	9,3-9,5	9,8	9,9-10,4
Высота, м	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	3,8	3,8	3,9
Ширина, м	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,55	2,55	2,55	2,55
Масса без бетона, т	10	12	11,9-12,35	12,2-13,9	12,8-15	13-15	15,3-17,2	16,6	16,7-19
Выгрузка бетона	Лоток	Лоток	Лоток	Лоток	Лоток	Лоток	Лоток	Рукав	Лента
Удельная масса, т/м ³	2,5	2,4	1,98-2,05	1,74-1,98	1,6-1,87	1,44-1,67	1,53-1,72	1,51	1,39-1,58

Выгрузка бетона частично механизирована на АБС преимущественно зарубежного производства для диапазонов с емкостью 11-12 т с применением транспортных рукавов и гидроприводных лент. По требованиям производителей бетона скорость его выгрузки должна составлять не менее 12 т/ч при плотности 2500 кг/м³. Для АБС меньшего диапазона механизация и удобство выгрузки бетона остаются большой проблемой. Из табл. 1 видно, что относительная металлоемкость – масса, отнесенная к емкости АБС (т/м³), снижается с ростом емкости барабана. Поэтому проблема применения механизированной выгрузки бетона на АБС с малой емкостью барабана сдерживается уже существующим высоким значением относительной металлоемкости. С применением узлов для механизированной выгрузки возрастает масса АБС. Сравнительные характеристики автобетоносмесителей (АБС) отечественного и зарубежного производства приведены в табл. 2 [5-11].

Как видно из табл. 2, автобетоносмесители зарубежного производства имеют значение мощности шасси, отнесенное к значению емкости смесительного барабана, то есть удельную мощность (кВт/м³), гораздо ниже по сравнению с автобетоносмесителями российского производства.

Конструкции автобетоносмесителей китайских производителей SHAANXI, ANHUI, CNHTC выгодно отличаются от конструкций других производителей малой мощностью используемого двигателя, хорошим комфортом для работы водителей. Автобетоносмеситель SCOUT имеет загрузочный ковш, выгрузка – лотковая.

Для всех автобетоносмесителей, которые могут быть использованы для условий строительства в стесненных пространственных условиях, общим является отсутствие механизированной выгрузки, так как лоток может быть использован при наличии у потребителя бетона хороших подъездных путей и бетононасосов. Для российского малоэтажного домостроения использование лотков при выгрузке бетона сопряжено, в большинстве случаев, с использованием ручного труда.

Таблица 2

Характеристики автобетоносмесителей отечественного и зарубежного производства

Шасси	Производитель	Емкость барабана, м ³	Колесная формула	Мощность, кВт	Привод барабана, кВт	Полная масса, т	Удельная мощность, кВт/м ³
MAN	CIFA	10	8×4	294	72	40	29,4
КАМАЗ	ПАО «ТЗА»	5	4×2	221	37	21	44,2
IVECO	УРАЛТРАНС	9	6×6	309	72	33	34,3
МАЗ 5337А2	ДИЗЕЛЬ-ТС	4	4×2	169	37	17	42,3
VOLVO FMX	VOLVO	10	8×4	309	70	40	30,9
MITSUBISHI	ДИЗЕЛЬ-ТС	2	4×2	110	15	8,5	55
КАМАЗ	ПАО «ТЗА»	9	8×4	221	45,6	31	24,6
SX5316GJBM	SHAANXI	10	8×4	257	70	31	25,7
SX1140GP5	SHAANXI	5	4×2	118	35	13,6	23,6
CAMC	ANHUI	12	8×4	250	От шасси	40	20,1
SCANIA	CIFA	10	8×4	269	72	36	26,9
HOWO	CNHTC	16	8×4	280	От шасси	40	17,5
MERCEDES	MERCEDES	10	8×4	265	От шасси	32	26,5
RENAULT	TIGARBO	9	6×6	257	От шасси	36	28,6
SCOUT	PICCINI	3,5	4×4	74,5	От шасси	10	21,3

Исследование возможностей модернизации автобетоносмесителя на шасси КАМАЗ-58146Z для использования его при транспортировке бетона в условиях стесненного строительного пространства

Как наиболее серийно выпускаемый автомобильной промышленностью России для исследования возможности замены лотка на механизированную выгрузку бетона с помощью гидроприводных шнеков, взят автобетоносмеситель на шасси КАМАЗ-58146Z с мощностью дизельного двигателя шасси 206 кВт, колесной формулой 6×4 и емкостью смесительного барабана 6 м³ с его автономным гидромеханическим приводом от двигателя Д-242 мощностью 45 кВт. Полная масса автобетоносмесителя равна 25,2 т, удельная мощность составляет 34,3 кВт/м³, а удельная масса без бетона – 2,23 т/м³. Для малоэтажного домостроения и частного сектора доставка бетона автобетоносмесителями с емкостью барабана 6 м³ является наиболее востребованной из-за отсутствия подъездных путей и стесненных условий строительства. У рассмотренных в табл. 1-2 конструкций автобетоносмесителей общими недостатками являются:

- отсутствие возможности вертикальной подачи бетона на высоту выше уровня лотка;
- отсутствие возможности подачи бетона на расстояние от смесительного барабана, превышающего длину лотка с дополнительными насадками;
- застревание бетона в лотке с дополнительными насадками из-за затвердевания;
- потеря цементной воды через неплотности лотка с дополнительными насадками;
- отсутствие возможности дозирования подачи бетона небольшими порциями, так как с помощью изменения вращения смесительного барабана и изменения его наклона возможно только дозирование больших порций бетона;
- потери бетона при заливке точных строительных форм, так как дозировка производится крупными порциями и неизбежно излишняя масса, подаваемая в строительные формы, не используется и удаляется в виде неиспользуемых отходов;
- искажение точных заливаемых строительных форм, так как заливка производится большими порциями бетона;
- излишние затраты тяжелого физического труда, так как сборка и разборка лотка с насадками к нему для подачи бетона производится вручную;

- длительность по времени процесса заливки сложных строительных форм из-за неточности дозировки бетона и возникновение дополнительных экономических затрат в этой связи.

Разработка схемы шнековой механизированной выгрузки бетона

Схема шнековой механизированной выгрузки бетона, размещенной на автобетоносмесителе с шасси КАМАЗ-58146Z приведена на рис. 1.

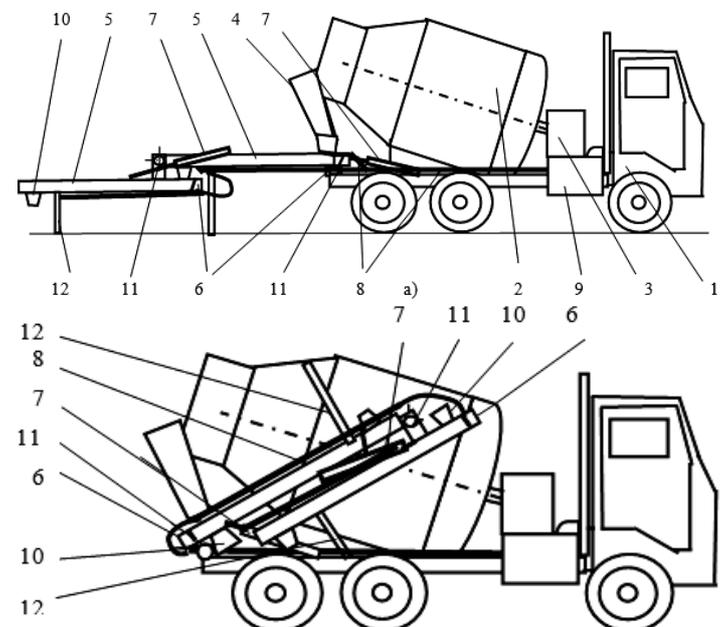


Рис. 1. Схема разработанного автобетоносмесителя с расширенными функциональными технологическими параметрами (иллюстрация автора):

а) рабочее положение; б) транспортное положение:

- 1 – автомобильное шасси; 2 – смесительный барабан; 3 – автономный двигатель с гидронасосом, гидромотором и гидроцилиндром для вращения и изменения наклона смесительного барабана; 4 – лоток подачи бетона; 5 – винтовые шнеки; 6 – гидромоторы для вращения винтовых шнеков; 7 – гидроцилиндры для развертывания винтовых шнеков в рабочее положение и для свертывания в транспортное положение; 8 – шланги для подвода масла к гидромоторам и к гидроцилиндрам; 9 – гидронасос для привода гидромоторов и гидроцилиндров с отбором мощности от двигателя автомобильного шасси; 10 – шнековые патрубки для приема и выдачи бетона; 11 – кронштейны крепления осей для развертывания и для свертывания винтовых шнеков; 12 – гидроприводные опоры винтовых шнеков в рабочее положение

При транспортировке бетона на автомобильном шасси 1 смесительный барабан 2 приводится во вращение от автономного двигателя 3 с гидронасосом и гидромотором. При прибытии на строительную площадку к месту использования бетона от вала отбора мощности включается гидронасос 9 и винтовые шнеки 5 с закрепленными на них гидромоторами 6 с помощью гидроцилиндров 7 приводятся в рабочее положение. Вначале поворотом на кронштейне 11, закрепленном на шасси, устанавливается на опору 12 верхний шнек 5, а затем поворотом на кронштейне 11, установленном на торце верхнего шнека устанавливается на опору 12 нижний шнек 5. В шнековый патрубок 10 верхнего шнека 5 вводится конец лотка 4. Входной шнековый патрубок нижнего шнека автоматически входит в выходной патрубок верхнего шнека при развертывании в рабочее положение нижнего шнека. Включается гидромотор 6 для привода нижнего шнека, затем гидромотор 6 для привода верхнего шнека, уменьшается угол наклона вращающегося барабана 2 к горизонту и бетон через лоток 4 поступает в шнековый патрубок 10 верхнего шнека. За счет вращения его лопастей бетон поступает через патрубки 10 в нижний шнек 5, а затем через патрубок 10 к месту использования. Высота подачи бетона

по отношению к горизонту может изменяться удлинением или укорачиванием высоты гидроопор 12 с помощью специальных устройств и длины выдвижения штока поршня гидроцилиндров 7. При прекращении подачи бетона приводится в транспортное положение барабан 2, выключаются гидромоторы 6, лоток 4 отводится от входного патрубка верхнего шнека 5 и с помощью гидроцилиндра 7 в транспортное положение сначала приводится нижний шнек 5, затем верхний шнек и выключается вал отбора мощности для гидронасоса шнеков.

На рис. 2 приведена функциональная схема длины, высоты и угла подъема при разгрузке бетона на строительной площадке с помощью винтовых шнеков.

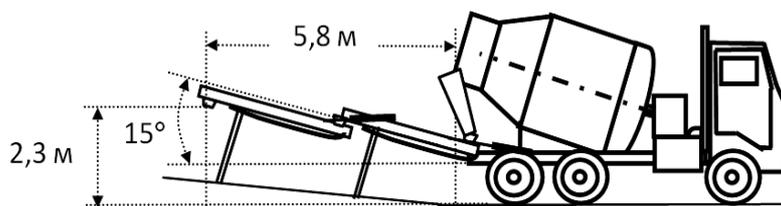


Рис. 2. Схема длины, высоты и угла подъема при разгрузке бетона на строительной площадке с помощью винтовых шнеков на разработанном автобетоносмесителе (иллюстрация автора)

Расчет винтовых шнеков

Расчет винтовых шнеков проводился по следующим формулам.

Необходимый диаметр винта:

$$D = 0,275Q/E \times n \times \varphi \times \rho \times R, \text{ м}, \quad (1)$$

где Q – наибольшая производительность шнека, равная 30 т/ч; E – отношение шага винта S к диаметру винта D , равный для бетона 0,8; n – частота вращения винта, равная для бетона 60 об/мин; φ – коэффициент заполнения желоба, равный для бетона 0,25; ρ – плотность бетона 2,5 т/м³; R – коэффициент уменьшения производительности от наклона шнека, равный 0,7 для угла 15°.

Предварительно принимаемое значение частоты вращения винтового шнека n для бетона составляет 60 об/мин. Это значение уточняется по зависимости $n \leq n_{max}$, где n_{max} рассчитывается по формуле:

$$n_{max} = A/D^{0,5}, \text{ об/мин}, \quad (2)$$

где A – коэффициент, равный 45 для бетона.

Проверка полученного значения диаметра D осуществляется по формуле:

$$D \geq a_{max} \times K, \quad (3)$$

где a_{max} – наибольший размер частиц гравия в бетоне, равный 20 мм; $K=12$ – коэффициент для сортированного гравия в бетоне.

Уточняем значение диаметра до нормализованного размера $D=0,4$ м и значение шага винта S до 0,32 м.

Мощность на валу винтового шнека:

$$N_0 = Q(L_2 \times \omega + H)/367 + 0,02R_6 \times q_k \times L_2 \times \omega_6, \text{ кВт}, \quad (4)$$

где L_2 – горизонтальная проекция длины шнека, равная 5,8 м; ω – коэффициент сопротивления перемещению бетона, равный 2,5; H – высота подъема бетона, равная 1,6 м; R_6 – коэффициент, учитывающий характер перемещения винтового шнека, равный 0,2; q_k – погонная масса вращающихся частей винтового шнека, подсчитываемая как $q_k=80D$, кг/м; ω_6 – коэффициент сопротивления движению вращающихся частей винтового шнека при подшипниках скольжения равный 0,16.

С учетом коэффициента запаса 1,25 мощность двигателя для привода винтового шнека равна:

$$N = 1,25N_0 \times \eta_n, \text{ кВт}, \quad (5)$$

где η_n – коэффициент полезного действия привода, равный 0,6.

Полученные расчетные параметры двухшнековой системы для длин 6 и 9 м приведены в табл. 3.

Расходные характеристики и потребляемая мощность для выгрузки бетона плотностью 2500 кг/м³ для предлагаемого автобетоносмесителя приведены на рис. 3. Как

видно из рис. 3, повышение скорости выгрузки бетона с $0,2 \text{ м}^3/\text{мин}$ до $0,5 \text{ м}^3/\text{мин}$ приводит к росту потребляемой мощности в 2,4 раза. При обычной выгрузке бетона со скоростью $0,2 \text{ м}^3/\text{мин}$ удлинение шнека с 6 м до 9 м увеличивает потребляемую мощность в 1,43 раза.

Таблица 3

Параметры двухшнековой системы с однозаходным винтом для длин 6 м и 9 м при $Q=30 \text{ т/ч}$

Параметр	Длина системы 6 м					Длина системы 9 м				
	D , м	S , м	n , об/мин	H , м	N , кВт	D , м	S , м	n , об/мин	H , м	N , кВт
Значение	0,4	0,32	60	1,6	3	0,4	0,32	60	2,33	4,34

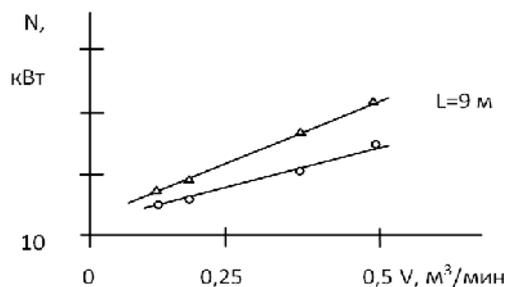


Рис. 3. Зависимость потребляемой мощности N от скорости выгрузки бетона V с плотностью 2500 кг/м^3 при длинах винтовых шнеков $L=6 \text{ м}$ и $L=9 \text{ м}$ (иллюстрация авторов)

При мощности двигателя шасси 206 кВт потребление мощности в случае использования винтовых шнеков с их общей длиной 9 м и скоростью выгрузки $0,2 \text{ м}^3/\text{мин}$ для плотности бетона 2500 кг/м^3 составляет 4,3 кВт и запас по мощности шасси имеется.

Заключение

1. Применение автобетоносмесителей с винтовыми выгрузочными шнеками для стесненных условий малоэтажного строительства и отсутствия подъездных путей позволяет механизировать процесс выгрузки бетона, снизить время, затрачиваемое на выгрузку, повысить производительность труда.

2. Автомобильная база с двигателем 206 кВт на шасси КАМАЗ-58146Z при емкости барабана 6 м^3 с автономным приводом 45 кВт позволяет применять винтовое двухшнековое выгрузочное устройство.

Список библиографических ссылок

1. Ибрагимов Р. А. Использование сульфатно-содовой смеси в качестве ускорителя твердения в технологии тяжелого бетона // Вестник Казанского технологического университета. 2019. № 9 (18). С. 167–170.
2. Berkahn V., Berner F., Kuttner H., Schwieger V., Hirschner J. Effizienzoptimierung und Qualitätssicherung ingenieurgeodätischer Prozesse im Hochbau // Bauingenieur. 2010. V. 85, № 11. S. 491–498.
3. Rehr I., Rinke N., Kutterer H., Berkahn V. Maßnahmen zur Effizienzsteigerung bei der Durchführung tachymetrischer Netzmessungen // AVN-Allgemeine Vermessungs-Nachrichten. 2011. № 1. S. 2–14.
4. Кузьмин И. Б. Синергобетонирование монолитных конструкций пароразогретыми в автобетоно-смесителях смесями. Владимир : изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. 248 с.
5. Грифф И. А. Фургоны, самосвалы, платформы, тягачи специальные, прицепы-ропуски России и СНГ. М. : Автополос, 2004. 448 с.

6. Nils Rinke, Volker Berkhahn, Ingo Neumann, Flitz Berner. Simulating quality assurance and efficiency analysis between construction management and engineering geodesy // Science Direct magazine. 2017. № 76. P. 24–35.
7. Mireille G. Battikha. Quality management practice in highway construction. // International Journal of Quality and Reliability Management. 2003. № 20. P. 532–550.
8. Дворковой В. Я., Рузанова А. С. Эффективность и области рационального применения автобетоносмесителей различных типоразмеров // Вестник МАДИ. 2013. № 4 (35). С. 45–48.
9. Мерников А. Г. Автомобили. М. : АСТ, 2018. 192 с.
10. Lamond J. Significance of Tests and Properties of Concrete and Concrete-Making Materials. West Conshohocken : ASTM International Press, 2018. 655 p.
11. Karthikeyan H. Improving Concrete Quality : CRC Press, 2019. 214 p.

Taimarov Mikhail Alexandrovich

doctor of technical sciences, professor

E-mail: taimarovma@yandex.ru

Kazan State Power Engineering University

The organization address: 420066, Russia, Kazan, Krasnoselskaya st., 51

Lavirko Yuri Vasilyevich

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: lav.yu55@gmail.com

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Development of a concrete mixer with additional technological capabilities

Abstract

Problem statement. The demand for concrete mixers, or «mixers», in Russia is growing not only in connection with large monolithic house-building but also with the needs of a small segment of house-building – one-story and two-story houses of the private sector. Monolithic housing construction is equipped with good access roads and an established concrete shipment system. Therefore, with any design of the mixer truck, its unloading for the time allotted by the concrete manufacturer is provided. For a small segment of homebuilding, the use of branded concrete mixer trucks is usually associated with the lack of access roads and mechanized shipment, small single quantities of concrete, inconvenience and constraint of the concrete structures being erected. In this regard, there is an increasing need for small-capacity concrete mixers, which are inexpensive and do not have mechanized concrete unloading.

Results. In most cases, the concrete unloading equipment for such concrete mixer trucks is limited to one pullout tray. The time spent on unloading concrete is increasing compared to branded concrete mixer trucks. Each concrete manufacturer has its own rate for unloading concrete, on average, not more than 10 minutes per 1m³. For an extra downtime at unloading, a fine of 500 to 1000 rubles per 1 hour is charged. On a concrete mixer in the design of a rotating tank, an Archimedes spiral is used, which allows clockwise rotation to load concrete from one gutter to another, while the concrete remains in the tank [1-5]. Therefore, the downtime of concrete mixers during the shipment of concrete is associated with the further transportation of concrete in the tray. The standard extenders of the tray and sleeves, which are equipped with domestic concrete mixer trucks, are inefficient since the movement of concrete in them is gravitational.

Conclusions. The significance of the results obtained for the construction industry consists in the development of a scheme for using a two-screw concrete discharge system in confined and confined spaces, which significantly reduces the time of concrete discharge and eliminates manual labor.

Keywords: development, concrete mixer truck, screw, concrete, feed, mixer, hydraulic drive, calculation.

References

1. Ibragimov R. A. The use of sulfate-soda mixture as a hardening accelerator in heavy concrete technology // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. 2019. № 9 (18). P. 167–170.
2. Berkhahn V., Berner F., Kuttner H., Schwieger V., Hirschner J. Effizienzoptimierung und Qualitätssicherung ingenieurgeodätischer Prozesse im Hochbau // Bauingenieur. 2010. V. 85. № 11. S. 491–498.
3. Rehr I., Rinke N., Kutterer H., Berkhahn V. Maßnahmen zur Effizienzsteigerung bei der Durchführung tachymetrischer Netzmessungen // AVN-Allgemeine Vermessungs-Nachrichten. 2011. № 1. S. 2–14.
4. Kuzmin I. B. Synergy concreting of monolithic structures with steam-heated mixtures in concrete mixers. Vladimir : Vladim. State University, 2011. 248 p.
5. Griff I. A. Vans, dump trucks, platforms, special tractors, trailers-dissolution of Russia and the CIS. M. : Autopolus, 2004. 448 p.
6. Nils Rinke, Volker Berkhahn, Ingo Neumann, Flitz Berner. Simulating quality assurance and efficiency analysis between construction management and engineering geodesy // ScienceDirect magazine. 2017. № 76. P. 24–35.
7. Mireille G. Battikha. Quality management practice in highway construction // International Journal of Quality and Reliability Management. 2003. № 20. P. 532–550.
8. Dvorkovoy V. Ya., Ruzanova A.S. Efficiency and areas of rational use of concrete mixers of various sizes // Vestnik MADI. 2013. № 4 (35). P. 45–48.
9. Mernikov A. G. Automobiles. M. : AST, 2018. 192 p.
10. Lamond J. Significance of Tests and Properties of Concrete and Concrete-Making Materials. West Conshohocken : ASTM International Press, 2018. 655 p.
11. Karthikeyan H. Improving Concrete Quality : CRC Press, 2019. 214 p.



УДК 697.92, 628.854

Бройда Владимир Аронович

кандидат технических наук, доцент

E-mail: broida@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Дорофеенко Николай Сергеевич

инженер-проектировщик

E-mail: ndorofeenko@yandex.ru

ООО «Производственное предприятие «ТехВент»

Адрес организации: 421001, Россия, г. Казань, ул. Нигматуллина, д. 1/47

Шарафеева Алина Робертовна

инженер-проектировщик

E-mail: shalinar977@mail.ru

ООО «Галакси Констракшн»

Адрес организации: 420107, Россия, г. Казань, ул. Петербургская, д. 65А

Численное исследование полей скоростей и температур воздуха в жилом помещении с учетом влияния естественного притока

Аннотация

Постановка задачи. Естественная вентиляция широко используется в жилых зданиях. Нерегулируемый естественный приток в холодный период года приводит к возрастанию расхода воздуха, что осложняет поддержание подвижности воздуха и температуры в помещении. В связи с этим изучение подвижности и температуры воздуха в помещении в зависимости от естественного притока является актуальным. Цель исследования – выявление влияния подачи возрастающего расхода холодного наружного воздуха на подвижность и температуру воздуха в жилом помещении. Оценка такого влияния выполнена на основе численного моделирования полей скорости и температуры.

Результаты. Основные результаты исследования состоят в полученных численным моделированием полях скоростей и температур при двух вариантах расходов наружного холодного воздуха – нормативном и вдвое повышенном, встречающемся при отсутствии регулирования естественной вентиляции. Установлено, что как при нормативном, так и при повышенном расходе, несмотря на увеличение скорости движения воздуха и некотором возрастании отклонения температур, их нормативные пределы не превышаются.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в том, что повышение расхода наружного воздуха вдвое не приводит к чрезмерному возрастанию подвижности воздуха, она остается ниже нормативного предела. Температура внутреннего воздуха также немного изменяется, но, при компенсации большего охлаждения помещения за счет повышения тепловой мощности отопительного прибора, также остается в рамках допустимых значений.

Ключевые слова: скорость движения воздуха, температура, расход, жилое помещение, естественный приток, численное моделирование.

Введение

Системы обеспечения микроклимата предназначены для создания благоприятных условий для человека и для реализации технологических процессов, требующих определенных качеств воздушной среды. От эффективности работы систем вентиляции зависит качество воздуха в помещениях. Недооценка влияния воздухообмена, который часто осуществляется средствами естественной вентиляции [1, 2], на состояние воздушной среды в помещениях квартир приводит к ухудшению самочувствия находящихся в них людей.

Производительность систем естественной вентиляции зависит от гравитационного давления, ее расчетная величина определяется при температуре наружного воздуха +5 °С. С понижением температуры наружного воздуха, гравитационное давление

увеличивается, что при отсутствии должного регулирования приводит к значительному возрастанию расхода приточного и удаляемого воздуха.

Современные направления изучения микроклимата и режимов работы систем вентиляции помещений включают экспериментальные исследования [3-5], применение математических методов [6-8] и методов численного моделирования воздушных потоков [9-11].

В жилых помещениях в холодный период года нормативными документами, (например, ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата), устанавливаются значения температуры и подвижности воздуха. Кроме того, существенным фактором, влияющим на здоровье людей, является обеспечение нормативного воздухообмена – подача свежего наружного воздуха, и соответственно, удаление загрязненного воздуха. Как известно, самым простым и дешевым способом является устройство естественной вытяжной вентиляции, осуществляемой за счет гравитационного давления и силы ветра, существенным моментом в реализации которой, является способ ввода приточного воздуха в помещение [12].

Использование нерегулируемой или плохо регулируемой системы естественной вентиляции в холодный период года приводит к значительному перерасходу тепловой энергии на нагревание возрастающего расхода наружного воздуха, а также к проблемам с распределением возросшего расхода холодного воздуха, который может создавать повышенную подвижность и зоны пониженной температуры воздуха в помещении.

Цель исследования

Целью данного исследования является оценка влияния подачи возрастающего расхода холодного наружного воздуха на подвижность и температуру воздуха в жилом помещении, выполненная на основе численного моделирования полей скорости и температур. На основании результатов такого исследования можно сделать заключение о влиянии повышенного расхода приточного воздуха и, если требуется, предложить мероприятия для поддержания требуемых скоростей и температур для жилых помещений.

Основная часть

В качестве объекта для численного моделирования рассматривается жилая комната со следующими исходными данными:

– расчетная температура воздуха в помещении – $t_B=20^\circ\text{C}$, расчетная температура наружного воздуха (г. Москва) $t_H=-25^\circ\text{C}$;

– размеры помещения – $6\times 6\times 3$ м, имеется одна наружная стена и окно в ней, размеры окна – $1,8\times 1,8$ м;

– теплотехнические характеристики наружных ограждений определены в соответствии с действующими нормами теплозащиты (СП 50.13330.2012. Тепловая защита): сопротивление теплопередачи наружной стены $R_{CT}=1,98$ м²·C/Вт, сопротивление теплопередачи окна $R_{OK}=0,55$ м²·C/Вт;

– при указанных условиях потери тепла через наружную стену составляют $Q_{HC}=450$ Вт, через окно – $Q_{OK}=210$ Вт, суммарные теплопотери помещения – $Q_{ТП}=Q_{HC}+Q_{OK}=660$ Вт;

– расчетный расход вентиляционного воздуха, при норме подачи 3 м³/ч на 1 м² жилой площади, составляет около $L_{ВЕНТ}=100$ м³/ч, а затраты тепла на его нагревание – $Q_{ВЕНТ}=1740$ Вт;

– в качестве прибора отопления выбран секционный радиатор PRADO с температурами горячей и обратной воды $90/70^\circ\text{C}$, размер отопительного прибора – $1,4\times 0,5$ м, который компенсирует суммарные потери тепла помещения $Q_{П}=Q_{ТП}+Q_{ВЕНТ}=2400$ Вт.

Трехмерная схема рассматриваемого помещения представлена на рис. 1а. Реальная пространственная задача на данном этапе исследования заменяется более простой двухмерной (плоской) задачей, которая требует значительно меньше ресурсов машинного времени для осуществления численного решения.

Для этого рассчитываются эквивалентные размеры элементов помещения, с учетом того, что поперечный размер помещения $l=6$ м (рис. 1б).

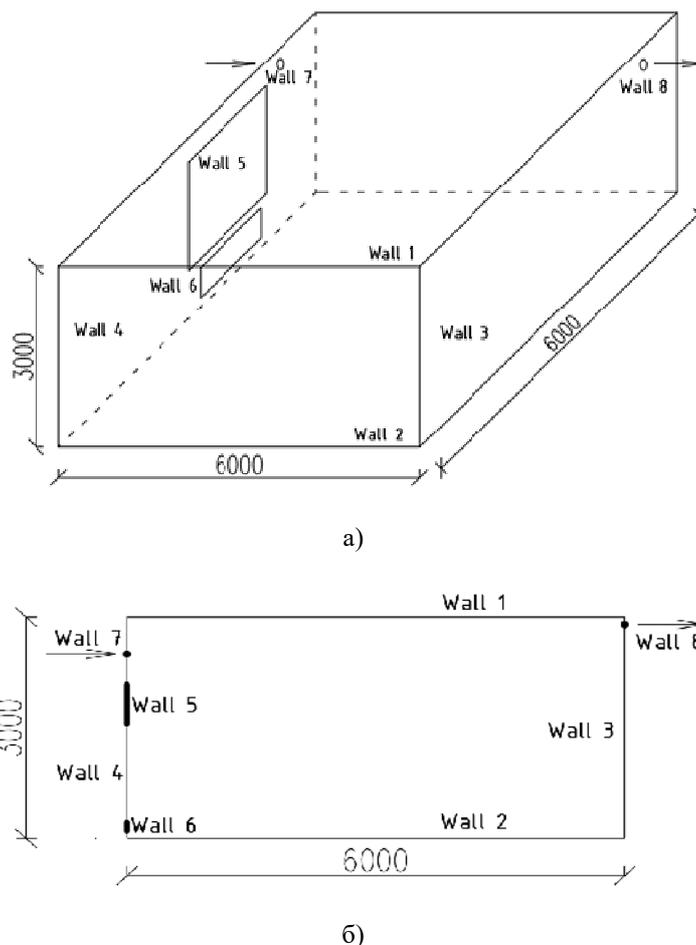


Рис. 1. Модель жилой комнаты (иллюстрация авторов):

а) трехмерная схема модели помещения; б) схема эквивалентной двухмерной модели

Высота окна:

$$h_{\text{ОК}} = F_{\text{ОК}}/l = (1,8 \cdot 1,8)/6 = 0,54 \text{ м.} \quad (1)$$

Площадь приточной и вытяжной решеток (приняты одинаковыми):

$$F_P = L_{\text{ВЕНТ}}/(3600 \cdot v) = 100/(3600 \cdot 0,8) = 0,034 \text{ м}^2. \quad (2)$$

Высота решеток для двухмерной задачи:

$$h_P = F_P/l = 0,034/6 = 0,0058 \text{ м.} \quad (3)$$

Площадь отопительного прибора:

$$F_{\text{ПРИБ}} = h \cdot l = 0,5 \cdot 1,4 = 0,7 \text{ м}^2. \quad (4)$$

Высота отопительного прибора:

$$h_{\text{ПРИБ}} = F_{\text{ПРИБ}}/l = 0,7/6 = 0,117 \text{ м.} \quad (5)$$

Решение задач находилось численным моделированием скоростных и температурных полей методом CFD, для этого применялись комплексы программ фирмы ANSYS: FLUENT и GAMBIT.

При численном моделировании используется стандартная k -epsilon модель турбулентности, которая относится к классу дифференциальных моделей с двумя уравнениями – в ней задействованы два дополнительных уравнения переноса для осредненных пульсационных характеристик, через которые выражается коэффициент турбулентной вязкости. Для того чтобы учесть изменение температуры потока воздуха, в моделирование включается уравнение энергии. При численном моделировании течений, в которых определенную роль играют термогравитационные силы, учитывается изменение плотности воздуха. В данном решении используется модель Буссинеска, которая описывает зависимость плотности воздуха от температуры. Также учитывается фактор гравитации – величина и направление ускорения свободного падения $g = -9,81 \text{ м/с}^2$.

Задаются граничные условия, соответствующие двумерной постановке задачи, и присваиваются следующие обозначения соответствующим геометрическим границам области течения (рис. 1б):

Wall 1 (потолок) – WALL (тип твердая стенка);

Wall 2 (пол) – WALL (тип твердая стенка);

Wall 3 (правая стенка) – WALL (тип твердая стенка);

Wall 4 (левая стенка) – WALL (тип твердая стенка);

Wall 5 (окно) – WALL (тип твердая стенка);

Wall 6 (радиатор) – WALL (тип твердая стенка);

Wall 7 (приток) – VELOCITY INLET (отверстие для втекания наружного воздуха в помещение);

Wall 8 (вытяжка) – PRESSURE OUTLET (отверстие для свободного выхода удаляемого воздуха в атмосферу);

Рассчитывается плотность теплового потока, проходящего через наружную стену помещения (Wall 4):

$$q_{CT}=450/(18-(1,8 \cdot 1,8)-(1,4 \cdot 0,5))=32 \text{ Вт/м}^2. \quad (6)$$

Аналогично, плотность теплового потока, проходящего через окно (Wall 5):

$$q_{OK}=210/(1,8 \cdot 1,8)=64,8 \text{ Вт/м}^2. \quad (7)$$

Указывается плотность теплового потока от отопительного прибора (Wall 6):

$$q_{ПРИБ}=2400/(1,4 \cdot 0,5)=3428,6 \text{ Вт/м}^2. \quad (8)$$

Потолок, пол и противоположная окну (правая) стена комнаты считаются адиабатическими. Полагается, что это внутренние ограждения, разность температур, действующая на эти ограждения, близка к нулю. В численном расчете на этих ограждениях тепловой поток равен нулю, ($Flux=0$).

На приточном отверстии (Wall 7) – VELOCITY INLET, задается расчетная скорость втекания, которая при заданном расходе воздуха составляет $v=0,8$ м/с и температура втекающего наружного воздуха $T_H=273+(-25)=248$ К.

Схождения процесса счета контролируются наблюдением за изменением величин невязок в ходе итерационного процесса. Невязка является мерой того, насколько хорошо текущее решение удовлетворяет дискретной форме основных уравнений. В задаче для всех уравнений устанавливается абсолютный критерий сходимости со значением 10^{-4} , кроме уравнений энергии и лучистого теплообмена, для них сохранено значение невязки, принятое в программе по умолчанию – 10^{-6} . После нахождения первого решения, ввиду крупности первоначальной сетки были выполнены ее измельчения – адаптации, что позволяет получить более точное решение. Процедура адаптации позволяет сократить время на построение качественной мелкой сетки, решение численной задачи и обработку результатов. Сетка измельчается вблизи поверхностей (левая и правая стенки, приточное отверстие, вытяжное отверстие, окно, отопительный прибор), тип примененных адаптаций – Boundary. Последовательно проводятся 10 адаптаций расчетной сетки.

В данной задаче наиболее показательной величиной, которая позволяет судить о сходимости результатов расчета, является средняя температура воздуха в вытяжном отверстии. Кроме того, контролируется безразмерный геометрический параметр Y^+ .

Результаты решения

Результаты расчетов для оценки сходимости последовательно 10 адаптаций типа Boundary представлены в таблице.

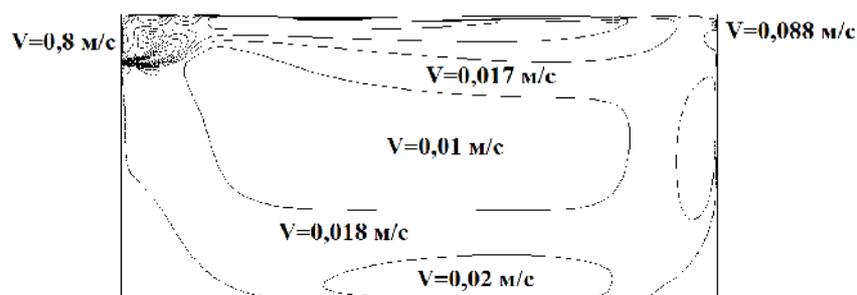
Целевое значение средней температуры воздуха в вытяжном отверстии составляет $t_{yд}=20$ °С или $T_{yд}=273+20=293$ К. В ходе последних адаптаций полученное значение величины $T_{yд}$ практически не изменяется – $T_{yд}=292,9$ °С, следовательно, можно сделать вывод о том, что при 10 адаптациях решение сходится. Величина Y^+ уменьшается в ходе выполнения адаптаций и достигает в последней адаптации значения $Y^+=0,96$. Значения параметра $Y^+<1$, что говорит о достаточном измельчении сетки вблизи стенок и о достаточной точности решении задачи. Первоначальное количество расчетных ячеек – 7320, окончательное количество расчетных ячеек в двумерной задаче – 229863.

Таблица

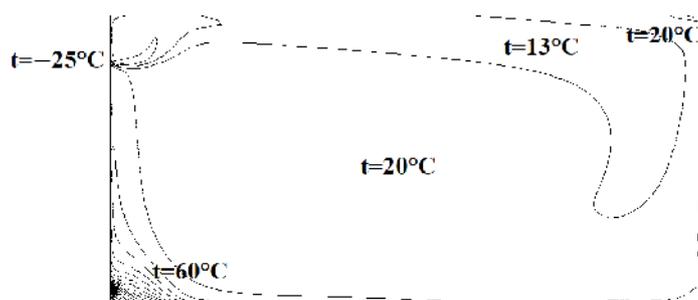
Оценка сходимости результатов численного расчета
при использовании адаптаций типа Boundary

Номер адаптации/ Число ячеек в слое (Number of Cells)	Температура (Total Temperature), К		Скорость (Velocity Magnitude), м/с		Безразмерный геометрический параметр (размер) Y+	
	Приток	Вытяжка	Приток	Вытяжка	Приток	Вытяжка
1/30	258,8	285,5	0,4	0,29	5,69	8,24
2/25	254,7	286,3	0,59	0,48	4,45	6,15
3/20	251,8	286,8	0,69	0,62	3,65	4,72
4/15	250	287,6	0,75	0,74	3,25	4,15
5/10	249,2	289,4	0,77	0,8	2,93	3,89
6/5	249	291,2	0,78	0,82	2,73	3,47
7/4	248,9	291,8	0,78	0,84	2,45	3
8/3	248,3	292,5	0,79	0,87	2,05	2,95
9/2	248	292,9	0,8	0,88	1,88	2,61
10/1	248	292,9	0,8	0,88	0,91	0,96

В результате численного моделирования рассчитаны поля скоростей и температур, представленные на рис. 2.



а)



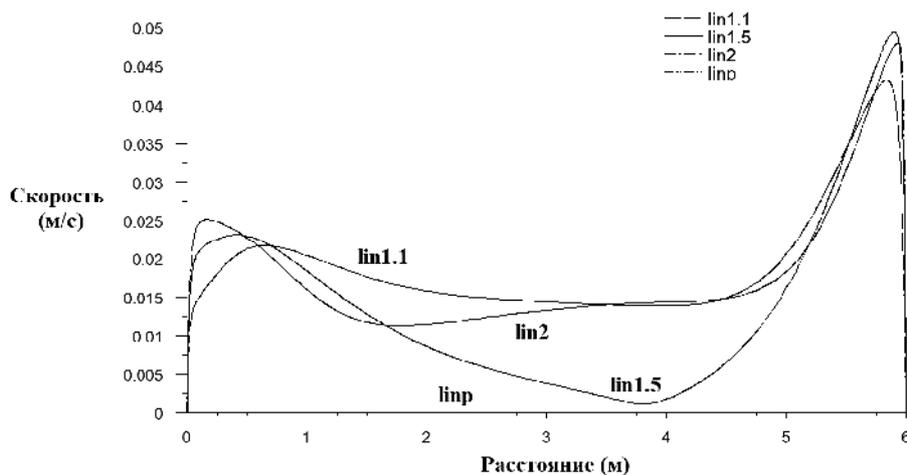
б)

Рис. 2. Расчетные поля скоростей (а) и температур (б) в поперечном сечении помещения (иллюстрация авторов)

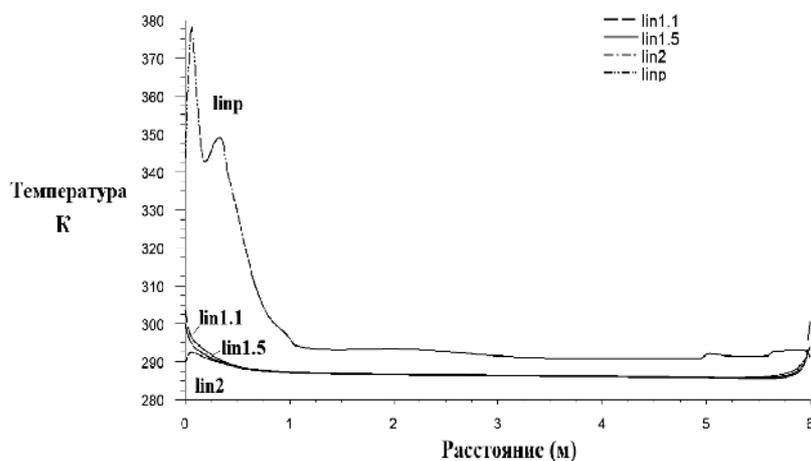
Кроме того, рассчитаны величины скоростей движения воздуха и температур на разных уровнях по высоте помещения: над уровнем пола (linp); на уровне 1,1 м (lin1.1); на уровне 1,5 м (lin1.5); на уровне 2 м (lin2). Эти данные расчета представлены на рис. 3.

Из анализа данных, представленных на рис. 2-3, можно сделать следующие выводы.

Максимальные скорости воздуха наблюдаются в зоне приточного и вытяжного отверстий. На графике (рис. 2а) хорошо заметны очертания приточной струи холодного воздуха, которая настигает на потолок помещения. В центре объема помещения хорошо видны циркуляционные зоны с небольшими скоростями воздуха порядка 0,01-0,02 м/с.



а)



б)

Рис. 3. Расчетные поля скоростей (а) и температур (б) на нескольких уровнях над полом помещения (иллюстрация авторов)

Из графиков распределения скорости (рис. 3а) видно, что скорости движения воздуха, вызываемые притоком, в плоской постановке задачи очень невелики, нигде не превышают 0,1 м/с, особенно малые скорости на высоте 1,5 м на расстоянии около 4 метров от наружной стены. Скорости возрастают с приближением к стене, противоположной приточному отверстию.

Вблизи приточного отверстия, откуда поступает холодный наружный воздух, температура понижена – -6°C . В зоне действия приточной струи температура остается сниженной, порядка 13°C . Вблизи расположения отопительного прибора температура достаточно высокая, около 60°C , а в центральной части объема помещения температура распределяется достаточно равномерно и практически близка 20°C , что соответствует заданной нормативной величине. Расчеты температуры воздуха на указанных уровнях также свидетельствуют о ее достаточно равномерном распределении по большей части помещения, повышенная температура наблюдается в зоне расположения отопительного прибора, что вполне логично.

При нерегулируемом режиме естественной вентиляции с понижением температуры наружного воздуха до -25°C – -30°C расход воздуха возрастает приблизительно вдвое. Второй вариант численного моделирования был выполнен при увеличенном вдвое расходе холодного наружного воздуха. При этом соответственно, была увеличена теплоотдача отопительного прибора. Геометрические и теплозащитные характеристики

помещения оставались неизменными. Рассчитанные при этих условиях поля скорости движения воздуха и температуры в помещении представлены на рис. 4.

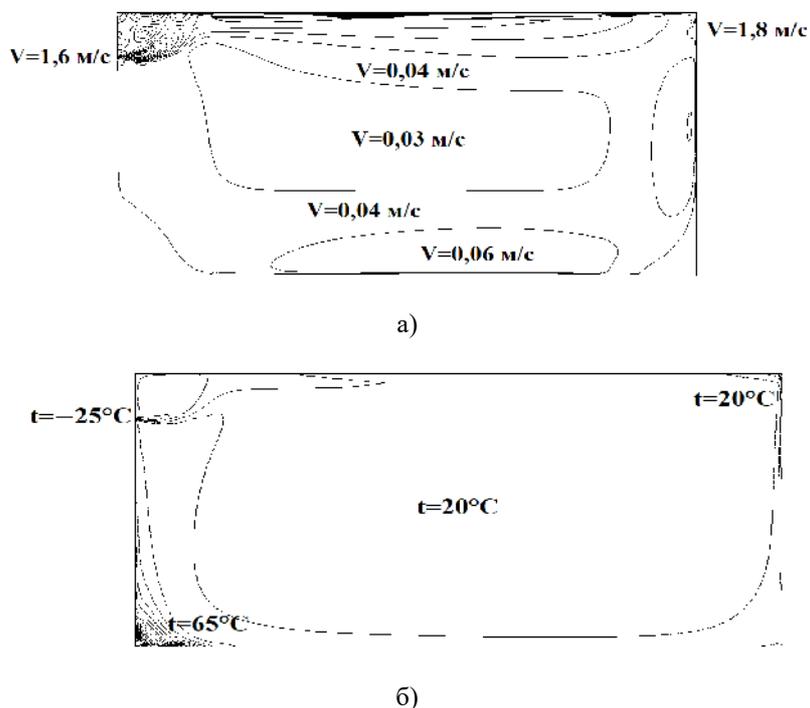


Рис. 4. Расчетные поля скоростей (а) и температур (б) в поперечном сечении помещения при вдвое увеличенном расходе холодного наружного воздуха (иллюстрация авторов)

В этом случае в центральной зоне помещения скорость движения воздуха несколько выше и составляет и приблизительно 0,03-0,04 м/с, а на уровне пола – 0,06 м/с, что также не превышает нормируемого значения. Максимальное значение температуры воздуха также наблюдается в зоне расположения отопительного прибора и достигает $t=65^{\circ}\text{C}$. В центральной зоне помещения величина температуры воздуха приблизительно равна ожидаемому значению 20°C . В целом поля скоростей и температур близки к рассмотренным ранее. Таким образом, повышение расхода холодного приточного воздуха в указанных пределах, при условии соответствующего повышения теплоотдачи отопительного прибора, не приводит к существенному изменению полей скоростей и температур и не требует заметной коррекции способа подачи приточного воздуха.

Заключение

Из представленных материалов следует, что полученные результаты численного моделирования не противоречивы. Численное моделирование, выполненное в двухмерной постановке задачи, дает верное качественное представление о развитии течения и формировании поля температур в помещении.

Количественно полученные значения скорости и температуры воздуха в помещении отвечают нормам.

Сравнивая два рассмотренных варианта решения, можно отметить, что повышение расхода холодного приточного воздуха вдвое, при условии соответствующего повышения мощности отопительного прибора, не приводит к превышению нормативных значений скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения. Поле температур внутреннего воздуха также приблизительно сохраняется. Следовательно, дополнительных мероприятий по совершенствованию подачи наружного воздуха в этих условиях не требуется.

Результаты двухмерного моделирования можно рассматривать как качественные и несколько приближенные. В дальнейшем планируется провести подобное исследование в более полной трехмерной, приближенной к реальности, постановке.

Список библиографических ссылок

1. Жилина Т. С., Вяткина С. Д., Вяткина Ю. С. Эффективность работы систем естественной вентиляции в жилых зданиях // *Фундаментальные исследования*. 2017. № 7. С. 25–29.
2. Жилина Т. С. Влияние работы систем естественной вентиляции на микроклимат помещений в жилых зданиях // *Международный научный журнал «Молодой ученый»*. 2016. № 8 (112). С. 214–218.
3. Guan Y., Li A., Zhang Y., Jiang, C., Wang Q. Experimental and numerical investigation on the distribution characteristics of wind pressure coefficient of airflow around enclosed and open-window buildings // *Building Simulation*. 2016. № 9. P. 551–568.
4. Wang J., Wang S., Zhang T., Battaglia F. Assessment of single-sided natural ventilation driven by buoyancy forces through variable window configurations // *Energy and Buildings*. 2017. № 139. P. 762–779.
5. Pan W., Liu S., Li S., Cheng X., Zhang H., Long Z., Zhang T., Chen Q. A model for calculating single-sided natural ventilation rate in an urban residential apartment // *Building and Environment*. 2019. 147. P. 372–381.
6. Симбирев О. В., Жилина Т. С. Анализ процессов движения воздуха и его параметров в системах естественной вентиляции при помощи математического моделирования // *Вестник ИШ ДВФУ*. 2018. № 3. С. 112–117.
7. Дячек П. И., Макаревич С. А., Захаревич А. Э., Ливанский Д. Г. Математические методы в отоплении, вентиляции и кондиционировании воздуха // *Вестник МГСУ*. 2011. Вып. 7. С. 143–147.
8. Maklakov D. V., Posohin V. N., Safiullin R. G., Kareeva J. R. Intake rate through openings in the side wall of the duct // *Magazine of Civil Engineering*. 2020. № 94 (2). P. 65–80. DOI: 10.18720/MCE.94.6.
9. Денисихина Д. М. Особенности численного моделирования поведения воздушных потоков в объемах концертных и театральных залов // *Науковедение*. 2014. № 3 (22). С. 8–10.
10. Liu S., Pan W., Cao Q., Long Z., Jiang Y., Chen Q. CFD simulations of natural cross ventilation through an apartment with modified hourly wind information from a meteorological station // *Energy and Buildings*. 2019. № 195. P. 16–25.
11. Liu S., Pan W., Lin X., Qing K., Zhang W., Long Z., Chen Q. CFD Simulations of Cross Natural Ventilation through an Apartment with Modified Inflow Boundary Conditions // *Proceedings of the 16th IBPSA Conference / Rome, Italy, Sept. 2-4, 2019*. P. 3794–3801.
12. Кривошеин А. Д. Прогнозирование работы систем естественной вентиляции жилых зданий с организованным притоком воздуха // *Известия вузов. Строительство*. 2011. № 4. С. 43–52.

Broyda Vladimir Aronovich

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: broida@mail.ru**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

Dorofeenko Nikolay Sergeevich

design engineer

E-mail: ndorofeenko@yandex.ru**LLC «Production Enterprise «TechVent»**

The organization address: 421001, Russia, Kazan, Nigmatullina st., 1/47

Sharafeeva Alina Robertovna

design engineer

E-mail: shalinar977@mail.ru**LLC «Galaxy Construction»**

The organization address: 420107, Russia, Kazan, Petersburg st., 65A

Numerical study of the fields of air velocity and temperature in a residential building, taking into account the influence of the natural influx

Abstract

Problem statement. Natural ventilation is widely used in residential buildings. The unregulated natural influx in the cold season leads to an increase in airflow, which complicates the maintenance of mobility and air temperature in the room. In this regard, the study of the mobility and temperature of the air in the room, depending on the natural flow, is relevant. The purpose of the study is to identify the effect of the supply of increasing consumption of cold outdoor air on the mobility and temperature of the air in the living room. Evaluation of this effect is based on numerical simulation of the velocity and temperature fields.

Results. The main results of the study are obtained by numerical simulation of the velocity and temperature fields at two external cold airflow rates, standard and twice as high, which occurs in the absence of regulation of natural ventilation. It was established that both at the normative and increased flow rate, despite the increase in the air velocity and a slight increase in temperature deviation, their normative limits are not exceeded.

Conclusions. The significance of the results for the construction industry lies in the fact that a doubling of the outdoor airflow does not lead to an excessive increase in air mobility, it remains below the normative limit. The temperatures of the internal air also vary slightly, but when compensating for greater cooling of the room due to an increase in the heat output of the heater, they also remain within the acceptable values.

Keywords: air speed, temperature, flow rate, living quarters, natural influx, numerical modelling.

References

1. Zhilina T. S., Vyatkina S. D., Vyatkina Yu. S. Efficiency of natural ventilation systems in residential buildings // *Fundamentalnyye issledovaniya*. 2017. № 7. P. 25–29.
2. Zhilina T. S. The effect of natural ventilation systems on the microclimate of premises in residential buildings // *Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal «Molodoy uchenyy»*. 2016. № 8 (112). P. 214–218.
3. Guan Y., Li A., Zhang Y., Jiang C., Wang Q. Experimental and numerical investigation on the distribution characteristics of wind pressure coefficient of airflow around enclosed and open-window buildings // *Building Simulation*. 2016. № 9. P. 551–568.
4. Wang J., Wang S., Zhang T., Battaglia F. Assessment of single-sided natural ventilation driven by buoyancy forces through variable window configurations // *Energy and Buildings*. 2017. № 139. P. 762–779.
5. Pan W., Liu S., Li S., Cheng X., Zhang H., Long Z., Zhang T., Chen Q. A model for calculating single-sided natural ventilation rate in an urban residential apartment // *Building and Environment*. 2019. № 147. P. 372–381.
6. Symbirev O. V., Zhilina T. S. Analysis of the processes of air movement and its parameters in natural ventilation systems using mathematical modelling // *Vestnik ISH DVFU*. 2018. № 3. P. 112–117.
7. Dyachek P. I., Makarevich S. A., Zakharevich A. E., Livansky D. G. Mathematical methods in heating, ventilation and air conditioning // *Vestnik MGSU*. 2011. V. 7. P. 143–147.
8. Maklakov, D.V., Posohin, V.N., Safiullin, R.G., Kareeva, J.R. Intake rate through openings in the side wall of the duct // *Magazine of Civil Engineering*. 2020. № 94 (2). P. 65–80. DOI: 10.18720/MCE.94.6.
9. Denisikhina D. M. Features of numerical modelling of the behaviour of air flows in the volumes of concert and theater halls // *Naukovedeniye*. 2014. № 3 (22). P. 8–10.
10. Liu S., Pan W., Cao Q., Long Z., Jiang Y., Chen Q. CFD simulations of natural cross ventilation through an apartment with modified hourly wind information from a meteorological station // *Energy and Buildings*. 2019. № 195. P. 16–25.
11. Liu S., Pan W., Lin X., Qing K., Zhang W., Long Z., Chen Q. CFD Simulations of Cross Natural Ventilation through an Apartment with Modified Inflow Boundary Conditions // *Proceedings of the 16th IBPSA Conference / Rome, Italy, Sept. 2-4. 2019*. P. 3794–3801.
12. Krivoshein A. D. Forecasting the operation of natural ventilation systems of residential buildings with organized airflow // *Izvestiya vuzov. Stroitelstvo*. 2011. № 4. P. 43–52.

УДК 662.611

Таймаров Михаил Александрович

доктор технических наук, профессор

E-mail: taimarovma@yandex.ru

Тимербаев Наиль Фарирович

доктор технических наук, профессор

E-mail: spekgeu@gmail.com

Казанский государственный энергетический университет

Адрес организации: 420066, Россия, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51

Лавирко Юрий Васильевич

кандидат технических наук, доцент

E-mail: lav.yu55@gmail.com

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Использование ветроэнергетики для электроснабжения строительства в труднодоступных и удаленных районах

Аннотация

Постановка задачи. Потребность в углеводородном топливе в настоящее время непрерывно возрастает в связи с вводом в промышленности новых технологических мощностей, а также с расширением строительства и с увеличением количества транспортных средств, использующих двигатели внутреннего сгорания. Для удаленных и труднодоступных районов крайнего Севера России и Сибири также большой проблемой является доступность к источникам моторного топлива. В этой связи для стационарных установок, таких как технологические агрегаты строительной индустрии, работающих на нефтепродуктах или же потребляющих электроэнергию в условиях удаленности от линий электропередач и источников моторного топлива, альтернативой является использование возобновляемых источников энергии, к числу которых относится ветроэнергетика.

Результаты. Применение промышленной ветроэнергетики и создание мощных ветропарков для выработки электроэнергии в удаленных и труднодоступных районах России сдерживаются отсутствием необходимых финансовых средств, так как стоимость ветрогенераторов промышленного исполнения очень высока. Срок окупаемости при этом длительный. Поэтому предпочтительным для производственного использования является использование, проектирование и создание ветрогенераторов с выработкой количества электроэнергии, достаточного для обеспечения малых и средних производственных мощностей, к числу которых относится строительная индустрия, обеспечивающая начальные этапы создания технологических мощностей, например, при переработке полезных ископаемых, лесопереработке, строительстве подъездных путей и т.д. При создании таких ветрогенераторов используются готовые узлы и блоки, применяемые в автотранспорте, железнодорожном и водном транспорте, сельском хозяйстве, так как на первой стадии производства электроэнергии с помощью ветрогенераторов главными приоритетами являются простота конструкции, дешевизна узлов и безотказность в эксплуатации. Ветрогенераторы, выпускаемые для бытовых целей и частного использования, не могут применяться ввиду незначительной электрической мощности и ненадежности в эксплуатации.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в том, что ветрогенераторы могут быть использованы для выработки электрической энергии для малых и средних предприятий, занимающихся вопросами строительства, переработки лесоматериалов и малотоннажного производства строительных материалов. В результате исследования выявлено, что в пределах до 10 кВт электрической мощности ветрогенераторы могут быть рентабельны при условии использования в их конструкции узлов и блоков, освоенных в электротехническом производстве, а также элементов, используемых в автомобильной промышленности и в других отраслях.

Ключевые слова: ветроэнергетика, электрогенератор, привод, электроснабжение, число оборотов, скорость ветра, мощность, радиус, ветроколесо, электродвигатель, ветрогенератор.

Введение

Ветрогенератор – это устройство, преобразующее кинетическую энергию ветра в механическую энергию вращения вала с последующим ее применением в качестве привода электрогенератора. Среди трех групп ветрогенераторов: промышленных, коммерческих и бытовых [1-14], наиболее представительными и системообразующими являются промышленные, которые вводятся в эксплуатацию государством или крупными энергетическими компаниями.

Их электрическая мощность может достигать 50 МВт, и они объединяются в сети, в результате чего получается ветряные электростанции. Необходимым условием их возведения является высокий среднегодовой уровень силы ветра. Конструкция мощных ветрогенераторов одинакова и за основу взят, расположенный в гондоле, горизонтальный ротор с тремя лопастями, которые создают значительную площадь сопротивления потоку ветра. Ротор передает вращательное движение на электрогенератор для выработки электроэнергии. Вся конструкция, включая лопасти, ротор, гондолу, электрогенератор и электромеханическую часть поворота гондолы, располагается с помощью башни с фундаментом, углубленным в грунт, на значительной высоте не менее 70 м, для улавливания мощных воздушных потоков. Из анализа конструкции следует, что возведение таких энергосиловых объектов в удаленных и труднодоступных районах Крайнего Севера России и Сибири является финансово затратным и сложно реализуемым мероприятием. Потому приемлемым решением является возведение ветрогенераторов несетевого назначения, предназначенных для обеспечения строительных нужд, малотоннажной переработки полезных ископаемых, лесопереработки и лесопильного производства строительных материалов.

Объект исследования и используемая методика

Для ветрогенераторов небольшой мощности применительно к потребностям строительства, объектам сельскохозяйственного, геологоразведывательного, горнодобывающего и полевого назначения, наиболее важным является выбор мощности электрогенератора в соответствии с преобладающей силой ветра и нагрузкой, которые обеспечивают безотказность в эксплуатации и полезное использование мощности в соответствии с производственными потребностями. В этой связи объектом исследования является выявление закономерностей взаимосвязи скорости ветра, полезной площади и диаметра лопастей, числа оборотов вала электрогенератора и его нагрузки со стороны потребителей электроэнергии. Число оборотов вала электрогенератора является одним из важных технических режимных параметров, так как при понижении числа оборотов снижается генерация электрической энергии, несмотря на то, что площадь лопастей при большом их диаметре воспринимает значительное количество ветровой нагрузки при заданной скорости ветра для конкретного региона России. По принципу действия, используемые современные ветроэлектрогенераторы являются преимущественно асинхронными.

Формула для расчета мощности P на выходных клеммах электрогенератора ветряной установки записывается как:

$$P = 0,5\rho Fw^3 K_u K_c K_m, \text{ Вт}, \quad (1)$$

где ρ – плотность воздуха, равная $1,23 \text{ кг/м}^3$; F – площадь ометания ветроколеса, м^2 ; w – скорость ветра, м/с ; K_u – коэффициент использования энергии ветра, равный $0,35 \dots 0,45$; K_c – коэффициент полезного действия электрогенератора, равный $0,9$; K_m – коэффициент полезного действия мультипликатора, равный $0,8$.

Ветровая нагрузка по мощности выражается зависимостью:

$$P_g = 0,5\rho Fw^3, \text{ Вт}. \quad (2)$$

Отсюда, площадь ометания ветроколеса F при известных значениях мощности на клеммах электрогенератора равна:

$$F = P/0,5\rho w^3, \text{ м}^2. \quad (3)$$

По известной площади F можно найти радиус ветроколеса:

$$r_g = (F/\pi)^{0,5}, \text{ м.} \quad (4)$$

Определение количества оборотов в минуту n_g , развиваемого ветроколесом, производится по формуле:

$$n_g = 60wz/2\pi r_g, \text{ об/мин.} \quad (5)$$

где z – коэффициент быстроходности ветроколеса.

На рис. 1 приведены значения коэффициента использования энергии ветра K_u в зависимости от коэффициента быстроходности z различных типов ветроколес.

Как видно по рис. 1, самый высокий коэффициент использования энергии ветра K_u имеют малоллопастные колеса, которые характеризуются большими значениями коэффициента быстроходности, составляющими $z = 4 \dots 7$.

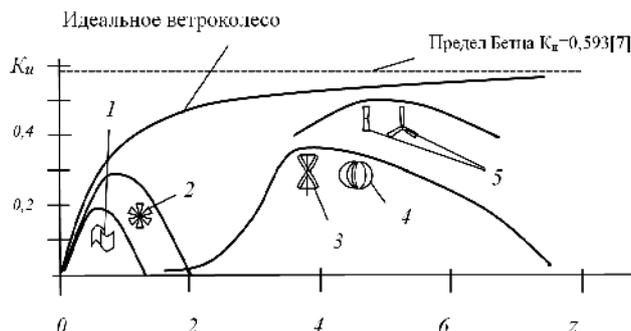


Рис. 1. Коэффициент использования энергии ветра K_u в зависимости от быстроходности z при различных типах ветроколес (иллюстрация автора):
1 – ветроколесо Сигурта Савониуса $K_u=0,2$; 2 – тихоходное многолопастное ветроколесо $K_u=0,3$;
3 – геликоидный ротор $K_u=0,4$; 4 – ротор Дарье $K_u=0,3$;
5 – быстроходные малоллопастные ветроколеса $K_u=0,45$

На рис. 1 также показано предельное значение $K_u \approx 0,593$, как предел Бетца для идеального ветроколеса, к показателям конструкции которого должны стремиться разработчики.

При оптимальных параметрах сочетания числа оборотов ветроколеса n_g и числа оборотов электрогенератора n_e мощность электрической нагрузки потребителей электроэнергии $P_{э,н}$ и мощность P_g равны между собой, то есть $P_{э,н} = P_g$.

При $P_{э,н} > P_g$ происходит торможение ротора ветроколеса, а обороты n_g становятся меньше n_e , и вырабатываемая электрическая мощность P_g снижается. При этом суммарный КПД ветряной установки понижается. Так как скорость ветра можно выразить в виде зависимости $w = \pi D_g n_g$, где D_g – диаметр ветроколеса (м), оптимальное число оборотов n_g можно получить из выражения (1).

Отсюда при $P_{э,н} = P_g$ можно определить значение скорости ветра w_o , которое соответствует оптимальной нагрузке потребителей для заданной конструкции ветрогенератора.

При использовании асинхронных электродвигателей в качестве электрогенераторов для ветряных установок корректируется выбор мощности конденсаторов.

Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 2 приведены результаты расчетов электрической мощности P_g ветрогенераторов с трехлопастными ветроколесами радиусов $r_g=3$ м, $r_g=4$ м и $r_g=4,5$ м при различных скоростях ветра w .

По рис. 2 видно, что для скоростей ветра, имеющих место в России, и при приемлемых величинах радиуса r_g ветроколеса, получаемые значения электрической мощности на клеммах электрогенератора невысоки. Для строительных нужд приемлемым является радиус ветроколеса $r_g=4,5$ м при скорости ветра $w=6$ м/с. Однако при этом необходимо иметь несколько ветрогенераторов, обеспечивающих в сумме для потребителей повышенные значения требуемой электрической мощности для строительных работ. На рис. 3 приведена зависимость числа оборотов ветроколеса n_g от скорости ветра w при различных радиусах ветроколеса r_g .

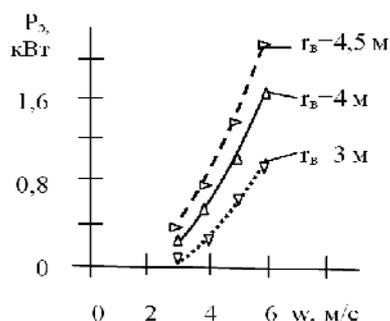


Рис. 2. Результаты расчетов электрической мощности $P_{э}$ ветрогенераторов с трехлопастными ветроколесами радиусов $r_g=3$ м, $r_g=4$ м и $r_g=4,5$ м w при различных скоростях ветра w (иллюстрация автора)

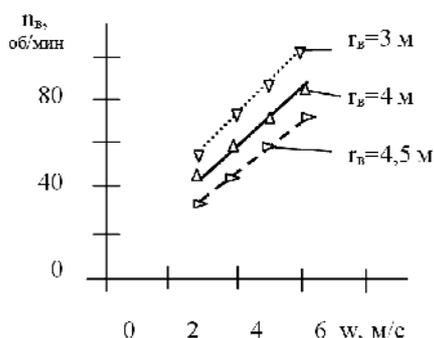


Рис. 3. Зависимость числа оборотов трехлопастного ветроколеса $n_{в,к}$ от скорости ветра w при различных радиусах ветроколеса r_g (иллюстрация авторов)

Как видно по рис. 3, с уменьшением радиуса ветроколеса r_g число его оборотов n_g при постоянной скорости ветра w сильно возрастает. Однако электрическая мощность $P_{э}$ с уменьшением радиуса ветроколеса снижается (рис. 2). Поэтому при строительстве ветрогенераторов необходимо изначально учитывать преобладающее значение скорости ветра в течение года и, в зависимости от потребности производства в электрической мощности, выбирать радиус ветроколеса.

На рис. 4 приведена зависимость развиваемой электрической мощности $P_{э}$ от радиуса ветроколеса r_g при различных скоростях ветра w в сравнении с экспериментальными данными других авторов [10].

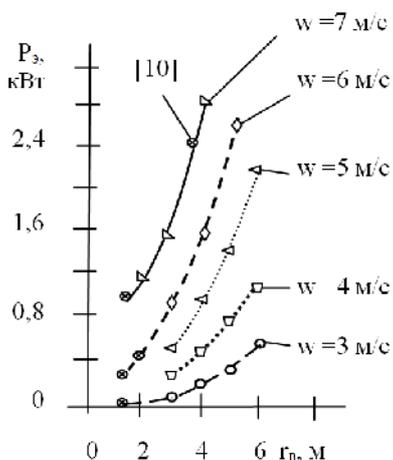


Рис. 4. Зависимость развиваемой электрической мощности $P_{э}$ от радиуса трехлопастного ветроколеса r_g при различных скоростях ветра w в сравнении с экспериментальными данными других авторов [10]

Как видно по рис. 4, результаты расчетов хорошо коррелируют с экспериментальными данными других авторов. В производстве ветрогенераторов [11-14] имеется тенденция по проектированию ветрогенераторов с радиусом ветроколеса r_v до 6 м. Практическое значение для строительства в отдаленных и труднодоступных районах имеют ветрогенераторы с радиусом ветроколеса свыше двух метров, так как развиваемые электрогенераторами мощности при радиусе ветроколес до двух метров малы для того, чтобы использовать их в составе ветропарков, то есть объединяя несколько ветрогенераторов для набора необходимой мощности при невысоких скоростях ветра.

В таблице приведены сравнительные показатели применимости различных марок ветрогенераторов для использования в удаленных районах строительства.

Таблица

**Сравнительные показатели применимости различных марок ветрогенераторов,
для использования в удаленных районах строительства**

Марка ветрогенератора	Мощность при ветре 6 м/с, кВт	Радиус ветроколеса, м	Тип электрогенератора	Число лопастей	Быстроходность, z	Обороты ветроколеса, об/мин	Коэффициент использования ветра
ВИСХОМ Д3,5	0,9	1,8	трехфазный асинхронный	2	7	306	0,38
ВИМЭ ТВ3	0,7	1,5	трехфазный асинхронный	18	1,2	67	0,29
ТВ5	1,8	2,5	трехфазный асинхронный	24	1,2	40	0,29
ТВ8	4,8	4	трехфазный асинхронный	18	1,2	25	0,29
УНДИМ Д10	7,4	5	трехфазный асинхронный	2	5	78	0,49
ВИМЭ Д12	10,7	6	трехфазный асинхронный	3	4,5	60	0,47
CONDOR AIR WES 380/50-10	8	3,5	трехфазный на постоянных магнитах	3	4,3	35	0,42
Energy Wind	0,8	2	трехфазный асинхронный	3	4,1	40	0,4
Energy Wind	3	3,5	трехфазный асинхронный	3	4,2	48	0,4
SAV10	8	R2,5, H4	трехфазный на постоянных магнитах	5	5	60	0,42
ВЕКАР	0,5	1	трехфазный на постоянных магнитах	3	4,2	56	0,42
ВЭУ-3	3	R1,7, H3,8	трехфазный на постоянных магнитах	6	5	60	0,45
Роторный синхронный «Орион»	1	4	Роторный синхронный двигатель	6	4	174	0,35
Energy Stock	0,6	1,8	Синхронный электрогенератор	3	4,5	60	0,38

Как видно из таблицы ветрогенераторы с тремя лопастями и горизонтальным ротором при числе оборотов ветроколеса около 60 об/мин и радиусом 2,5...3,5 м с трехфазным асинхронным электрогенератором являются предпочтительными перед другими конструкциями.

Постоянные магниты с течением времени ослабевают, синхронные электрогенераторы неустойчивы к короткому замыканию и к перегрузкам в сравнении с асинхронными электрогенераторами. Применение роторного синхронного двигателя в качестве электрогенератора для ветрогенератора «Орион» не позволяет получать высокие мощности при значительных радиусах ветроколеса около 4 м.

Многолопастные ветроколеса с числом лопастей 18 и 24 имеют невысокую быстроходность порядка 1,2. Это сказывается на коэффициенте использования силы ветра и не позволяет достигнуть высокой электрической мощности.

Заключение

1. В эксплуатации при присоединении нагрузки необходимо, чтобы потребляемая мощность соответствовала вырабатываемой на клеммах электрогенератора во всем диапазоне чисел оборотов ветроколеса.

2. При подключении нагрузки потребителей, превышающей мощность электрогенератора, необходимо переходить на ветрогенератор с уменьшенным диаметром ветроколеса для того, чтобы обеспечить баланс между оборотами и мощностью ветроколеса и электрогенератора.

Список библиографических ссылок

1. Таймаров М. А., Лавирко Ю. В. Ветряный генератор на основе асинхронного электродвигателя : сб. статей Международной научно-технической конференции «Новые задачи технической науки и пути их решения» (г. Самара, 13 мая 2017 г.) / Аэтерна. Уфа, 2017. С. 217–219.
2. Таймаров М. А., Лавирко Ю. В. Особенности применения ветряных электрогенераторов с вертикальным ветроколесом : сб. статей Международной научно-практической конференции «Научно-технический прогресс как фактор развития современного общества» (г. Оренбург, 25 января 2018 г.) / Аэтерна. Уфа, 2018. С. 122–124.
3. Таймаров М. А., Осипов А. Л., Тимербаев Н. Ф. Параметры ветряных электрогенераторов с вертикальным и горизонтальным ротором : сб. статей Международной научно-практической конференции «Теоретические и практические аспекты развития научной мысли в современном мире» (г. Уфа, 5 декабря 2018 г.) / Аэтерна. Уфа, 2018. С. 61–63.
4. Таймаров М. А., Афанасьев И. А. Горизонтальный ветрогенератор на постоянных магнитах // Вестник Казан. технол. ун-та. 2014. т. 17. № 11. С. 183–184.
5. Ветроэнергетическая установка. Патент на полезную модель № 112289 от 10 января 2012.
6. Барышева О. Б., Садыков Р. А., Батюшков Н. Ю. Оптимизация трассировки газораспределительной сети низкого давления // Современное строительство и архитектура. 2017. № 3. С. 25–28.
7. Ветроэлектрогенератор. Патент на изобретение № 2518152 от 10 июня 2014 г.
8. Харитонов В. П., Автономные ветроэлектрические установки. М., ГНУ ВИЭСХ, 2006. 280 с.
9. URL: <https://energo.house/veter/promyshlennye-vetrogeneratory.html>.
10. Кожухов Ю. В., Лебедев А. А., Данилишин А. М., Давлетгареев Э. В. Аудит характеристик ветрогенераторов с применением CFD-моделирования на суперкомпьютере CAD/CAM/CAE // Observer. 2016. № 7 (107). С. 81–87.
11. Номенклатура и характеристики ветрогенераторов компании «EDS Group». Электронный ресурс: energy-ds.ru.
12. Miller N. W. Frequency responsive wind plant controls: Impacts on grid performance // Power and Energy Society General Meeting. IEEE. 2011. P. 1–8.
13. Boyle G. Renewable Energy. Oxford University Press, 2004. 464 p.
14. Chen Z. Wind energy-the world's fastest growing energy source // IEEE Power Electronics Society Newsletter. 2006. v. 18. № 3. P. 17–19.
15. Hansen A. D. Wind turbine concept market penetration over 10 years (1995-2004) // Wind energy. 2007. v. 10. № 1. P. 81–97.

Taimarov Mikhail Alexandrovich

doctor of technical sciences, professor

E-mail: taimarovma@yandex.ru**Timerbaev Nail Farilovich**

doctor of technical sciences, professor

E-mail: cpekgeu@gmail.com**Kazan State Power Engineering University**

The organization address: 420066, Russia, Kazan, Krasnoselskaya st., 51

Lavirko Yuri Vasilyevich

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: lav.yu55@gmail.com**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

**Use of wind energy for power supply of construction objects
in remote and inaccessible areas****Abstract**

Problem statement. The demand for hydrocarbon fuels is currently continuously increasing due to the introduction of new technological capacities in the industry, expansion of construction and an increase in the number of vehicles using internal combustion engines. For remote and inaccessible areas of the far North of Russia and Siberia, access to sources of motor fuel is also a big problem. In this regard, for stationary installations, such as technological units of the construction industry, operating on petroleum products or consuming electricity in a distance from power lines and motor fuel sources, the alternative is the use of renewable energy sources, which include wind energy.

Results. The use of industrial wind energy and the creation of powerful wind farms to generate electricity in remote and inaccessible regions of Russia is hampered by the lack of necessary financial resources since the cost of industrial wind generators is very high. The payback period is long. Therefore, for production use, it is preferable to use, design, and create wind generators with the generation of electricity sufficient to provide small and medium-sized production capacities, which include the construction industry, providing the initial stages of creating technological capacities, for example, in mineral processing, timber processing, and building access paths etc. When creating such wind generators, ready-made units and blocks are used that are used in motor transport, railway and water transport, and agriculture, since at the first stage of electricity production with the help of wind generators, the main priorities are simplicity of design, low cost of units, and failure-free operation. Wind generators produced for domestic purposes and private use cannot be used due to insignificant electric power and unreliability in operation.

Conclusions. This article presents the results of a study on the use of wind generators to generate electrical energy for small and medium-sized enterprises involved in the construction, processing of timber and small-scale production of building materials. As a result of research in the article, it was found that within the range of up to 10 kW of electric power, wind generators can be cost-effective when used in their structure units and blocks mastered in the electrical industry, as well as elements used in the automotive industry and other industries.

Keywords: wind power, electric generator, drive, power supply, speed, wind speed, power, radius, wind wheel, electric motor, wind generator.

References

1. Taimarov M. A., Lavirko Yu. V. Wind generator based on an asynchronous electric motor : coll. of articles of the International scientific and technical conference «New tasks of technical science and ways to solve them» (Samara, May 13, 2017) / Aetern. Ufa, 2017. P. 217–219.

2. Taimarov M. A., Lavirko Yu. V. Features of the use of wind power generators with a vertical wind wheel : coll. of articles of the International scientific-practical conference «Scientific and technological progress as a factor in the development of modern society» (Orenburg, January 25, 2018) / Aetern. Ufa, 2018. P. 122–124.
3. Taimarov M. A., Osipov A. L., Timerbaev N. F. Parameters of wind power generators with vertical and horizontal rotor : coll. of articles of the International scientific-practical conference «Theoretical and practical aspects of the development of scientific thought in the modern world» (Ufa, December 5, 2018) / Aetern. Ufa, 2018. P. 61–63.
4. Taimarov M. A., Afanasyev I. A. Horizontal permanent magnet wind generator // Vestnik Kazan. technol. un-ta. 2014. v. 17. № 11. P. 183–184.
5. Wind power installation. Utility Model Patent № 112289, January 10, 2012.
6. Barysheva O. B., Sadykov R. A., Batyushkov N. Yu. Optimization of low-pressure gas distribution network tracing // Modern construction and architecture. 2017. № 3. P. 25–28.
7. Wind generator. Patent for invention № 2518152, June 10, 2014.
8. Kharitonov V. P. Autonomous wind power installations. M., GNU VIESH, 2006. 280 p.
9. Electronic source: <https://energo.house/veter/promyshlennye-vetrogeneratory.html>.
10. Kozhukhov Yu. V., Lebedev A. A., Danilyshin A. M., Davletgareev E. V. Audit the characteristics of wind generators using CFD modeling on a CAD/CAM/CAE supercomputer // Observer. 2016. № 7 (107). P. 81–87.
11. Nomenclature and characteristics of «EDS Group» wind generators. Electronic resource: energy-ds.ru.
12. Miller N. W. Frequency responsive wind plant controls: Impacts on grid performance // Power and Energy Society General Meeting. IEEE. 2011. P. 1–8.
13. Boyle G. Renewable Energy. Oxford University Press, 2004. 446 p.
14. Chen Z. Wind energy-the world's fastest growing energy source // IEEE Power Electronics Society Newsletter. 2006. v. 18. № 3. P. 17–19.
15. Hansen A. D. Wind turbine concept market penetration over 10 years (1995-2004) // Wind energy. 2007. v. 10. № 1. P. 81–97.



УДК 625.08

Габдуллин Талгат Ривгатович

кандидат технических наук, доцент

E-mail: talgat2204@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Харламов Евгений Владимирович

кандидат технических наук

E-mail: jkharlamov@ya.ru

Московский государственный строительный университет

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

Кашипов Рафилъ Фаилевич

заместитель главного конструктора

E-mail: rkashipov@gmail.com

ООО «Грузоподъем»

Адрес организации: 420107, Россия, г. Казань, ул. Нигматуллина, д. 3

Фазлеев Ильшат Айдарович

начальник центральной лаборатории

E-mail: Ilshat.Fazleev@tatavtodor

АО «Татавтодор»

Адрес организации: 420012, Россия, г. Казань, ул. Достоевского, д. 18/75

Германов Антон Анатольевич

заместитель начальника

ДРСУ «Высокогорский» Пригородный филиал АО «Татавтодор»

E-mail: germanov.anton@prg.tatavtodor.ru

Адрес организации: 422718, Россия, Республика Татарстан, Высокогорский район, ст. Киндери, ул. Лесная, д. 7А

Повышение морозостойкости материала дорожной разметки

Аннотация

Постановка задачи. Цель исследований – повышение морозостойкости материала горячего термопластика для увеличения сроков эксплуатации дорожной разметки и снижения финансовых затрат на выполнение дорожно-разметочных работ.

Результаты. Основные результаты исследования заключаются в предложении одного из возможных вариантов оптимизации материала термопластика на основе добавления в его типовой состав строго дозированного количества пластификаторов. В результате достигается более высокий уровень морозостойкости термопластика, исключающий возникновение трещин и сколов от нагрузок при проезде по поверхности разметки транспортных средств в низкотемпературных условиях эксплуатации.

Выводы. Значимость полученных результатов для дорожно-строительной отрасли состоит в предложении морозостойкого состава термопластика. Предложенный состав термопластика является более морозостойким (пластичным) по сравнению с известными типовыми составами. Описаны экспериментальные этапы его получения. Предполагается, что срок эксплуатации горизонтальных линий дорожной разметки, нанесенных разработанным составом, будет существенно повышаться.

Ключевые слова: дорожная разметка, дорожное покрытие, состав, пластификатор, морозостойкость, нагрузка, качество, способ, экономичность.

Введение

Основным недостатком горизонтальной дорожной разметки из термопластика, влияющим на ее срок службы, является износ.

Известно также, что основными причинами износа горизонтальной дорожной разметки являются ее отслоение и истирание [1, 2].

Отслоение может происходить:

- по причине недостаточно надежного сцепления термопластика с асфальтовым покрытием в связи с нарушением технологических условий нанесения разметки, в основном из-за недостаточной степени чистоты поверхности дорожного покрытия при нанесении разметки (пыль, грязь, влага и др.). (Габдуллин Т.Р. К вопросу совершенствования нанесения дорожной разметки // Известия КГАСУ, 2017, № 2(40). С. 281-287).

- из-за трещин разметочного материала, возникающих как от нагрузок транспортного потока, так и от очень низких температур, в результате его недостаточной пластичности. В трещины попадает влага, которая просачиваясь под разметку, вызывает ее отслоение.

Многолетняя практика эксплуатации дорожных разметок, нанесенных горячим термопластиком, показывает, что они имеют больший срок эксплуатации, чем разметки, нанесенные другими известными материалами [3-5].

В статье приведены результаты исследований, направленных на повышение морозостойкости материала термопластика.

Суть и содержание проведенных исследований

Наблюдения за нанесением дорожной разметки в последние сезоны на дорогах города г. Казани показали, что наносимый слой дорожной разметки из горячего термопластика стал толще и составляет примерно 5...7 мм (ранее 0,8...1,5 мм).

Решение об утолщении слоя было принято в целях увеличения сроков эксплуатации разметок. Однако при таком подходе возникла новая сложность в обеспечении сохранности нанесенной разметки на дорожном покрытии, а именно повышение морозостойкости материала разметки.

Одним из возможных вариантов решения данной задачи предлагается корректировка состава термопластика (маркировочного материала) повышением показателей его пластичности путем добавления в типовой состав некоторых общеизвестных пластификаторов.

Результаты исследований

Сущность нестандартного метода определения морозостойкости заключается в оценке снижения прочности материала термопластика после многократного повторения цикла замораживания и оттаивания образцов, изготовленных из экспериментального состава.

Для определения оптимального состава материала для дорожной разметки из термопластика был подготовлен и проведен эксперимент.

В качестве экспериментальных добавок к типовому составу были выбраны пластификаторы дибутилфталат (ДБФ) и Coral Master Basse на основе достаточно хорошей изученности их рабочих характеристик и эффективной применимости в различных областях, в том числе и в разработке экспериментальных составов дорожных покрытий.

Пластификаторы типа ДБФ предназначены для повышения упругости исходного материала, что, в конечном счёте, повышает его износостойкость и устойчивость к механическим воздействиям, делая материал более долговечным. Пластификатор ДБФ эффективно защищает покрытия от растрескивания. ДБФ не влияет на цвет исходного материала и является самым дешёвым из имеющихся пластификаторов. Таким образом, себестоимость материала термопластика заметно не подорожает.

Пластификатор Coral Master Basse хорошо известен в строительстве и эффективно используется при бетонировании. Специальная формула данного пластификатора увеличивает прочность, повышает податливость и растекаемость растворов. Готовые смеси более равномерно ложатся на поверхности и обладают повышенной адгезией [6-8].

Добавление данного пластификатора придает основному материалу следующие характеристики: придает дополнительную пластичность; увеличивает стойкость к механическим нагрузкам; регулирует водопотребление; ускоряет темп набора прочности; продлевает долговечность растворов; улучшает однородность растворов, и как следствие их прочность, долговечность, морозостойкость и водонепроницаемость; увеличивает подвижность готовой смеси, исключая появление трещин.

Для проведения эксперимента были изготовлены три партии (по десять в каждой партии) кернов термопластика с различными в процентном соотношении добавками пластификатора в состав.

Первая партия из десяти образцов была сделана из типового состава термопластика без добавления пластификатора.

Три группы (по десять кернов) с добавлением в состав пластификатора ДФБ по 0,5 %, 1,0 % и 1,5 % соответственно, в каждой группе были изготовлены образцы для второй партии.

Третья партия с добавлением пластификатора Coral Master Bazze была изготовлена аналогично второй партии (три группы по десять образцов) также по 0,5 %, 1,0 % и 1,5 % соответственно.

Образцы приготавливались в соответствии с ГОСТ 12801-98.

При подготовке к испытаниям образцы были подвержены водонасыщению в условиях вакуума, а затем – попеременно замораживанию и оттаиванию в течение 25 повторяющихся циклов. При каждом цикле включалось замораживание в морозильной камере (рис. 1) при температуре минус 30°C и оттаивание в воде при комнатной температуре.

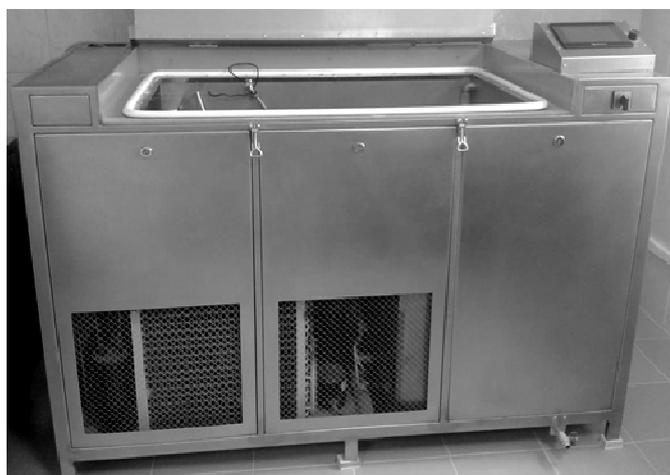


Рис. 1. Испытательное климатическое оборудование (иллюстрация автора)

После завершения последнего цикла определяли предел прочности при сжатии при 20°C в соответствии с ГОСТ 12801-98.

Для приготовления экспериментального горячего состава термопластика была использована типовая рецептура, приведённая в табл. 1.

Таблица 1

Состав испытуемого термопластика

Компонент	Содержание, %
Неорганические наполнители	80
Глицериновый эфир канифоли	12
Минеральное масло	3
Полиэтиленовый воск	2
Эластомер	3

Все компоненты загружались в металлическую ёмкость объёмом 1 л одновременно и нагревались электронагревателем до 220 °С. При нагревании смесь периодически перемешивалась. Через 20 минут, после достижения 220 °С, мешалкой марки Heidolph RZR1 лопастного винтового типа проводилась гомогенизация смеси при 300 об/мин в течение 10 минут. Измерение температуры проводилось при помощи электронного инфракрасного термометра – пирометра.

После истечения времени перемешивания полученный расплав выливался в цилиндрические формы с тефлоновыми вкладышами. Размеры цилиндров имели

соотношение две высоты к диаметру образца. Охлаждение образцов проводилось при комнатной температуре и термостатировалось в течение не менее 2 часов [8]. Затем образцы вынимались из формы, очищались от тефлоновой ткани и дефектов литья. После полученные образцы термопластика помещались в испытательную холодильную камеру и выдерживались при температуре $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 14 дней в режиме замораживания и оттаивания (переход через ноль) через каждые 12 часов.

Проведенные испытания показали следующие результаты:

Образец № 1. С добавлением пластификатора марки Coral MasterBazze:

Таблица 2

Дозировка пластификатора 0,5 %

№ испытания	Нагрузка при которой происходит потеря формы, кг/см ²	Нагрузка при которой происходит полное разрушение, кг/см ²
1	20	56,3
2	17,5	56,9
3	18,8	55
4	19,4	54,4
5	16,9	52,5

Таблица 3

Дозировка пластификатора 1,0 %

№ испытания	Нагрузка при которой происходит потеря формы, кг/см ²	Нагрузка при которой происходит полное разрушение, кг/см ²
1	24,4	62,5
2	23,1	64,4
3	23,8	63,8
4	22,5	63,1
5	25	65,6

Таблица 4

Дозировка пластификатора 1,5%

№ испытания	Нагрузка при которой происходит потеря формы, кг/см ²	Нагрузка при которой происходит полное разрушение, кг/см ²
1	21,3	57,5
2	20,6	59,4
3	21,9	60
4	20	58,1
5	22,5	58,8

Для образца № 1 с добавлением пластификатора Coral MasterBazze, наилучшие результаты показали образцы с добавлением пластификатора в количестве 1 % от испытываемой массы термопластика. Средняя нагрузка, которую выдержали образцы по результатам пяти экспериментов составила $23,8\text{ кг/см}^2$. Таким образом, выдержанная испытываемым образцом нагрузка в 1,3 раза превосходит расчетную.

Образец № 2. С добавлением пластификатора ДБФ:

Таблица 5

Дозировка пластификатора 0,5 %

№ испытания	Нагрузка, при которой происходит потеря формы, кг/см ²	Нагрузка, при которой происходит полное разрушение, кг/см ²
1	50	86,7
2	51,3	84,4
3	50,6	85,6
4	51,9	85
5	52,5	86,3

Таблица 6

Дозировка пластификатора 1%

№ испытания	Нагрузка, при которой происходит потеря формы, кг/см ²	Нагрузка, при которой происходит полное разрушение, кг/см ²
1	58,1	100,6
2	56,9	98,8
3	59,4	101,3
4	57,5	96,3
5	58,8	97,5

Таблица 7

Дозировка пластификатора 1,5 %

№ испытания	Нагрузка, при которой происходит потеря формы, кг/см ²	Нагрузка, при которой происходит полное разрушение, кг/см ²
1	54,4	87,5
2	55,6	88,1
3	53,8	89,4
4	53,1	88,8
5	55,0	90,0

Результаты проведенных испытаний позволяют сделать объективный вывод, что наилучшие показатели имеют образцы с дозировкой пластификатора 1 %. Средняя нагрузка по результатам пяти экспериментов, которую выдержали данные образцы, составила 54,4 кг/см². Выдержанная нагрузка в 2,8 раза превосходит необходимую.

Таблица 8

Испытание образцов без добавления пластификатора № 1

№ испытания	Нагрузка при которой происходит потеря формы, кг/см ²	Нагрузка при которой происходит полное разрушение, кг/см ²
1	15,6	31,3
2	14,4	35,0
3	12,5	25,0
4	18,1	36,9
5	13,1	28,9

Таблица 9

Испытание образцов без добавления пластификатора № 2

№ испытания	Нагрузка при которой происходит потеря формы, кг/см ²	Нагрузка при которой происходит полное разрушение, кг/см ²
1	16,9	34,4
2	15,6	33,1
3	14,4	32,5
4	16,3	28,8
5	18,1	37,5

В процессе нагружения керна – образца № 3 без добавления пластификаторов наблюдалась картина потери формы, далее – появление трещин и полное его разрушение [9]. При испытании образцов с добавлением пластификатора прослеживалась другая ситуация: начальное проявление потери формы, незначительные трещины и достижение максимального сжатия образца без критических его разрушений. Таким образом, можно сделать вывод о том, что добавление пластификатора влияет на технические характеристики термопластика, а именно повышает его морозостойкость, тем самым

минимизируя появление всевозможных трещин на поверхности дорожной разметки от воздействия низкотемпературных климатических факторов.

Следовательно, способом коррекции состава термопластика за счет добавления незначительного количества пластификатора (1 %) достаточно эффективно решается задача повышения морозостойкости материала дорожной разметки. Термопластик при этом становится более пластичным и эксплуатационные нагрузки не вызывают образование трещин с последующим отслаиванием разметки от поверхности дорожного покрытия.

Пластификаторы являются веществами, входящими в состав самых разнообразных полимерных материалов. В целом они значительно повышают эластичность и пластичность материалов в процессе переработки и использования [9-11].

Кроме того, для пластификаторов характерно свойство облегчения диспергирования всех ингредиентов, снижение температуры технологической обработки. Некоторые типы пластификаторов способствуют повышению огнеупорности, термостойкости и улучшают устойчивость к УФ-лучам. Выбранные добавки обеспечивают повышение пластичности и подвижности разметочного материала. Дорожная разметка подвергается резким перепадам температур даже в течение суток. При этом важно, чтобы качество состава материала отвечало всем необходимым эксплуатационным критериям и, соответственно, добавление в состав материала дорожной разметки пластификаторов имело целью повышение (сохранение) его эксплуатационных характеристик.

Данные пластификаторы улучшают следующие показатели: повышается текучесть, снижается водопроницаемость, повышаются морозостойкость, прочность, взаимная сцепляемость соединений, увеличивается срок использования готовой смеси.

Благодаря свойствам пластификаторов дополнительно увеличиваются прочностные характеристики термопластика. Добавление пластификаторов в состав материала дорожной разметки увеличивает его адгезионные свойства. Это означает, что термопластик застывает равномерно, не появляются расслоения и холодные швы, он обладает хорошим сцеплением с асфальтовым верхним покрытием дороги. Улучшение в целом технических и рабочих свойств термопластика позволяет получить смесь высокой прочности с длительным сроком эксплуатации.

Заключение

Таким образом, добавление небольшого количества пластификатора (не более 1 %) в состав термопластика позволяет достаточно успешно решить задачу повышения морозостойкости дорожной разметки. Дорожная разметка из термопластика с повышенными показателями пластичности уверенно воспринимает эксплуатационные нагрузки. Образование трещин с последующим отслаиванием от поверхности дорожного покрытия материала разметки минимизируется. Соответственно возрастает срок эксплуатации дорожной разметки, исчезает необходимость ежегодного нанесения (освежения) разметки, тем самым достигается значительная экономия финансовых и технических ресурсов. Это позволяет весьма существенно уменьшить бюджетные расходы города на нанесение и освежение дорожных разметок.

Дополнительные компоненты рецептуры термопластика являются коммерчески доступными, больших финансовых затрат не требуют. В связи с вышесказанным определяющим элементом в технологии повышения морозостойкости термопластика является его скорректированная рецептура изготовления.

Таким образом, подбор компонентов и оптимизация количества добавок в составе материала термопластика явилась основной научной задачей, на решение которой были направлены проведенные исследования.

Основные результаты выполненных исследований:

1. Были проведены исследования по усовершенствованию состава материала горячего термопластика с целью повышения его морозостойкости.
2. В качестве добавок были выбраны два пластификатора, хорошо известные на рынке строительных материалов. В результате проведенных экспериментальных исследований был определен состав термопластика, обеспечивающий более высокую морозостойкость в сравнении с типовым его составом.

3. Экспериментально был определен наиболее эффективный (среди выбранных) пластификатор для добавления в состав термопластика. Тем самым была экспериментально доказана возможность применения пластификатора в составе термопластика для повышения его физико-механических характеристик.

4. Прессовые испытания образцов термопластика после двухнедельной выдержки в испытательной холодильной камере показали отсутствие изменений его физико-механических свойств.

5. Сравнительный анализ результатов испытаний термопластика с добавлением пластификаторов с результатами испытаний термопластика с типовым составом позволил определить наиболее оптимальное соотношение добавляемого компонента.

6. Таким образом, было экспериментально установлено, что добавление 1 % пластификатора в состав горячего термопластика является наиболее оптимальным.

7. Применение в дорожной отрасли нанесения дорожной разметки предлагаемым составом позволит повысить долговечность эксплуатации разметочной сети.

8. Такая разметка может без существенных повреждений эксплуатироваться в течение 3-4-х лет.

9. С учетом сокращения объемов ежегодно выполняемых работ произойдет заметная экономия бюджетных средств за счет снижения расходов на ежегодное нанесение (освежение) дорожной разметки, а также эксплуатационных расходов (дорожно-разметочных и др. машин);

А также это приведет к экономии фонда заработной платы подрядных организаций.

Таким образом, внедрение и применение разработанного состава горячего термопластика дорожной разметки является перспективно-привлекательным для дорожно-строительной отрасли в целом.

Список библиографических ссылок

1. Иванов Г. П., Гришин И. В. О проблеме дорожного строительства – наличие трещин в асфальтобетонных покрытиях автомобильных дорог и мостов и пути их решения // Техника и технология транспорта. 2019. № 11. С. 1–8.
2. Подольский В. П. Технология и организация строительства автомобильных дорог. Дорожные покрытия. 2012. 304 с.
3. Николаева Р. В., Талипов Т. И. Обеспечение безопасности дорожного движения на стадии проектирования автомобильных дорог // Техника и технология транспорта. 2019. № 1 (10). С. 8.
4. Николаева Р. В., Абдулов Ф. И. Повышение безопасности дорожного движения пешеходов // Техника и технология транспорта. 2019. № 2 (12). С. 12.
5. Губаева Е. Р. Надземная транспортная система – скорость, комфорт, безопасность. Техника и технология транспорта. 2017. № 3 (4). С. 11.
6. Феникс центр. Большая база стройматериалов // <https://fenixcentr.com.ua/coral-master-bazze-plastifikator-dlya-fundamenta-101> // (дата обращения 17.03.2020).
7. Vdovin E. A., Stroganov V. F. Modification of cement-bound mixtures with sodium formate additives for the construction of pavement bases at low air temperatures // IOP Conference Series: Materials Science and Engi. 2019. № 065. P. 91–99.
8. Шарапов Р. Р., Харламов Е. В., Агарков А. М. К вопросу об разрушении материалов // Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 11. С. 5–8.
9. Canestrari F., Cardone F., Graziani A., Santagata F., Bahia H. U. Adhesive and Cohesive Properties of Asphalt-Aggregate Systems Subjected to Moisture Damage // Road Materials and Pavement Design. 2015. Vol. 11. P. 11–32.
10. Teltayev B. B., Rossi C. O., Izmailova G. G., Amirbayev E. D. Effect of freeze-thaw cycles on mechanical characteristics of bitumens and stone mastic asphalts // Applied Sciences. 2019. № 9 (3), статья № 458.
11. Hunter R. F. Asphalt in road construction. London, United Kingdom // ICE Publishing, 2014. 588 p.

Gabdullin Talgat Rivgatovich

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: talgat2204@mail.ru**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

Kharlamov Evgeny Vladimirovich

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: jkharlamov@ya.ru**Moscow State University of Civil Engineering**

The organization address: 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26

Kashipov Rafil Failevich

deputy chief designer,

E-mail: rafil_mail.ru@mail.ru**LLC «Gruzopjem»**

The organization address: 420107, Russia, Kazan, Nigmatullin st., 3

Fazleev Ilschat Ajdarovich

head of the central laboratory

E-mail: Ilschat.Fazleev@tatavtodor**JSC «Tatavtodor»**

The organization address: 420107, Russia, Kazan, Dostoevsky st., 18/75

Germanov Anton Anatolyevich

deputy head

DRSU «Vysokogorsky» Suburban branch of JSC «Tatavtodor»E-mail: germanov.anton@prg.tatavtodor.ru

The organization address: 422718, Russia, Republic of Tatarstan, Vysokogorsky district, st. Kinderi, Lesnaya st., 7A

Improving frost resistance of road marking material

Abstract

Problem statement. The purpose of the research is to increase the frost resistance of hot thermoplastic material to increase the life of the road marking and reduce the financial costs of road marking.

Results. The main results of the study are to propose one of the possible options for optimizing thermoplastic material based on the addition of a strictly dosed amount of plasticizers to its typical composition. As a result, a higher level of thermoplastic plasticity is achieved, eliminating the occurrence of cracks and chips due to loads when travelling along the marking surface of vehicles under low-temperature operating conditions.

Conclusions. The significance of the results for the road construction industry lies in the proposal of a frost-resistant composition of thermoplastics. The proposed composition of thermoplastics is more frost-resistant (plastic) in comparison with the known typical compositions of thermoplastics. The experimental stages of its preparation are described. It is assumed that the life of the horizontal lines of the road markings, applied by the developed composition, will significantly increase.

Keywords: road marking, road surface, composition, plasticizer, frost resistance, load, quality, method, profitability.

References

1. Ivanov G. P., Grishin I. V. On the problem of road construction – the presence of cracks in the asphalt concrete coatings of roads and bridges and ways to solve them // Tekhnika i tekhnologiya transporta. 2019. № 11. P. 1–8.

2. Podolsky V. P. Technology and organization of the construction of roads. Road coverings, 2012. 304 p.
3. Nikolaeva R. V., Talipov T. I. Ensuring road safety at the design stage of roads // Tekhnika i tekhnologiya transporta. 2019. № 1 (10). P. 8.
4. Nikolaev R. V., Abduloev F. I. Improving pedestrian traffic safety // Tekhnika i tekhnologiya transporta. 2019. № 2 (12). P. 12.
5. Gubaeva E. R. Elevated transport system – speed, comfort, safety // Tekhnika i tekhnologiya transporta. 2017. № 3 (4). P. 11.
6. Phoenix Center. A large base of building materials // <https://fenixcentr.com.ua/coral-master-bazze-plastifikator-dlya-fundamenta-10l> (reference date 17.03.2020).
7. Vdovin E. A., Stroganov V. F. Modification of cement-bound mixtures with sodium formate additives for the construction of pavement bases at low air temperatures // IOP Conference Series: Materials Science and Engi. 2019. № 065. P. 91–99.
8. Sharapov R. R., Kharlamov E. V., Agarkov A. M. To the question of the destruction of materials // Mekhanizatsiya stroitel'stva. 2017. V. 78. № 11. P. 5–8.
9. Canestrari F., Cardone F., Graziani A., Santagata F., Bahia H. U. Adhesive and Cohesive Properties of Asphalt-Aggregate Systems Subjected to Moisture Damage // Road Materials and Pavement Design. 2015. Vol. 11. P. 11–32.
10. Teltayev B. B., Rossi C. O., Izmailova G. G., Amirbayev E. D. Effect of freeze-thaw cycles on mechanical characteristics of bitumens and stone mastic asphalts // Applied Sciences. 2019. № 9 (3), article № 458.
11. Hunter R. F. Asphalt in road construction. London, United Kingdom // ICE Publishing, 2014. 588 p.



УДК 711

Смолова Марина Викторовна

кандидат архитектуры, доцент

E-mail: Smolova5@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Смолова Дарья Олеговна

архитектор

E-mail: Daria.smolova@mail.mcgill.ca

Университет МакГилла

Адрес организации: НЗА 0С2, Канада, Монреаль, ул. Запад Шербрук, д. 815

Формирование системы метрополитена Москвы

Аннотация

Постановка задачи. Исторический анализ развития метро Москвы позволил проследить эволюцию поэтапного формирования линий во взаимосвязи с планировочной и транспортной структурой развития города.

Результаты. Анализ развития системы метрополитена г. Москвы позволил выделить основные этапы эволюции: 1 – возникновение и эксплуатация первой линии метрополитена в историческом центре города; 2 – формирование сети метрополитена, возникновение узлов с головными железнодорожными вокзалами; 3 – формирование комбинированной системы с внутригородскими железными дорогами, крупными транспортно-пересадочными узлами.

Выводы. Значимость полученных результатов для архитектуры и градостроительства состоит в выявлении соответствия радиально-кольцевого типа планировочной структуры города Москвы и радиально-кольцевого типа сети метрополитена, что является оптимальным решением трассировки линий в сложившейся градостроительной ситуации.

Ключевые слова: радиально-кольцевая сеть метрополитена, крупный пересадочный узел, большое кольцо метрополитена, пересадочные узлы, подземная сеть метрополитена, городской общественный транспорт, станции центрального узла, улично-дорожная сеть города, транспортная проблема, сеть пригородных железных дорог.

Введение

На рубеже XIX и XX веков облик патриархальной Москвы стремительно менялся. Уходили в прошлое извозчичьи пролётки и линейки, по улицам протянулись стальные нити рельсов: сначала появилась конка, затем её вытеснил трамвай, замелькали первые автомобили.

В то же время быстрый рост численности населения, особенно на окраинах, расширение городской территории и превращение Москвы в крупный узел железных дорог, повлекли за собой массу проблем, решение которых возможно было только путем коренной реорганизации внутригородского и пригородного транспорта.

Одной из первых попыток решения стал проект инженера А.И. Антоновича, поданный в Московскую городскую думу в июле 1897 года. Но он предлагал лишь строительство окружной железной дороги с целью урегулирования движения транзитных грузов. Такая дорога была построена, однако она не устранила транспортную проблему.

В крупных городах мира: Лондоне, Нью-Йорке, Будапеште, Париже, Берлине создавался или уже успешно функционировал совершенно новый вид транспорта – метрополитен. Название это переводится буквально как «столичный». Именно метрополитен, по мнению инженеров Е.К. Кнорре и П.И. Балинского [1, 2] – авторов первого проекта строительства метро в России, – мог решить «...такие насущные и неразрешенные городские вопросы, как вопросы «квартирного кризиса», «децентрализации», «удешевления жизни» [3]. В своём проекте они обосновывают необходимость создания в Москве «городских железных дорог большой скорости вне уличного движения», т.е. под землей или над землёй (Metropolitan) и предлагают свой

план, согласно которому строительство должно было вестись в три очереди.

В первую очередь намечалось соорудить линию, идущую от Петровского парка к центральному вокзалу около храма Василия Блаженного. «Из нежелания портить старину», как отмечено в проекте, линия должна была проходить под Красной площадью.

Далее по эстакадам через Москву-реку, Большую Ордынку, Серпуховскую улицу к Серпуховской заставе до соединения с кольцевой железной дорогой. В эту же очередь входили два кольца. Одно – вокруг Кремля и Китай-города по бульварам и от Яузского бульвара к Лубянской площади, затем – к Театральной площади, где была бы центральная станция. Второе кольцо намечали проложить по Садовой улице.

Следующим этапом должно было стать строительство ещё трех линий. Первой – от Лубянской площади через Каланчёвскую площадь в Сокольники и далее до окружной железной дороги. Вторая тянулась бы от села Черкизова по реке Яузе, которую предполагалось заключить в трубу, до вокзала у храма Василия Блаженного, и ещё одна вела от этого вокзала через Москву-реку к Павелецкому вокзалу. В третью очередь проектировалась линия от Новодевичьего монастыря до Воробьёвых гор и линия от Кудрина по Пресне до окружной дороги.

Таким образом, метрополитен должен был иметь два кольца, две диаметральных линии и несколько радиусов. Большая часть путей проходила бы по эстакадам и открытым траншеям, а не по подземным тоннелям. По замыслу составителей проекта, метро предназначалось и для пропуска тяжелых товарных поездов.

Вопрос о создании метро был доложен на заседании Московской Городской думы 4 июня 1902 года. Проект вызвал много возражений и подвергся серьёзной критике. Резко отрицательное отношение к нему высказало Московское археологическое общество. В своём отзыве оно писало: проект «... поражает дерзким посягательством на то, что в городе Москве дорого всем русским людям, для которых Москва является по святыням, по историческим воспоминаниям и древним сооружениям, глубоко чтимым памятником». Общество считало, что постройки наземных станций, открытых траншей, эстакад, «приближающихся к храмам... умаляет их в своём благолепии» и просто «обезобразит» внешний вид города.

В статье «Доклад г. Балинского о метрополитене» говорилось, что доклад, не осветил массу технических и финансовых вопросов, подвергались сомнению приведенные Балинским цифры стоимости строительства (150 000 000 рублей) и данные о скорости движения. Очертание кольцевых линий, особенно внутренней, действительно больше похожей на петлю, было крайне неудачным. Так, например, нельзя не согласиться с тем, что прокладка открытых траншей по бульварам и в Александровском саду грозила уничтожить зеленые насаждения, эстакады могли закрыть вид на здания и памятники, нарушить «благоустройство» и «благообразие» Москвы.

«Трассировка линий» метрополитена была признана спроектированной совершенно ошибочно – не по направлению наибольшего движения и естественного роста города.

Однако были сомнения и в том, что строительство метрополитена вообще является преждевременным и не вызвано насущными потребностями населения, в то время как Москва уже к началу XX века по количеству жителей занимала 8 место среди мировых столиц и 11 в числе больших городов. Городская дума полностью отвергла предложение инженеров Кнорре и Балинского.

На некоторое время проблема строительства метрополитена была забыта. Вновь она поднимается в 1912-1913 годах. Тогда же на рассмотрение правительства было представлено три различных проекта.

Инженер К.К. Руин предлагал соединить железные дороги Московского узла тремя радиусами, проходящими по территории города. Е.К. Кнорре выдвинул проект строительства трёх диаметральных линий, связывающих Смоленский рынок с Каланчевской площадью, Тверскую заставу с Покровской и Крестовую заставу с Серпуховской. Предприниматели А.И. Вышнеградский, А.И. Геннет, Я.И. Утин и другие планировали строительство пассажирского и товарного вокзалов, подземных тоннелей под Ильинским проездом, Маросейкой, Покровкой – до Курской железной дороги, а также соединительных веток для пропуска поездов пригородного и дальнего следования. Для рассмотрения этих предложений в Петербурге было созвано межведомственное совещание.

Тем временем Московская городская управа закончила собственный проект. Обосновывая, теперь уже осознанную для города, необходимость в скоростном транспорте, который не загромождал бы улицы, члены управы прибегли почти к тем же аргументам, которые в своё время приводили Е.К. Кнорре и П.И. Балинский. Действительно, с годами транспортные проблемы усугубились. С 1903 по 1912 год численность населения возросла приблизительно на 400 000 человек, увеличилась площадь Москвы, но стремительнее всего менялся сам уклад жизни горожан.

Трамвай с трудом справлялся со всё возрастающими нагрузками и потому по плану тоннели метро должны были быть проложены параллельно трамвайным линиям. Предлагалось строительство трех диаметров: Тверского (от Тверской заставы до Покровской), Замоскворецкого (Виндавский вокзал – Серпуховская площадь) и Мясницкого (Смоленский рынок – Каланчевская площадь), соединяющихся с Николаевской, Александровской, Нижегородской, Курской и Ярославской железными дорогами. В перспективе планировался пропуск пригородных поездов через центр города.

Если бы этот проект был осуществлён, московское метро вряд ли могло бы считаться одним из самых красивых и удобных в мире [4]. Подземные станции, в большинстве случаев, имели бы почти одинаковое устройство, за исключением двух пересадочных станций – на Театральной и Лубянской площадях.

В годы Советской власти вопрос о строительстве метро был поднят в 1922 году, а три года спустя разработан проект так называемого Мясницкого радиуса, но он не удовлетворил потребности москвичей и не был принят.

Первый этап формирования системы метрополитена Москвы

1. История Московского метрополитена начинается с июньского пленума ЦК ВКП(б) 1931 г. (О строительстве Московского метрополитена: Постановление Совнаркома СССР и ЦК ВКП/б/, 10.07.35 // Строительство Москвы. 1935. № 4. С. 3-6), на котором рассматривался вопрос о Московском городском хозяйстве. В отношении городского транспорта пленум отметил, что «текущая работа по улучшению трамвайного хозяйства, его частичная реконструкция и расширение трамвайной сети не решают в целом проблемы развития пассажирского транспорта в Москве, в связи с чем «необходимо немедленно приступить к подготовительной работе по сооружению метрополитена в Москве, как главного средства, разрешающего проблему быстрых людских перевозок» [5-7].

Так было положено начало строительству метрополитена, которому предшествовала разработка системы внеуличных дорог Москвы, основывающаяся на перспективах развития города, строительстве новых жилых районов и промышленных зон. Она выявила общий характер будущей сети метрополитена и позволила ближе подойти к выбору направления для первоочередного строительства [8, 9].

Наиболее загруженным в Москве и нуждающимся в мощных транспортных средствах всегда было северо-восточное направление, включающее район Комсомольской площади с тремя главнейшими вокзалами развитого пригородного движения, расположенными на ней. Улица Кирова единственная, связывающая вокзалы с центром города, проходила по густо застроенным и оживлённым кварталам, не вмещающая огромный транспортный поток, формирующийся на ней. Целесообразность сооружения линий метрополитена в этом направлении не вызвала сомнений. Так родилась первая линия метрополитена, которая была открыта 15 мая 1935 года, соединив центр города с Сокольниками и Парком культуры и отдыха им. Горького [10, 11], ответвляясь у библиотеки им. Ленина на Смоленскую площадь.

2. Для Москвы характерна радиально-кольцевая структура улично-дорожной сети города с улицами, расходящимися лучами в разных направлениях от центра города и связывающими их кольцевыми магистралями [12]. Эта исторически сложившаяся структура была взята за основу новой планировки и дальнейшего развития Москвы, (О генплане реконструкции г. Москвы: Постановление Совнаркома СССР и ЦК ВКП/б/, 10.07.35 // Строительство Москвы. 1935. № 7. С. 18) в частности говорилось: «Разрешение транспортной проблемы определяется не только увеличением мощности средств передвижения, но и её увязкой с планом города. Транспорт, как фактор современной жизни

большого города, не может решаться изолированно от всей проблемы реконструкции, застройки и развития города» [13]. В результате в первом генплане реконструкции Москвы 1935 г. была заложена ныне реализованная радиально-кольцевая сеть метрополитена [14-18], увязанная впоследствии с сетью пригородных железных дорог (рис. 1).

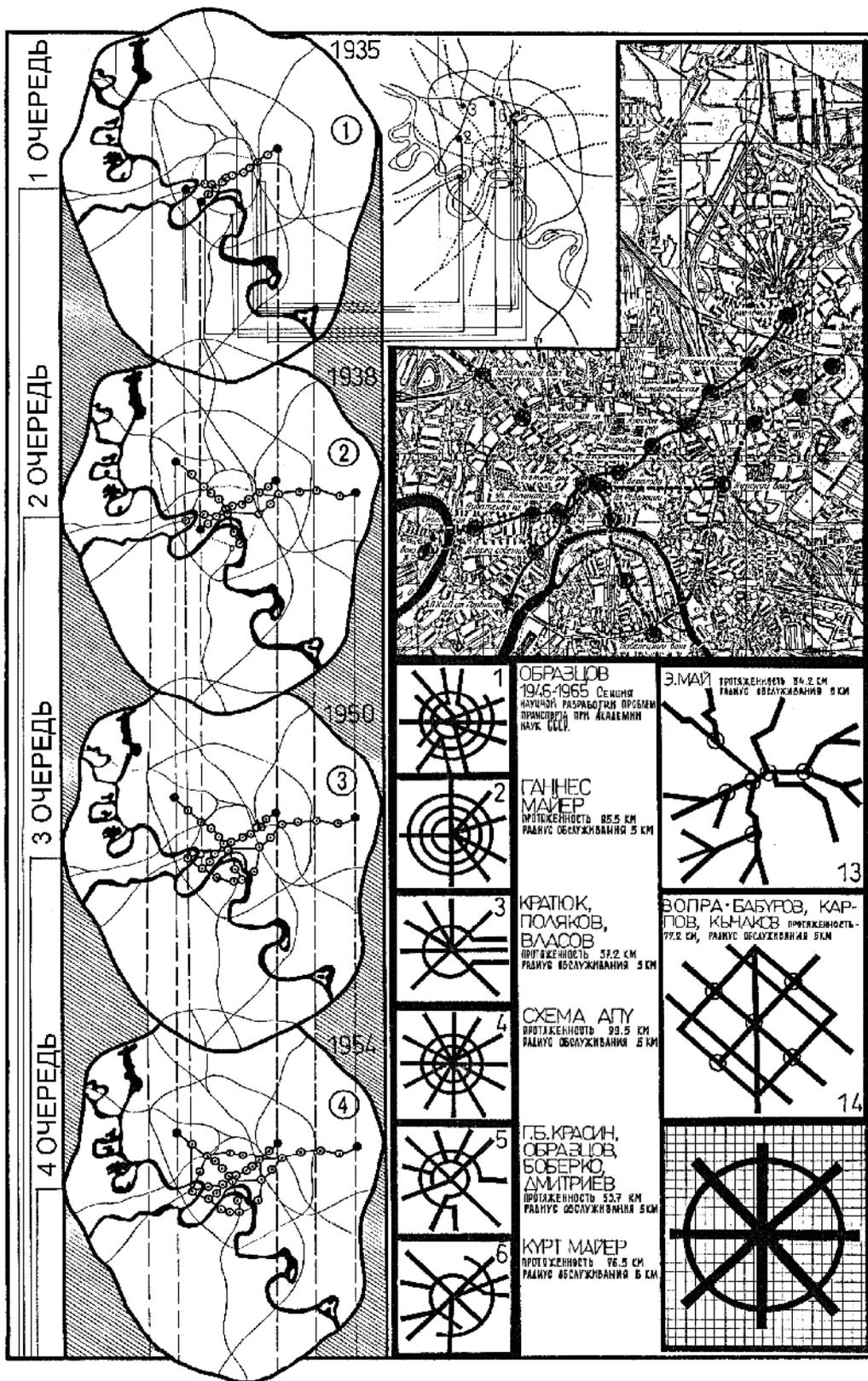


Рис. 1. Начальный период. Формирование метрополитена Москвы (иллюстрация авторов)

Второй этап формирования системы метрополитена Москвы

В 1938 году была введена в эксплуатацию вторая очередь метрополитена – линии, соединившие центр с Киевским, Белорусским и Курским вокзалами. Станция «Киевская» связала пригородные платформы железной дороги с метрополитеном. В марте 1938 года был открыт Покровский радиус метрополитена, примкнувший в центре города к Арбатскому радиусу и образовавший, таким образом, Арбатско-Покровскую линию. В результате были созданы самостоятельные линии «Сокольники-Центральный парк Культуры» и «Киевский вокзал-Курский вокзал». На Покровском радиусе станция «Площадь Революции» объединилась со станцией «Площадь Свердлова» Горьковского радиуса. Таким образом, сформировался крупный пересадочный узел двух линий метрополитена. Линия Горьковского радиуса (9,5 км) вступила в эксплуатацию в сентябре 1938 года, завершая тем самым строительство второй очереди Московского метрополитена (26,5 км с 22 станциями) [19, 20].

Во время Великой Отечественной войны в 1943-44 гг. был введён в эксплуатацию третий диаметр метрополитена длиной 16 км, продолживший Арбатско-Покровский радиус от Курского вокзала до Измайлово. Сеть метро достигла 40 км с 29 станциями, пересекая своими линиями центр города и связывая с ним периферийные районы.

Открытие новых линий повлияло на нагрузку центрального пересадочного узла, включающего станции «Проспект Маркса», «Площадь Революции» и «Площадь Свердлова». Поток пассажиров в одном направлении достигал 12-13 тыс. чел/час. В связи с этим назрела необходимость объединить все три станции подземными пешеходными связями, сформировав крупный пересадочный узел. Подобный пересадочный узел образовался между станциями «Калининская» и «Библиотека им. Ленина».

Решение о строительстве четвёртой очереди было принято правительством в трудные годы Великой Отечественной войны. Она проходит под главными улицами и площадями города, образуя 20 км кольцо, соединяющее 18 районов столицы и семь крупнейших вокзалов: Курский, Ленинградский, Казанский, Ярославский, Белорусский, Киевский, Павелецкий. Двенадцать станций кольцевой линии расположены в зонах, где особенно велик поток пассажиров и насущна необходимость в быстром, бесперебойно действующем транспорте. Шесть кольцевых станций соединены с ранее построенными подземными станциями, что дает возможность пассажирам совершать пересадку с кольцевой линии на любую радиальную. Большое кольцо метрополитена связало при помощи 6 пересадочных узлов существующие линии всех ранее построенных трёх очередей метрополитена, при этом общая протяженность сети достигла 60 км и включила 41 станцию.

Одновременно со значительным развитием средств наземного транспорта (трамвая, автобуса, троллейбуса) роль метрополитена как основного средства скоростных перевозок продолжала неуклонно возрастать. В 1936 году поезда метрополитена перевозили лишь 5 % общего числа пассажиров городского транспорта, в 1940 г. их число достигло 14 %. В период Отечественной войны удельный вес метрополитена в городском пассажирском транспорте возрос до 32 %. В 1946 г. метрополитен перевёз 43,1 % всех пассажиров, трамвай – 42,7 %, троллейбус – 9,1 %, автобус – 5,1 %. Таким образом, метрополитен занял по размерам перевозок первое место среди всех видов городского транспорта.

По мере осуществления генплана реконструкции Москвы 1935 года действующие линии удлинялись, обслуживая периферийные районы города, образуя мощную транспортную систему протяженностью 130 км. Станции размещались в зонах наибольшего тяготения населения, на расстоянии в среднем 1,5 км одна от другой.

Система линий основана на пересечении диаметров друг с другом в разных уровнях, с пересечением их кольцевой линией. В узлах пересечения образуются пересадочные узлы, обеспечивающие переход с кольцевой линии на диаметры. К 1960 году все работы, намеченные Генпланом 1935 года и планом послевоенного развития города 1952 года, в целом были выполнены.

С интенсивным освоением юго-западного района Москвы возникла острая необходимость в непосредственной связи между этим районом и восточной частью города, что в конце 40-х годов вызвало необходимость приступить к разработке перспективной схемы развития внеуличного транспорта Москвы на период 1946-65 гг.,

города намечалось создание второго кольца, внеуличного транспорта вдоль трассы Окружной железной дороги или по трассе проектируемой пятой кольцевой магистрали.

По мнению И.В. Бордукова [21] эта схема в настоящее время должна получить существующие коррективы в соответствии с новыми требованиями планировки и застройки городов, учитывающими опыт строительства и проектирования метрополитена в зарубежных странах, ориентированный на узловое системы, формируемые за счёт взаимно пересекающихся диаметров. Так построены метрополитены в Париже, Лондоне, Берлине и многих других странах.

В этом случае обилие пересечений позволяет рассредоточить пересадки на территории всего города, в связи с чем вся система обслуживания населения метрополитеном приобретает гибкий характер и создает большие удобства для пассажиров. По мнению И.В. Бордукова этот принцип необходимо применить в Москве. Так, например, вместо второго кольца внеуличного транспорта целесообразнее было бы построить два взаимно пересекающихся диаметра с образованием дополнительных узлов в серединной и южной частях города, а также предусмотреть продолжение линии метро в лесопарковый пояс и далее в пригородную зону, расположенную между железнодорожными магистралями, сходящимися к Москве.

В.А. Черепанов отмечал [22], что «строительство вылетных линий метрополитена дает возможность беспересадочного сообщения с пунктами, удалёнными от города на 15-20 км и удобные пересадки пассажирам дальних пригородных зон на совмещённых станциях. Это обеспечит рассредоточение пригородного пассажирооборота, разгрузку головных вокзалов, увеличение числа дальних пригородных зон, обслуживаемых вылетными линиями метрополитена.

Для создания удобства пассажирам периферийных территорий Ю.С. Малков также предлагает устроить сеть разветвления многочисленных радиальных линий [23]. Такое решение, по мнению авторов, невозможно было принять к осуществлению, так как проблему периферийных территорий целесообразнее решать за счёт подвоза пассажиров к станциям метрополитена наземным транспортом, а не наоборот (рис. 2).

Сеть метрополитена в 1950 году функционировала независимо от пригородных железных дорог и обеспечивала удобную связь между ними лишь при «случайном» пересечении, несмотря на то, что предлагаемые ранее варианты внеуличного транспорта учитывали «повышение уровня транспортного обслуживания всей территории за счёт комплексного и взаимосвязанного развития городского пассажирского транспорта» (Н.Н. Уллас, [24]).

Такая необходимость ощущалась на пригородных направлениях, связанных с центром железнодорожными вокзалами на площадях Киевского, Белорусского, Курского и других вокзалов, где создаются огромные потоки пассажиров пригорода, значительная часть которых стремится в центр города. В этой связи было предложено создать «глубокий ввод» пригородных поездов для связи с центром Москвы. Осуществление такого «глубокого ввода» было предусмотрено Генеральным планом реконструкции. Он представляет собой подземную линию, которая пересечёт центр города, пройдя с севера на юго-восток, где располагаются 7 подземных станций. Этот железнодорожный диаметр способен ликвидировать потоки пассажиров на главных тупиковых вокзалах, образуя артерии внутригородского движения.

О.К. Кудрявцевым разработана принципиальная схема попарного соединения внешних участков существующих и новых диаметров метро, при котором отпадает необходимость устройства второго кольца метрополитена, где система, достигнув определённых размеров, приобретает завершённость, что соответствует принципу ограничения роста города [25].

Третий этап формирования системы метрополитена Москвы

В статье Кудрявцева О.К. «Центр: транспортные проблемы и пути их решения» [26], дальнейшее развитие системы метрополитена должно идти, во-первых, по пути увеличения плотности сети в периферийных районах и, во-вторых, по пути улучшения связей между районами города и его центрами с учётом максимальной разгрузки станций центрального узла. Представленная схема предусматривает создание системы из 6 колец, образованных попарным соединением 6 диаметров, связанных между собой трассами существующей кольцевой линии метро и окружённой железной дорогой, имеющей

южный эксцентриситет относительно исторического центра.

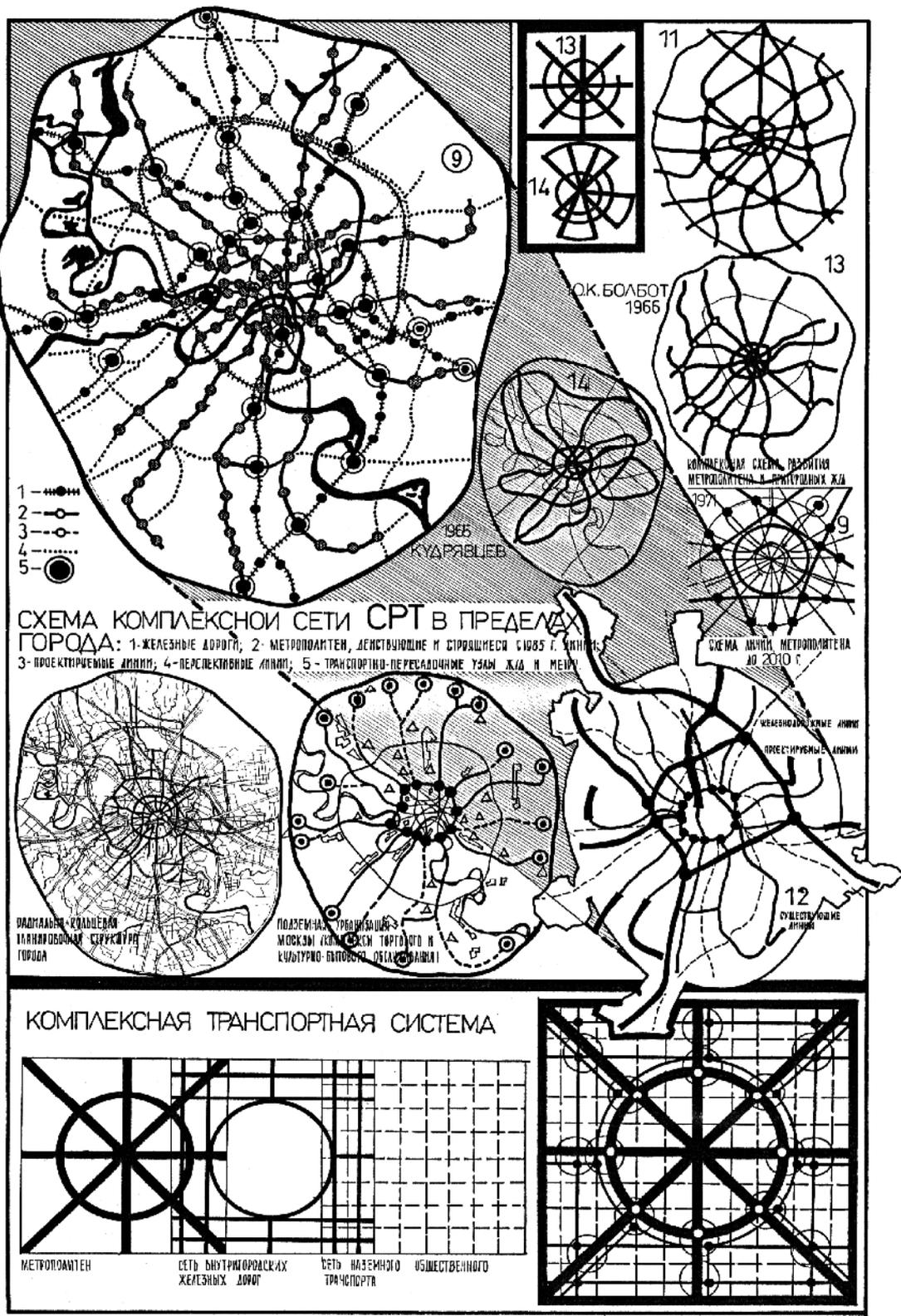


Рис. 3. Третий этап. Формирование комплексной системы метрополитена Москвы (иллюстрация авторов)

Осуществление этого замысла даст возможность преобразовать существующую радиально-кольцевую систему в регулярную, почти прямоугольную сеть метрополитена. В результате центр города получит равномерное обслуживание метрополитеном всей его

территории, а каждая станция метро центра будет обслуживать не более 4 направлений, тем самым превратившись в простейший пересадочный узел.

Вторым важным элементом этой системы является сеть внутригородских железных дорог, образующая систему из 2 внутригородских диаметров, связанных между собой двумя перемычками: северной – в районе делового центра и южной – на участке малой окружной дороги.

Третьим этапом развития скоростного рельсового транспорта в перспективе должна стать система экспресс-метрополитена, предназначенная для обеспечения скоростной транспортной связи города с его региональными частями, аэропортами и зонами массового отдыха за чертой Московской кольцевой автомобильной дороги (МКАД). Структура экспресс-метрополитена определяется принятой концепцией развития центра города и размещением его региональных подцентров (рис. 3).

В статье И.В. Бордукова «Транспортная проблема центра Москвы» полноценное и комплексное решение задач по разгрузке центральных станций, увеличению плотности линий метро на окраинах города и коренному пригородных сообщений должно быть достигнуто за счет дополнения радиально-кольцевой схемы новыми линиями в обход центра. В этом случае возможны два предложения, взаимно дополняющих друг друга. Во-первых, необходимо запроектировать линии метро, удобно связывающие юго-западные и северные жилые районы Москвы с юго-восточным промышленным районом в обход центральной части города; во-вторых, пригородное железнодорожное движение необходимо разделить на два самостоятельных главных направления наземных линий метро в пределах города. Такое использование железнодорожных диаметров позволит резко разгрузить метро в центре города, улучшить обслуживание окраинных районов и обеспечить сообщение любой части города с пригородной зоной, в основном, без пересадок на вокзалах и пригородных платформах.

Предложенный проект Генплана 1971 г. разработан с учетом выше рассмотренных предложений и был рассчитан на реализацию в течение 25-30 лет и более отдаленной перспективе 2000-2010 гг.

За прошедшее с 1971 г. время были осуществлены дальнейшие разработки. Научно-исследовательский и проектный институт Генплана Москвы совместно с НИИ Экономики строительства и рядом других НИИ Госстроя СССР, Госгражданстроя предложил схему организации подземного пространства города, в которой на всех кольцевых станциях метрополитена, а также на конечных станциях намечено размещение комплексов торгового и культурно-бытового обслуживания.

В статье В.П. Полежаева «Столичное метро, его завтрашний день» рассмотрен вариант развития внеуличного транспорта, включающий строительство Большого кольца метрополитена, дополненного хордовыми экспресс-линиями, выходящими за пределы города на 30 км к крупным населённым пунктам, зонам массового отдыха, аэропортам. В Москве эти линии должны выйти на отдельные участки Большого кольца [27].

Основываясь на таком количестве предложенных перспективных схем развития метрополитена, а также для решения всего комплекса проблем, указанных в них, НИИПИ Генплана Москвы совместно с другими специализированными проектными и научно-исследовательскими организациями, министерствами, ведомствами разработал в 1986 г. Схему комплексного развития транспорта г. Москвы до 2010 г. [28].

По этой «Схеме» в 2000 г. завершено формирование радиально-кольцевой сети метрополитена, включающей 8 диаметров и 1 кольцо (470 км линий метрополитена: 315 км радиально-кольцевых линий, 155 км хордовых экспресс-линий).

Новые экспресс-линии проходят в новые жилые районы за пределами МКАД, пройдя через крупные жилые периферийные районы города и через серединную зону города минуя центр [29, 30]. На далёкую перспективу предлагается сооружение четырёх таких линий хордового направления и одной кольцевой линии, проходящей в периферийных зонах города [31].

В ближайшие три года в Москве построят 67 километров новых линий метро, 27 станций. К 2027 году существующая система метро фактически удвоится и 75 районов получат новый доступ к метро за счет развития радиальных направлений [32-34].

Заключение

Исторический обзор возникновения и формирования системы метрополитена Москвы позволил выделить основные этапы эволюции. Первый – возникновение и эксплуатация первой линии в историческом центре крупнейшего города, как новой формы организации внеуличной связи, возникшей в результате радикального решения проблемы пропускной способности сложившейся уличной сети города (1935 г.). Второй – формирование сети метрополитена, возникновение узлов взаимодействия с головными железнодорожными вокзалами. Третий – формирование комбинированной системы скоростного рельсового транспорта на основе метрополитена, в состав которого входят внутригородские и межгородские железные дороги. Комплекс транспортных сетей города приобретает единый, взаимосвязанный характер системы, влияющей на все стороны развития современного города. Происходит дифференциация функционального использования транспортных систем и их активное взаимодействие с планировочной структурой города.

Список библиографических ссылок

1. Московское метро: 80 лет историй, фактов и легенд // Moscowwalks.ru 15.05.2015 URL: <http://moscowwalks.ru/2015/05/15/moscow-metro-80> (дата обращения: 12.05.20).
2. Московское метро: 80 лет историй, фактов и легенд // 10.10.2016 URL: <https://fishki.net/2101143-moskovskoe-metro-80-let-istorij-faktov-i-legend.html> (дата обращения: 12.05.20).
3. Sinkević I. Post-Revolutionary Art in Russia: From Lenin to Stalin // Књижевна историја. 2017. № 49 (163). P. 285–306.
4. Bodenschatz H., Flierl T. Soviet Union. Urbanism and Dictatorship : A European Perspective, 2015. P. 153, 183.
5. Building the Moscow Metro, or the brief history of the underground city // MOS.RU 13.09.2017 URL: <https://www.mos.ru/en/news/item/28604073> (дата обращения: 11.04.20).
6. Kostina O., Ozieva A., Howard J. The Moscow Metro: «Ode to Joy» // Art in Translation. 2016. № 8 (2). P. 242–258.
7. Kostina O. V. Moscow Metro is the Best in the World // Texts. 2016. № (2). P. 64–90.
8. Shimotomai N., Aronson E. Moscow under Stalinist rule, 1931-34 : Springer, 2016.
9. Ефремова М. Г. Историко-культурные аспекты строительства первой очереди Московского метрополитена // Общество: философия, история, культура. 2020. № 1 (69).
10. The Evolution of Moscow's Subway Maps. A collection of the city's subway maps since 1935 // URL: <https://www.citylab.com/design/2013/05/moscows-subway-maps-through-history/5679> (дата обращения: 12.05.20).
11. Moscow rapid transit system (Metro). Moscow metro history // URL: <http://www.opoccuu.com/moscowmetro.htm> (дата обращения: 11.04.20).
12. Moscow's Underground (Russia's Capital Solves Its Transport Problem) // Railway Wonders of the World 2012-20 URL: <https://railwaywondersoftheworld.com/moscow-underground.html> (дата обращения: 11.04.20).
13. Grava S. Politics and design of the Moscow Metro : Ekistics, 1977. P. 174–178.
14. Старостенко Ю. Д. «Мы должны вести твердый план»: к истории рассмотрения первого варианта Генерального плана реконструкции Москвы в июле 1934 года // Academia. Архитектура и строительство. 2019. № 2. С. 92–99.
15. Старостенко Ю. Д. История проведения конкурса 1932 года на проект планировки Москвы в свете новых архивных материалов // Academia. Архитектура и строительство. 2019. № 4. С. 32–41.
16. Старостенко Ю. Д. История проведения конкурса 1932 года на проект планировки Москвы в свете новых архивных материалов // Academia. Архитектура и строительство. 2019. № 4. С. 34–39.
17. Старостенко Ю. Д. «Генеральный план реконструкции города Москвы» 1936 года: история создания и ее роль в формировании представлений о реконструкции Москвы первой половины 1930-х годов. СПб : Коло, 2018. 205 с.
18. Старостенко Ю. Д. Основные положения Генерального плана реконструкции Москвы 1935 г. В свете материалов фонда Л.М. Кагановича (РГАСПИ) // Архитектурное наследие. 2017. № 67. С. 233–248.

19. Shilin A. A., Kirilenko A. M., Znajchenko P. A. Complex reconstruction project of Mayakovskaya metro station in the centre of Moscow // *Structural Analysis of Historical Constructions-Anamnesis, Diagnosis, Therapy, Controls*. 2016. P. 1736–1741.
20. Nechaeva K. I. The reconstruction project of lighting devices at the Krasnoselskaya Station of the Moscow Metro // *Light & Engineering*. 2019. Т. 27. № 3.
21. Бордуков И. В. Проблема городского движения и транспорта Москвы // *Городское хозяйство Москвы*. 1962. № 1. С. 26–30.
22. Черепанов В. А. Транспорт и магистрали Москвы // *Городское хозяйство Москвы*. 1961. № 3. С. 10–13.
23. Малков Ю. С. Ещё раз о периферийных районах и метрополитене // *Городское хозяйство Москвы*. 1965. № 4. С. 21–22.
24. Уллас Н. Н. Основные задачи и мероприятия по улучшению организации городского движения и транспортного обслуживания Москвы на 1966-70 гг. // *Городское хозяйство Москвы*. 1965. № 3. С. 33–35.
25. Кудрявцев О. К. К вопросу о построении сети метрополитена Москвы на перспективу // *Городское хозяйство Москвы*. 1962. № 9. С. 23.
26. Кудрявцев О. К., Доблер Б. И., Шапошников С. В. Центр: транспортные проблемы и пути их решения // *Городское хозяйство Москвы*. 1967. № 1. С. 23–27.
27. Полежаев В. Д. Столичное метро и его завтрашний день // *Строительство и архитектура Москвы*. 1971. № 10. С. 5–8.
28. Lezhava I. G., Golubev G. E. Problems of Construction Activity in the Underground Space of Downtown Moscow // *Soil Mechanics and Foundation Engineering*. 2004. № 41 (4). P. 119–124.
29. Бочаров Ю. П., Ткаченко С. Б. Формирование столичных функций Москвы в планировочной структуре города с 1918 по 2018 год // *Academia. Architectura i stroitelstvo*. 2019. № 3. С. 58–69.
30. Burganova M. A. Nikolay I. Shumakov: This is what the architecture must be not only for me but also for all the humanity // *Texts*. 2015. № (3) P. 58–73.
31. Власов Д. Н., Бахирев И. А. Московское центральное кольцо как катализатор изменения мобильности жителей // *Academia. Архитектура и строительство*. 2018. № 1. С. 53–58.
32. Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы // URL: <https://stroi.mos.ru/metro> (дата обращения: 02.03.20).
33. Закирова Ю. А., Хуснутдинова С. Р., Дембич А. А. Полицентричность города Казань: возможности и ограничения развития административных районов // *Географический вестник*. 2018. № 2 (45). С. 62–71.
34. Набиуллина К. Р., Дембич А. А. Инновационные особенности генерального плана города середины XXI века // *Инновации и инвестиции*. 2019. № 4. С. 282–286.

Smolova Marina Viktorovna

candidate of architecture, associate professor

E-mail: Smolova5@mail.ru**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

Smolova Daria Olegovna

architect

E-mail: Daria.smolova@mail.mcgill.ca**McGill University**

The organization address: H3A 0C2, Canada, Montreal, West Sherbrooke st., 815

Moscow subway system formation**Abstract**

Problem statement. Historical analysis of Moscow subway network let to identify the evolution of step-by-step lines formation in conjunction with planning and transport structure of city development.

Results. The analysis of Moscow metro system development allowed to distinguish epy

main stages of evolution: 1st Stage is the emergence and operation of the first line in historical center of the city, 2nd Stage is the formation of metro network, the emergence of nodes with major railway stations, 3rd Stage is the organization of combined system with intercity railways and large transport hubs.

Conclusions. The significance of the results for construction industry consists of an identification of the correspondence of the radial-ring Moscow planning structure type and the radial-ring subway network type, which is an optimal solution for tracing lines in the current urban planning situation.

Keywords: circular-radial subway network, large transfer junction, the big subway circle, transfer junctions, subway underground network, the city passenger transport, the central junction stations, the city roads network, the transport problem, the suburban railroads network.

References

1. Moscow metro: 80 years of stories, facts and legends // Moscowwalks.ru 15.05.2015 URL: <http://moscowwalks.ru/2015/05/15/moscow-metro-80> (reference date: 12.05.20).
2. Moscow metro: 80 years of stories, facts and legends // 10.10.2016 URL: <https://fishki.net/2101143-moskovskoe-metro-80-let-istorij-faktov-i-legend.html> (reference date: 12.05.20).
3. Sinkević I. Post-Revolutionary Art in Russia: From Lenin to Stalin // КЊИЖЕВНА историја. 2017. № 49 (163). P. 285–306.
4. Bodenschatz H., Flierl T. Soviet Union. Urbanism and Dictatorship: A European Perspective. 2015. P. 153, 183.
5. Building the Moscow Metro, or the brief history of the underground city // MOS.RU 13.09.2017 URL: <https://www.mos.ru/en/news/item/28604073> (reference date: 11.04.20).
6. Kostina O., Ozieva A., Howard J. The Moscow Metro: «Ode to Joy» // Art in Translation. 2016. № 8 (2). P. 242–258.
7. Kostina O. V. The Moscow Metro is the Best in the World // Texts. 2016. № (2). P. 64–90.
8. Shimotomai N., Aronson E. Moscow under Stalinist rule, 1931-34 : Springer, 2016.
9. Efremova M. G. Historical and cultural aspects of the construction of the first stage of the Moscow metro // Obshchestvo: filosofiya, istoriya, kul'tura. 2020. № 1 (69).
10. The Evolution of Moscow's Subway Maps. A collection of the city's subway maps since 1935 // URL: <https://www.citylab.com/design/2013/05/moscows-subway-maps-through-history/5679> (reference date: 12.05.20).
11. Moscow rapid transit system (Metro). Moscow metro history // URL: <http://www.opocuu.com/moscowmetro.htm> (reference date: 11.04.20).
12. Moscow's Underground (Russia's Capital Solves Its Transport Problem) // Railway Wonders of the World 2012-20 URL: <https://railwaywondersoftheworld.com/moscow-underground.html> (reference date: 11.04.20).
13. Grava S. Politics and design of the Moscow Metro : Ekistics, 1977. P. 174–178.
14. Starostenko Y. D. «We must lead a solid plan»: to the history of consideration of the first version of the General Plan for the reconstruction of Moscow in July 1934 // Academia. Architecture and construction. 2019. № 2. P. 92–99.
15. Starostenko Y. D. The history of the 1932 contest for the Moscow planning project in the light of new archival materials // Academia. Architectura i stroitelstvo 2019. № 4. P. 32–41.
16. Starostenko Y. D. History of the Competition for the Moscow Planning Project of 1932 in Connection with Finding New Archival Materials // Academia. Architectura i stroitelstvo. 2019. № 4. P. 34–39.
17. Starostenko Y. D. «Master plan for the reconstruction of the city of Moscow» 1936: the history of creation and its role in the formation of ideas about the reconstruction of Moscow in the first half of the 1930^s. SPb : Kolo, 2018. 205 p.
18. Starostenko Y. D. The main provisions of the General Plan for the Reconstruction of Moscow 1935 In the light of the materials of the fund L.M. Kaganovich (RGASPI) // Arhitekturnoe nasledstvo. 2017. № 67. P. 233–248.

19. Shilin A. A., Kirilenko A. M., Znajchenko P. A. Complex reconstruction project of Mayakovskaya metro station in the center of Moscow // *Structural Analysis of Historical Constructions-Anamnesis, Diagnosis, Therapy, Controls*. 2016. P. 1736–1741.
20. Nechaeva K. I. The reconstruction project of lighting devices at the Krasnoselskaya Station of the Moscow Metro // *Light & Engineering*. 2019. Т. 27. № 3.
21. Bordukov I. V. The problem of urban traffic and transport in Moscow // *Municipal economy of Moscow*. 1962. № 1. P. 26–30.
22. Cherepanov V. A. Transport and highways of Moscow // *Gorodskoye khozyaystvo Moskvy*. 1961. № 3. P. 10–13.
23. Malkov Y. S. Once again about peripheral areas and the metro // *Gorodskoye khozyaystvo Moskvy*. 1965. № 4. P. 21–22.
24. Ullas N. N. The main tasks and measures to improve the organization of urban traffic and transport services in Moscow for 1966-70 // *Gorodskoye khozyaystvo Moskvy*. 1965. № 3. P. 33–35.
25. Kudryavcev O. K. To the question of building a Moscow metro network for the future // *Gorodskoye khozyaystvo Moskvy*. 1962. № 9. P. 23.
26. Kudryavcev O. K., Dobrer B. I., Shaposhnikov S. V. Center: transport problems and solutions // *Gorodskoye khozyaystvo Moskvy*. 1967. № 1. P. 23–27.
27. Polezhaev V. D. Moscow metro and its tomorrow // *Stroitel'stvo i arkhitektura Moskvy*. 1971. № 10. P. 5–8.
28. Lezhava I. G., Golubev G. E. Problems of Construction Activity in the Underground Space of Downtown Moscow // *Soil Mechanics and Foundation Engineering*. 2004. № 41 (4). P. 119–124.
29. Bocharov Y. P., Tkachenko S. B. The formation of the capital's functions of Moscow in the planning structure of the city from 1918 to 2018 // *Academia. Architectura i stroitelstvo*. 2019. № 3. P. 58–69.
30. Burganova M. A. Nikolay I. Shumakov: This is what the architecture must be not only for me but also for all the humanity // *Texts*. 2015. № (3) P. 58–73.
31. Vlasov D. N., Bakhirev I. A. Moscow Central Ring as a catalyst for changing mobility of residents // *Academia. Architectura i stroitelstvo*. 2018. № 1. P. 53–58.
32. The complex of urban planning policy and the construction of the city of Moscow. URL: <https://stroi.mos.ru/metro> (reference date: 02.03.20).
33. Zakirova Y. A., Khusnutdinova S. R., Dembich A. A. Polycentricity of the city of Kazan: Opportunities and limitations for the development of administrative regions // *Geographicheskij vestnik*. 2018. № 2 (45). P. 62–71.
34. Nabiullina K. R., Dembich A. A. Innovative features of the master plan of the city of the middle of the XXI century // *Innovatsii i investitsii*. 2019. № 4. P. 282–286.

УДК 72.1

Шаймарданова Камилла Айратовна

архитектор

E-mail: shaimardanova.c@gmail.com

АПМ «ВЕЛП»

Адрес организации: 420111, Россия, г. Казань, ул. Щапова, д. 13

Прокофьев Евгений Иванович

профессор, кандидат архитектуры

E-mail: dirarx1@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Методология выявления, формирования и развития периферийных зон города

Аннотация

Постановка задачи. Статья посвящена формированию методологии выявления и обоснования развития периферийных зон города. Структурированы и обозначены ключевые термины и аспекты обозначения периферийных территорий.

Результаты. Обоснованные стратегии развития периферийных территорий городов дают вектор их развитию. Вопросы формирования планировочной структуры города, функционального его насыщения, развития инфраструктуры, жилого фонда, признаны актуальными на сегодняшний день.

Выводы. Значимость полученных результатов для архитектуры состоит в том, что развитие периферийных зон города на современном этапе – один из ключевых аспектов при формировании генеральных планов и пространственной организации структур города. Организация жилой застройки на перифериях подчиняется комплексу градоформирующих факторов, использование и исследование которых воздействует на перспективное ее развитие.

Ключевые слова: периферии, городские окраины, пространственное развитие, планирование городов, территориальное развитие.

Введение

В годы постиндустриального развития общества наблюдается интенсивное пространственное развитие городов. Научно-технический прогресс, темпы ростов городов, развитие инфраструктуры и урбанизация повлекли за собой неравномерное расширение городских территорий. Середина XX века ознаменовалась началом формирования периферийных зон в крупных городах. Это явилось следствием образования городов с единственным градообразующим предприятием, объединившиеся в крупные производственные комплексы фабрики и заводы, которые разместились на отведенных под них площадях земли. Окружающие территории производственных комплексов предназначались для размещения промышленных предприятий и связанных с ними объектов необходимой сопутствующей инфраструктуры: комплексов научных учреждений, коммунально-складские объекты, сооружений внешнего транспорта, сооружений путей внегородского и пригородного сообщений. Образование жилой зоны на периферии городов обусловлено необходимостью организации мест для проживания работников предприятий. Сформированы подобные жилые районы были таким образом, что сегодня тот набор общественных зданий, сооружений бытовой и социальной инфраструктуры не соответствуют потребностям населения [1].

Слабое развитие периферийных зон – следствие отсутствия грамотно организованной планировочной структуры, разграничения функциональных зон. Таким образом, периферии наполнены производственными комплексами, фабриками, заводами, жильем низкого качества, с отсутствием социальной и бытовой инфраструктуры.

Плохая связь с центром, уменьшение административно-торговых и коммунально-бытовых предприятий, приводят к формированию криминальной обстановки на

периферии. Расширение границ города, его территориальный рост и, как следствие, растянутость коммуникаций, увеличение времени на передвижение, перегрузка инженерно-транспортной инфраструктуры и неэффективная работа транспорта в целом, обусловлены в первую очередь центробежными тенденциями в развитии города.

Оживить периферийные территории возможно путём наполнения их многофункциональными зонами, организацией транспортных сообщений с другими городскими участками, путем восстановления и развития природно-рекреационного ландшафта, формирования зон с объектами притяжения (культурные сооружения, арт-кластеры, общественные пространства) [2].

Оценить концепцию развития планировочной структуры города с точки зрения интенсивности её использования и насыщенности различными функциями позволяет поясное зонирование, которое предполагает следующее деление:

- Центральная зона – ключевой многофункциональный элемент городского зонирования;
- Серединная зона – служит переходной зоной, включающей в себя меньшее разнообразие функций, меньшую интенсивность освоения в отличие от центральной зоны;
- Периферия – дальняя зона города, для которой характерны маятниковая миграция населения, отсутствие мест приложения труда, отсутствие социальных функций, мест проведения досуга, образовательных учреждений, медицинских учреждений [3].

Термин «экономическое расстояние» используется для обозначения границ города, определения центра и периферии и определяется на основе транспортных и транзакционных издержек, необходимых для преодоления физического расстояния. Имеются и используются следующие критерии и характеристики:

- плотность транспортного или людского потока;
- размещение;
- связанность.

Для крупных и больших городов характерно выделение переходной зоны (серединной зоны) между центральной и периферийной, которая отличается неоднородностью среды, разной масштабностью планировочных модулей. Эту зону следует рассматривать как основной резерв для развития общественных функций центральной зоны. Границы зон определяют геометрические характеристики и параметры городских образований и фиксируют изменение признаков территорий. В градостроительной практике, наряду с понятием «граница», используются такие определения как границы природной зоны, городская (поселковая) черта, красная линия, линия регулирования застройки, береговая полоса, границы отводов земельных участков и т.д. [4].

Формирование и развитие планировочной структуры города подчинено комплексу градоформирующих факторов. Основными факторами являются рельеф, гидрография, климат, планировочные ограничения, железные дороги и автомагистрали, промышленные объекты и инженерные сооружения. В процессе решается форма городского плана и анализируется работа по выявлению всего комплекса градоформирующих факторов, что отражается в чертежах генерального плана [5-7]. Чертежи обычно содержат материалы в виде:

- схемы современного использования территории (опорный план) с отображением информации об использовании территории;
- схемы ограничений (схема планировочных ограничений) с отображением территорий культурного наследия, зон с особыми условиями использования территорий, подверженных риску возникновения чрезвычайных ситуаций;
- схемы комплексной оценки территории с отображением результатов анализа ее комплексного развития [8].

Разрабатываемый в соответствии с Градостроительным кодексом, генеральный план города или городского округа, как составная часть документации территориального планирования, является ключевой и определяет порядок, темп, вектор развития города. На современном этапе разработки проектов по развитию городов особое внимание уделяется развитию и планированию периферийных зон [9].

Стратегия пространственного развития городов (на примере г. Екатеринбурга)

Стратегию пространственного развития Екатеринбурга разработало Голландское бюро MLA+. Эта стратегия является системной координацией, интеграцией и посредничеством пространственных аспектов города, пронизывающих его жизнь. Фокусируясь на факторах, которые оказывают влияние на природу и функционирование мест, стратегическое пространственное планирование даёт основание определить основную цель пространственного планирования. Целями планирования является как обеспечение условий для «устойчивого развития», так и для формирования «устойчивых мест для жизни». Последовательность разделов исследования ведёт к формированию стратегии «Красные и зелёные линии».

Стратегия «красных и зелёных зон» (рис. 1), в рамках генезиса периферийных зон, призвана ограничить экстенсивное развитие застройки территорий города Екатеринбурга. Для этого следует сохранить окружающий природный ландшафт и снизить концентрацию экономических ресурсов. Всё это необходимо с целью завершения формирования существующей городской среды и разнообразия наполнения города видами деятельности разного направления.

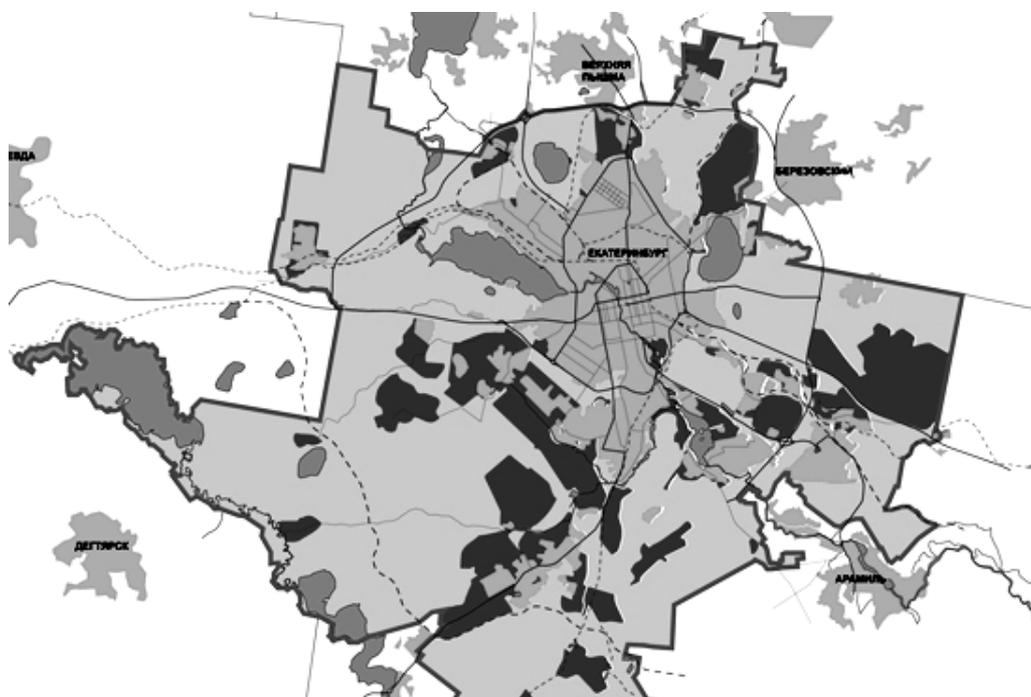


Рис. 1. Схема стратегии «Красные и зеленые зоны» [10, с. 93]

Основная проблема развития российских городов – это неудовлетворённость транспортным обслуживанием и низким качеством жилой среды, что является результатом необоснованного территориального разрастания городов. Для качественного освоения новых территорий, для которых отсутствуют необходимые бюджетные ресурсы, рекомендовано использование положения стратегии «Красные и зелёные зоны» в качестве основы формирования компактной планировочной структуры. Границы определены топографическими и планировочными элементами. Стратегия исполняет роль инструмента, фиксирующего границы, переход за которые рассматривается как недопустимое расползание города на окружающий ландшафт, его утрату, а установление таких границ нацеливает на концентрацию ресурсов в целях завершения формирования городской формы и наполнения его разнообразными видами деятельности.

Методология установления границ функциональных зон предлагаемой стратегии предполагает использование существующего функционального зонирования генерального плана. Зелёные зоны состоят из функциональных зон, а также зон сельскохозяйственного использования и формирования агропарков. Красные зоны

состоят из функциональных зон генерального плана, предусматривающего застройку как смешанного жилого, так и промышленно-коммунального назначения.

Основное назначение стратегии «Красных и зелёных зон» установить контроль над размещением застройки на новых территориях и тем самым оказать стимулирующее воздействие на реконструкцию существующих застроенных территорий смешанного жилого назначения и промышленных зон. Реализация стратегии может быть заложена в картах функционального зонирования генерального плана и в Правилах землепользования и застройки. Распределение функциональных зон по группам в рамках функционального зонирования соответствует стратегии «Красных и зелёных зон», что в свою очередь может быть использовано для целей оптимизации бюджетных расходов на благоустройство города.

Стратегия «дифференциации параметров пространственного развития»

Следующий раздел «стратегия дифференциации параметров пространственного развития» (рис. 2) раскрывает основные назначения стратегии: формирование содержательной основы для подготовки общих правил и подходов при реализации стратегии пространственного развития в документах градостроительного проектирования и регулирования. Дифференциация городского пространства позволяет сформировать для жителей новые возможности и широкий выбор того, что для них имеет значение и, следовательно, будет ими оплачено принятым решением связать свою жизнь с этим городом. Разнообразии застройки и средовых аспектов, условий землепользования, происходит в ходе развития городской среды, при постоянном взаимодействии «центра» и «окраин». Изначально, культурная и социальная деятельность сосредотачиваются в центре, а затем распространяются на периферийные территории.



Рис. 2. Схема дифференциации параметров пространственного развития [10, с. 100]

Стратегия ориентирована на выполнение следующих задач:

- выявить своеобразие города и качественное различие его частей;
- поддержать и развить желаемое своеобразие путём более глубокой дифференциации городских сред в соответствии с тем потенциалом, которым город обладает.

В настоящее время в науке присутствует ряд подходов к дифференциации урбанизированных территорий, которые можно встретить в работах как российских, так и зарубежных исследователей организации городских систем. Известны такие теории и

модели, как «каркасно-тканевая», «центр-периферийная», «неравномерного районирования», «transect» и другие. Каждая из этих теорий выделяет зоны каркасов (инфраструктурного, композиционного, экологического), ткани, зоны центра (исторического, «социалистического», альтернативного), периферии, срединной, буферной зоны и иные зоны, точное наименование которых определяется в результате системного анализа конкретного города. В рамках стратегии дифференциации городской среды предполагается определение четырёх основных зон: центральной, срединной, периферии и специальных (особых) зон.

Стратегия «Застройка, ориентированная на обслуживание общественным транспортом»

В разделе «Застройка, ориентированной на обслуживание общественным транспортом» обосновывается стратегическое направление повышения эффективности ключевых узлов, стимулирующее развитие смешанной многофункциональной застройки. Согласно описанным далее принципам, коридоры маршрутов общественного транспорта высокой провозной способности обеспечивают территориальный ресурс для развития жилищной застройки и сохранения плотной, эффективной планировочной структуры города; пространственная структура города и политика землепользования должны стать основой для направления бюджетных инвестиций на развитие городского общественного транспорта.

Транспортная инфраструктура ориентирована на обеспечение взаимодействия городских территорий через возможность осуществления необходимого количества поездок, на определенные расстояния и в определенных направлениях. Расположение транспортной инфраструктуры определяет доступность различных территорий и, в свою очередь, определяет структуру землепользования, оказывает стимулирующее влияние на развитие территорий. Реализация комплексной политики для развития транспортной инфраструктуры и городского землепользования является одной из важнейших стратегических инициатив, направленных на устойчивое развитие города.

Стратегически спланированное использование территорий в зонах обслуживания общественным транспортом способствует достижению городом экономического, социального и экологического благополучия путем:

- повышения роли и качества общественного транспорта и увеличения объёма перевозок на общественном транспорте;
- снижения автомобильной зависимости и уровня загрязнения атмосферного воздуха;
- эффективного применения застроенных территорий и создания компактной планировочной структуры;
- создания удобных (коротких) связей между местами проживания и работы;
- развития и восстановления деловой активности в существующих населённых пунктах и муниципалитетах агломерации;
- обеспечения рынка жилья различными форматами и жилья в различных ценовых диапазонах;
- создания условий для формирования доступного жилья;
- расширения вариантов транспортных перемещений на территории застройки и на дальние поездки для людей, не имеющих автомобили;
- «образа созидательности» застройки и доступной средой для пешеходов;
- создания активных и безопасных улиц, станций, остановок общественного транспорта;
- публичных инвестиций, которые становятся катализатором для частных инвестиций и развития бизнеса;
- увеличения стоимости незастроенных, неиспользуемых или неэффективно используемых земельных участков, капитальных строений.

Также, одним из ключевых аспектов развития периферийных территорий служит организация на них транспортно-пересадочных узлов (ТПУ). Размещение и образование деловых и бизнес-центров, жилья, социальных объектов, вокруг крупных ТПУ, предусматривает создание и, в последствии, увеличение мест приложения труда,

развитие инфраструктуры, развитие прилегающих территорий. Современные тенденции в проектировании и в формировании транспортно-пересадочных узлов диктуют новые подходы в их эксплуатации. Таким образом, ТПУ могут выполнять не только функцию транспортной инфраструктуры, но и быть центром притяжения людей, региональным деловым центром, культурно-досуговым центром [10].

Заключение

Таким образом, на текущий момент для грамотного расширения городов и формирования генеральных планов имеет большое значение развитие периферийных зон города. Организация новой жилой застройки на периферии зависит от ряда градоформирующих факторов, требующих научного исследования и обоснования. Стратегия пространственного развития городов – процесс, включающий в себя формирование и обоснование планировочной структуры города, его функциональное насыщение, образование и размещение жилого фонда, наличие и развитие определенного набора социальной и бытовой инфраструктуры.

Список библиографических ссылок

1. Шаймарданова К. А., Прокофьев Е. И. Аспекты выявления, формирования и развития периферийных зон города : сб. ст. II Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / КНАГУ. Комсомольск-на-Амуре, 2019. С. 16.
2. Логунова Е. Н. Феномен городских окраинных поясов (на примере исследований в зарубежных странах) // АМТ. 2018. № 4 (38). С. 353–366.
3. Абакумова А. В. Основные планировочные зоны города: центральная, срединная, периферийная; промышленные территории в структуре города // Вестник СГАСУ. 2013. № 4 (26). С. 6–9.
4. Berger A., Kotkin J. Infinite Suburbia: (52 illustrated essays on the future of suburban development from the perspectives of architecture, planning, history, and transportation). P. : Princeton Architectural Press, 2017. 784 p.
5. Archer J., Sandul P. J. R., Solomonson K., Crawford M. Making Suburbia: New Histories of Everyday America. Sent Pol.: Univ Of Minnesota Press, 2015. 448 p.
6. McDonald J., Clark-Jones M. Globalization and the single-industry town: an annotated bibliography. Sherbrooke: Eastern Townships Research Centre, 2014. 130 p.
7. Сирина Д. А. Альтернативные направления пространственного развития Свердловской области // Науковедение. 2017. № 2 (10). С. 1–16.
8. Сиразетдинов Р. М., Назмутдинова И. М. Деволюмент в инвестиционной строительной сфере: развитие моногородов РФ, с целью повышения их инвестиционной привлекательности (на примере г. Менделеевска) : сб. ст. международной научно-практической конференции «Интеллектуальный город: устойчивость, управление, архитектура, реновация, технологии» / Казань, 2018. С. 54–59.
9. Дворядкина Е. Б. Городские периферийные территории. Понятия, сущность // Вестник ВГУ. 2015. № 4 (52). С. 86–92.
10. Головин А., Голубева Я., Аппенцеллер М., Гунина В., Петрова М., Здышев К., Степура М. Стратегия пространственного развития города Екатеринбурга (концепция). Екатеринбург : TATLIN, 2018. 336 с.

Shaimardanova Camilla Airatovna

architect

E-mail: shaimardanova.c@gmail.com

LLC ADW «VELP»

The organization address: 420111, Russia Kazan, Schapov st., 13

Prokofiev Evgenii Ivanovich

candidate of architecture, professor

E-mail: dirarx1@kgasu.ru**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

Methodology of identification, formation and development of peripheral zones of the city**Abstract**

Problem statement. The article is devoted to the formation of a methodology for identifying and justifying the development of peripheral zones of the city. Key terms and designation of peripheral territories are structured and marked.

Results. Well-grounded development strategies of the peripheral territories of cities give a vector of their development. Issues of the formation of the planning structure of the city, its functional saturation, development of infrastructure, housing, are recognized as relevant today.

Conclusions. The significance of the results obtained for architecture is that the development of peripheral areas of the city at the present stage is one of the key aspects in the formation of master plans and spatial organization of city structures. The organization of residential development in the peripheries is subject to a complex of city-forming factors, the study and use of which affect its long-term development.

Keywords: the periphery, the outskirts of the city, spatial development, urban planning, territorial development.

References

1. Shaimardanova K. A., Prokofiev E. I. Aspects of identification, formation and development of peripheral zones of the city: collection of articles of the Second all-Russian national scientific conference of students, postgraduates and young scientists / KnAGU. Komsomolsk-on-Amur, 2019. P. 16.
2. Logunova E. N. the Phenomenon of urban marginal zones (on the example of research in foreign countries) // AMIT. 2018. № 4 (38). P. 353–366.
3. Abakumova A. V. The main planning zones of the city: central, middle, peripheral; industrial territories in the structure of the city // Vestnik SGASU. 2013. № 4 (26). P. 6–9.
4. Berger A., Kotkin Zh. Infinity suburbia: (52 illustrated essays on the future of suburban development in terms of architecture, planning, history, and transportation). P. : Princeton Architectural Press, 2017. 784 p.
5. Archer J., Sandul P. J. R., Salomonson K., Crawford M. Making Suburbia: Net Histories of Everyday America. Saint Paul : Univ Of Minnesota Press, 2015. 448 p.
6. McDonald J., Clark-Jones M. Globalization and the single-industry town: an annotated bibliography. Sherbrooke: Eastern Townships Research Centre, 2014. 130 p.
7. Sirina D. A. Alternative directions of spatial development of the Sverdlovsk region // Naukovedenie. 2017. № 2 (10). P. 1–16.
8. Sirazetdinov R. M., Nazmutdinova I. M. Development in the investment construction sphere: development of single-industry towns of the Russian Federation, in order to increase their investment attractiveness (on the example of Mendeleevsk): collection of articles of the international scientific and practical conference «Intelligent city: stability, management, architecture, renovation, technology» / Kazan, 2018. P. 54–59.
9. Dvoryadkina E. B. Urban peripheral territories. Concepts, the essence of // Vestnik VGU. 2015. № 4 (52). P. 86–92.
10. Golovin A., Golubeva Ya., Appentseller M., Gunina V., Petrova M., Zdyshev K., Stepura M. The spatial development strategy of the city of Yekaterinburg (concept). Yekaterinburg : TATLIN, 2018. 336 p.



УДК 7.2.1

Минабутдинова Алсу Раилевна

архитектор

E-mail: m.alsu95@bk.ru

ООО «Аксиом Архитект»

Адрес организации: 420103, Россия, г. Казань, ул. Ф. Амирхана, д. 146

Покка Екатерина Владимировна

кандидат архитектуры, доцент

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

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Трансформация как средство архитектурно-пространственного формирования жилья с дополнительной функцией

Аннотация

Постановка задачи. Цель исследования – определение приоритетности трансформации, как средства внедрения дополнительных функций в жилое пространство, анализ способов трансформации на основе существующего опыта проектирования.

Результаты. Основные результаты исследования состоят в выявлении особенностей трансформации как средства устойчивого и эффективного формирования жилья с дополнительной функцией. В статье приводятся примеры реализованных проектов, в которых качественно работают гибкие архитектурно-планировочные приемы.

Выводы. Значимость полученных результатов для архитектуры состоит в создании нового типа жилья, обеспечивающего функциональное разнообразие, энергоэффективное пользование, перспективные видоизменения в современных реалиях. Применение трансформации как средства формирования дополнительных функций в жилье может рассматриваться как метод изменения объемно-планировочного решения в создании устойчивой архитектуры.

Ключевые слова: архитектура, дополнительная функция, трансформация, жилое пространство, адаптация.

Введение

Жилье, как наиболее консервативная сфера архитектурной деятельности, в современной практике подвергается экспериментальному поиску новых принципов его формирования. Концепция типологий жилья меняется, как и строительство жилых зданий. Потребности человека приравниваются к комфорту, безопасности, новым возможностям, и это превращается в нечто новое, благодаря слиянию определенных факторов: роста населения, нехватки доступного жилья, правил устойчивого развития и строительной индустрии, находящейся в процессе технологической революции. Все это приводит к новым форматам жилья. Поскольку потребители ведут малопредсказуемый образ жизни, стремление к большей функциональности и адаптируемости архитектуры жилья возрастает. Архитектурная среда подвергается трансформации в связи с появлением новых направлений и форматов трудовой деятельности. Создается новый формат жилья, преимущественно направленный на деловые процессы и создающий такие пространства, которые могут превратиться в модели с дополнительной функцией. Постоянно растущее стремление к универсальности, говорит о выборе потребителя в пользу многофункциональных конструкций [1-3].

Характерные для индустриальной эпохи, иерархические форматы установки делового процесса уступают место интеграции коммерческих функций в жилые структуры. Современный мировой опыт проектирования доказывает, что динамичные города требуют разнообразного набора пользователей, принося различные виды деятельности в пространство в любое время. Внедрение дополнительных функций в жилое пространство – одно из наиболее перспективных и ведущих направлений в архитектурном проектировании.

Результатом революции в области информационных технологий является значительное изменение социально-экономического аспекта занятости. Развитие дистанционных форматов деятельности и интеллектуализация труда повсеместно требуют пересмотра традиционных принципов организации делового процесса. Строгое детерминирование делового процесса и прекращение трудовой деятельности отмечалось в условиях управления индустриальной экономики, но теперь, в современных условиях искусства управления рабочими коллективами, необходимо верно и компетентно подходить к вопросу высвобождения человеческих возможностей, приводя их в постоянное движение [2].

Последнее исследование консультанта исследовательской и консалтинговой фирмы Emergent Research в Лафайете, штат Калифорния, подтверждает, что домашние предприятия столь же конкурентоспособны, как и их «коллеги» в коммерческих помещениях. Его недавние исследования показали (по данным из индекса успеха малого бизнеса), что работающие на дому выдают результаты в пяти категориях, определяющих успех: доступ к капиталу, маркетинг и инновации, рабочая сила, обслуживание клиентов, компьютерные технологии. Более того, они помогают создавать рабочие места. По оценкам Emergent Research, в «домашних компаниях» работают около 13,2 млн. американцев по сравнению с 10,4 млн. занятых, например, в корпорациях, финансируемых венчурным капиталом, например Intel Corp. и Apple в 2006 году [4].

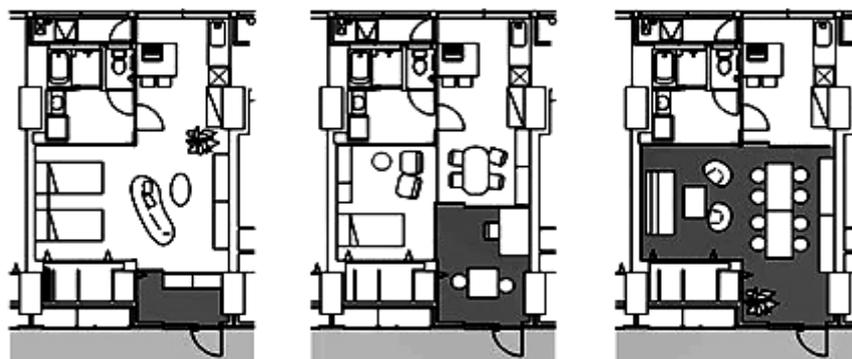
Способы интеграции дополнительных функций в жилое пространство

Одним из основных приоритетов является разработка концепций, сочетающих в себе жилье и место деловой деятельности, которые содействуют улучшению качества условий проживания и удовлетворению потребностей жителей. Таким образом, современная «традиционная схема организации рабочего процесса трансформируется в направлении интеграции физического и киберпространства, что задаёт качественно иной подход к моделям взаимодействия офисной и жилой сред. Ориентация на идеи как на основной продукт и развитие коммуникационных технологий окончательно разрывают непосредственную территориальную связь работника и работы» [2]. По данным исследования международной консалтинговой компании Boston Consulting Group, эти альтернативы традиционным домам уже составляют от 4 % до 6 % всех новых жилых домов. И готовность людей к новым форматам жилья становится вполне ожидаемой в ближайшем будущем.

На профессиональном уровне концепцией жилья с внедрением дополнительной функции с давних пор занимаются японские архитекторы. В своих работах они поднимают такие проблемы как дефицит свободных площадей и ведут поиски пространства, способного постоянно меняться, расширять диапазоны площадей и включать в себя гибридные пространства, удовлетворяющие всем аспектам жизнедеятельности. Р. Ямамото – один японских архитекторов, которые поднимают такие проблемы и отражают их в своих работах. Одним из выдающихся проектов архитектора является проект SOHO, который включает в себя несколько комплексов.

Shinonome Canal Court один из комплексов проекта SOHO в центре Токио. Данный комплекс содержит офисы в жилых единицах и многофункциональные гибкие, трансформируемые пространства, которые быстро меняются в мастерскую для занятий хобби (рис. 1).

В других проектах SOHO имеются отдельные дуплексные варианты квартир с офисами на нижнем уровне и жильем на верхнем этаже. В связи с тем, что площади отдельных офисов и жилых помещений невелики, архитектор решил использовать террасы на разных этажах в хаотичном порядке, тем самым дополнив помещения резервной площадью. Квартиры, имеют открытые планы этажей, которые можно легко изменить с помощью складных перегородок.



а)



б)



в)

Рис. 1. Shinonome Canal Court в Токио, Япония, 2011 г., арх. Yamamoto & Field Shop
(<http://architecturalmoleskine.blogspot.com/2011/10/toyo-ito-kengo-kuma-etc-shinonome-canal.html>):

а) разновидность планировок; б) фасад здания; в) интерьер здания

Сегодня, в крупных городах на основе построения комбинированных жилых ячеек и многофункциональных пространств, формируется эвентуальность развития типологий, альтернативных традиционному жилью и крупным центрам офисных корпораций, структур для малого бизнеса, которые направлены на различные категории пользователей [5]. В крупных городах наряду с расширением типологии жилья и офисов, центров крупных корпораций, формируется развитая типология альтернативных структур для малого бизнеса, основанная на сочетании модульных жилых ячеек и многофункциональных пространств, где единое пространство с развитой инфраструктурой работает для разных категорий пользователей.

Возможность интегрирования дополнительных функций в жилое пространство нуждается в создании вспомогательного пространства, которое должно соответствовать условиям труда, санитарным нормам и соблюдению тех или иных правил, не нарушающих покой и личное пространство каждого из обитателей жилой единицы.

Интеграция дополнительных функций в жилое пространство возможна путем таких архитектурно-планировочных средств, как:

- Надстройка/пристройка – добавление нового пространства или расширение существующего здания в структуре жилого пространства за счет надстройки или пристройки. Такой способ увеличивает площадь и повышает энергоэффективность помещений здания. Расширение осуществляется за счет балконов, террас, дополнительных помещений. В случае добавления нового пространства, оно может быть как самостоятельным, так и в полной зависимости от основного здания;

- Трансформация – преобразование, изменение конфигурации планировок и пространств в течение определенного времени (ежедневного, периодического) при помощи трансформирующихся систем, оборудования, которые также предоставляют

возможность вернуть измененную конфигурацию в исходное положение в соответствии с потребностями людей и требованиям функциональных процессов;

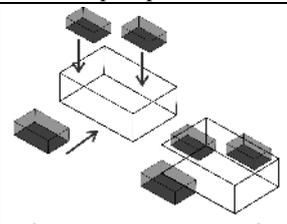
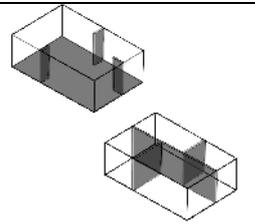
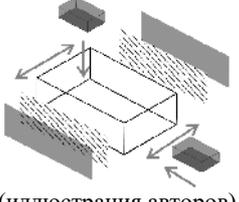
- Зонирование без переоборудования – четкое разделение пространства на функциональные процессы (жилые и рабочие), дающее возможность каждому обитателю персонализировать свое жилое пространство без значительных изменений в планировке.

- Переоборудование – изменение планировки в рамках имеющихся площадей: перенос вертикальных и горизонтальных плоскостей, коммуникаций, перегородок, а также замена и прокладка новых инженерных сетей и т.д.

Рассмотренные способы интеграции дополнительных функций в жилое пространство сведены в таблицу.

Таблица

Способы интеграции дополнительных функций в жилое пространство

Надстройка/ пристройка	Трансформация	Зонирование без переоборудования	Переоборудование
 (иллюстрация авторов)	 (иллюстрация авторов)	 (иллюстрация авторов)	 (иллюстрация авторов)
Преимущества			
- увеличение и расширение пространства; - повышение энергоэффективности пространства.	- современный подход к перепланировке; - увеличение и расширение пространства; - повышение энергоэффективности пространства; - менее затратный метод перепланировки; - быстровозводимость; - свободное передвижение; - компактность; - технологичность; - возможность подстраиваться под различные габариты жилья.	- четкое разделение пространства и функций.	- увеличение и расширение пространства; - обновление, преобразование; - повышение энергоэффективности пространства.
Недостатки			
- сложновозводимость; - неопределенные временные границы; - нерентабельность; - сложность во «вписании» нового, дополняющего объема/пространства в существующую архитектуру. - необходимость дополнительной нагрузки здания.	- в течение времени возможен износ при эксплуатации предметов трансформации; - адаптация к условиям проживания и учет потребностей обитателей.	- единство пространства; - открытость; - адаптация к условиям проживания и учет потребностей обитателей.	- долговозводимость; - сложновозводимость; - неопределенные временные границы; - нерентабельность.

Рассмотрев все способы интеграции дополнительных функций в жилое пространство, можно прийти к выводу о том, что именно трансформация как средство организации подобного жилья является наиболее целесообразной.

Трансформация как средство архитектурно-пространственного формирования жилья с дополнительной функцией

На сегодняшний день любой архитектор, в связи с современными требованиями жизни и вектора динамики технологического и экономического развития, должен примерить на себя роль режиссера, который будет формировать пространства не только на начальном этапе, но и контролировать весь процесс, в котором работа с объектом происходит с течением времени. Комплексное использование технологических и объемно-планировочных решений возможно благодаря созданию изначально сформулированных сценариев. Одним из методов подобного сценарного проектирования может стать трансформируемое жилье. Все возможные изменения элементов конструкций в пространстве рассчитываются и технически осуществляются до момента трансформации, что позволяет без значительных экономических затрат многократно вносить множество преобразований и изменений. Этот принцип подразумевает универсальный тип жилья для различных целевых программ: некий функциональный гибрид. Эффективность и скорость производимых трансформаций становятся характерными особенностями подобного жилья. Преимуществом является изменение конфигурации пространства путем расширения, вращения, раздвижения или опускания элементов, которые можно быстро и легко восстановить в исходное состояние. Планирование внутреннего пространства для создания универсальной и функциональной эффективности в планировке жилья становится основной целью такой пространственной организации. Объединение жилых и нежилых функций, различных процессов в общем пространстве, подчеркивает качество многофункциональности пространств. Можно выделить такие совмещения жилой и нежилой функции, как жильё-студия, жильё-мастерская (художника), жильё-офис, жильё-ателье.

Трансформация дает возможность обобщить то, что также может быть поделено, путем установленных объемов, позволяющих создать пространство нужного размера и формы, а также дает возможность архитектурной адаптации пространства к быстроменяющимся интересам человека и его окружения.

Трансформация в традиционном смысле – это изменение формы, превращение, видоизменение. Как совокупность методов и средств преобразования, трансформация позволяет осуществлять конкретные перемены архитектурно-пространственной структуры объекта в зависимости от изменения функционально-технологических процессов. В данном случае трансформация – это средство, способствующее интеграции дополнительных функций в жилое пространство, а также создающее такие функционально-пространственные форматы жилья, которые будут обеспечивать необходимые условия для работы и проживания [6].

Сценарное проектирование и расчет перспективных трансформаций до момента реализации являются одними из эффективных методов. Они состоят из программирования жизненного цикла и степени его конвертируемости с чередующимся расширением или уменьшением пространства на основе меняющихся факторов и потребностей. Это требует заложения таких технологических систем, которые смогут полностью перепроектировать пространство в относительно короткие сроки и при низких затратах. Примером может служить дом Casa Garoza в Испании, который позволяет расти и меняться со временем, включать множество функциональных процессов и быть сосредоточенным на эффективности использования ресурсов, переработке и устойчивом развитии. Дом Casa Garoza – это модульная архитектура. Все конструктивные элементы этого дома изготовлены как цельные детали заранее и имеют внутреннюю отделку. Дом адаптируется к потребностям и интересам жителей.

Внутренние перегородки трансформируемы, а мебель частично стационарна и встроена в вертикальные стены, в которых размещены высококачественные технические установки, домашняя автоматизация и другие персонализированные элементы в соответствии с конфигурацией. Данный набор предлагает качественное и своевременное управление планами обслуживания и вариантами роста [8]. Окончательная компоновка обеспечивает качество, простоту использования, контроль над техническим обслуживанием и возможность значительного расширения традиционного

строительства. В проекте присутствуют принципы экономической и экологической устойчивости (рис. 2).



Рис. 2. Интерьер дома Casa Garoza в Кастилия-Леон, Испании, 2010 г., арх. Herreros Arquitectos (источник: <http://estudioherrerros.com/project/casa-garoza/>)

Любое изменение в жизни влияет на пересмотр требований к проживаемому пространству, но проблема заключается в том, что не всегда возможно дать прогноз времени и тем событиям, которые могут поменять образ жизни. Чтобы реагировать на предсказуемые и непредсказуемые изменения жизни, необходима адаптируемая система [7]. Широкий спектр человеческой деятельности, а также широкий спектр времени, проводимого в жилом пространстве, подчеркивают необходимость гибкости в структуре жилищного планирования, имея возможность подчинять и регулировать такие системы, которые могут при необходимости создавать желаемое пространство. В рамках проекта под названием Switch office была разработана квартира, которая выполняет две функции: жилье и офис, где предусмотрена динамичная трансформация в зависимости от времени суток (рис. 3).

Первоначально это был обычный дом, и владелец хотел использовать его как офис. Идея архитектора была реализована благодаря подвижной стене, которая при необходимости легко превращает комнату в жильё и офис. Основным элементом, разделяющим пространство на две функциональные зоны, является мобильная стена, которая выдвигается над обеденным столом, чтобы создать комнату собраний с одной стороны, и библиотеку – с другой. Вторая мобильная система – это книжный шкаф, который поворачивается в конце дня, открывая спальную комнату. Книжная полка в спальне становится перегородкой между спальней и рабочей зоной, создавая деловое пространство и сохраняя при этом спальню в уединении [9]. Такая система трансформации позволяет создать пространство с возможностью адаптации жилья под офис или офис под жилье, сохраняя планировку без изменений.

Как объясняет архитектор Элисон Маргарет Смитсон: «Пространство является тотальным, а общество универсальным. Эти реалии должны быть отражены в проектировании. Чтобы следовать этому принципу, пространство должно преобразовываться вместе с нашими потребностями, оказывая нам максимальную поддержку в соответствии с текущими требованиями» [10]. Чем гибче здание, тем больше оно способно реагировать на различные модели использования в течение нескольких поколений пользователей и тем лучше его общий экологический и экономический баланс.

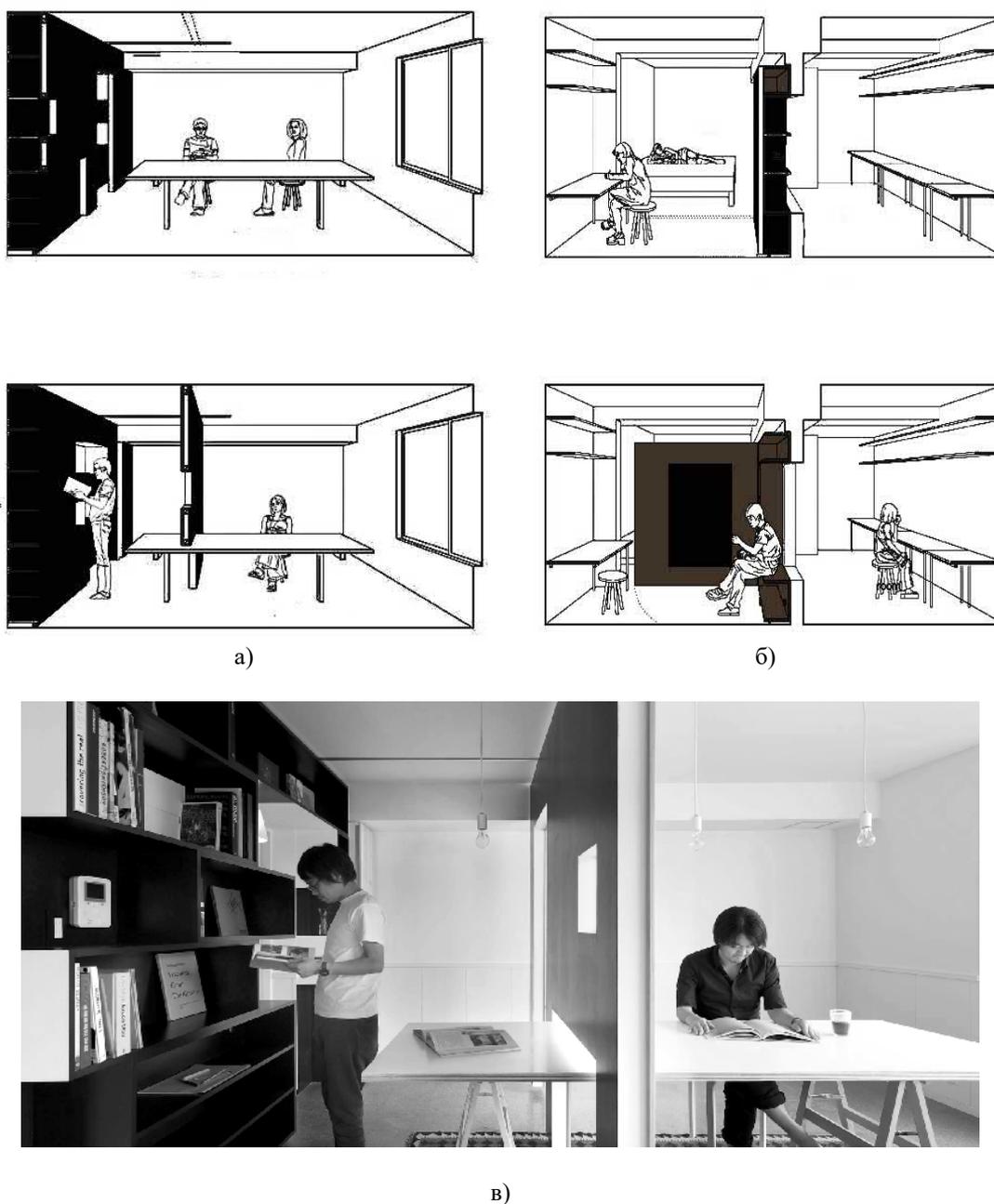


Рис. 3. Проект Switch office в Токио, Япония, 2015 г., арх. Юко Шибата
(источник: <https://www.homify.ru/projekty/23426/switch-apartment>):

- а) Рисунок помещения с мобильной перегородкой; б) Рисунок помещения с мобильным шкафом;
в) Интерьер помещения

Гибкость в архитектуре определяется как метод, основанный на модульных системах и конструкциях, взаимные комбинации которых обеспечивают максимальную гибкость для адаптации к различным форматам жилья. Целью этой стратегии является содействие функциональной долговечности жилого пространства с точки зрения изменчивости площадей помещения. В концепции повышенной функциональной прочности, связанной с введением дополнительной функции, трансформация может зависеть от элементов интерьера и экстерьера, которые способны выполнять различные функциональные преобразования в одном и том же пространственном контексте.

Для достижения максимальной функциональной изменчивости необходимо, чтобы конструкция помещения соответствовала меньшему количеству внутренних опор. Такая открытая планировка обеспечивает максимально гибкое пространство. Воплощением

подобного жилья является Mima House в Португалии. Данный проект является новейшим достижением в сфере модульных конструкций. Дома состоят из квадратной балочной конструкции, полностью остекленной, разделенной на модули 1,5×3 м. Стеклопакеты обеспечивают вентиляцию и циркуляцию воздуха, а электричество расположено в центральной части стены и распределяется в поперечном направлении, что обеспечивает экологичность и энергоэффективность жилого пространства. Для нагрева воды есть возможность установки электрического котла, подключенного к солнечным батареям.

Рациональный внешний вид дополняется уютными интерьерами, облицованными сосновым деревом и хромированными деталями. При необходимости замены любого окна или стены можно воспользоваться дополнительными модулями и разместить их внутри и снаружи здания. Планировка дома максимально открытая [11].

Интерьер, площадью 36 м², разделенный на регулярные модули, определяет возможное функциональное разделение пространства и введение дополнительных функций. Пространство может представлять собой жилье для одного человека, но, в то же время, оно может вместить возможного будущего жильца. Трансформация планировки позволяет сократить одну комнату и увеличить другую. Таким образом, можно вести «игру пространств» в функциональных целях в соответствии с интересами жильцов (рис. 4).

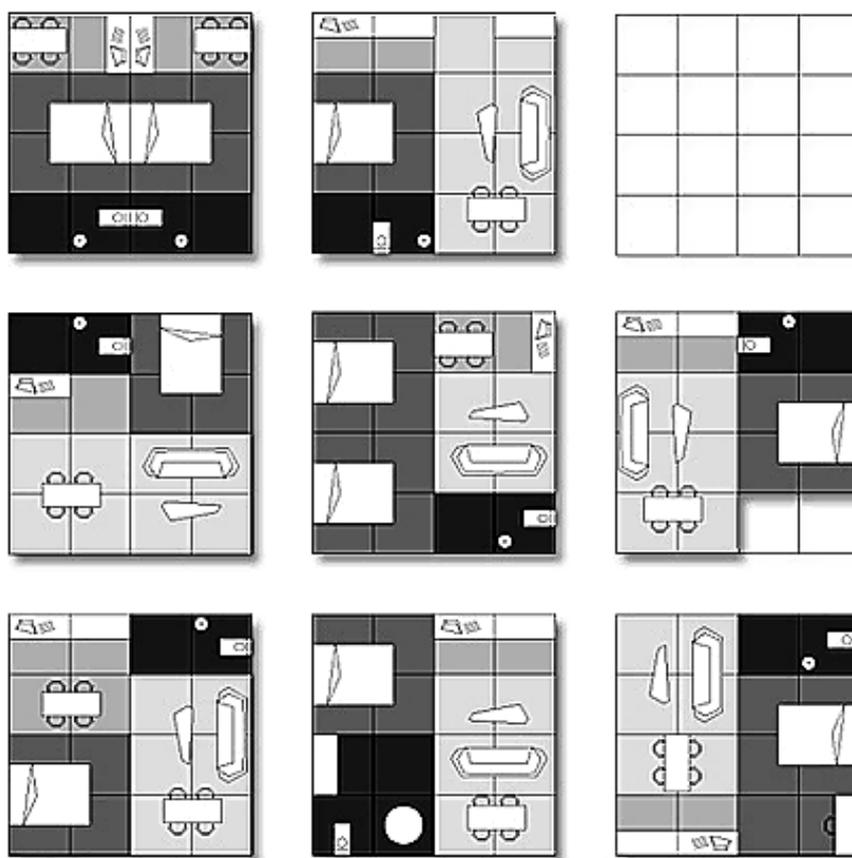


Рис. 4. Mima House в Португалии, 2011 г., арх. Mima Architects, Марта Брандао и Марио Соуза
(источник: <https://www.magazindomov.ru/2012/05/30/modulnyj-dom-v-portugalii/>)

Заключение

Активное использование новейших коммуникационных технологий, развитие инновационного сектора экономики, укрепление позиций малого бизнеса и продвижение карьерного роста являются основными факторами, которые позволяют качественно расширять типологию трансформирующихся моделей для введения в жилые и деловые пространства. Для создания подобного жилья необходимо пересмотреть все ключевые моменты преобразования и изменения организаций рабочего процесса. Повышение уровня качественного и безопасного существования в доме и в работе двух важных

процессов современного общества, таких как проживание и деятельность – зависят от понимания интеграции дополнительной функции в жилое пространство. Методы и средства интеграции этих важных процессов позволяют раскрыть потенциал архитектурно-планировочного пространства и определить сочетание жилья и многофункциональных рабочих моментов. Среди рассмотренных средств именно трансформация позволяет наиболее рационально адаптироваться в вопросе организации жилья и деловой составляющей. Трансформация может создать гибкую, жилищную структуру, благодаря изменчивости стандартного решения жилой единицы и многофункциональности пространства, что позволяет персонализировать ее структуру пространственного планирования в изменяющихся условиях социально-экономического, демографического, технологического и экономического развития.

Список библиографических ссылок

1. Березин Д. В. Проблема архитектуры первых этажей жилого дома в условиях современного города // Жилищное строительство. 2009. № 9. С. 9–12.
2. Колгашкина В. А. Офисно-жилые комплексы. Портрет потребителя // Archinfo.ru: электронный ресурс. 2013. URL: <http://www.archinfo.ru/publications/item/1617> (дата обращения: 14.03.2019).
3. Анисимов Л. Ю. Адаптируемость архитектурной формы как один из аспектов повышения энерго и ресурсоэффективности жилища // Архитектура и строительство. 2009. № 6 (37). С. 17–24.
4. Working From Home vs. Coworking // Coworker.com: электронный ресурс. 2018. URL: <https://www.coworker.com/mag/working-from-home-vs-coworking> (дата обращения: 20.03.2020).
5. Коряковская Н. Рикен Ямамото: «дом–офис» // Archi.ru: электронный ресурс. 2018. URL: http://archi.ru/foreign/news/news_current.html?nid=6186&fl=1&sl=1 1617 (дата обращения: 14.03.2019).
6. Cellucci C. Time and Resilience: Technological and Spatial Flexibility for the New Home Designing. University G. d'Annunzio of Chieti and Pescara. 2014. P. 54.
7. Забрускова М. Ю. К современному видению городского жилища // Архитектура и строительство России. 2017. № 1-2. С. 6–23.
8. Casa Garoza: Spanish Prefab Prototype is Designed to Grow Over Time // Inhabitat.com: электронный журнал. 2011. URL: <https://inhabitat.com/casa-garoza-spanish-prefab-prototype-is-designed-to-grow-over-time/> (дата обращения: 15.04.2020).
9. Shibata Y. Switch Apartment In Tokyo // Thedesignhome.com: электронный журнал. 2010. URL: <https://thedesignhome.com/interiors/switch-apartment-in-tokyo-japan-by-yuko-shibata/> (дата обращения: 30.03.2020).
10. Schumacher M., Schaeffer O. Move: architecture in motion – dynamic components and elements. Birkhäuser Basel, 2010. P. 28.
11. Mima Housing // Mimahousing.com: электронный ресурс. 2020. URL: <https://www.mimahousing.com/> (дата обращения: 05.04.2020).

Minabutdinova Alsu Railevna

architect

E-mail: m.alsu95@bk.ru

LTD «Axiom Architect»

The organization address: 420103, Russia, Kazan, F. Amirkhan st., 14b

Pokka Ekaterina Vladimirovna

candidate of architecture, associate professor

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

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Transformation as a means of architectural and spatial formation of housing with an additional function

Abstract

Problem statement. The purpose of the study is to determine the priority of transformation, as a means of implementing additional functions in the living space, to analyze the methods of transformation based on existing design experience.

Results. The main results of the study are to identify the characteristics of the transformation as a means of sustainable and efficient housing formation with an additional function. The article provides examples of implemented projects in which flexible architectural and planning techniques work efficiently.

Conclusions. The significance of the obtained results for architecture consists in the creation of a new type of housing that provides functional diversity, energy-efficient use, and perspective modifications in modern realities. The use of transformation as a means of forming additional functions in housing can be considered as a method of changing the space-planning decisions in creating sustainable architecture.

Keywords: architecture, additional function, transformation, living space, adaptation.

References

1. Berezin D. V. The problem of architecture of the first floors of a residential building in a modern city // *Zhilishchnoye stroitel'stvo*. 2009. № 9. P. 9–12.
2. Kolgashkina V. A. Office and residential complexes. Consumer portrait // *Archinfo.ru*: an electronic resource. 2013. URL: <http://www.archinfo.ru/publications/item/1617> (reference date: 14.03.2020).
3. Anisimov L. Yu. Adaptability of the architectural form as one of the aspects of increasing the energy and resource efficiency of the home // *Arkhitektura i stroitel'stvo*. 2009. № 6 (37). P. 17–24.
4. Working From Home vs. Coworking // *Coworker.com*: an electronic resource. 2018. URL: <https://www.coworker.com/mag/working-from-home-vs-coworking> (reference date: 20.03.2020).
5. Koryakovskaya N. Ricken Yamamoto: «home-office» // *Archi.ru*: an electronic resource. 2018. URL: http://archi.ru/foreign/news/news_current.html?Nid=6186&f=1&sl=1 1617 (reference date: 03.14.2020).
6. Cellucci C. Time and Resilience: Technological and Spatial Flexibility for the New Home Designing. University G. d'Annunzio of Chieti and Pescara. 2014. P. 54.
7. Zabruskova M. Yu. Toward a modern vision of urban housing // *Arkhitektura i stroitel'stvo v Rossii*. 2017. № 1-2. P. 6–23.
8. Casa Garoza: Spanish Prefab Prototype is Designed to Grow Over Time // *Inhabitat.com*: electronic journal. 2011. URL: <https://inhabitat.com/casa-garoza-spanish-prefab-prototype-is-designed-to-grow-over-time/> (reference date: 15.04.2020).
9. Shibata Y. Switch Apartment In Tokyo // *TheDesignHome.com*: electronic journal. 2010. URL: <https://thedesigndesignhome.com/interiors/switch-apartment-in-tokyo-japan-by-yuko-shibata/> (reference date: 30.03.2020).
10. Schumacher M., Schaeffer O. Move: architecture in motion – dynamic components and elements. Birkhäuser Basel, 2010. P. 28.
11. Mima Housing // *Mimahousing.com*: electronic resource. 2020. URL: <https://www.mimahousing.com/> (reference date: 05.04.2020).

УДК 721

Покка Екатерина Владимировна

кандидат архитектуры, доцент

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

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Гафиятуллина Алия Фанисовна

архитектор

E-mail: guffi_a@mail.ru

ООО «Роста Групп»

Адрес организации: 420140, Россия, г. Казань, ул. Юлиуса Фучика, д. 90А

Современные тенденции формирования центров туризма в контексте развития туристских центров

Аннотация

Постановка задачи. Цель исследования – выявление основных характеристик центров туризма во взаимосвязи с туристскими центрами и определение основных факторов их формирования.

Результаты. В статье на основе приведенной классификации городов-туристских центров, которая была разработана экспертами UNWTO (Всемирная Туристская Организация Объединённых Наций), приведены примеры этих городов, а также приведены и изучены объекты обслуживания, которые в исследовании называются центрами туризма.

На основе изученных примеров выявлены две группы факторов их формирования, которые являются основополагающими при формообразовании центров туризма и играют важную роль в создании их уникальности. Это формообразующие факторы градостроительного и архитектурного характера.

Выводы. Значимость полученных результатов для архитектуры состоит в создании концепции современного многофункционального туристского комплекса, включающего туристский центр, как местность, притягивающую туристов, и центр туризма, как комплекс туристско-рекреационного обслуживания.

Ключевые слова: туристский центр, центр туризма, классификация, туристский комплекс.

Введение

Цель статьи состоит в исследовании существующих типологий и классификаций городов-туристских центров, в установлении факторов, влияющих на формирование центров туризма на территории городов-туристских центров. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- выявить зависимость туристического потенциала городов-туристских центров от численности населения;
- изучить существующую классификацию городов-туристских центров, разработанную экспертами UNWTO (Всемирная Туристская Организация Объединённых Наций), изучить их подтипы;
- изучить формирование центров туризма в зависимости от туристских центров;
- выявить факторы формирования центров туризма.

Для проведения исследования следует различать термины «туристский центр», «центр туризма» и «туристский комплекс».

Доктор педагогических наук И.В. Зорин, работающий в сфере профессионального туристского образования, предлагает следующую расшифровку терминов [1]:

- туристский центр – это местность, притягивающая туристов в силу наличия особенных рекреационных ресурсов, удобства транспортно-географического положения, и доступной для туриста информации о нем;

- центр туризма – это город, место или объект обслуживания, где создан комплекс туристско-рекреационного обслуживания на базе рекреационных ресурсов;

- туристский комплекс – представляет собой градостроительное образование различного функционального профиля, состоящие из туристских учреждений, объединенных общим архитектурно-планировочным решением, общей пространственной композицией, организацией обслуживания. Под туристским комплексом также понимают совокупность разных по функциям туристских учреждений вместимостью более 1000 мест, объединенных одной функциональной программой (лечение, оздоровление, отдых, деловые встречи и мероприятия и т. д.) [2].

Города, в которых размещаются туристские центры, классифицируются по численности населения на две группы:

1. Малые и средние города – в этих городах туристская индустрия выполняет градообразующую функцию. Развитие городов с туристской специализацией напрямую зависит от условий на туристском рынке, они нацелены на определенный тип потребителя [3].

По типам потребители подразделяются на следующие категории:

- экономные потребители – клиенты туристского продукта, которых различает высочайшая эмоциональность к стоимости, качеству и ассортименту предложений;

- персонифицированные потребители – клиенты туристского продукта, для которых важны вид туристского продукта и качество услуг туризма, в то время как цена тура или услуги не служит решающим фактором;

- этичные потребители – покупатели туристского продукта, склонные платить низкие цены за туры с широким ассортиментом услуг, туризма;

- апатичные потребители – покупатели туристского продукта, для которых важно качество услуг туризма, а цена на них не играет роли.

2. Крупные города и мегаполисы – в этих городах туристская индустрия не выполняет градообразующую функцию. Такие города зависят от множества других факторов: актуальность географического положения, индустрии и субурбанизации, транспортной структуры, экономики и т.д.

За основную классификацию городов, в которых размещаются туристские центры, взята существующая система разработанная экспертами UNWTO (Всемирная Туристская Организация Объединённых Наций). Классификация туристских городов составлялась в зависимости от туристской специализации:

- центры культурно-познавательного туризма;

- центры событийного туризма;

- курорты и центры лечебного туризма;

- центры паломничества;

- центры международного туризма.

Города-центры культурно-познавательного туризма

Города-центры культурно-познавательного туризма специализируются на приеме туристов, которые путешествуют с целью получения новых знаний и знакомства с культурными ценностями. Туристов интересуют в городах не только архитектурные сооружения, сохранившиеся объекты культурного наследия, музеи, театры, но и дух самого города, общение с жителями и интеграция современной архитектуры городской среды с исторической средой города [4].

Для развития любого туристского города потенциально важно сохранение культурно-исторического ресурса, поскольку именно таким образом возникает неповторимый образ туристского центра, который может удовлетворить туриста в потребности получения новых знаний и обогащения культурными ценностями.

В данном типе можно выделить отдельную подгруппу городов культурно-познавательного туризма:

- малые города, располагающие историко-культурным наследием;

- малые города, располагающие историко-культурным наследием и произведениями искусства;

- крупные города, располагающие историко-культурным наследием и произведениями искусства;
- крупные города, располагающие историко-культурным наследием, произведениями искусства и современными памятниками культуры;
- мегаполисы, располагающие историко-культурным наследием и произведениями искусства.

Важно понимать, что историко-культурное наследие это «уникальные и эталонные природные и культурно-исторические комплексы, отдельные объекты материальной и духовной культуры, объекты живой и неживой природы, произведения искусства, традиционные формы хозяйства, социокультурной жизни и природопользования, применяемые технологии» [5]. Под термином «произведение искусства» стоит понимать объекты, обладающие эстетической ценностью, материальный продукт художественного творчества (искусства), сознательной деятельности человека. Культурно-познавательный туризм также имеет свои ресурсы, которые подразделяются на предметные ресурсы и не предметные.

К предметным ресурсам относятся многочисленные разновидности памятников истории и культуры (памятники археологии, архитектуры и градостроительства, монументального искусства), музеи, музеи-заповедники, музеи-усадьбы. Уместно подчеркнуть, что именно историко-культурные объекты преимущественно представляют Российскую Федерацию в Списке мирового природного и культурного наследия ЮНЕСКО. К не предметным ресурсам относятся обычаи, традиции, обряды, фольклор, устное народное творчество. Данные формы не предметного культурного наследия чаще используются в деятельности музеев и музеев-заповедников [6].

Так, например, Греция, с ее памятниками культуры и архитектурными ансамблями, является примером центра культурно-познавательного туризма как наследница культуры Древней Греции, которая считается колыбелью западной цивилизации. Древняя Греция вызывает большой интерес у туристов, потому что это уникальная возможность мысленно перенестись в античную эпоху, пройти по местам, где располагались священные храмы, происходили удивительные исторические события, записанные в летописях [7].

Италия – страна, которая представляет собой пример одного из самых востребованных направлений в туризме, специализируясь на культурно-познавательном туризме. Это не удивительно, поскольку Италия представляет собой своеобразный музей под открытым небом. Здесь зарегистрировано более 49 объектов, внесенных в перечень мирового культурного наследия ЮНЕСКО [8].

Культура Востока также представляет интерес для изучения. Имея в своей основе совсем иные устои, взгляды, обычаи и традиции, нежели культура Запада, она требует чрезвычайно тонкого подхода к ее постижению. Многовековая культура Востока складывалась под влиянием социальных, политических, исторических, географических, климатических и многих других факторов на протяжении различных эпох своего существования.

Одним из городов-центров культурно-познавательного туризма Восточной Азии можно считать город Сеул в Южной Корее. Население Сеула составляет более десяти миллионов человек. Туризм в Южной Корее имеет достаточно длительную историю своего развития. Культурно-познавательный туризм в Корее, будучи одной из форм культурной деятельности, включает в себя путешествия с целью исследования культуры, участие в культурных фестивалях и других культурных событиях, посещение старинных памятников [9].

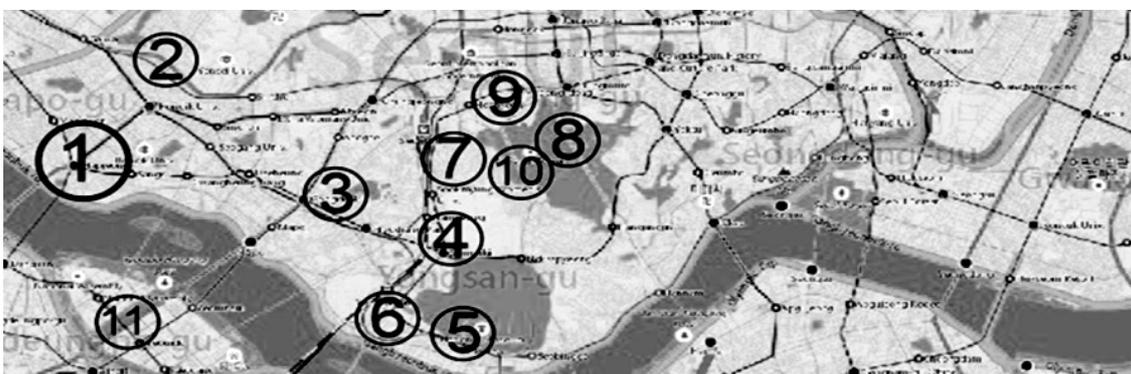
Большинство памятников истории и культуры Сеула располагается в центральной части города, поэтому для туриста важен целесообразный выбор места для временного проживания вблизи этих объектов. Таким жильем, которое удовлетворит все потребности туриста, являются комплексы, в которых главное – это месторасположение сооружения, развитая функциональная программа, имеющая систему закрытых и открытых общественных пространств, комфортное жилье. Локально такие комплексы могут размещаться как на периферии города, так и в сложившейся городской застройке. Однако, интегрированные в окружающую среду города, имеющие тесные коммуникационные связи с транспортом, комплексы остаются в приоритете выбора временного жилья для туриста, так как это облегчает доступ к памятникам истории и культуры.

Примером одного из таких комплексов является Многофункциональный комплекс «Mesenatpolis», творение архитекторов бюро Jerde Partnership. Комплекс расположен в

центре Сеула в развивающемся районе Хапчонга. Этот район связан с центром города посредством железнодорожных путей.

С помощью поезда или метро с легкостью можно добраться до таких достопримечательностей, как Национальный музей Кореи, Военный мемориал Республики Корея, Сеульская башня (смотровая башня), Кванхвамун (исторический памятник), Генбокгун (дворец).

Проект многофункционального комплекса включает в себя три высотных башни, в которых размещается элитный отель, и одну высотную башню с офисами. Все четыре башни связаны между собой пластичным стилобатом, пространство которого включает в себя галереи, атриумы, светопроницаемые фонари, стеклянные мосты на уровне второго и третьего этажей. В основу пространственной организации стилобата легла идея «единения с природой», которая воплощена архитекторами использованием плавных природных форм, включением в пространство сети водных каналов, представляющая собой идею непрерывного движения и взаимосвязи в природе, а также созданием парковых зон на разных террасах. Зеленые парки расположены на террасах первого, второго и третьего уровней. Центральной площадью многофункционального комплекса является атриум, по периметру которого находятся торговые галереи (рис. 1).



Расположение Многофункционального комплекса «Mecenatepolis» и главных памятников истории и культуры (иллюстрация авторов): 1 – Многофункциональный комплекс «Mecenatepolis»; 2 – Сеодэмун Музей естествознания; 3 – Музей Ким Ку; 4 – Военно-исторический музей Кореи; 5 – Национальный музей Кореи; 6 – Национальный Хангельский Музей; 7 – Народный Музей Глобал Вилладж; 8 – Национальный театр Кореи; 9 – Художественный Музей Текстиля и Стеганого одеяла; 10 – Намсанская деревня-музей традиционного корейского жилища ханок; 11 – парк Yeouido Hangang

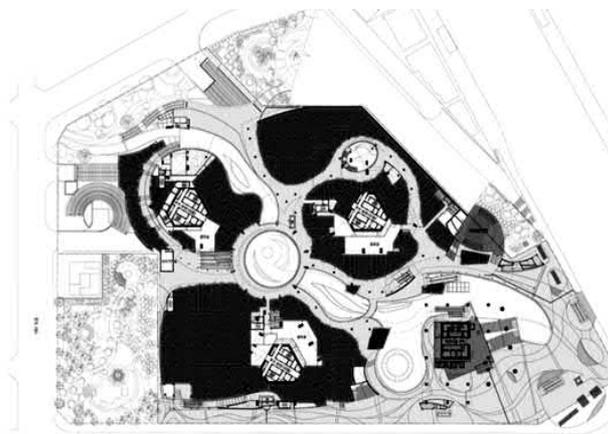


Рис. 1. Многофункциональный комплекс Mecenatepolis
(источник: <https://archi.ru/projects/world/7912/mnogofunkcionalnyi-kompleks-mecenatepolis>)

Главной целью архитекторов в проекте было создание общественного пространства под открытым небом – парка, который соединял бы в себе рестораны и многоцелевые залы для привлечения горожан и туристов.

Задача включения парка в архитектурно-планировочное решение многофункционального комплекса была поставлена архитекторами бюро Jerde Partnership после того, как они заметили, что в данном регионе многомиллионного мегаполиса парки являются большой редкостью. При этом архитекторы ставили перед собой задачу не просто предоставить людям пространство, где можно прогуляться, посидеть, отдохнуть от городской суматохи, а воссоздать парково-пешеходную зону максимально приближенную к истинной традиционной культуре Сеула.

Города-центры событийного туризма

Направление туризма с целью посещения каких-либо определенных мероприятий и участия в них называется событийным туризмом. Такие мероприятия в странах и городах могут быть направлены на исторические, культурные и спортивные события [10]. Ведущей целью организации определенного рода события считается привлечение наибольшего числа туристов (особенно в непииковые сезоны), чтобы они работали катализатором обновления городов, увеличивали транспортную и туристическую инфраструктуру, формируя их положительный имидж.

По типу событийного туризма существуют классификации:

- по масштабу мероприятий: мероприятия регионального уровня, мероприятия национального масштаба, мероприятия международного масштаба;
- по функциональной направленности события: конгрессы, фестивали, спорт, выставки, развлечения [11].

Деловой, или научный туризм, где основными событиями являются конгрессы различных уровней и масштабов – это поездки для участия во всевозможных съездах, общих собраниях, каких-либо дипломатических миссиях, научных симпозиумах, конференциях, производственных семинарах и совещаниях, выставках-продажах достижений науки и техники. Деловой туризм, входящий в структуру событийного туризма, и представляющий собой отрасль с высочайшим финансовым потенциалом, которая стимулирует приток зарубежных денежных единиц и инициирует становление смежных разделов экономики (транспорт, связь, строительство, сельское хозяйство, торговлю, производство продуктов этнического потребления и др.) не является феноменом современности [12]. Так, например, Великий Шелковый путь, который связывал торговыми отношениями Европу с Дальним Востоком, имеет возраст более трех тысяч лет. Торговля между Востоком и Западом способствовала также и распространению религиозных идей.

Ключевой целью фестивального туризма служит посещение туристом определенного события культурного характера, или непосредственное участие в происходящем мероприятии, поскольку ресурсом для привлечения туристов может стать социальное действие. Фестивальный туризм – один из видов событийного туризма, позволяющий туристам становиться живыми свидетелями и участниками величайших событий в мире культуры и искусства. Фундаментальные исследования фестивального туризма были проделаны доктором философии Дональдом Гетц в 2011 году. В его исследованиях были определены «классические темы, касающиеся фестивалей: миф, ритуал и символика; церемония и празднование; зрелище; карнавал». По его мнению, существенная роль фестиваля в туризме заключается в привлечении туристов в регион, в содействии региональному маркетингу и в возрождении туристских центров [13].

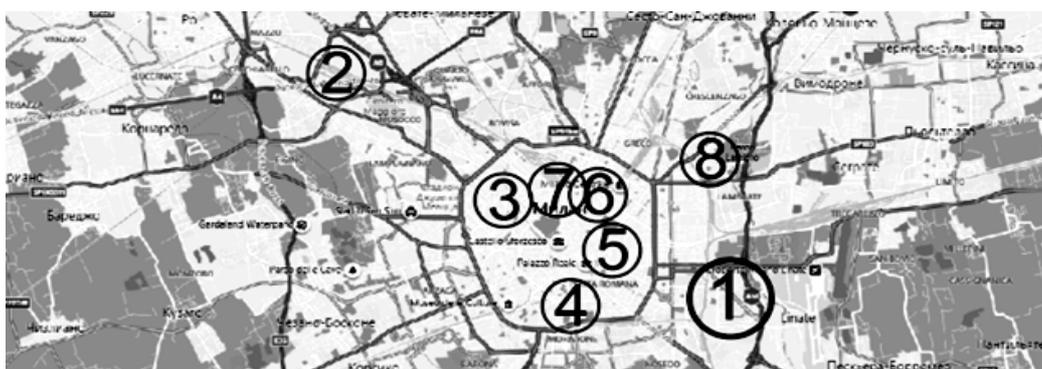
Спортивный туризм представляет собой один из самых быстрорастущих форм событийного туризма в мире. Исследования показали, что вклад спорта в валовой внутренний продукт (ВВП) промышленно развитых стран составляет 1-2 %, в то время как вклад туризма составляет 4-6 % (ВТО, 2001) [14]. Спортивный туризм включает в себя как пассивное участие в спортивных мероприятиях, так и активный спортивный отдых, например, подводное плавание, езду на велосипеде, гольф. Спортивный туризм также включает в себя соединение функций спорта и путешествия, при этом спорт остается доминирующей деятельностью и причиной для путешествия [15].

В цели подобного рода туризма входит отдых от загрязненных городов, в первую очередь от атмосферных и шумовых нагрузок, а также желание вырваться из городского образа жизни, олицетворением которого является стресс и гиподинамия [16].

Международные выставки – это показ и презентация продуктов зарубежным специалистам и инвесторам, покупателям и широкой общественности с целью ознакомления с современными достижениями в соответствующих секторах экономики и результатами научного прогресса. По масштабам выставки подразделяются на районные, региональные, национальные, международные и всемирные. Также выставки подразделяют на временные тематические, сезонные, ежегодные [17].

Под инфраструктурным объектом, имеющим отношение к сфере развлекательного туризма, стоит воспринимать самостоятельно функционирующий объект. Современные увеселительные центры редко останавливаются на одном направлении, и, как правило, в базе их предложений лежат продукты, имеющие ряд сопутствующих предложений: регистрацию, размещение, розничную торговлю, и многое другое [18].

Ярким примером города-центра событийного туризма, который специализируется на проведении международных выставок, служит город северной части Италии – Милан. Население самого города составляет более трех миллионов человек. Милан – деловой центр Италии, мировая столица моды, конгломерат выставок и конгрессов мирового уровня. Так в 2015 году в городе прошла всемирная выставка «Экспо-2015», которую в течение пары месяцев посетили более 20 млн зрителей. Ежегодно в городе проходит еще одно событие мирового масштаба – Неделя Высокой Моды в Милане. «Milan Fashion Week» собирает более двух тысяч журналистов, освещающих мероприятие, и около двадцати тысяч гостей, не желающих пропустить столь значимое событие в мире моды.



Расположение «M89» и главных памятников истории и культуры (иллюстрация авторов): 1 – Отель «M89»; 2 – Экспо Milano 2015; 3 – Milan Fashion Week (ул. Гаттамелата); 4 – Базилика Сан-Лоренцо-Маджоре; 5 – Миланский собор; 6 – Музей Польди-Пеццоли; 7 – Галерея Италии; 8 – Галерея современного искусства

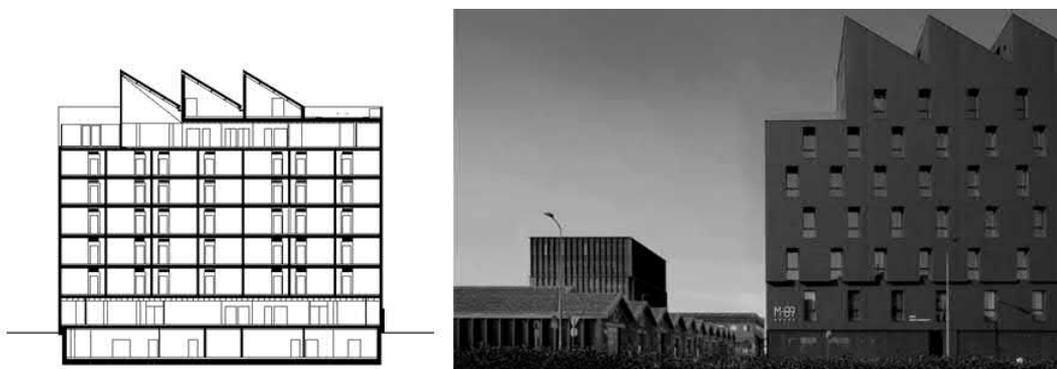


Рис. 2. Отель «M89»

(источник: https://www.archdaily.com/876020/m89-hotel-piuarch?ad_medium=gallery)

Мода с архитектурой связана больше, чем с другими видами искусств. Логично, что эти области достаточно гармонично дополняют друг друга. Поэтому для туриста, путешествующего с целью посещения такого фестиваля, как «Milan Fashion Week», первоочередной целью является возможность прочувствовать атмосферу мировой столицы моды, почувствовать характер города.

Особый интерес для временного проживания туристов вызывают отели, связанные с историей моды. Одним из таких отелей является отель «M89» архитектурного бюро Piuarch (рис. 2).

Отель находится рядом со старым заводом, который сейчас реконструирован и превращен в новые офисы модного бренда «Gucci», поэтому снаружи отель напоминает очертания заводских цехов. Здание отеля запроектировано во взаимосвязи с реконструированными объемами цехов, усиливая тем самым сложившийся лофтовый облик архитектурной среды. Получив глубокие знания об особенностях района, городской ткани и архитектурной идентичности, архитектурное бюро Piuarch успешно разработало объем отеля, выполнив его в темных тонах. Металлическая решетка и остекление первого этажа находятся на той же высоте, на которой фиксируется первый этаж бывшего промышленного здания, как продолжение его фасада.

На крыше отеля находится панорамный ресторан, открытый для всех посетителей. Внутреннее решение пространства отеля имеет тот же минималистский характер, что и его внешний объем: деловой характер подчеркивается обтекаемыми формами дизайна, цветовыми контрастами, сочетанием современной мебели и культовых предметов 1950-х годов.

Такие виды искусства, как мода и архитектура, постоянно взаимодействуют друг с другом, взаимно интегрируя свои самые лучшие достижения и находки. Архитектура – вид деятельности человека, который находится в тесной взаимосвязи со многими сферами человеческой деятельности, такими, как социология, политика, экономика, наука и культура, и многими другими. Устремления в архитектуре всякий раз модифицируются параллельно с развитием стилевых направлений в искусстве и в моде конкретной исторической эпохи, переживая совместно с ним все этапы эволюции. Образное решение здания находится в прямой зависимости от передовых веяний в моде. Совместно прогрессивная мода и зодчество формируют единые подходы, принципы.

Города-курорты и центры лечебного туризма

Лечебно-оздоровительный туризм считается глубоко известным направлением в туризме, имеющим собственные истоки ещё в античной Греции, родоначальнице Олимпийских игр, где особо пристальное внимание уделялось красоте и гармонии человеческого тела [19].

Медицинский туризм – это практика поездок в другую страну с целью получения медицинской помощи, включая плановые операции, лечение зубов, репродуктивное лечение, пересадку органов и медицинские осмотры [20].

Сейчас лечебный туризм охватывает буквально все государства и предлагает любые формы исцеления, базирующиеся большей частью на климатических критериях территории, а еще на бальнеологических способностях (минеральные воды, целительные источники) оздоровительных курортов. На сегодняшний день существует тенденция путешествий за границу с целью диагностики или лечения в такие страны как Корея, Турция, Норвегия, Израиль, Германия, Индия, Таиланд.

Эксперты UNWTO выделяют три ключевые формы лечебно-оздоровительного туризма:

1) лечение, или же медицинский туризм (поездки в конкретные клиники или же поездки к специалистам для получения специализированного лечения, которое недоступно на территории проживания туриста);

2) оздоровление (fitness & wellness или же spa & wellness; поездки на специальные объекты, такие как грязевые, или водолечебницы, клиники по снижению веса, косметологические клиники, санатории по поддержанию физической формы и красоты);

3) реабилитация и восстановление [21].

Число туристов, выезжающих за рубеж с целью лечебного туризма, существенно растет из года в год. Основные направления – Израиль, Германия и Швейцария.

Израильская медицина – мировой лидер в таких областях как деторождение, онкология, офтальмология, ортопедия, кардиология, гериатрия и др. В Израиле более двух десятков медицинских центров. В медицинском туризме Израиля основным направлением считается оздоровительное – это пребывание на различных курортах, которые организованы при ведущих медицинских центрах.

Тель-Авивский медицинский центр Сураски (Ихилон) – это ведущее многопрофильное медицинское учреждение Израиля, являющееся одним из общепризнанных лидеров в области медицинского туризма (рис.3). Медицинский центр расположен в двадцати минутах езды от главного международного аэропорта Израиля, а также в двадцати минутах ходьбы от Средиземноморского побережья, окружен парками и современными гостиницами.

Медицинский центр Сураски (Ихилон) состоит из пяти основных зданий: больница общего профиля «Ихилон»; реабилитационный центр; детская больница «Дана-Дуэк»; корпус кардиологии «Сами Ofer»; центр женского здоровья и роддом «Лис». Исторические здания центра расположены вдоль улицы Вейцмана и составляют главный фасад больницы. Центр кардиологии «Сами Ofer» расположен в стратегическом месте на пересечении улицы Вейцмана и бульвара короля Давида, которые вместе соединяют больницу с площадью Рабина.

Здание «Сами Ofer» было спроектировано как простой белый монолитный куб, построенный рядом с историческим зданием больницы Ихилова, спроектированным в 1960-х годах Арией Шарон. Исторически, визитной карточкой старой больницы был белый цвет, который так же символизировал архитектурный стиль «белого города» Тель-Авива. Эта особенность отразилась и в новом здании медицинского учреждения.



Расположение «Sami Ofer» и главных памятников истории и культуры (иллюстрация авторов): 1 – Медицинский центр Сураски (Ихилон); 2 – Тель-Авивский музей изобразительных искусств; 3 – Дом-Пагода; 4 – пляж Буграшов; 5 – Парк Независимости; 6 – Медицинский центр Assuta Shalom; 7 – Медицинский центр Маккаби Ха-Шалом; 8 – Reut Medical Center; 9 – Клиники Ассута



Рис. 3. Здание Sami Ofer, Израиль, г. Тель-Авив

(источник: https://www.archdaily.com/192611/sami-ofer-heart-sharon-architects?ad_medium=gallery)

Белизна фасадов куба разбавлена вставками больших красных застекленных проемов, которые подчеркивают основные общественные помещения больницы, визуально выделяя при этом центральный вход в здание (рис. 3).

Идея архитекторов состояла в том, чтобы возродить значимость старого здания больницы Ихилова, спроектировав общественный атриум, который соединяет новый кардиологический центр со старым зданием. Красные мосты-пандусы центрального атриума, словно артерии, соединяют историческое и новое здание больницы. В новый корпус медицинского центра добавили кафе, торговые площади, небольшой театр для пациентов. Новое здание «Сами Офер» революционный прорыв в архитектурном проектировании медицинских учреждений, поскольку в его архитектурно-планировочном решении в центр внимания ставится пациент и медицинский персонал.

Города-центры паломничества

Ключевой функцией для облика данного типа городов является знакомство с историей святых мест, жизнью непорочных, церковным искусством.

Специалисты выделяют следующие разновидности религиозного туризма [22]: паломнический туризм, религиозный туризм экскурсионной направленности, научный туризм религиозной тематики (с религиозно-научными целями). По особенностям организации поездок религиозный туризм имеет возможность быть как организованным, так и неорганизованным.

Современный контингент паломников очень разнообразен и, безусловно, может иметь тенденцию к увеличению, представляя не столько собственно паломничество, как путешествие к религиозным святыням с целью поклонения, сопровождающееся намеренными ограничениями и аскетическими практиками, сколько так называемый «религиозный туризм», характеризующийся как путешествие по территориям и местностям, имеющим культовое значение. «Религиозный туризм», как правило, сопровождается комфортом для самого путешествующего [23].

Туристы отправляются в поездки по святым местам с разными мотивами: помолиться, решить личные проблемы, найти себе подходящую религию, духовную школу и систему ценностей, ознакомиться с культурно-идеологическим наследием страны [24].

Основные центры и регионы паломнического туризма: Лумбини (Рупандехи, Непал); Ватикан (в окружении Рима, Италия); Мекка (Мекка, Саудовская Аравия); Бадринатх (Уттаракханд, Индия); Хармандир-Сахиб (Амритсар, Индия); Стена Плача (Иерусалим, Израиль); Храм Баба (Хайфа, Израиль); Палитана (Гуджарат, Индия); Шри-Пада (Шри-Ланка).

Особенным вниманием в привлечении паломников и религиозных туристов считаются центры религий, святые места. Посещение таких мест часто обусловлено проведением всевозможных праздников, культовых актов, фестивалей, проходящих в конкретное время года. Ярким примером города – центра событийного туризма может служить город Нью-Дели в Индии. Сам город расположен в центральной части страны на западном берегу реки Ямуна. Дели занимает площадь в 1484 км², и имеет численность населения более шестнадцати миллионов человек.

В Нью-Дели, как и в других городах Индии, исторически уживаются представители многочисленных религий и конфессий – индуисты, мусульмане, сикхи, буддисты, христиане и др. Индия может похвастаться богатыми строительными традициями, которые складывались веками в ответ на ее климат, культуру и ресурсы [25]. Отсюда и разнообразие древних религиозных памятников, храмов, святилищ, мечетей.

Для паломнического туризма и ознакомления с культурой города подходят отели, которые обладают способностью воссоздания атмосферы ушедшей эпохи, и могут погрузить туриста в атмосферу прошлого. Одним из таких примеров является многофункциональный отель «**The Imperial**» архитектора Р. Бломфилда, построенный в 1931 году. Роскошный отель в Индии расположен в Джанпате, недалеко от Коннот-Плейс в Нью-Дели, в непосредственной близости от основных туристических достопримечательностей Дели (рис. 4).



Расположение «The Imperial» и главных памятников истории и культуры (иллюстрация авторов): 1 – Многофункциональный отель «The Imperial»; 2 – Ворота Индии; 3 – Делийская соборная мечеть; 4 – Храм Шри Лакшми Нараяна; 5 – Катедрал Черч оф Редемпшен; 6 – мавзолей Хазрат Низамуддин Аулия Дарга; 7 – Мавзолей могольского падишаха Хумаюна; 8 – Индуистский храм Sai Baba Mandir; 9 – Сикхский храм Гурудвара Сис Гандж Сахиб джи; 10 – Дом поклонения бахаи Лотус Темпл



Рис. 4. Многофункциональный отель «The Imperial», Индия, г. Нью-Дели
(источник: <http://www.historichotelsthenandnow.com/imperialdelhi.html>)

За свою многолетнюю историю отель был свидетелем многих исторических событий в стране, а после реконструкции отель приобрел величие ушедших времен. Белоснежное здание, разделенное на четыре крыла, окружено живописным парком. Вдоль центрального входа возвышаются королевские пальмы. Архитектурный стиль представляет собой сочетание викторианского стиля и стиля ар-деко, что подчеркивает колониальную атмосферу отеля. Сейчас здание отеля содержит самую огромную коллекцию колониального и постколониального искусства и реликвий в Дели, а еще музей и художественную галерею.

В отеле размещен открытый плавательный бассейн, оздоровительный клуб, серия ресторанов. Отель Imperial находится в десяти минутах езды от железнодорожного вокзала Нью-Дели, в 8 км от железнодорожного вокзала Низамуддин, и в двадцати пяти минутах езды от международного аэропорта им. Индиры Ганди. Поездка до исторической площади Чандни-Чоук займет десять минут. Менее чем в 8 км расположены Ворота Индии, Президентский дворец, обсерватория Джантар-Мантар и другие достопримечательности.

Города-центры международного туризма

Города, прошедшие долгий эволюционный путь в своем развитии, сосредотачивают важную долю культурного наследия человечества, имеющего мировое значение, что повышает их привлекательность для развития массового международного туризма.

Туризм, как сфера услуг, играет важную роль в развитии таких городов. Значимость туризма в последние годы значительно расширяется, и это дает преимущества в развитии курортной деятельности, общественных пространств, сфере обслуживания. Эти сферы привлекают иностранные вложения, и генерируют доход, который затем распределяется по всей стране [26].

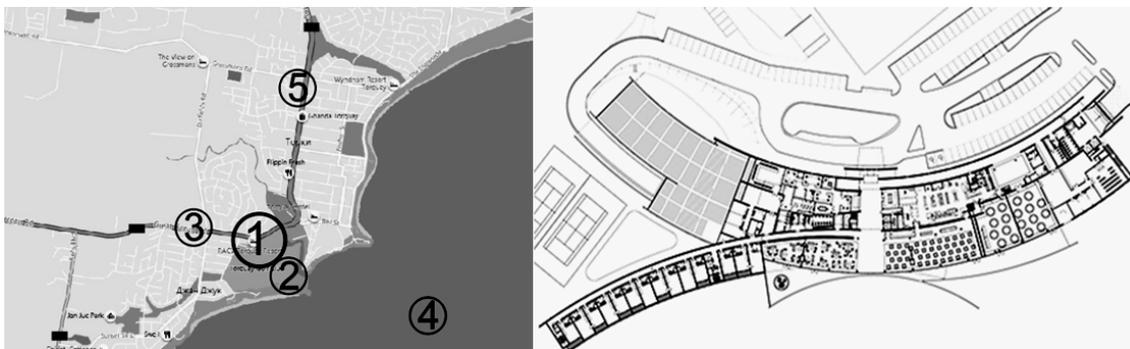
База Euromonitor International опубликовала рейтинг лучших направлений для путешествий, охватывающий 100 городов мира по количеству прибывающих

международных туристов. В первой десятке шесть городов расположены в Азии, что свидетельствует о важности региона для международных поездок. В целом, 32 из 100 лучших городов мира находятся в Азиатско-Тихоокеанском регионе. Это на 12 больше, чем в Западной Европе [27].

Австралия считается самым необычным материком на планете в плане природы и животного мира. Данная страна считается благоприятным для международного туризма.

Наиболее популярные туристские маршруты на континенте: «Золотая Миля» Мельбурна (пешеходная обзорная экскурсия), Великая Океанская дорога, Двенадцать Апостолов (группа известняковых скал в океане возле побережья), Парад Пингвинов на острове Филлипа (действие), Музей Золота и Соверен Хилл в Балларате (бывшее крупнейшее месторождение золота в Австралии), Национальный Парк в горах Данденонг.

Великая Океанская дорога (В100) является одним из самых известных туристических маршрутов Австралии. Изгибаясь вдоль береговой линии на протяжении более 200 км, этот маршрут ведет к нетронутым тропическим лесам, красивым национальным паркам, известняковым образованиям, таким, как Двенадцать Апостолов, и прибрежным курортным городам.



Расположение центра Королевского автомобильного клуба Виктории (RACV), г. Мельбурн (иллюстрация авторов): 1 – Королевский автомобильный клуб Виктория; 2 – Torquay Golf Club; 3 – Большая Океанская дорога; 4 – Бассов пролив; 5 – Австралийский национальный музей серфинга



Рис. 5. Центр Королевского автомобильного клуба Виктории (RACV):
(источник: <https://www.archdaily.com/771601/royal-automobile-club-of-victoria-wood-marsh>)

Центр Королевского автомобильного клуба Виктории (RACV), запроектированный архитектурной фирмой Wood Marsh, находится на въезде на Великую океанскую дорогу, недалеко от второго по величине города Австралии Мельбурне, численность населения которого вместе с пригородами составляет более четырех миллионов человек (рис. 5).

Центр Королевского автомобильного клуба Виктории – это первый 5-звездочный курортный комплекс в регионе. Перед архитекторами стояла задача создания проекта

такого комплекса, чтобы его дизайн был одновременно ультрасовременным и удобным, чтобы удовлетворить ожидания существующих членов, и удивить и соблазнить корпоративные группы международных туристов и частные компании.

В комплексе предусмотрены панорамные виды на пляжи Торки и Яна Жука, вид на существующее поле для гольфа, вид на природу. В основе его формы преобладает широкая пятиуровневая арка: дуга, в которой размещены 92 номера, расположенные над дугой с общественными помещениями, противоположной по форме. Общественные помещения нижней дуги включают рестораны, конференц-залы, крытый бассейн, тренажерный зал, дневной spa-центр и новый клуб для гольфа.

Интерьер здания четко разграничен на общественное и частное пространство. Жилые помещения доступны через изогнутые коридоры, освещенные глубокими цветными стеклянными окнами, выходящими на северо-запад. Просторные гостиничные номера выходят на море, сохраняя индивидуальную приватность, благодаря попеременно углубленным балконам. Во внешней отделке использованы местные природные материалы. Проект оказался успешным для экономического развития региона.

Заключение

В исследовании выявлено, что развитие крупных городов и мегаполисов, где туристская индустрия не выполняет градообразующую функцию, а экономическое развитие городов обусловлено такими факторами как географическое положение, наличие промышленности, развитие транспортной инфраструктуры, имеют хороший туристический потенциал. Туристический потенциал городов связан с направленностью их туристского центра. Существующая классификация городов-туристских центров, разработанная экспертами UNWTO (Всемирная Туристская Организация Объединённых Наций), основана на туристской специализации. Выделяются:

- центры культурно-познавательного туризма;
- центры событийного туризма;
- курорты и центры лечебного туризма;
- центры паломничества;
- центры международного туризма.

В исследовании рассмотрены основные подтипы каждого вида туризма, приведены основные средоточия их развития. Проанализированы взаимосвязи туристских центров с обслуживающими их центрами туризма. Изучены пространственные и архитектурно-планировочные характеристики современных примеров центров туризма. На основе их изучения выявлены факторы формирования центров туризма. Основными факторами, влияющими на формирование центров туризма, являются факторы градостроительного и архитектурного характера. К внешним факторам градостроительного характера, а именно размещению центров туризма по отношению к туристским центрам, как объектам туристского потенциала, относятся:

- культурно-исторический фактор – влияет на архитектурно-пространственную организацию центров туризма в структуре исторически-сложившейся застройки;
- пространственно-композиционный фактор – влияет на архитектурно-пространственную организацию центров туризма в архитектурно-градостроительной среде туристического комплекса;
- климатический фактор – влияет на архитектурно-пространственную организацию центров туризма, использование местных строительных материалов, особенность сезонной эксплуатации центров туризма.

К факторам архитектурного характера, а именно объемно-планировочного характера центров туризма, относятся:

- архитектурно-художественное решение центров туризма;
- функциональное насыщение и зонирование центров туризма.

Изученные в данном исследовании примеры раскрывают взаимосвязь туристского центра, как местности притягивающей туристов, и центра туризма как комплекса туристско-рекреационного обслуживания как концепции современного туристского комплекса.

Список библиографических ссылок

1. Мезенцева О. В. Вклад Омского отделения РГО в развитие туристско-рекреационного потенциала Омской области. В кн.: Современное состояние и потенциал развития туризма в России, Омск, 2016: Материалы 13 Международной научно-практической конференции, 2016. С. 194–198.
2. Туристские объекты и комплексы // helpiks.org: ежедн. интернет-изд. 2014. URL: <https://helpiks.org/3-12003.html> (дата обращения: 15.03.2020).
3. Zhigunova G. V. Tourist potential of the cities of the far North // Russian pedagogical and psychological journal. 2015. № 7 (51). P. 661–626.
4. Города – центры культурно-познавательного туризма // bstudy.net: статьи для высших учебных заведений. 2017. URL: https://bstudy.net/751586/turizm/goroda_tsentry_kulturno_poznavatelnogo_turizma (дата обращения: 15.03.2020).
5. Петрова И. А., Кибасова Г. П., Назаров А. А. Культурно-историческое наследие: современные трактовки понятия // ВГПУ «Грани познания». 2010. № 4 (9). С. 6–10.
6. Фролов А. И. Культурно-познавательный туризм: объекты, маршруты, люди // Справочник руководителя учреждения культуры. 2012. № 3 (27). С. 88–92.
7. Lebedeva T. E., Lazutina A. L., Troshin A. S. Excursion products: consumer's view // Journal of Advanced Studies. 2018. Vol. 8. № 2-2. P. 110–114.
8. Чаурская Н. В., Балезина Т. В. Роль и перспективы перекрестного года туризма в Италии и России // Вестник РМАТ. 2014. № 2. С. 45–47.
9. Хан Чжихи Место культуры в отрасли туризма Южной Кореи: история и современность // Общество: философия, история, культура. 2016. № 11. С. 181–184.
10. Булганина С. В., Лопаткина Н. С. Событийный туризм: история и перспективы развития // Вестник евразийской науки. 2015. № 3 (28). С. 1–15.
11. Лакомов Е. А. Классификация видов событийного туризма // Вестник ГУУ. 2013. № 2. С. 64–69.
12. Красовская Н. А. Генезис конгрессного туризма и факторы, определяющие его развитие // Экономический журнал. 2016. № 42. С. 79–85.
13. Getz D. The nature and scope of festival studies // International Journal of Event Management Research. 2011. № 5 (1). P. 154–169.
14. Annual report WTO // WTO Publications – France, 2002. P. 85.
15. Хуснутдинова С. Р., Закирова Ю. А. Городская среда как необходимое пространственное условие развития активного образа жизни и активного туризма // Современные проблемы сервиса и туризма. 2017. № 3. С. 59–70.
16. Лакомов Е.А. Классификация видов событийного туризма // Вестник ГУУ. 2013. № 2. С. 64–69.
17. Анохина А. О. Международные книжные выставки-ярмарки в контексте культурных коммуникаций // Вестник МГУП. 2013. № 1. С. 10–19.
18. Разработка туристического продукта развлекательной тематики в Гродненской области // helpiks.org: ежедн. интернет-изд. 2014. URL: <https://helpiks.org/1-125090.html> (дата обращения: 15.03.2020).
19. Баркова Е. В. Эволюция вкусовых тенденций в повседневной культуре XX века (мода и костюм) // Вестник ЛГУ им. А.С. Пушкина. 2013. № 3. С. 117–125.
20. Shahzad K., Md. Shariful A. Kingdom of Saudi Arabia: A potential destination for medical tourism // Journal of Taibah University Medical Sciences. 2014. № 4 (9). P. 257–262.
21. Gee C., Fayos-Sola E. International tourism: a global perspective. World tourism organization. Madrid, 2005. 142 p.
22. Овсянников В. П., Якунин В. Н. Религиозный туризм как механизм поддержания духовно-культурных процессов на уровне регионального социума // Сервис в России и за рубежом. 2016. № 9 (70). С. 107–117.
23. Котова Т. П., Матвеева Л. Д., Щербаков А. С. О проблемах паломнического туризма в Башкортостане // Современные проблемы сервиса и туризма. 2019. № 3. С. 92–106.

24. Якунин В. Н. Развитие религиозного туризма как составляющей части историко-культурного наследия на современном этапе // Вестник СГТУ. 2011. № 2 (60). С. 280–286.
25. Sanyam B., Gaurav R. Complexities of practicing architectural regionalism in India: An interview study // *Frontiers of Architectural Research*. 2020. № 4 (8). P. 535–548.
26. Chaisumpunsakul W., Pholphirul P. Does international trade promote international tourism demand? // *Kasetsart Journal of Social Sciences*. 2018. № 3 (39) P. 393–400.
27. Top 100 City Destinations Ranking – Published 2014 // blog.euromonitor.com: Euromonitor. 2020. URL: <https://blog.euromonitor.com/euromonitor-internationals-top-city-destinations-ranking> (дата обращения: 15.03.2020).

Pokka Ekaterina Vladimirovna

candidate of architecture, associate professor

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

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Gafiyatullina Aliya Fanisovna

architect

Email: Guffi_a@mail.ru

LLC «Rosta Group»

The organization address: 420140, Russia, Kazan, Julius Fucik st., 90A

**Modern trends in the formation of tourist centers in the context
of the development of tourist centers****Abstract**

Problem statement. The purpose of the study is to identify the main characteristics of tourism centers in relation to tourist centers; to determine the main factors of their formation.

Results. The article is based on the given classification of cities-tourist centers, which was developed by experts of the UNWTO (world Tourism Organization of the United Nations), provides examples of these cities, and provides and studies the service facilities that are called tourism centers in the study.

Based on the studied examples, two groups of factors of their formation are identified, which are fundamental in the formation of tourism centers and play a role in creating their uniqueness. These are the formative factors of urban planning and architecture.

Conclusions. The significance of the results obtained for architecture consists in creating the concept of a modern multifunctional tourist complex, which includes a tourist center as an area that attracts tourists, and a tourism center as a complex of tourist and recreational services.

Keywords: tourist center, tourism center, classification, tourist complex.

References

1. Mezentseva O. V. Contribution of the Omsk branch of the Russian Geographical Society to the development of the tourist and recreational potential of the Omsk region. In the book: *The current state and potential of tourism development in Russia*, Omsk, 2016: Materials of the 13th International Scientific and Practical Conference, 2016. P. 194–198.
2. Tourist facilities and complexes// helpiks.org: daily Internet publishing house 2014. URL: <https://helpiks.org/3-12003.html> (reference date: 15.03.2020).
3. Zhigunova G. V. Tourist potential of the cities of the far North // *Russian pedagogical and psychological journal*. 2015. № 7 (51). P. 661–626.
4. Cities-the centers of cultural and educational tourism // bstudy.net: articles for higher education institutions. 2017. URL: https://bstudy.net/751586/turizm/goroda_tsentry_kulturno_poznavatel'nogo_turizma (reference date: 15.03.2020).

5. Petrova I. A., Kibasova G. P., Nazarov A. A. Cultural and historical heritage: modern interpretations of the concept // VGPU «Grani poznaniya». 2010. № 4 (9). P. 6–10.
6. Frolov A. I. Cultural and educational tourism: objects, routes, people // Spravochnik rukovoditelya uchrezhdeniya kul'tury. 2012. № 3 (27). P. 88–92.
7. Lebedeva T. E., Lazutina A. L., Troshin A. S. Excursion products: consumer's view // Journal of Advanced Studies. 2018. Vol. 8. № 2-2. P. 110–114.
8. Chaurskaya N. V., Balezina T. V. Role and prospects of cross-year tourism in Italy and Russia // Vestnik RMAT. 2014. № 2. P. 45–47.
9. Han Zhihi the Place of culture in the tourism industry of South Korea: history and modernity // Obshchestvo: filosofiya, istoriya, kul'tura. 2016. № 11. P. 181–184.
10. Bulganina S. V., Lopatkina N. S. Event tourism: history and prospects of development // Vestnik yevraziyskoy nauki. 2015. № 3 (28). P. 1–15.
11. Eugene A. Lakomov Classification of types of event tourism // Vestnik GUU. 2013. № 2. P. 64–69.
12. Krasovskaya N. A. Genesis of Congress tourism and factors determining its development // Economicheskij zhurnal. 2016. № 42. P. 79–85.
13. Getz D. nature and scope of festival research // International journal of research in event management. 2011. № 5 (1). P. 154–169.
14. Annual report of the WTO for 2002 // publications of the WTO-France, 2002. 85 p.
15. Khusnutdinova S. R., Zakirova Y. A. Urban environment as a necessary spatial condition for the development of an active lifestyle and active tourism // Sovremennyye problemy servisa i turizma. 2017. № 3. P. 59–70.
16. Lakomov E. A. Classification of types of event tourism // Vestnik GUU. 2013. № 2. P. 64–69.
17. Anokhina A. O. International book exhibitions and fairs in the context of cultural communications // Vestnik MGUP. 2013. № 1. P. 10–19.
18. Development of a tourist product with an entertainment theme in the Grodno region // helpiks.org : daily internet edition 2014. URL: <https://helpiks.org/1-125090.html> (reference date: 15.03.2020).
19. The evolution of taste trends in everyday culture of the XX century (fashion and costume) // Vestnik LGU im A.S. Pushkin. 2013. № 3. P. 117–125.
20. Shahzad K., Md. Shariful A. Kingdom of Saudi Arabia: A potential destination for medical tourism // Journal of Taibah University Medical Sciences. 2014. № 4 (9). P. 257–262.
21. Gee C., Fayos-Sola E. International tourism: a global perspective. World tourism organization. Madrid, 2005. 142 p.
22. Ovsyannikov V. P., Yakunin V. N. Religious tourism as a mechanism for maintaining spiritual and cultural processes at the level of regional society // Servis v Rossii i za rubezhom. 2016. № 9 (70). P. 107–117.
23. Kotova T. P., Matveeva L. D., Shcherbakov A. S. About the problems of pilgrimage tourism in Bashkortostan // Sovremennyye problemy servisa i turizma. 2019. № 3. P. 92–106.
24. Yakunin V. N. The development of religious tourism as a component part of historical and cultural heritage at the present stage // Vestnik SGTU. 2011. № 2 (60). P. 280–286.
25. Sanyam B., Gaurav R. Complexities of practicing architectural regionalism in India: An interview study // Frontiers of Architectural Research. 2020. № 4 (8). P. 535–548.
26. Chaisumpunsakul W., Pholphirul P. Does international trade promote international tourism demand? // Kasetsart Journal of Social Sciences. 2018. № 3 (39) P. 393–400.
27. TOP 100 destination cities-published in 2014 // blog.euromonitor.com : Euromonitor. 2020. URL: <https://blog.euromonitor.com/euromonitor-internationals-top-city-destinations-ranking> (reference date: 15.03.2020).

УДК 72.1

Шаймарданова Камилла Айратовна

архитектор

E-mail: shaimardanova.c@gmail.com**ООО АПМ «ВЕЛП»**

Адрес организации: 420111, Россия, г. Казань, ул. Щапова, д. 13

К вопросу о влиянии визуальной среды города на состояние человека**Аннотация**

Постановка задачи. Статья посвящена изучению факторов и аспектов, влияющих на формирование визуально-комфортной среды. Рассматриваются исследования на предмет влияния видимой среды на самочувствие и поведение человека.

Результаты. Анализ исследований показал, что архитектурное пространство может оказываться как положительным примером формирования визуально комфортной среды, так и отрицательным. Элементы городской среды, используемые при проектировании пространства, создают гуманную среду и могут проявляться как на градостроительном, объемно-пространственном, так и на предметном уровне.

Выводы. Значимость полученных результатов для архитектуры состоит в том, что проблемы видеозкологии являются одними из главных аспектов при формировании пространства для жизнедеятельности человека. Городское пространство необходимо грамотно проектировать не только с точки зрения градостроительных, объемно-пространственных характеристик, но и с целью психологически комфортного пребывания в нем человека.

Ключевые слова: визуальная среда, видеозкология, комфортная среда, гомогенная среда, городское пространство.

Введение

XX век по праву можно считать веком индустриализации. Научно-технический прогресс, темпы роста городов, развитие инфраструктуры, урбанизация повлекли за собой образование техногенной цивилизации и формирование гомогенной, агрессивной среды, разделение города и естественной природы. Городское пространство перенасыщено зрительными элементами, источниками информации, функциями. В недостатке находятся природный ландшафт, рекреационные зоны, которые могли бы способствовать отдыху жителей и восстановлению их эмоционального равновесия.

Исследования статистических данных городов британского физика-теоретика Джеффри Веста показали, что с увеличением города в два раза доходы, потребление и производительность возрастают примерно на 15 %. Это объясняет, почему города притягивают людей во всем мире как магнит. Мегаполисы означают больше шансов для работы, лучших условий проживания, более насыщенной и интересной жизни. На город приходится 90 % благосостояния населения. Чем больше город, тем большая доля благосостояния в среднем приходится на одного его жителя. Вест также обнаружил, что с увеличением населения города в два раза на 15 % увеличиваются не только благосостояние и инновации, но на столько же возрастают и преступность, и загрязнение и заболевания. Стремительная урбанизация создает серьезные социально-экономические и экологические проблемы. Очевидно, что именно в городах следует искать решение главных проблем двадцать первого века, потому что именно города являются источником человеческого творчества и инноваций, ведущих к увеличению благосостояния [1]. По прогнозам ООН к 2050 году 70 % населения планеты будут горожанами [2].

Все эти данные наглядно иллюстрируют рост городов, а соответственно смену главных факторов градообразования, изменения архитектурного облика пространства, формирование новых городских центров и объектов, развитие городской инфраструктуры. На создание противоестественной визуальной среды повлияли многие факторы: революционные подходы в решении градостроительных вопросов, ошибочные эстетические позиции специалистов, экстенсивный рост городов, быстрый рост

строительной индустрии, массовое производство строительных материалов, отторжение человека от естественной природы и отставание науки в развитии визуальной среды. Так же изменения коснулись трудовой деятельности людей и условий производительности труда [3]. Рабочие помещения закрытые и замкнутые. Интерьерные решения подразумевают использование искусственных материалов, таких как: пластик, линолеум, ДСП, пленка, стекло. Аналогичные материалы использованы и в жилых помещениях. Все это формируют визуальную среду пространства жизнедеятельности человека.

Понижение качества визуального окружающего пространства человека влечет за собой возникновение проблем социального типа, рост психических и физиологических заболеваний, снижение нравственности.

Вопросы видеоэкологии

Вопросы изучения влияния видимой среды архитектурного пространства на здоровье и самочувствие человека рассматривается многими отраслями наук (рис.1). Одно из современных научных направлений – видеоэкология. Термин «видеоэкология» ввел в 1989 году доктор биологических наук, академик Международной Академии наук Филлин Василий Антонович. Термин состоит из двух слов: «видео» – все то, что человек видит с помощью органа зрения и «экология» – наука о разных аспектах взаимодействия человека с окружающей средой [4].

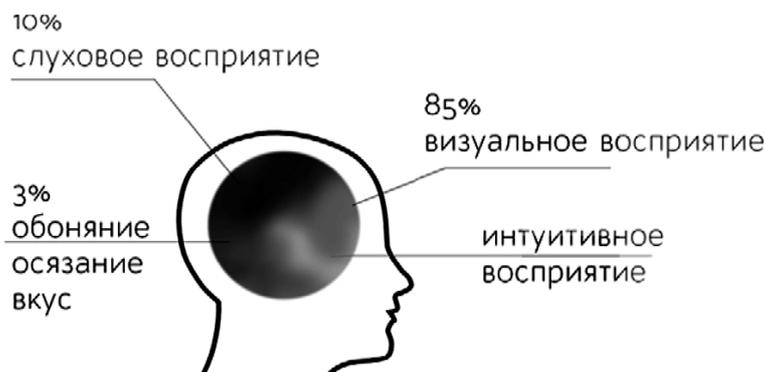


Рис. 1. Схема восприятия человеком окружающего мира (иллюстрация автора)

В своих научных исследованиях Филлин В.А. выявляет физиологические особенности и возможности органов зрения. Тем самым формулирует концепцию Автоматии саккад. Автоматия саккад – это свойство глазодвигательного аппарата человека совершать быстрые движения глаз непроизвольно в определенном ритме в бодрствующем состоянии при наличии и отсутствии зрительных объектов и во время парадоксальной стадии сна. Так же Филлин В.А отмечает: «гомогенные визуальные поля – видимые поля в окружающем пространстве, на которых либо отсутствуют зрительные детали вообще, либо количество их резко снижено». В городском пространстве гомогенные визуальные поля формируются фасадами и торцами зданий, элементами сооружений, предметным наполнением среды, материалами покрытий. Гомогенизация городской среды связана с применением искусственных материалов [5].

Вследствие стремительной урбанизации произошло резкое ухудшение визуальной среды в местах обитания человека. В городах появилось множество гомогенных и агрессивных полей. В ограниченных количествах сохранились естественные природные ландшафты. Современная архитектура все чаще ухудшает видимую среду города. Это связано с изменениями набора конструктивных элементов: во многом используются прямые линии, прямые углы и большие плоскости.

«Видимое поле городских открытых пространств считается агрессивным при наличии пяти и более повторяющихся элементов в архитектуре и тринадцати одинаковых растительных элементов в ряд в ландшафтном дизайне», – Эрингис, 1975 год (рис. 2-3).



Рис. 2. Отрицательные примеры видимой среды, Барбикан, Лондон, Великобритания (<https://yandex.com/collections/card/59db4febacbcf600b08be871/>)



Рис. 3. Спальные районы Гонконга (https://varlamov.me/img/hongkong_spaldistr/00s.jpg)

Зрительное восприятие – это процесс регистрации визуальных сенсорных стимулов как значимого опыта. Перцептивный подход к визуальному общению использует понимание механизмов, лежащих в основе процессов зрения, и исследует как эти процессы сознательно и неосознанно навязывают себя формированию установок и идей.

Герману фон Гельмгольцу часто приписывают первое исследование зрительного восприятия в наше время. Гельмгольц осмотрел человеческий глаз и пришел к выводу, что оптически он довольно беден. Казалось, что некачественная информация, собранная через глаз, делала зрение невозможным. Поэтому он предположил, что видение может быть только результатом некоторой формы бессознательного умозаключения: вопрос о допущениях и выводах на основе неполных данных, основанных на предыдущем опыте, приведенном в «Пять чувств» д-ра Педиаополиса.



Рис. 4. Положительные примеры видимой среды города, Нотр Дам де Пари, Париж, Франция (<https://media.architecturaldigest.com/photos/585c43a9a4f9cef753004bc4/master/pass/gothic-cathedrals-09.jpg>)



Рис. 5. Парк High-Line, Нью Йорк, США (https://vk.com/wall-27813655_9957)

Формирование комфортной визуальной среды происходит за счет использования кривых линий и острых углов в верхней части видимой части картины (завершения зданий, кроны деревьев), разнообразия форм и элементов на фасадах сооружений, цветовой гаммы, сгущения и разряжения элементов, их разной удаленности, грамотного наполнения предметно-пространственной среды (рис. 4-5). Тем самым для организации и формирования визуально-комфортной среды для человека необходимо соблюдение принципов классических цветовых схем и принципов соответствия цветовой среды природно-географическим характеристикам местности [6]. Принципы и методы видеоэкологии позволяют формировать комфортную визуальную архитектурную среду общественных пешеходных пространств в соответствии с физиологическими нормами зрения человека [7].

В диссертации Е.А. Вагнер установлено, что анализ визуальной среды выполняется графоаналитическим методом, основанном на исследовании угловых размеров объектов, попадающих в визуальную картину, соответствующую взгляду посетителя пространства. Значения параметров, при которых визуальная среда оценивается как комфортная, составляют: размер объекта – до 1^0 , расстояние между объектами – до $2,5^0$ число однотипных архитектурных объектов не более 5 шт., ландшафтных – не более 13. Для проведения графоаналитического исследования комфортности визуальной среды выполняется фотофиксация пространства фотоаппаратом с линзой объектива диаметром 50 мм. Полученные снимки соответствуют взгляду человека, угол зрения которого составляет 46^0 . Анализ данных снимков позволяет установить соответствие визуальной среды исследуемых пешеходных пространств критериям качества, разработанных авторами в соответствии с принципами видеоэкологии [8].

Научный подход в вопросах проектирования и организации городской среды развивается все более активно. Архитекторы, градостроители, дизайнеры все чаще обращаются к научным исследованиям и их результатам с целью грамотного проектирования с точки зрения формирования комфортной среды для человека.

Анализ исследований на предмет влияния визуальной среды на человека

Город, находящийся в единстве с природой и отвечающий требованиям законам природы, может положительно влиять и комфортно восприниматься его жителями. Использование проектировщиками сложной, угловатой геометрии в создании архитектурных решений, противопоставлено гармоничному сочетанию искусственных сооружений и природы. Сохранение целостности природного ландшафта и архитектуры отражается в сохранении и развитии пластических свойств участка. Такие особенности несет в себе «органическая» архитектура. Органическая архитектура – направление в архитектуре XX века. Термин был сформулирован американским архитектором Салливаном Л.Г. в 1890-х годах. Его трактовка термина означала соответствие функции и формы. Идеи и принципы развития данного направления нашли отражение в работах и проектах Фрэнка Ллойда Райта. Однако его концепция означала идею непрерывности архитектурного пространства, что противопоставлено выявлению отдельных частей в сооружениях классицистической архитектуры. В 1930-е годы органическая архитектура становится одним из ведущих направлений в архитектуре, под влиянием ее идей образовались в скандинавских странах региональные архитектурные школы [9-10]. Органическая архитектура характеризуется тем, что созданное здание лаконично и органично интегрируется в существующий природный ландшафт. Так же ключевым аспектом этого течения считается стремление учитывать индивидуальные потребности и психологию людей. Форма сооружения – воплощение специфического назначения и уникальных условий окружающей среды, где расположен объект. Дом – естественное продолжение пейзажа и ландшафта. Этого можно достигнуть двумя способами:

1. Использование приемов биоморфизма;
2. Интеграции непосредственно в объект.

Формируя архитектурное пространство, приемами и аспектами бионики, следует учитывать несколько принципов:

1. Принцип бионическое конструирование;
2. Принцип динамическое равновесие внутренней среды;
3. Принцип архитектурно-бионического моделирования;
4. Принцип гармоничного синтеза законов образования архитектуры и законы живой природы;
5. Принцип адаптивности, принцип лаконичности, принцип структурности [11].

Рассмотрим архитектурные сооружения, которые отражают принципы формирования комфортной среды города: «Город искусств и наук» в г. Валенсия (Испания) (рис. 6), здание оперы в Сиднее (рис. 7).



Рис. 6. Город искусств и наук,
Валенсия, Испания
(<https://bwallpapersbackgrounds.blogspot.com/2019/01/valencia-city-of-artscience.html>)



Рис. 7. Здание Оперы, Сидней
(https://www.voubs.com/original/photo/b41/Sydney+Opera+House_cb582aa0ed2d590a8476c227d4417089.jpg)

В архитектурной школе Victoria University of Wellington был разработан метод оценки городских пространств на предмет восприятия среды человеком и выявления эстетических предпочтений населения. В качестве эксперимента был проведен двухнедельный опрос жителей города на тему эстетики визуального восприятия городских пейзажей. В анкетировании участвовали около 200 человек разных возрастных категорий, профессий, социальных классов. Были предложены шесть различных городских ситуаций и ряд характеристик, по которым необходимо было оценить ситуации по десятибалльной шкале: визуальный интерес, человеческий масштаб, чувство порядка, обильность деталей и форм, обслуживание объекта. Результаты были представлены в процентном соотношении. Исследование выявило, что общественность заинтересована в эстетике формирования искусственной среды и существуют два основных фактора, влияющих на визуальное восприятие городского пространства. Во-первых, людям необходимы акценты и структурированность элементов. Во-вторых, человек стремится спроецировать себя в предлагаемое пространство для точного понимания использования сооружения или среды [12].

На примере исследования, проведенного в Кумбаконами в Индии на предмет восприятия архитектурных объектов исторического комплекса, было отмечено, что наличие или отсутствие архитектурных элементов в городском пространстве соответствует существенному изменению уровня визуального восприятия. Анализ пространственного восприятия исторических улиц выявляет, что развитие городской инфраструктуры, утрата объектов исторического наследия, скудная архитектура современных сооружений ухудшает восприятие пространственной среды города. Формируется гомогенная, агрессивная среда города. В такой среде не могут полноценно работать фундаментальные механизмы зрения, и может происходить нарушение автоматии саккад, что сказывается на психологическом и физиологическом состоянии людей [13].

В университете Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis проводились исследования по визуальному восприятию, которые выявили, что пейзаж должен быть уникальным, впечатляющим, незаменяемым, для положительного визуального восприятия. Эти значения зависят от конфигурации ландшафтных компонентов, эмоционального состояния наблюдателя. Визуальное восприятие объекта или среды имеет эстетическую ценность и может привлечь внимание человека из-за его отчетливого внешнего вида, формы, аромата, звука (например, группа деревьев, водопад, исторический архитектурный ансамбль, часовня, микрорайон). По итогам опроса жители младшего и среднего возраста, в отличие от старшего поколения, считают, что в городском пространстве достаточно естественных природных компонентов, рекреационных зон. Также, негативно воспринимается искусственно созданная, агрессивная среда (железные дороги, плотно застроенные районы). Кроме того, молодое поколение привыкло к нынешнему состоянию окружающей среды, и воспринимает его положительно, в отличие от пожилых людей.

Из этого следует, что в ходе развития городов и роста урбанизации жители, независимо от его расположения, отмечают различия в визуальном восприятии городского пространства.

Анализ исследований показал, что архитектурное пространство может оказываться как положительным примером формирования визуально комфортной среды, так и отрицательным. Элементы городской среды, используемые при проектировании пространства, создают гуманную среду и могут проявляться как на градостроительном, объемно-пространственном, так и на предметном уровне. Решения и отделка фасадов, используемые материалы, насыщение функциями градостроительного партера влекут за собой образование визуально-психологической комфортной среды для человека.

Заключение

Подводя итог и обобщая изложенное можно отметить, что проблемы видеоэкологии являются одними из главных аспектов при формировании пространства для жизнедеятельности человека. Городское пространство необходимо грамотно проектировать не только с точки зрения градостроительных, объемно-пространственных характеристик, но и с точки зрения психологически комфортного пребывания в нем человека. Средствами архитектуры и дизайна достигаются и выполняются те оптимальные приемы, которые необходимы для создания визуально комфортной среды города. Проектная культура не может обойтись без видеоэкологии, фактически составляющей физиолого-эргономическое обоснование эстетики. Следовательно, изучение и знание законов и приемов визуальной экологии необходимы для архитекторов, дизайнеров, художников-монументалистов, проектировщиков, урбанистов для грамотной организации объемно-пространственной среды города. Видимая среда городского пространства создает комфортную среду для жизнедеятельности человека, что положительно сказывается на его здоровье, трудоспособности, активности.

Список библиографических ссылок

1. На пути к экологически устойчивой урбанизации // Reynaers.: ежедн. Изд. URL:<https://www.reynaers.su/ru-RU/na-puti-k-ekologicheskii-ustoychivoy-urbanizacii> (дата обращения: 10.04.2020).
2. Харисова Г. М., Харисова Р. Р., Гумарова А. Ф. Инновационное развитие городской среды : сб. ст. международной научно-практической конференции «Интеллектуальный город: устойчивость, управление, архитектура, реновация, технологии» / КГАСУ. Казань, 2018. С. 150–154.
3. Филин В. А. Визуальная среда города // Вестник международной академии наук (Русская секция). 2006. № 3 (23). С. 43–50.
4. Филин В. А. Видеоэкология. Что для глаза хорошо, а что плохо. М., 2006. С. 486–512.
5. Кашкабаш Т. В. Интерпретация городского пространства в современных условиях // Russian Journal of Education and Psychology. 2012. № 10 (18). С. 388–399.
6. Страутманис И. А., Букина Е. Ф. Информационно эмоциональный потенциал архитектуры. М. : Стройиздат, 1978. 119 с.
7. Вагнер Е. А. Формирование архитектурной среды пешеходных пространств в контексте сложившейся городской застройки // Вестник евразийской науки. 2016. № 1 (8). С. 123–140.
8. Поляков Е. Н., Дончук Т. В. Бионические аспекты в творчестве С. Калатравы // Архитектон: известия вузов. 2017. № 57. С. 1–3.
9. Логвинов В. Г. От «зеленого строительства» к природоинтегрированной архитектуре. Принцип использования природных форм // Проект Байкал. 2016. № 49. С. 156–163.
10. Evaluating the visual qualities of urban streetscapes: Gauging professional and lay aesthetic preferences for design characteristics Morten Gjerde // ResearchGate. 2010. URL: <https://www.researchgate.net/328271677> (дата обращения: 02.03.2020).
11. Шилин В.В. Архитектура и психология. Краткий конспект лекций. Н. Новгород : НГАСУ, 2011. 66 с.

12. Visual perception on the architectural elements of the built heritage of a historic temple town: A case study of Kumbakonam, India // ResearchGate. 2010. URL: <https://www.researchgate.net/publication/315436705> (дата обращения: 02.03.2020).
13. Inorganic constituents in surface runoff from urbanised areas in winter: The case study of the city of Brest, Belarus // ResearchGate. 2010. URL: <https://www.researchgate.net/publication/269899722> (дата обращения: 02.03.2020).

Shaimardanova Camilla Airatovna

architect

E-mail: shaimardanova.c@gmail.com

LLC ADW «VELP»

The organization address: 420111, Russia Kazan, Schapov st., 13

On the question of the impact of the visual environment of the city on the human condition

Abstract

Problem statement. The article is devoted to the study of factors and aspects that affect the formation of a visually comfortable environment. Studies on the influence of the visible environment on human well-being and behavior are considered.

Results. Research analysis has shown that architectural space can be a positive example of creating a visually comfortable environment, as well as a negative one. Elements of the urban environment used in the design of space create a humane environment and can be manifested both at the urban planning, spatial, and subject level.

Conclusions. The significance of the results obtained for architecture is that the problems of video ecology are one of the main aspects in the formation of space for human activity. Urban space must be properly designed not only in terms of urban planning, spatial characteristics, but also for the purpose of psychologically comfortable stay of a person in it.

Keywords: visual environment, video ecology, comfortable environment, homogeneous environment, urban space.

References

1. On the way to environmentally sustainable urbanization // Reynaers.: daily Ed. URL: <https://www.reynaers.ru/na-puti-k-ekologicheskii-ustoychivoy-urbanizacii> (reference date: 10.04.2020).
2. Kharisova G. M., Kharisova R. R., Gumerova A. F. Innovative development of the urban environment : coll. of articles of the international scientific and practical conference «Intelligent city: sustainability, management, architecture, renovation, technology» / KGASU. Kazan, 2018. P. 150–154.
3. Filin V. A. Visual environment of the city // Vestnik mezhdunarodnoy akademii nauk (Russkaya sektsiya). 2006. № 3 (23). P. 43–50.
4. Filin V. A. Video Ecology. What is good for the eye, and what is bad. M., 2006. P. 486–512.
5. Kashkabash T. V. Interpretation of urban space in modern conditions // Russian Journal of Education and Psychology. 2012. № 10 (18). P. 388–399.
6. Strautmanis I. A., Bukina E. F. Information and emotional potential of architecture. M.: Stroiizdat, 1978. 119 p.
7. Wagner E. A. Formation of the architectural environment of pedestrian spaces in the context of existing urban development // Bulletin of Eurasian science. 2016. № 1 (8). P. 123–140.
8. Polyakov E. N., Donchuk T. V. Bionic aspects in the work of S. Calatrava // Architecton: Izvestiya vuzov. 2017. № 57. P. 1–3.
9. Logvinov V. G. From «green construction» to nature-integrated architecture. The principle of using natural forms // Project Baikal, 2016, № 49. P. 156–163.

10. Evaluating the visual qualities of urban streetscapes: Gauging professional and lay aesthetic preferences for design characteristics Morten Gjerde // ResearchGate. 2010. URL: <https://www.researchgate.net/328271677> (reference date: 02.03.2020).
11. Shilin V. V. Architecture and psychology. Brief summary of lectures. N. Novgorod : NGASU, 2011. 66 p.
12. Visual perception of architectural elements of the built-up heritage of the historical temple city: on the example of Kumbakonam, India // ResearchGate. 2010. URL: <https://www.researchgate.net/publication/315436705> (reference date: 02.03.2020).
13. Inorganic components in surface runoff from urbanized areas in winter: an example of the city of Brest, Belarus // ResearchGate. 2010. URL: <https://www.researchgate.net/publication/269899722> (reference date: 02.03.2020).



УДК 725.1

Гимадеева Ясмينا Низамовна

помощник архитектора

E-mail: yasminaagim@gmail.com

ООО «IVAR»

Адрес организации: 420111, Россия, г. Казань, ул. Чернышевского, д. 16, оф. 3

Киносьян Наталья Станиславовна

старший преподаватель, кандидат архитектуры.

E-mail: kinosa@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Классификационные особенности коворкинг-пространств. Казанский опыт внедрения в структуру города

Аннотация

Поставленные задачи. Коворкинг, как тип «пространства для работы», существует уже 15 лет. Однако функциональная наполняемость и архитектурно-планировочное решение в разных пространствах может значительно различаться. Цель данной статьи состоит в установлении взаимосвязи архитектурной среды коворкинга и его функциональнообразующего ядра.

Результат. Основным результатом исследования является анализ казанского опыта внедрения коворкингов в структуру города.

Выводы. Значимость полученных результатов для архитектуры заключается в выявлении общих признаков проектирования коворкинг-пространств на основе мирового опыта, в определении зависимости коворкинг-функции и архитектурно-планировочной составляющей как условия комфортного пребывания в данных пространствах. В статье разобрана классификация коворкингов по типу рабочего пространства, по тематическим признакам, уровню доступности, экономическим признакам, типу архитектуры. Рассмотрен казанский опыт возникновения и функционирования коворкингов.

Ключевые слова: коворкинг, рабочее пространство, офис нового типа, удаленная работа, рабочая среда.

Введение

Появление интернета позволило работать удаленно, посредством сети Интернет, что выявило нецелесообразность постоянного личного присутствия в корпоративном офисе. Однако необходимость в рабочем пространстве как таковом сохранилась. Использование же неприспособленных для удаленной (интеллектуальной) деятельности мест, таких как жилое пространство, кафетерий, парки имеют свои недостатки: шум, отвлекающие факторы, отсутствие доступной сети Wi-Fi или достаточного количества электрических розеток. Все это способствовало появлению альтернативного рабочего пространства – коворкинга (от англ. «coworking space» – коллективный офис). Так, в 2005 году программист Брэд Ньюберг открыл первый коворкинг в Сан-Франциско, США.

В России первое коворкинг-пространство появилось лишь в 2008 году, в Екатеринбурге, под названием «Башня». Идею подхватили и другие крупные города: Москва, Санкт-Петербург, Киров, Новосибирск. Однако в нашей стране коворкинги не сразу стали популярны среди фрилансеров. Оказалось, что не каждый готов платить за стул, стол и доступ к интернету, предпочитая удаленную работу дома. Для того чтобы оставаться успешным проектом коворкинг не может существовать как отдельная функция. «Он должен быть частью кластера, элементом крупного бизнес-проекта» [1]. Когда коворкинг становится событийным местом 24/7, где проходят образовательные лекции, выставки, конференции, то это вовлекает коворкинг-пространство в информационный поток города.

Так появились коворкинги второй волны. Они включают в себя не только рабочие пространства, но также и образовательные, выставочные, а иногда и хостел.

Феномен коворкинга интересует исследователей в силу своей многогранности. Это и бизнес-модель, и форма профессиональных отношений разных специалистов, и архитектурное пространство для интеллектуальной работы [2].

Важной особенностью коворкинга является стихийность и непостоянство сообщества внутри коворкинга. Е.В. Борисенко рассматривает коворкинг с позиции акторно-сетевого подхода, через идеи Джона Ло, и приходит к выводу, что коворкинг участвует в производстве пространства потоков. Такой подход позволяет рассматривать коворкинг в динамике, как развивающийся элемент [3].

При дистанционных трудовых отношениях работа начинает носить персональный характер, а выбор рабочего пространства осуществляется индивидом непосредственно. Эту особенность можно соотнести с «эргодентрической моделью» постиндустриального общества, где предметно-пространственная среда организуется «от человека» [4].

Сейчас, спустя пятнадцать лет после возникновения коворкингов, можно отметить, что их популярность интенсивно увеличивается. Существуют посвященные им журналы, сайты, такие как Deskmag, Coworking Handbook, Koworkingi.ru, на которых можно найти адреса коворкингов, данные социальных опросов, рейтинги и другую важную информацию.

Для коворкингов в большинстве стран характерна стратегия возникновения «снизу-вверх», по инициативе коммерческих компаний. Обратная стратегия «сверху-вниз» и государственная поддержка, кроме Москвы, существует еще во Франции и Израиле. Интерес государственного сектора основан на потенциале коворкингов способствовать экономическому развитию страны [5].

Статистика последних лет отмечает рост количества фрилансеров (нежелание работать наемным сотрудником, необходимость дополнительного заработка), среди которых наиболее популярны профессии в сфере дизайна, копирайта, программирования, рекламы. Эта тенденция также вызвала развитие коворкингов. Коворкинг можно рассматривать как одну из форм профессиональных отношений. Их используют начинающие предприниматели, сотрудники международных компаний, не привязанные к конкретному офису [5].

Важным пунктом для рентабельности коворкингов является местоположение в структуре города, а также близкое расположение станции метро. Наличие или отсутствие парковки часто является ключевым условием при выборе площадки для работы.

Рабочее пространство должно оставаться «открытым для взлома» и трансформироваться в зависимости от потребностей. Эти условия достигаются за счет трансформируемой мебели и передвижных перегородок. Актуальность архитектурного решения коворкингов определяется также соответствием современным условиям комфорта, определение которого включает «экологическую, этическую и духовную составляющие» [6].

Коворкинг – это место для интеллектуальной деятельности, которая, в свою очередь, часто подразумевает творческий аспект. Одним из способов тренировки креативного мышления является привнесение элементов игры в рабочее пространство коворкингов [7].

Пространство коворкингов можно рассматривать как пример городских ситуаций, которые рассматривает Скотт Маккуайр в своей книге «Медийный город. Медиа, архитектура и городское пространство», когда происходит вынужденное взаимодействие незнакомых друг с другом людей. Такой совместный опыт «со-бытия с другими» учит принимать иноковатость и расширяет мировоззрения, что, в свою очередь, создает «культуру публичной корректности» (public civility) [8].

Классификация коворкинг-пространств

Архитектурные и функциональные границы коворкинга как пространства не регламентированы. Однако за 15 лет существования коворкингов сформировалась следующая классификация.

- Тематически коворкинги разделяются:
- по национальной принадлежности;
 - по гендерному разделению;
 - по специализации.

Инка Санкари предлагает категории классификации в зависимости от бизнес-модели и по уровню доступности. Так, относительно бизнес-модели выделяются коммерческие и некоммерческие коворкинги.

К коммерческим относятся коворкинги, открытые на базе отелей и имеющие минимальный пакет услуг с краткосрочным периодом аренды; инкубаторы, предоставляющие рабочее пространство для определенной группы предпринимателей для поддержки их бизнеса; «студия», где рабочие зоны сдаются в долгосрочную аренду. К некоммерческим же относятся государственные учреждения, основанные, например, на базе библиотек; «центры сотрудничества», способствующие совместной работе членам определенной группы (учебный хаб, открытый на базе университета); «третье место», представленное в большей степени кафетериями, где оплачиваются только дополнительные услуги, такие как еда или напитки.

Эти 6 типов коворкингов также разделяются по уровню доступа пользователей. Так, к публичным и предоставляющим свободный доступ относятся государственные учреждения-офисы и «третье места». К полуобщественным – «центры сотрудничества» и коворкинги, открытые на базе отелей, а к частным – инкубаторы и «студии» [9].

По типу организации рабочего пространства коворкинг-центры делятся на [10]:

1. Офисный коворкинг. Стандартный рабочий офис с минимальным количеством дополнительных услуг;
2. Производственный коворкинг. Производственное помещение, снабженное оборудованием для производства продукта или группы продуктов;
3. Творческие мастерские. Пространство для реализации творческого потенциала посетителей и проведения мастер-классов, снабженное соответствующим оборудованием;
4. Ремесленный. Полноценные цехи, сдаваемые в аренду (ювелирный, столярный);
5. Коворкинг для детей. Детская зона с разными творческими «кружками». Иногда детские коворкинг-центры расположены в одном здании со взрослыми, что позволяет родителям оставить там ребенка на время работы;
6. Уличный коворкинг. Это любой из вышеперечисленных типов, только все необходимое для работы будет расположено под открытым небом. Размещаются такие центры в парках и скверах, что актуально в летний период;
7. Антикафе. Своеобразный вид коворкинга. Оплачивается время, проведенное в помещении, которое оборудовано как кафе;
8. Коворкинг, совмещенный с мини-хостелом.

Мировой опыт проектирования коворкингов можно также классифицировать относительно архитектурного аспекта, а именно архитектуры, куда функция коворкинга «встраивается». Так, в зарубежной практике, кроме строительства новой архитектуры коворкингов, можно выделить тенденцию к «актуализации» исторической архитектуры, приспособлению¹, как посредством замены первоначальной функции объекта на функцию коворкинга, так и путем переосмысления изначального назначения исторических объектов (табл. 1).

Способ «замены первоначальной функции» использовали при переоборудовании исторического здания Королевского Банка Канады под коворкинг «Crew Collective & Safe». Интерьер отличают высокие сводчатые потолки, лепнина, мраморный пол, бронзовые светильники [12]. Архитектура здания стала «визитной карточкой» коворкинга, а резиденты получили возможность работать в таком уникальном историческом пространстве.

«Impact Hub Zürich – Viadukt» – это пример «переосмысления изначального назначения» памятника архитектуры. Архитектурное бюро EM2N «перепрограммировала» виадук, использовавшийся прежде под железную дорогу, в здание, включив в арочные конструкции современную инфраструктуру магазинов, коворкинга, ресторанов [13]. Так объект снова стал частью актуального городского контекста.

¹Приспособление – это комплекс различных операций, призванных придать произведению вид или свойства, которые обеспечат ему не только дальнейшую сохранность, но и возможность играть свою роль в системе культуры, то есть адаптируют, включают его в современную культуру [11].

Таблица 1

Классификация коворкингов по типу архитектуры

Актуализация исторической архитектуры		Современная архитектура
Замена первоначальной функции объекта	Переосмысление исторической архитектуры	
		
«Crew Collective & Cafe». Монреаль, Канада [12]	«Impact Hub Zürich – Viadukt». Цюрих, Швейцария [15]	«Dock 72», WeWork. Нью-Йорк, США [14]

«Dock 72» – это проект офисного здания, спроектированного архитектурным бюро S9 Architecture. Оно возведено в районе Brooklyn Navy Yard на территории бывшей Нью-Йоркской морской верфи. Данный проект является частью программы обновления района. Dock 72 включает в себя развитую инфраструктуру: офисы, коворкинги, рестораны, спортивные залы, рекреации. Особое внимание уделяется городским и общественным удобствам. Здание должно стать «точкой притяжения» района, создать новые рабочие места и внести современную жизнь в опустевший район [14].

Так, можно отметить, что коворкинги являются частью современной инфраструктуры городов, и их используют наравне с другими общественными пространствами для «оживления» исторического здания или района.

Казанский опыт

Коворкинги – это новое явление для малых и средних городов, функциональная наполняемость зависит от компетентности владельцев и потому бывает не всегда профессионально обоснована. В ходе исследования был рассмотрен казанский опыт внедрения коворкинг-пространств в структуру города (табл. 2).

«GrowUp» – это сеть коворкингов, представленная в Москве, Санкт-Петербурге и Казани. В Казани коворкинг занимает два этажа административного здания в центральной части города. Функциональная наполняемость коворкинга: рабочая зона, разделенная на «шумную» и «тихую», 7 переговорных комнат, мини-офисы, кабинки для видеозвонков, конференц-зал. Коворкинг предоставляет резидентам оргтехнику, персональные шкафчики для хранения. Здесь есть «точки притяжения», такие как кухня и игровая комната. Также, в коворкинге предусмотрена аренда спальных мест. Интерьер оформлен в контрастных черно-белых тонах, с яркими акцентами. А стены украшены современной росписью [16].

«Эковоркинг» расположен на правом берегу Казанки, в спальном районе. Он занимает один из верхних этажей нового бизнес-центра «Парус». Рабочее пространство разделено на три помещения. Коворкинг включает кабинки для звонков, две переговорные (8-12 мест), два лектория (40 и 60 мест), спортивный зал с душевой комнатой. Резиденты могут пользоваться оргтехникой, персональными шкафчиками. Эковоркинг оборудован кухней на 15 посадочных мест, где проводятся мастер-классы. Оформление интерьера отличает экологичный подход в выборе материалов, эко-лампы из березы, также этот материал используется в решении части полотков. Пространство выполнено в светлых спокойных тонах, стены акцентируются росписью [16].

Таблица 2

Анализ коворкингов в городе Казань

GrowUp	Эковоркинг	Штаб
График работы: 8.00-21.00, круглосуточно (тариф Fix); Паркинг: нет; Особенность: игровая комната, наличие спальных мест [16, 17]	График работы: 9.00-21.00; Паркинг: есть; Особенность: эко-направленность, спортивный зал с душевой комнатой [18]	График работы: пн-пт: 9.00-21.00, субб.: 10.00-20.00, вс.: 10.00-19.00; Паркинг: нет; Особенность: персональные «домики», выставочная зона, творческая атмосфера [19]
		
Телеграф Space	Навигатор кампус	SmartSpace
График работы: 8.30-21.00; Паркинг: нет; Особенность: коворкинг-лекторий, историческое здание, наличие душевой кабины [20, 21]	График работы: круглосуточно; Паркинг: есть, платный Особенность: архитектура кампуса, IT-направленность [22]	График работы: круглосуточно; Паркинг: есть, платный Особенность: бизнес-направленность, игровая комната [23]
		

«Штаб» – расположен в исторической части города. Интерьер оформлен с элементами стиля «loft», с открытыми инженерными коммуникациями. Коворкинг планировочно представляет собой открытое пространство (openspace) с условным зонированием помещения колоннами на рабочую зону (до 20 мест), зону буфета, выставочную зону, зону лектория. Есть отдельные мини-офисы, разделенные стеклянными перегородками и индивидуальные «домики», вмещающий до 6 человек. Данный коворкинг можно назвать одним из популярных творческих площадок города. Здесь часто проходят лекции на тему искусства, науки, экологии, выставки.

«Телеграф Space» расположен в центральной части города, в здании бывшего доходного дома купца Парамонова. Название коворкинга является отсылкой к газете «Казанский Телеграф», редакция которой занимала здание до 1917 года. «Телеграф Space» позиционируется как коворкинг-лекторий для проведения учебных курсов и мастер-классов. При оформлении пространства владельцы сохранили кирпичную кладку стен XIX века, укрепив ее. В коворкинге преобладают светлые тона, сочетание кирпича и дерева. Коворкинг занимает два этажа. Верхний этаж является мансардой с деревянным потолком, который также был сохранен, что подчеркивает исторический аспект здания. Функциональные зоны первого этажа включают рабочее пространство для команд (2-8 человек), с/у с душевой. Второй этаж – это зона для одиночных коворкеров, лекторий, переговорная, кухня, зона отдыха с библиотекой [21].

«Навигатор кампус» – это многофункциональный роботехнопарк, расположенный в спальном районе города. Комплекс выделяется рельефным фасадным решением. В кампусе в аренду сдаются как офисы, так и отдельные рабочие места в openspace. Данное

пространство имеет IT-направленность. Резиденты получают доступ к оргтехнике, персональным шкафчикам. В кампусе есть кафе, кухня, переговорная, конференц-зал. В интерьере преобладают светлые тона, дерево. В конференц-зале использованы акустические потолочные панели, перекликающиеся по форме с фасадом [22].

«Smart space» – это «пространство для бизнеса». Коворкинг расположен в торговом центре жилого района Казани. Площадь коворкинга достигает 700 м². Резиденты могут арендовать офисные помещения с получением юридического адреса. При входе расположена Info-зона и камера хранения. Пространство коворкинга включает openspace, конференц-зал, переговорную, кабинки для звонков, зону отдыха, кухню. Здесь есть игровая комната и большая зона рекреации. В интерьере преобладает черно-белое сочетание с включением элементов ярких цветов [23].

Анализируя данные пространства для работы, можно выделить ряд особенностей казанского опыта:

- все рассмотренные коворкинги имеют офисный тип;
- ограниченный вариант хостела (спальное место) предоставляет только один коворкинг (GrowUp);
- бесплатная парковка есть только у одного коворкинга (Эковоркинг), у двух – платная (Навигатор кампус, SmartSpace), а у трех пространств – отсутствует (GrowUp, Штаб, Телеграф Space). Также, важно соотнести наличие или отсутствие паркинга с районом, в котором находится коворкинг. Паркинга нет у пространств, расположенных в центральной части города, тогда как у коворкингов в спальнях районах он присутствует;
- количество коворкингов равномерно распределено на правом и на левом берегу Казанки;
- круглосуточный режим работы поддерживают только два центра (Навигатор кампус и SmartSpace), у одного эта функция включена в определенный тариф (GrowUp);
- относительно архитектурного аспекта можно выделить одно пространство, которое «включено» в историческое здание (Телеграф Space), два коворкинга выделяются современной архитектурой (Эковоркинг и Навигатор кампус), остальные являются частью стандартных бизнес-центров или административных зданий.

Заключение

Коворкинг изначально рассматривался как альтернативная площадка рабочим пространствам, «неактуальным» на сегодняшний день: корпоративному офису, непригодным для удаленной работы публичным местам и жилому помещению. Следовательно, при проектировании коворкинга необходимо предусмотреть неудобства, возникающие в вышеизложенных пространствах.

Данная площадка собирает сложноорганизованное, неоднородное общество, способствующее формированию среди резидентов «культуры публичной корректности».

Коворкинг как тип пространства не имеет строгого перечня функций, которыми он должен обладать. Анализ мирового опыта выявил вариативность классификаций коворкинг-центров. Однако тенденция грамотного включения дополнительных функций позволяет создать сценарий длительного комфортного пребывания резидентов в коворкингах, их развития, гибкости и актуальности.

С архитектурной точки зрения нет определенной «архитектуры коворкинга». Анализ опыта выявляет как примеры современной архитектуры разных стилистических направлений, так и переосмысление исторической архитектуры с заменой функции объекта.

В статье разобрана классификация коворкингов по типу рабочего пространства, по тематическим признакам, уровню доступности, экономическим признакам и по типу архитектуры. Выявлен и проанализирован казанский опыт возникновения и функционирования коворкинг-центров.

Коворкинг можно отнести к саморазвивающемуся типу пространства. Его рентабельность и популярность являются главными показателями актуальности, его гибкость ведет к постоянному усовершенствованию. Именно свобода и «неопределенность» коворкингов отличает их от архитектуры, приспособленной для единственной функции, и позволяет им не «устареть морально» в кратчайшие сроки.

Список библиографических ссылок

1. Аржанова Я. Коворкинги: Перезагрузка // Бизнес-журнал. Механика рынка. 2012. № 10. С. 76–80.
2. Игнатъева Г. А., Тулупова О. В., Мольков А. С. Образовательный коворкинг как новый формат организации образовательного пространства дополнительного профессионального образования // Образование и наука. 2016. № 5 (134). С. 139–157.
3. Борисенко Е. В. Пространство коворкинга: методологические аспекты изучения // Вестник Волгогр. гос. ун-та. Сер. 7, Филос. 2016. № 3 (33). С. 62–71.
4. Михайлов С. М., Михайлова А. С. Эргоцентрическая модель формообразования как доктрина постиндустриальной архитектуры и дизайна // Архитектура и строительство России. 2018. № 1. С. 66–69.
5. Полтавская М. Б. Институционализация новых форм социального взаимодействия: пространство коворкинга // Вестн. Волгогр. гос. ун-та. Сер. 7, Филос. 2014. № 3 (23). С. 107–115.
6. Айдарова Г. Н. Понятие «комфорт архитектурной среды» в контексте этических ценностей // Евразийский союз ученых (ЕСУ). 2015. № 4 (13). Часть 9. С. 148–151.
7. Три совета по созданию офиса для генерирования новых идей // WeWork.com/ru: сайт. 2019. URL: <https://www.wework.com/ru-RU/ideas/three-tips-for-creating-an-office-that-inspires-innovation> (дата обращения: 22.12.2019).
8. Скотт М. Медийный город. Медиа, архитектура и городское пространство. М. : Strelka Press, 2014. 392 с.
9. Sankari I. Co-working space as workplace – Characteristics and user experience. Helsinki : Department of Civil engineering, 2019. 113 p.
10. Что такое коворкинг: плюсы и минусы, как выбрать коворкинг-центр // Kakzarabativat.ru: ежедн. интернет-изд. URL: <https://kakzarabativat.ru/nachinayushhim-predprinimateliam/kovorking/> (дата обращения: 16.11.19).
11. Crew Collective & Café : Montreal’s most beautiful café // Tastet.ca/en: ежедн. интернет-изд. 2018. URL: <https://tastet.ca/en/2018/01/25/crew-collective-cafe-montreal/> (дата обращения: 12.01.2020).
12. 10 лучших коворкинг-пространств мира // Businesstraveller.com.ru: сайт. URL: <https://www.businesstraveller.com.ru/articles/10-luchshikh-kovorking-prostranstv-mira> (дата обращения: 24.02.2020).
13. Обновлённый виадук в Швейцарии // Hqroom.ru: ежедн. интернет-изд. 2016. URL: <https://hqroom.ru/obnovlennyyi-vyaduk-v-shveysaryu.html> (дата обращения: 25.02.2020).
14. Dock 72 at the Brooklyn Navy Yard // Wework.com/ru: сайт. 2020. URL: <https://www.wework.com/ru-RU/buildings/dock-72-at-the-brooklyn-navy-yard-new-york-city--NY> (дата обращения: 25.03.2020).
15. Impact Hub – Viadukt. Zürich // Sharedesk.net: сайт. URL: <https://www.sharedesk.net/spaces/view/8550/impact-hub-viadukt> (дата обращения: 25.03.2020).
16. Коворкинги Казани – места для «сотрудничества» // Tatcenter.ru: ежедн. интернет-изд. 2019. URL: <https://tatcenter.ru/rubrics/monitor/kovorkingi-kazani-8-mest-dlya-sotruzhestva/> (дата обращения: 25.02.2020).
17. Коворкинг GrowUp // Projectnext.ru: сайт. 2017. URL: <https://www.officenext.ru/projects/project-31082-kovorking-growup/> (дата обращения: 20.02.2020).
18. Воркинги // Ecoworking.su: сайт. 2019. URL: <https://ecoworking.su/%D1%84%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%8F/> (дата обращения: 24.03.2020).
19. Штаб. Культурный центр // Localway.ru/kazan: сайт. 2015. URL: https://localway.ru/kazan/poi/shtab_303511 (Дата обращения: 24.03.2020).
20. Телеграф Space. Уютный коворкинг и лекторий в центре Казани // Telegrafspace.ru: сайт. 2018. URL: <http://telegrafspace.ru/> (дата обращения: 21.02. 2020).
21. Новое место. Коворкинг и лекторий «Телеграф Space» // Inde.io: ежедн. интернет-изд. 2018. URL: <https://inde.io/article/16474-novoe-mesto-kovorking-i-lektoriy-telegraf-space> (дата обращения: 05.04.2020).

22. Аренда офисов // Navigatorcampus.com: сайт. 2019. URL: <http://navigatorcampus.com/arendatoram> (дата обращения: 10.03.2020).
23. О смарт-офисе // Смартспейс.рф: сайт. 2019. URL: <https://xn--80akmjfeddf.xn--p1ai/#about> (дата обращения: 15.03.2020).

Gimadeeva Yasmina Nizamovna

architect assistant

E-mail: yasminaagim@gmail.com**LLC «IVAR»**

The organization address: 420111, Russia, Kazan, Chernyshevsky st., 16, of. 3

Kinosyan Natalya Stanislavovna

senior lecturer, candidate of architecture

E-mail: kinosa@mail.ru**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

Classification features of coworking spaces. Kazan experience of implementation in the structure of the city

Abstract

Problem statement. Coworking as a type of «workspace» has been around for 15 years. However, functions, architectural and planning decisions in different spaces can vary significantly. The purpose of this article is to establish a connection between the architectural environment of coworking and its functionally-forming core.

Results. The main result of the research is an analysis of the Kazan experience in introducing coworking into the structure of the city.

Conclusions. The significance of the results obtained for architecture lies in identifying the general principles for the design of coworking spaces based on world experience, determining the dependence of the coworking function and the architectural and planning component as a condition for a comfortable stay in these spaces. The article analyzes the classification of coworking by type of workspace, by thematic features, level of accessibility, economic characteristics, type of architecture. The Kazan experience of the emergence and functioning of coworking centres is considered.

Keywords: coworking, workspace, a new type of office, remote work, work environment.

References

1. Arzhanova Y. Coworking: Reboot // *Biznes-zhurnal. Mekhanika rynka.* 2012. № 10. P. 76–80.
2. Ignatyev G. A., Tulupova O. V., Molkov A. S. Educational coworking as a new organization format of educational space of supplementary vocational education // *Obrazovaniye i nauka.* 2016. № 5 (134). P. 139–157.
3. Borisenko E. V. Coworking space: methodological aspects of the study // *Vestnik Volgogr. gos. un-ta. Ser. 7, Filos.* 2016. № 3 (33). P. 62–71.
4. Mikhaylov S., Mikhaylova A. Ergocentric model of shaping as a doctrine of post-industrial architecture and design // *Arkhitektura i stroitel'stvo Rossii.* 2018. № 1. P. 66–69.
5. Poltavskaya M. B. Institutionalization of new forms of social interaction: the space of coworking // *Vestnik Volgogr. gos. un-ta. Ser. 7, Filos.* 2014. № 3 (23). P. 107–115.
6. Aidarova G. N. The concept of comfort of the architectural environment in the context of ethical values // *Yevraziyskiy soyuz uchenykh.* 2015. № 4 (13). Part 9. P. 148–151.
7. Three tips for creating an office to generate new ideas // *WeWork.com/ru:* website. 2019. URL: <https://www.wework.com/en-RU/ideas/three-tips-for-creating-an-office-that-inspires-innovation> (reference date: 22.12.2019).

8. Scott M. The Media City: Media, Architecture and Urban Space. M. : Strelka Press, 2014. 392 p.
9. Sankari I. Co-working space as workplace – Characteristics and user experience. Helsinki : Department of Civil engineering, 2019. 113 p.
10. What is coworking: pros and cons, how to choose a coworking center // Kakzarabativat.ru: daily. internet-edit. URL: <https://kakzarabativat.ru/nachinayushhim-predprinimatelyam/kovorking/> (reference date: 16.11.19).
11. Crew Collective & Café : Montreal’s most beautiful café // Tastet.ca/en: daily. internet-edit. 2018. URL: <https://tastet.ca/en/2018/01/25/crew-collective-cafe-montreal/> (reference date: 12.01.2020).
12. The ten best coworking spaces of the world // Businessstraveller.com.ru: website. URL: <https://www.businessstraveller.com.ru/articles/10-luchshikh-kovorking-prostranstv-mira> (reference date: 24.02.2020).
13. Updated viaduct in Switzerland // Hqroom.ru: daily. internet-edit. 2016. URL: <https://hqroom.ru/obnovlenniy-vyaduk-v-shveitsaryi.html> (reference date: 25.02.2020).
14. Dock 72 at the Brooklyn Navy Yard // Wework.com/ru: website. 2020. URL: <https://www.wework.com/ru-RU/buildings/dock-72-at-the-brooklyn-navy-yard--new-york-city--NY> (reference date: 25.03.2020).
15. Impact Hub – Viadukt. Zürich // Sharedesk.net: website. URL: <https://www.sharedesk.net/spaces/view/8550/impact-hub-viadukt> (reference date: 25.03.2020).
16. Coworking of Kazan – a place for «cooperation» // Tatcenter.ru: daily. internet-edit. 2019. URL: <https://tatcenter.ru/rubrics/monitor/kovorkingi-kazani-8-mest-dlya-sotruzhestva/> (reference date: 25.02.2020).
17. GrowUp coworking // Projectnext.ru: website. 2017. URL: <https://www.officenext.ru/projects/project-31082-kovorking-growup/> (reference date: 20.02.2020).
18. Working spaces // Ecoworking.su: website. 2019. URL: <https://ecoworking.su/%D1%84%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%8F/> (reference date: 24.03.2020).
19. The Shtab. Cultural Center // Localway.ru/kazan: website. 2015. URL: https://localway.ru/kazan/poi/shtab_303511 (reference date: 24.03.2020).
20. Telegraph Space. Cozy coworking and lecture hall in the center of Kazan // Telegrafspace.ru: website. 2018. URL: <http://telegrafspace.ru/> (reference date: 21.02.2020).
21. A new place. Coworking and lecture hall «Telegraph Space» // Inde.io: daily. internet-edit. 2018. URL: <https://inde.io/article/16474-novoe-mesto-kovorking-i-lektoriy-telegraf-space> (reference date: 05.04.2020).
22. Office rental // Navigatorcampus.com: website. 2019. URL: <http://navigatorcampus.com/arendatoram> (reference date: 10.03.2020).
23. About the smart office // Smartspace.rf: website. 2019. URL: <https://xn--80akmjfeddf.xn--p1ai/#about> (reference date: 15.03.2020).

УДК 72.01

Карасев Роман Олегович

архитектор

E-mail: r_karasev95@mail.ru

ИП «Студия вычислительного дизайна Entwine»

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Чехова, д. 31

Денисенко Елена Владимировна

доцент, кандидат архитектуры

E-mail: e.v.denisenko@bk.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Реорганизация промышленных территорий и архитектурных объектов с учетом адаптивных процессов

Аннотация

Постановка задачи. Выявление процессов адаптивного повторного использования промышленных зданий в формировании архитектурного пространства городской среды.

Результаты. Результатами исследования служит определение процессов адаптации, методов и подходов в архитектурном проектировании на промышленной территории. Анализ понятий позволил определить основные параметры процесса реорганизации при адаптации промышленных объектов архитектуры и их территорий.

Выводы. Значимость полученных результатов для архитектуры заключается в выявлении основных подходов и методов проектирования при архитектурной адаптации бывших промышленных зданий и территорий. Выявленные подходы и методы реорганизации промышленных территорий позволяют развить потенциал промышленной территории и адаптировать ее под современное использование.

Ключевые слова: адаптация, повторное использование, реконструкция, модернизация, реорганизация, реновация, конверсия, промышленные здания, музеификация.

Введение

Одним из важнейших градообразующих факторов крупных городов во всем мире послужила промышленность. В период своего развития, индустриализация, промышленность и транспортные предприятия оказывали большое влияние на экономический и социальный статус города. Вокруг производственных объектов начали располагаться административные и жилые объекты. В ходе роста производств и транспортной инфраструктуры, селитебные и административные зоны оказывались внутри производственных зон вплоть до периода деиндустриализации.

С изменением городского хозяйства и экологических норм, деятельность предприятий переместилась на окраины городов. Современный этап развития позволил ускорить процесс реформирования и структуры перестройки промышленности. Но оставшиеся здания и объекты промышленной деятельности в городской среде приходили в упадок, образуя «серые участки», которые пустуют в городской среде. Происходит деградация территории, что, в свою очередь, создает ряд вопросов, на которые необходимо ответить для решения этой проблемы. Данная проблема решается в зарубежном опыте в конце 80-х годов XX века. Устаревшие здания, которые перестали использоваться по назначению, подвергались адаптивному повторному использованию.

Адаптивное повторное использование, согласно Burchell and Listokin (1981) [1], определяется как стратегия активизации, которая использует ряд связанных процедур для планирования, инвентаризации, приобретения, управления и повторного использования заброшенных зданий. Обязательный аспект проектов адаптивного повторного использования заключается в том, что рассматривается здание (или территория) как ранее использовавшееся, которое больше не подходит для своей родовой функции, и,

следовательно, потенциальная ценность которого может быть максимизирована путем адаптации его под новое функциональное назначение.

Адаптация означает процесс перестройки и изменения здания в соответствии с новыми требованиями [2]. Термин «адаптация» из биологических наук, он означает приспособление строения и функций организма к условиям внешней среды. В архитектуре же адаптация играет аналогичную роль. Объект – это организм, в котором происходит множество функций различного характера и деятельности, при изменении внешней среды, происходит адаптация строения к новым условиям при помощи средств и методов изменения.

В архитектурных кругах используются термины приспособления заброшенных объектов к изменяющейся среде, в том числе, «адаптация» приравнивается к этим терминам. Но, исходя из исследования методов и процессов приспособления, можно выделить основные: реконструкция, реорганизация, техническое перевооружение. Из новых процессов, охватывающих это мероприятие, выделяются следующие процессы – реновация, адаптация, конверсия.

В зарубежном опыте проектирования принято считать данные процессы одним понятием – адаптивное повторное использование, то есть адаптация. В отечественном проектом опыте воспринимают понятие реновация, ведь оно отражает практически тот же ряд характерных действий, мероприятий и процессов, при переосмыслении устаревшего или заброшенного здания. Стоит отметить, что зачастую на бывших промышленных территориях присутствуют объекты охранного статуса и вопросы, связанные с соблюдением охранного законодательства и применением соответствующих технологий реставрации, возникают в том случае, когда реконструкции и адаптации подвергается объект культурного наследия [10]. В данной статье рассматривается каждый процесс, исходя из опыта проектирования, и проанализированы новые процессы приспособления на промышленных территориях и в архитектурных объектах.

Процессы адаптации

Важно понимать, что адаптивное повторное использование отличается от восстановления или сохранения. В то время как проект восстановления или консервации предполагает восстановление здания до его первоначального облика, адаптивное повторное использование фактически меняет как функциональное наполнение, так и архитектурно-планировочное в соответствии с потребностями современного пользователя.

Тем не менее, некоторые проекты адаптивного повторного использования включают реставрацию фасада здания или частей интерьера, чтобы он выглядел исходным образом, как при постройке. Архитектурные элементы включают в себя скульптурный камень, колонны и капители, сложную каменную кладку, сводчатые потолки и резное дерево – это ценные архитектурные элементы здания, которые подчеркивают его уникальность и аутентичность. Адаптивное повторное использование таких зданий позволяет зданию сохранять большую часть своего характера и эстетики путем включения этих элементов в новую структуру.

Рассмотрим терминологический аппарат для определения процессов при адаптации промышленной архитектуры:

Адаптивное повторное использование – общий и распространенный термин, который употребляется в зарубежной практике при реорганизации и повторном использовании устаревшей архитектуры для нового использования. Данный термин используется не только как процесс изменения функций и облика архитектуры, но также связан с политическими, социальными и экономическими аспектами по вопросу сохранения наследия. Процесс адаптивного повторного использования в отечественной архитектурной практике звучит как адаптация, так же повторное использование играет важную роль в современном понятии устойчивой архитектуры [3];

Реконструкция – процесс обновления устаревшего объекта для использования его в новых условиях. В рамках этого процесса выполняются строительные работы, как в отдельных помещениях, так и здания в целом: изменение фасадной части здания, перенос несущих конструкций, изменение или ликвидация оконных и дверных проемов, то есть процесс реконструкции охватывает изменения объекта в целом, как и внешней его части,

так и внутренней. При этом здание может не менять свое функциональное назначение, а только его реорганизовать. Но, в большинстве случаев, при повторном использовании объекта, функция меняется;

Реорганизация – преобразование организационной структуры объекта. Этот процесс затрагивает не только здание, но и его территорию. В большей степени реорганизация происходит комплексным подходом. Структура, над которой происходит процесс реорганизации, учитывает основные градообразующие факторы, такие как транспортная и социальная инфраструктура. Этот процесс считается одним из важных при повторном использовании промышленной архитектуры;

Конверсия – (от лат. *conversion* – «превращение»), данный термин относительно новый в архитектурной практике. В трудах Титовой Л.О. [10] конверсия трактуется как качественное изменение архитектурных сооружений, то есть преобразование стилового и конструктивного значения здания. Процесс конверсии чаще всего используется, когда здание имеет характер руинного состояния, или же имеет предрасположенность к разрушению. В данном процессе особое внимание уделяется конструктивному содержанию архитектурного объекта. Процесс конверсии рассматривается как идея «возрождения» утраченной архитектуры в новом архитектурном облике;

Реновация – (от лат. *renovation* – «обновление, возобновление»), процесс восстановления или улучшения функциональности объекта при сохранении его конструктивных особенностей, подразумевая при этом инновационное обновление. Этот процесс рассматривается как реконструкция с последующим обновлением или изменением существующих конструктивных элементов здания или даже может подразумевать полный снос здания с целью освобождения территории под новое строительство [3];

Музеефикация – процесс преобразования историко-культурных объектов в объекты музейного показа для сохранения исторических, культурных и природных ценностей. Музеефикация – один из самых распространенных процессов возобновления второй жизни бывших промышленных отраслей. Особенно это касается объектов культурного наследия.

Из вышеуказанного терминологического аппарата видно, что данные процессы по своей сути одни и те же. И во многом каждый термин употребляется в своей компетенции, существенной разницы между ними нет. Примером может служить музеефикация бывшей электростанции в Лондоне, которая на сегодняшний день носит название «Галерея Тейт Модерн» (рис. 1а). В настоящее время это музей крупнейшего в мире собрания современного искусства, в том числе живописи импрессионистов и постимпрессионистов. Ключевым пространством данного объекта служит турбинный зал, как олицетворение прошлой деятельности здания (рис. 1б). В галерее проходят выставки временной и постоянной экспозиции британского искусства XX вв.



а)



б)

Рис. 1. Галерея Тейт Модерн в Великобритании, Лондон
(источник: <https://archi.ru/projects/world/406/galereya-teit-modern#slider-1>):
а) Общий вид здания, фото Hans Peter Schaefer via Wikimedia Commons;
б) Турбинный зал, фото Hans Peter Schaefer via Wikimedia Commons

Каждый из данных терминов выступает как олицетворение современного процесса в освоении промышленных участков и прилегающих к ним территорий, так как исторически сложились два пути развития между сохранением или сносом здания.

В современном опыте проектирования мы имеем обширный запас процессов, и каждый из них: реконструкция, реорганизация или реновация – инструмент в руках архитекторов, который служит отдельно взятым процессом архитектурного, инженерного и художественного характера. Используя данные процессы, архитектор моделирует идеальную модель, с помощью которой и происходит действие адаптации промышленной территории и зданий, образуя тем самым новое по типологии архитектурное пространство.

На сегодняшний день тенденция в освоении бывших промышленных объектов дает большую возможность творческой реализации в работе архитектурных бюро [5]. Проводятся массовые мероприятия по разработке архитектурных проектов и выработке концепций развития промышленных территорий, привлекая при этом инвесторов для дальнейшей реализации.

Подходы в освоении промышленных зданий и территорий

При освоении бывших промышленных территорий приходится не только учитывать, что сносить, а что сохранять, но и правильно подходить к формированию архитектурного пространства. Исходя из опыта проектирования, можно проследить различные подходы в адаптации бывших промышленных образований. Каждый подход по-своему уникален и имеет ряд принципов, благодаря которым «серые участки» преобразуются в совершенно развитую архитектурную структуру.

В современной практике архитектурного проектирования при адаптации объекта прошлого, неважно промышленного объекта или старого здания, используют различные подходы. Можно выделить несколько основных подходов по адаптации исторических объектов под современное функциональное использование.

Среди основных, один из главных подходов по переосмыслению бывших промышленных объектов – типологический подход. Данный подход заключается в том, что объект или структура из объектов делится на разные по типологии и функции части: работа, жилье и отдых [9]. Далее данные типологические группы разбиваются уже на подгруппы соответствующих им функций, что своего рода некая иерархия по функциональной значимости, которая определяется непосредственно от идеи развития объекта и расположенности участка в зависимости от прилегающих к нему по соседству объектов. Таким образом, данный подход структурировано дает понимание того, что нужно территории для развития.

Переосмысление старого объекта архитектуры не обходится без такого вопроса, как реконструкция устаревших элементов конструкций или восстановление почти утраченного памятника. Данный вопрос решает технический подход. В современной практике этот подход учитывается в каждом проекте. Вопросы технического оснащения и конструктивных решений – главная основа любого здания. В свою очередь тенденция на экологичность ставит в приоритет новые системы энерго- и ресурсосбережения. Технический подход тесно связан с экологическим, потому что на сегодняшний день экология играет важную роль в современной архитектуре. На примере голландского опыта проектирования можно утверждать, что новая архитектура выступает не в заново построенном здании, а в том, что удалось сохранить и связать с современными требованиями функциональности и эстетики. Таким образом, технический подход следует считать корневой основой адаптации и переосмысления зданий индустриальной эпохи.

Сценарный подход включает в себе развитие теоретических концепций по развитию территории или объекта. Понятие «сценарий» пришло из сценографии, где под этим термином понимается сюжетная линия, по которой строится спектакль (Баширова Э.И. Применение сценарного подхода при разработке функционального зонирования в ходе архитектурной реконструкции и реставрации Казанского Театра юного зрителя // Известия КГАСУ. 2019. № 3 (49). С. 7-17). В этом подходе рассматриваются все возможные и невозможные идеи от прагматизма до здравого смысла. Как правило, в идее

каждого проекта по переосмыслению лежит сценарий развития. В нем заключается то, как будут использоваться данный объект и его территорию. Как правило, данный подход используется урбанистами при формировании пространства. Британский архитектор К. Александр разработал теорию «язык паттернов» [7], которая широко применяется среди представителей «нового урбанизма» и других течений [8]. Данная теория вырастает из сценариев поведения человека в архитектурном пространстве, при этом привлекается общество, в котором рассматриваются и учитываются потребности потребителя. Например, первые попытки адаптации промышленных зданий зачастую перевоплощались в музеи или галереи, но вскоре стали развиваться общественные площадки (офисы, администрация, школы) и жилые пространства. Стало тенденцией и то, что жилье совмещается с общественным пространством и это дает большие возможности для развития бывших промышленных структур. Таким образом, данный подход служит вектором по развитию промышленных образований с залогом на будущее, так как основной особенностью данного подхода является трансформируемость, что позволяет изменять направление концепции в зависимости от потребностей и тенденций в обществе.

Данные подходы ведут к физическому вмешательству и зависят от исторической и памятной значимости объекта [3]. Факт сохранения старого здания не исключает такой возможности, как изменение его существующего облика. Вопреки этому, адаптация старых зданий может принимать различные архитектурные формы, при этом сохранять исторический дух места. Во многих объектах существует ряд недостатков, которые требуют физического вмешательства. Таким образом, степень вмешательства в структуру здания обуславливается позицией в отношении сохранения наследия [6].

Методы адаптации промышленных объектов

Исходя из опыта проектирования и переосмысления исторических объектов, каждый архитектурный проект заключается в определенном методе и идее преобразования старого здания в новое. Для каждого типа промышленных объектов используют выработанные методы адаптации, которые затрагивают внешние или внутренние факторы изменения существующего объекта. Выделяют несколько основных архитектурных методов изменения, которые позволяют адаптировать промышленную архитектуру к современным условиям.

Метод «аппликации» заключается в создании композиции в виде оболочки, то есть основные конструкции здания не затрагиваются, а изменяется лишь внешний вид объекта (Буштец Д.В. Реновация бывших промышленных территорий и объектов середины зоны в общественные пространства // Известия КГАСУ. 2018. № 2 (44). С. 47-55): фасады подвергаются изменению и реконструкции, создание фальшфасада. Изменение фасадной плоскости предполагает создание композиции по цвету, фактуре и материалу. Такой метод чаще всего используется на зданиях, созданных на последней волне индустриализации, в период с 1950-х до начала 1980-х годов, которые имеют значимость как промышленная архитектура. В основном это крупнопанельные монолитные корпуса, элеваторы или большепролетные склады. Примером этого метода может служить проект адаптации бывшего зернового элеватора в Копенгагене. Жилой комплекс The SILO представляет собой бывший портовый элеватор, который спустя 50 лет проектное бюро SOBE превращает в жилой дом. Архитектурным решением стало создание нового фасада из крупноячеистой структуры из оцинкованной стали (рис. 2а).

Ячейки представляют собой геометрически выпуклые балконы и окна, которые закрывают бетонные стены элеватора, но при этом не теряют характер промышленной архитектуры.

Интеграция фасада в стеклянную оболочку в виде кристаллов сахара можно увидеть на примере бывшего сахарного завода Arbuckle Brothers в Нью-Йорке (рис. 2б), в котором на контрасте выступают существующие кирпичные стены. Проект музея рока Ragnarock в Роскилле в качестве акцента использует ромбическую структуру облицовки входной группы (рис. 2в).



а)

б)

в)

Рис. 2. Пример использования метода «апликации»: а) Жилой комплекс The Silo, Копенгаген, Дания (http://www.redeveloper.ru/redeveloperskie-proekty/realise_actual/zhiloy-kompleks-the-silo-kopengagen/);

б) Бывшее здание сахарного завода Arbuckle Brothers, Нью-Йорк (http://www.redeveloper.ru/redeveloperskie-proekty/realise_actual/byvshee-zdanie-sakharnogo-zavoda-arbuckle-brothers-nyu-york/);

в) Музей рока Ragnarock в Роскилле (бывший цементный завод) (http://www.redeveloper.ru/redeveloperskie-proekty/realise_actual/muzey-roka-ragnarock-v-roskille/)

Метод аналогий [4] предполагает проектирование объекта на основе сравнительного образа. То есть этот метод применяют для демонстрации образа того или иного объекта промышленности. Например, этот метод применяется на утраченных памятниках или, наоборот, в тех случаях, когда надо показать характер объекта, его суть, при помощи конструктивных решений, деталей, элементов промышленного оборудования. Этот прием используется в художественном и функциональном значении. В качестве художественного образа на фасад выносятся элементы оборудования или детали производства, что показывает род деятельности бывшего предприятия или художественную идею объекта.

Что касается функционального значения, здесь учитываются различного рода коммуникации, вертикальные или горизонтальные, которые, в свою очередь, могут быть как элементами переходов, так и использоваться по прямому назначению. Например, краны-мачты, трубы, пути теплопровода и др. Данный метод можно рассмотреть на примере музейного пространства в Эссене, Германия (рис. 3а).



а)

б)

Рис. 3. Пример использования метода аналогий:

а) Промышленный парк «Цольферайн» в Эссене, Германия, вид на мачту-кран (http://www.redeveloper.ru/redeveloperskie-proekty/realise_actual/tsolferayn-samaya-krasivaya-shakhta-v-mire/);

б) Отель Ottilia, Carlsberg, Копенгаген, вид на фасад (http://www.redeveloper.ru/redeveloperskie-proekty/realise_actual/otel-ottilia-carlsberg-kopengagen/)

В прошлом это была угольная шахта, в настоящее время – промышленный парк «Цольферайн», включающий в себя музей современного промышленного дизайна,

конференц-залы и развлекательные заведения, около 200 различных творческих компаний. В проекте адаптации промышленного парка было решено оставить все узловые и производственные элементы для полного погружения в атмосферу того времени, когда шахта функционировала. В проекте отеля Ottilia в Копенгагене образ пивоваренного завода подчеркивают круглые вставки в фасад (рис. 3б) в виде пробок от бочек. В данном случае элементы фасада сохранены в качестве акцента, характеризующего бывший пивоваренный завод.

Метод интеграции [12] представляет собой современный способ изменения архитектурного объема. Данный метод исполняет роль изменения первоначального облика здания при помощи различных принципов и приемов. К таким приемам относятся врезка новых форм и дополнительных объемов, усиление существующих доминант, добавление новых акцентов в виде элементов конструкций и средств коммуникаций. Из принципов этого метода можно выделить:

- принцип подобия масштабов;
- принцип фонового дополнения;
- подчинение ритму и массам;
- принцип контраста.

Если применение метода аппликации рассматривается в архитектуре, то метод ре-дизайна рассматривается в границах территории [13]. В проекте парка на территории бывшего сахарного завода Domino Sugar Factory вписали в ландшафтный дизайн более 30 исторических «артефактов» (рис. 4а). На территории парка размещены 11-ти метровые резервуары для сиропа, которые разделяют зону активного отдыха, а также сохранившиеся металлические колонны несохранившегося склада, которые преобразовали в арт-объекты. Кроме того, на участке оставили в качестве арт-объектов два козловых крана, которые окрашены в яркий бирюзовый цвет (рис. 4б). Основными приемами этого метода являются проницаемость участка, гибкость пространства и экологичность.



а)

б)

Рис. 4. Метод «ре-дизайна» территории

(http://www.redeveloper.ru/redeveloperskie-proekty/realise_actual/park-u-domino-sugar-factory-nyu-york/):

а) Парк у Domino Sugar Factory, Нью-Йорк, общий вид;

б) Прогулочная зона парка Domino возле двух козловых кранов

Бывшие промышленные предприятия имеют большой потенциал по возможности внедрения в них новой функциональной типологии. Благодаря своей развитой транспортной и энергетической связи, их адаптация под деловые центры, жилые кварталы и зрелищные сооружения будет релевантной, поскольку объемно-планировочные особенности промышленной архитектуры позволяют разместить в себе почти любую функцию использования.

Адаптация бывших промышленных объектов позволяет создавать уникальные проекты, которые будут эффективны не только с социальной, но и с экономической, а

также и с экологической точек зрения, т.к. в ходе использования бывшего промышленного объекта, снижается количество новых материалов в отличие от постройки нового, но при условии, что здание не имеет руинного состояния.

Заключение

Таким образом, в статье проведен анализ основных терминов, которыми в теории и на практике характеризуется процесс адаптации промышленной архитектуры. Весь богатый зарубежный опыт методов анализа заброшенных промышленных объектов демонстрирует, как многогранность этих подходов позволяет моделировать архитектурное пространство и выбирать правильные направления в адаптации исторических объектов под современные образования для развития городских структур.

Спектр рассмотренных в статье подходов, методов и принципов позволит создать идеальную модель, включающую комплексную работу по нескольким направлениям:

- развитие потенциала промышленной территории серединой части городской ткани;
- гуманизация промышленных объектов и пространств, связанная с учетом требований современного потребителя;
- экологическая и ресурсосберегающая направленность преобразования архитектуры;
- эстетическое и стилевое разнообразие;
- историческая ретроспектива, как дизайн код архитектурного пространства.

Список библиографических ссылок

1. Burchell R. W. The adaptive reuse handbook: procedures to inventory, control, manage, and reemploy surplus municipal properties // New Brunswick. 1981. 575 p.
2. Шейн В. В. Обзор существующих подходов к архитектурной реконструкции промышленных зданий // Инженерный вестник Дона. 2017. № 2 URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4474> (дата обращения: 02.07.2019).
3. Чадович А. А. Сохранение или снос? Компромисс! // АМИТ. 2013. № 1 (22). URL: <https://marhi.ru/AMIT/2013/1kvart13/chadovich/chadovich.pdf> (дата обращения: 02.07.2019).
4. Дрожжин Р. А. Реновация промышленных территорий // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2015. № 1 (11). С. 84–86.
5. Bie Plevoets & K. Van Cleempoel. Adaptive reuse as a strategy towards conservation of cultural heritage: a literature review // PHL University College & Hasselt University, Belgium. 2011, URL: https://www.cnu.org/sites/default/files/tactical_urbanism_with_pattern_language_toolkits-mehaffy.pdf (дата обращения: 02.07.2019).
6. Charles Bloszies, Hugh Hardy. Old Buildings, New Design. Architectural transformations. N-Y. : Princeton Architectural Press, 2013. 144 p.
7. Mehaffy M. Tactical Urbanism Using «Pattern Language» Toolkits. URL: https://www.cnu.org/sites/default/files/tactical_urbanism_with_pattern_language_toolkits-mehaffy.pdf (дата обращения: 02.07.2019).
8. Быстрова Т. Ю. Реабилитация промышленных территорий городов: теоретические предпосылки, проектные направления (Часть 1) // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2013. № 3 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/reabilitatsiya-promyshlennyh-territoriy-gorodov-teoreticheskie-predposylki-proektnye-napravleniya-chast-1> (дата обращения: 05.07.2019).
9. Гельфонд, А. Л. Архитектурная типология в аспекте жизненного цикла здания // АCADEMIA. Архитектура и строительство. 2011. № 2. С. 40–47.
10. Титова Л. О. Архитектурные сценарии конверсии объектов промышленного наследия (на примере текстильных предприятий 1822-1917 годов постройки в г. Москве). М. : МАРХИ, 2017. 237 с.
11. Айдарова (Айдарова-Волкова) Г. Н. «Старое» и «новое» в архитектуре древней Казани – два крыла устойчивого сохранения и развития исторического центра // Архитектура и строительство России. 2018. № 3. С. 20–24.

12. Толпинская Т. П., Альземенова Е. В., Мамаева Ю. В. Основные направления реновационного процесса в преобразовании промышленных территорий под общественные пространства // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал. 2019. № 3 (29). С. 52–63.
13. Дмитриева Н. Н., Макарова Е. Р. Реновация промышленных территорий и их внедрение в городское пространство // Фотинские чтения. 2017. № 1 (7). С. 85–89.

Karasev Roman Olegovich

architect

E-mail: r_karasev95@mail.ru**IE «Computing Design Studio Entwine»**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Chekhov st., 31

Denisenko Elena Vladimirovna

associate professor, candidate of architecture

E-mail: e.v.denisenko@bk.ru**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

**Reorganization of industrial territories and architectural objects
with considering adaptive processes****Abstract**

Problem statement. Identification of adaptation processes for the reuse of industrial buildings in the formation of the architectural space of the urban environment.

Results. The results of the research are the definition of adaptation processes, methods and approaches in architectural design of industrial territories. An analysis of the concepts made it possible to determine the main parameters of the reorganization process in adapting industrial objects of architecture and their territories.

Conclusions. The significance of the results for architecture consists in identifying the main approaches and design methods in the architectural adaptation of former industrial buildings and territories. The identified approaches and methods for the reorganization of industrial territories allow to develop the potential of the industrial territory and adapt it to modern use.

Keywords: adaptation, adaptive reuse, reconstruction, modernization, reorganization, renovation, conversion, industrial buildings, museumification.

References

1. Burchell R. W. The adaptive reuse handbook: procedures to inventory, control, manage, and reemploy surplus municipal properties // New Brunswick. 1981. 575 p.
2. Sheyn V. V. Overview of existing approaches to the architectural reconstruction of industrial buildings // Inzhenernyy vestnik Dona. 2017. № 2 URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4474> (reference date: 02.07.2019).
3. Chadovich A. A. Preservation or demolition? Compromise! // AMIT. 2013. № 1 (22). URL: <https://marhi.ru/AMIT/2013/1kvart13/chadovich/chadovich.pdf> (reference date: 02.07.2019).
4. Drozhzhin R. A. Renovation of industrial territories // Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo industrial'nogo universiteta. 2015. № 1 (11). P. 84–86.
5. Bie Plevoets & K. Van Cleempoel. Adaptive reuse as a strategy towards conservation of cultural heritage: a literature review // PHL University College & Hasselt University, Belgium. 2011, URL: https://www.cnu.org/sites/default/files/tactical_urbanism_with_pattern_language_toolkits-mehaffy.pdf (reference date: 02.07.2019).
6. Charles Bloszies, Hugh Hardy. Old Buildings, New Design. Architectural transformations. N-Y. : Princeton Architectural Press, 2013. 144 p.

7. Mehaffy M. Tactical Urbanism Using «Pattern Language» Toolkits. URL: https://www.cnu.org/sites/default/files/tactical_urbanism_with_pattern_language_toolkits-mehaffy.pdf (reference date: 02.07.2019).
8. Bystrova T. Yu. Rehabilitation of industrial territories of cities: theoretical background, design areas (Part 1) // Akademicheskij vestnik UralNIIProyekt RAASN. 2013. № 3 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/reabilitatsiya-promyshlennyh-territoriy-gorodov-teoreticheskie-predposylki-proektnye-napravleniya-chast-1> (reference date: 05.07.2019).
9. Gel'fond, A. L. Architectural typology in the aspect of the life cycle of a building // ACADEMIA. Arkhitektura i stroitel'stvo. 2011. № 2. P. 40–47.
10. Titova L. O. Architectural scenarios for the conversion of industrial heritage objects (for example, textile enterprises built in 1822-1917 in Moscow). M. : MARKHI, 2017. 237 p.
11. Aidarova (Aidarova-Volkova) G. N. «Old» and «new» in the architecture of ancient Kazan – two wings of sustainable conservation and development of the historical center // Architecture and Construction of Russia. 2018. № 3. P. 20–24.
12. Tolpinskaya T. P., Alzemeneva E. V., Mamaeva Yu. V. The main directions of the renovation process in the transformation of industrial territories into public spaces // Inzhenerno-stroitel'nyy vestnik Prikaspiya: nauchno-tekhnicheskij zhurnal. 2019. № 3 (29). P. 52–63.
13. Dmitrieva N. N., Makarova E. R. Renovation of industrial territories and their introduction into urban space // Fotinskie chteniya. 2017. № 1 (7). P. 85–89.

УДК 72.03

Мустакимов Валерий Раифович

кандидат технических наук, доцент

E-mail: Mustakimovvr@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Мустакимов Альберт Валерьевич

архитектор

E-mail: architectus@mail.ru

ПСО «ФОРС»

Адрес организации: 420044, Россия, г. Казань, ул. Волгоградская, д. 43

Реновация приакваториальных зон г. Казани

Аннотация

Постановка задачи. Целью исследования является выявление эффективности, целесообразности и необходимости комплексной реновации приакваториальных зон реки Волги, реки Казанки и озера Кабан, в пределах города Казани, с защитными берегоукрепительными инженерно-техническими мероприятиями и обустройством прибрежной территории в системе градоформирующей и транспортно-пешеходной структуры, на фоне интенсивного развития современной инфраструктуры и высоких требований к охране окружающей среды.

Результаты. Основные результаты исследования состоят в том, что комплексная реновация приакваториальных зон реки Волги, реки Казанки и озера Кабан с берегоукрепительными инженерно-техническими мероприятиями и обустройством прибрежной территории, позволит существенно повысить экологическую привлекательность древнего города Казани. Организовать интенсивный приток жителей города, республики и гостей к зонам культурного отдыха, сформированным реновацией, вблизи от естественных источников воды, усовершенствовать и систематизировать транспортно-пешеходную сеть локальных участков и города в целом.

Выводы. Значимость полученных результатов для градостроительной, архитектурно-строительной и реставрационно-реконструктивной сферы состоит в том, что в результате комплексного геотехнического преобразования и реновации береговых зон приакваториальных территорий реки Волги, реки Казанки и озера Кабан в пределах границ города Казани, повышается степень защиты городской приакваториальной территории от наводнений в паводковый период; укрепляется и обустраивается береговая зона; формируются зоны культурного времяпрепровождения и комфортного отдыха населения; создаются условия сохранения и поддержания требований по охране окружающей среды города-миллионника.

Ключевые слова: реновация, приакваториальная зона, подземные воды, водопонижение, берегоукрепление, обустройство, гидронамыв, шпунт, больверки, контрфорсы, ростверк, анкер.

Введение

На примере крупных и крупнейших отечественных и зарубежных городов, расположенных на территориях, где протекают реки или вблизи от акваторий, представленных озёрами, морями или океанами, с исторических времён формируется и успешно реализуется тенденция эффективного и рационального использования укрепленных и обустроенных приакваториальных зон, в качестве экологически чистых участков для проведения тихого и активного отдыха различных групп населения. Для укрепления береговой зоны, усовершенствования городской структуры и обновления инфраструктуры прибрежной зоны города в его сформировавшейся ткани, как правило, возникает необходимость в реновации приакваториальных зон. Такая актуальная проблема в проведении реновации, присутствует и в городе Казани.

Реновация (от лат. «renovation» – обновление, возобновление) – процесс замещения, выбывающих в результате морального износа, устаревших градостроительных, архитектурно-строительных, объёмно-планировочных и берегоукрепительных решений приакваториальных зон городской структуры Казани, а также замены на новые, прочные и надёжные системы защиты береговых территорий от возможного наводнения в паводковый период календарного года. Реновация является в этом случае необходимым условием воспроизводства укрепления и обустройства береговой зоны, формирования зон культурного времяпрепровождения и комфортного отдыха населения, создания условий сохранения и поддержания требований по охране окружающей среды города, развивающего свою инфраструктуру на приакваториальной территории.

Краткая история формирования приакваториальных зон Казани

Одной из главных достопримечательностей Казани, является, расположенное в городе озеро Кабан. Кабан – система трёх озёр (Нижний, Средний и Верхний). Озёра соединены проливами и имеют протяжение с севера на юг. Опорожнение воды из озера осуществляется посредством протоки Булака. Общая протяжённость озера – 6500 м, ширина – 350 м, глубина переменная и составляет от 5 до 12,5 м. Самое глубокое из них озеро Средний Кабан. Точную глубину определить сложно из-за толстого слоя ила, накопившегося на дне озера. Когда-то водоём славился своей кристально чистой водой, в нем вылавливали много рыбы, а на его берегах отдыхали горожане и гости города.

С происхождением названия озера связано множество древних легенд, историй и объяснений. Одно из объяснений в том, что слово «Кабан» происходит от древних тюркских корней «каб-куб», что переводится как «выемка в земле», «яма», в том числе и «водоём». Другая легенда связана с именем сына последнего болгарского хана Кабанбека. Когда город Булгар (город Болгар) – столицу Волжской Булгарии, завоевал аксак Тимур (хромой Тимур, правитель древнего Самарканда), спастись удалось немногим. Среди них оказался и сын последнего болгарского хана – Кабанбек – князь Кабан (он был беком или князем, поэтому звали его Кабанбеком). Уходя от преследования, израненные, истекающие кровью Кабанбек и его подданные, бежали на север, пробираясь через непроходимые леса, топи и болота и наконец вышли на берег большого красивого озера. Вода в озере оказалась целебной. Раны князя и его воинов, окропленные этой святой водой, быстро зажили. Вскоре на берегу озера был возведён дворец, а вокруг него – поселения беженцев – предков современных татар – волжских болгар. С тех пор это озеро и стали называть по имени болгарского хана Кабанбека – Кабаном.

Структурообразование и формирование Казани с тех времён происходило за счёт прироста слободами (Бикбулатов Р., Мустафин Р. Казань и её слободы. Казань, 2001. 208 с.), каждая из которых имела свою историко-территориальную или ремесленную специфику. Среди них отмечают Старая Татарская, Новая Татарская, Ямская, Подлужная, Мокрая, Красная, Суконная, Ягодная, Игумнова, Пороховая, Кизическая, Козья, Слобода Гривка, Архангельская, Госпитальная и Академическая слободы. Историческое своеобразие развития градостроительной культуры и урбанизация исследованы в работе [1]. Поддержание и ремонт старых и исторических зданий описаны в работе [2]. Стратегия обновления архитектурно-исторической среды, изложена в работах Айдаровой Г.Н. Деревянные жилые кварталы Казани. Старо-татарская слобода: история и современность // Жилищное строительство. 2018. № 12. С. 45-49 и Надыровой Х.Г. Развитие градостроительной культуры Волго-Камья X-середины XVI веков: итоги исследования // Известия КГАСУ. 2009. № 1 (11). С. 9-12 и в работах [3, 4].

Главная легенда и история озера Кабан связана с исчезнувшей ханской казной, клад которой не найден до сих пор. Предполагается, что на дне озера покоятся несметные сокровища. Эта легенда и все, что с ней связано, во всех подробностях описывается в книге татарского писателя Рафаэля Мустафина «Тайны озера Кабан». Автору книги эту давнюю историю рассказал потомок семьи Азимовых, приближенной к казанскому хану. По преданию, передававшемуся из поколения в поколение, когда в 1552 году город осаждало войско Ивана IV Грозного, вся ханская казна была ночью тайно опущена на дно озера, где-то в северной его части. По некоторым предположениям сейчас это район торгового центра «Алтын».

Эта история имеет своё продолжение и даёт полезную геотехническую информацию о состоянии донной части озера. В 1950 г. во время криминально-поисковых работ в акватории озера, вблизи от торгового центра «Алтын», железная «кошка», при помощи которой обследовали дно, зацепилась за тяжёлый предмет небольших размеров, который сорвался и исчез под водой в мощном слое ила, накопившегося за весь период существования озера.

Один из исторических этапов формирования города Казани был заложен болгарским ханом Кабанбеком на северном берегу озера Кабан и получил развитие до левобережья р. Казанки, с перспективой заселения левой береговой территории р. Волги.

Интенсивная эксплуатация в течение длительного периода прибрежной зоны озера, с возведением производственных предприятий, которые потребляли воду из озера и сбрасывали свои стоки туда же, привело к тому, что на дне накопился толстый слой ила.



а)



б)



в)

Рис. 1. Исторические этапы эксплуатации и застройки приакваториальных зон озера Кабан
(источники: <http://www.xn--80aaxucapghcr.xn--p1ai/kazan?page=6>;
<http://www.iske-kazan.ru/photoalbum#>; <https://pastvu.com/p/d/t/v/3/tv3saux6v81ccmxlz6.jpg>):
а) судоходное озеро в 1905-1915 гг; б) озеро с береговой застройкой;
в) пристань на озере Средний Кабан. Архирейская Дача в 1900-1910 гг.

Поэтому, если не предпринять решительные меры по устранению этой экологической проблемы, озеро как акватория может просто исчезнуть. До 1980 г. озеро считалось одним из самых загрязнённых, поэтому экологами ему был присвоен пятый, самый низкий класс. Длительное время целый ряд предприятий сливал отходы прямо в озеро, а водоросли, разрастающиеся в интенсивном режиме, активно выделяли сероводород.

После проведения ряда мероприятий по очищению и благоустройству берега, озеру был присвоен четвёртый класс. Вода в озере не может самоочищаться из-за отсутствия в ней планктона; мутность воде придаёт и слой водорослей.

Только с середины XX в., с целью сохранения и оздоровления акватории озера, стали предприниматься комплексные меры по полному исключению неочищенных стоков в озеро от приакваториальных объектов, а также по осуществлению инженерно-технических, берегоукрепительных и экологических мероприятий. С этой целью, отечественными проектировщиками и учёными, с привлечением иностранных специалистов, разработаны различные варианты проектных решений по оздоровлению и обустройству озера.

После процедур согласования с общественностью и руководством РТ был принят основной вариант проектного решения, который поэтапно на постоянной основе реализуется в настоящее время.

Прирастая слободами, Казань преимущественно расширялась и развивалась в западном направлении к левобережью реки Волги, а также в северном и северо-западном направлении, к акватории реки Казанки. С точки зрения градостроительной концепции развивающегося города, это закономерно и научно обосновано. Приближение границ Казани к крупным судоходным акваториям способствует решению вопросов обеспечения водой, транспортных перевозок, оздоровления и отдыха горожан.

Вместе с тем, в течение обозримого исторического периода существования города Казани и других прибрежных городов и поселений Республики Татарстан Волжского бассейна известны периоды негативного влияния воды акватории Волги на безопасность жизнедеятельности людей при паводковом повышении уровня в весенне-летний период календарного года.

Гидрологическая обстановка и безопасность жизнедеятельности при паводке в Казани

По сведениям известного казанского журналиста и краеведа Льва Жаржевского, в «Реальном времени», в отдельные годы резкое потепление в весенний период приводит к половодью и подтоплению приакваториальных районов и городов, расположенных вдоль берега Волги, включая Казань. «...Казань, богатая водными ресурсами, нередко становилась заложницей своего «богатства»», – пишет краевед.

Одно из крупных наводнений постигло город весной 1926 г. Как отмечают специалисты, причиной этому крупному наводнению послужил антициклонический характер погоды, преобладающей в январе 1926 года.

С февраля по апрель 1926 г. выпало много снега, толщина которого в бассейне Верхней Волги достигала 1 метра. В связи с тем, что в апреле установилась холодная погода, постепенное таяние снега было нарушено. Интенсивный процесс таяния снега произошёл лишь в конце апреля и поспособствовал подъёму воды во всех реках Волжского бассейна.

Уже в мае 1926 г. половодье приобрело опасный для нормальной жизнедеятельности характер. По хронологическим записям, только в Казани подъём уровня воды подтопления составил около 15 метров, что сопоставимо только с аналогичным случаем 1719 года.

Масштаб и последствия подъёма уровня воды в реках и озёрах бассейна Верхней Волги, включая реку Казанку и протоку Булак, расположенные в черте города, запечатлены на фотографиях того исторического периода (рис. 2).

Специалистами Верхне-Услонского водомерного поста Татарстана отмечено, что именно в мае 1956 года зафиксирован один из высших уровней воды на всей акватории Волги, включая город Казань. Так же установлено, что причиной подтопления Казани и его окрестностей паводковыми водами, по мнению специалистов и учёных, является его неудачное географическое и высотное-топографическое расположение, в приакваториальной зоне Волги, с точки зрения обеспечения безопасных санитарно-гигиенических и гидрогеологических условий.



а)



б)



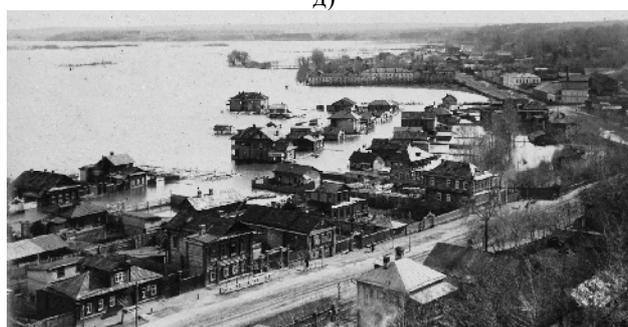
в)



г)



д)



е)

Рис. 2. Последствия повышения уровня воды в реках и озёрах бассейна Верхней Волги и подтопление улиц с постройками в Казани в мае 1926 года (источник: https://pastvu.com/_p/a/y/l/w/ylwx5xr0lypbwqnda5.jpg; <https://pastvu.com/p/552648>; <https://pastvu.com/p/401681>; <https://pastvu.com/p/366868>; https://pastvu.com/_p/a/l/x/w/lxw5h3m1kqpe2ivflk.jpg; https://pastvu.com/_p/a/y/v/e/yve0614plp19sbcvwl.jpg):
а), б) подтопление улиц Казани, застроенной деревянными зданиями;
в) протока Булак во время наводнения (1926 г.);
г) подтопление Георгиевской церкви на Суконной слободе;
д) Игумнова слобода в период разлива; е) разлив на Подлужной улице Казани

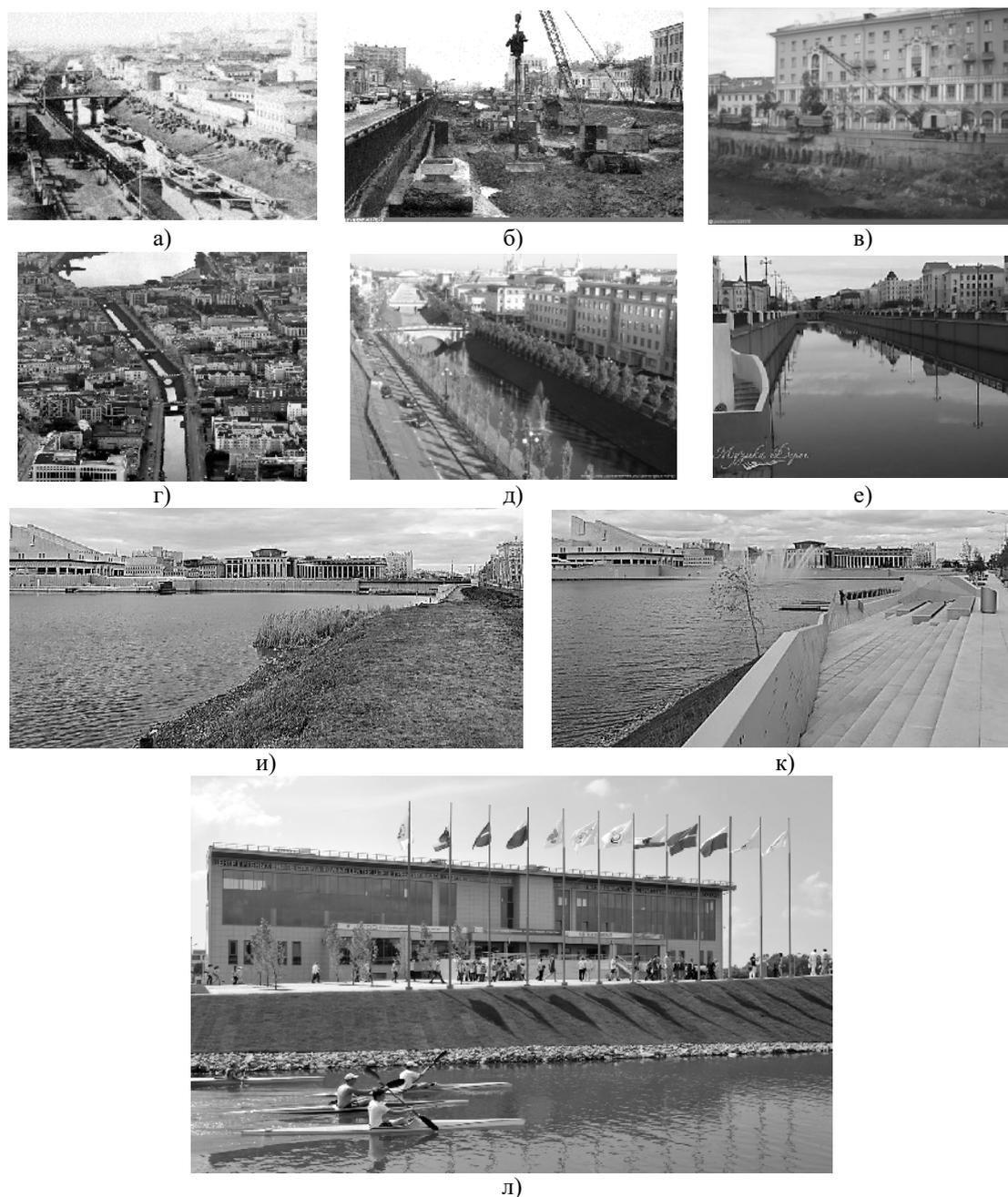


Рис. 3. Сопоставительно-аналитический ряд реновационно-реконструктивных инженерно-технических мероприятий по укреплению и обустройству береговой зоны протоки Булак и озера Кабан в пределах границ города Казани (источник: <https://where-you.com/user/ilnur-gatin-6451561#images-8>; <https://pastvu.com/p/437656>; <https://pastvu.com/p/220378>; <http://project517169.tilda.ws/gallery>; https://www.personalguide.ru/rossiya/kazan/excursion/rechka-protoka_bulak; <https://parusvlg.ru/kazan/>; https://gre4ark.livejournal.com/687254.html?utm_referrer=mirtesen.ru; http://shop.sportacadem.ru/catalogue_goody-goody_id-90.html):

- а) общий вид протоки Булак до реконструкции и укрепления берегов;
- б) расширение русла, возведение вертикальных подпорных стен с отметки дна Булака (1990 г.);
- в) обустройство береговой зоны с озеленением откосов (1997 г.);
- г) современный вид на протоку Булак; д) укрепленные подпорными стенами, обустроенный грунтовыми откосами и озелененный участок протоки;
- е) безопасный для жизнедеятельности подъем уровня воды в русле протоки Булак (2019 г.);
- и) берег озера Кабан до укрепления и обустройства; к) то же, после реновации (2019 г.);
- л) обустроенный берег озера Кабан в зоне Гребного канала

Поэтому вопросы защиты города Казани от природных катаклизмов, вызванных подтоплением в паводковые периоды, имеют государственное значение, ими занимаются специалисты на регулярной основе, включая настоящий период. Конечно, глядя на современные конструктивно укрепленные дамбы, одетые в бетон и камень, береговые зоны акваторий Волги, Казанки, Кабана, обустроенные инженерными водоотводящими и дренажными коммуникациями, уже с трудом можно представить ту опасность, которая существовала в предыдущий период.

Комплексное обустройство береговых зон позволяет избежать неблагоприятных экологических последствий, характерных для стихийного использования приакваториальных пространств. Выборочные историко-архивные этапы систематизированного формирования комплексных берегоукрепительных мероприятий, с целью защиты приакваториальных зон от размывания при повышении и снижении уровня воды в протоке Булак и озере Кабан, приведены на (рис. 3).

Гидрогеологическая обстановка в Казани требует постоянного мониторинга для обеспечения безопасности жизнедеятельности горожан при ежегодных паводках.

Система ливневой канализации в гидрологических условиях Казани

В период выпадения единовременных интенсивных дождевых осадков, значительно превышающих нормативный суточный уровень для природно-климатических условий Казани, наблюдается ещё один вид подтопления отдельных участков города с пониженными абсолютными высотными отметками поверхности земли.

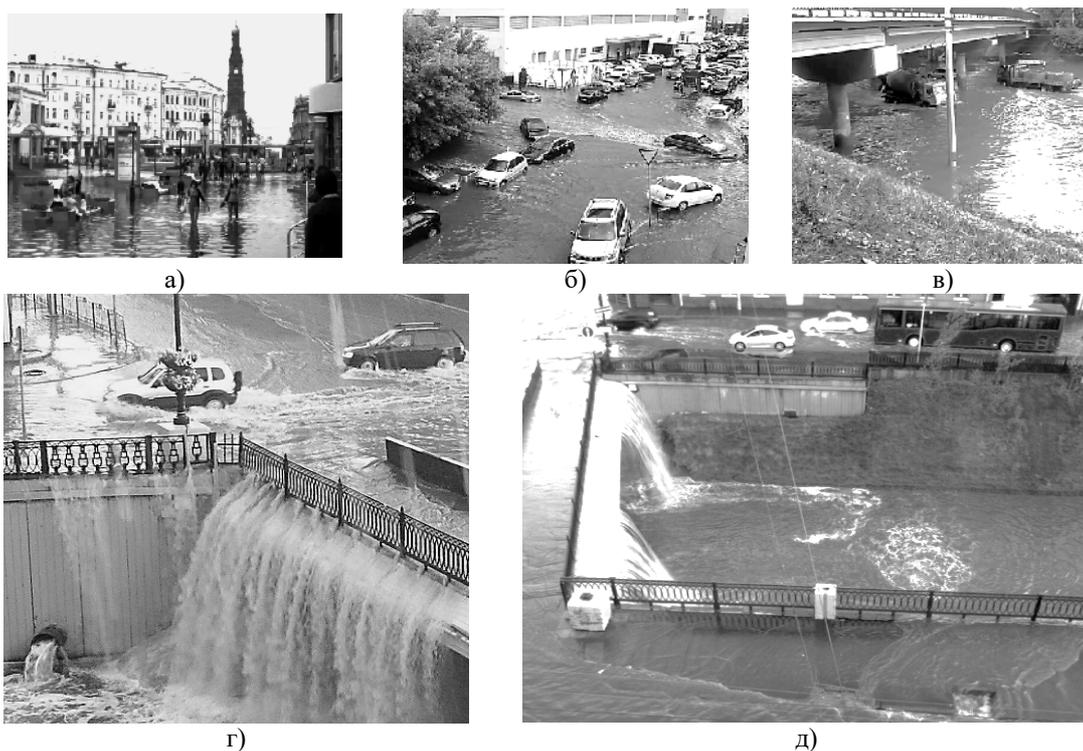


Рис. 4. Последствия подтопления пониженных участков современной территории города Казани после одного из ливней

(источники: <https://kazan.bezformata.com/listnews/kazan-plivushaya-tcentr-stolitci/76140368/>;
<https://news.sputnik.ru/obschestvo/f97f9261956afed8126f80b507ef76e663921874>;

https://yandex.ru/images/search?pos=0&cbir_id=2372696%2FuuVhYSLFs1PaUK8oDeCJsQ&img_url=https%3A%2F%2Fi.yimg.com%2Fvi%2F4RRC1CvH-10%2Fmaxresdefault.jpg&rpt=imagelike;

<https://prokazan.ru/news/view/102436/tags/194>; http://www.tat-t.ru/www/news/2015/6/24-13-30-22-669_s.jpg);

а) вид на улицу Баумана вблизи со станцией метро «Тукаевская»;

б) автомобильной развязки вблизи компрессорного завода;

в) пониженный участок двухуровневой автомобильно-железнодорожной развязки;

г, д) перелив воды дождевых осадков в акваторию протоки Булак в центральной части города

К таким зонам, как показывает опыт и наблюдения специальных служб МЧС РТ, относятся:

- центральная часть города, на пересечении пешеходной улицы Баумана с улицей Татарстан, вблизи станции метро «Тукаевская», с частым затоплением станции и подземного пешеходного перехода;
- автомобильная развязка вблизи компрессорного завода;
- пониженный участок проезжей части дороги на двухуровневой автомобильно-железнодорожной развязке (рис. 4 а-в).

В результате обильных дождей происходит затопление пешеходных переходов и отдельных станций метро (Тукаевская), транспортно-пешеходных магистралей и мостовых проездов и переходов. Один из примеров перелива воды дождевых осадков в акваторию протоки Булака, центральной части города, приведён на (рис. 5г, д).

Анализ фотоснимка на (рис. 5а), позволяет констатировать, что общий объём дождевой воды, переливающейся через мостовые сооружения с поверхности, значительно превышает объём воды, сливающейся из трубы ливневой канализации.

Следовательно, существующая система подземной ливневой канализации города, не в состоянии воспринять и беспрепятственно сбросить фактический объём дождевых стоков, поэтому вода самотёком переливается с поверхности в пониженные зоны. При этом создаются чрезвычайные ситуации с угрозой жизнедеятельности.

Причиной формирования, накопления и повышения уровня дождевой воды подтопления является устаревшая и неэффективная система подземной ливневой канализации города Казани, которая не обновлялась с середины 50-х годов.

Усилиями руководства РТ, мэрии Казани, специалистов, служб МЧС РТ, архитекторами и градостроителями, осуществляется комплекс мер по практическому искоренению создавшейся проблемы в устаревшей инфраструктуре развивающегося города-миллионника. В первую очередь разработан и согласован генеральный план города Казани с перспективой развития его инфраструктуры, включая развитую систему надёжной ливневой канализации. Реализация научно-обоснованных решений по обновлению структуры города с реновацией её инженерной инфраструктуры, запланирована до 2040 года. В ближайшее время будет введена крупная насосная станция «Заречная» и цех по обработке иловых отходов. В соответствии новому генплану, уже с 2018 года, на одном из проблемных участков с регулярным подтоплением (рис. 4б), расположенном вблизи компрессорного завода, выполняются работы по возведению современной системы подземной ливневой канализации, которая впоследствии объединится в единую систему.

Зарубежный опыт возведения и эксплуатации системы ливневой канализации

Наглядным и убедительным примером надёжной и безаварийной работы городской системы ливневой канализации может служить японская ливневая канализация, которая напоминает настоящий подземный город. Она впечатляет своими масштабами и применяемыми технологиями. В Японской столице городе Токио никогда не возникают проблемы, связанные с подтоплением улиц в результате выпадения обильных осадков или наводнений. Эти стихийные бедствия уже с 1992 года предотвращаются хорошо налаженной разветвлённой подземной системой Шатокан Гайкаку Хоусуй Ро (Shutoken Gaikaku Housui Ro), которая представляет собой современное инженерное сооружение – главный водный резервуар японской столицы (рис. 5).

Важно, что эта инженерная система выполняет не только функцию ливневой канализации, но и предназначена для того, чтобы собирать паводковую и дождевую воду под Токио во время разлива рек и тайфунов для предотвращения затопления города. Подземное сооружение, общей протяжённостью 6,3 км, находится на глубине 50 м. Резервуар состоит из пяти залов, каждый из которых высотой 65 м с внутренним диаметром 32 м. Все залы соединены между собой туннелями диаметром по 10 м. В самом большом зале расположены 59 водяных помп, каждая мощностью в 14 тысяч лошадиных сил. В условиях чрезвычайных ситуаций помпы могут перекачивать до 200 тонн воды в секунду. При заполнении резервуара водой до контролируемого уровня, она начинает перетекать самотёком в огромный подземный зал через туннель. Когда бункеры оказываются почти переполненными, вода начинает перетекать в огромный подземный

зал шириной 78 м, высотой 25 м, длиной 177 м, расположенный в конце туннеля. После отстоя в подземном зале, вода насосами откачивается в реку Эдогава в любое время: как во время ливня, так и после его окончания, так как общая вместимость системы достаточно велика. Контроль и управление этой сложной, гигантской и масштабной системой осуществляется из надземного центра. Впечатляющим является и то, что этот комплекс частично обеспечивает себя электроэнергией, за счёт солнечных батарей, установленных на крыше здания центра управления.

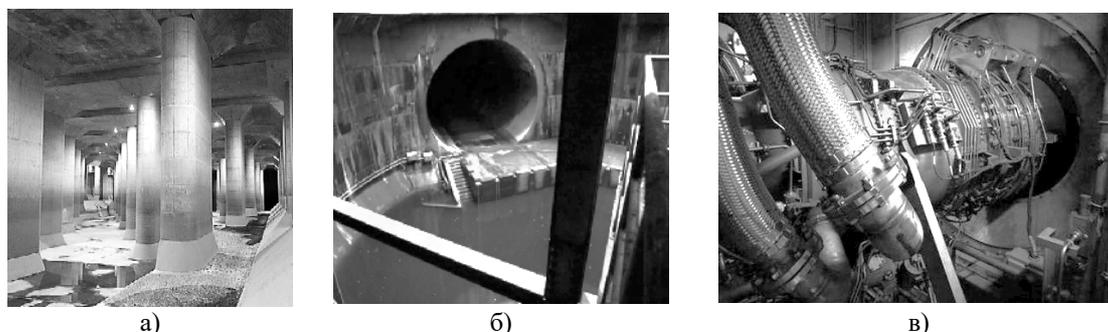


Рис. 5. Подземная система Шатокан Гайкаку Хоусуй Ро (Shutoken Gaikaku Housui Ro) в Токио (<https://www.liveinternet.ru/users/weissewolf/post124024151/>):

- а) пяти зальный подземный резервуар-накопитель высотой 65 м;
б) горизонтальный туннель диаметром 10 м; в) водяная помпа мощностью 14000 л.с.

Таким образом, в мировой и отечественной практике существуют современные эффективные системы ливневой канализации, опыт эксплуатации которых применим в условиях Казани.

Катастрофическое снижение уровня воды в акватории Волжско-Камского бассейна и акваториях Казани

В 2010 и 2019 гг. в акватории реки Казанки, и других акваториях рек и заливов на территории Татарстана, наблюдался обратный процесс наводнению – снижение уровня воды. Привычный для горожан Казани уровень воды в Казанке понизился до катастрофически низкого уровня.

Обнажились островные участки акваторий, погибло много рыбы, нарушился процесс нереста и баланс пришлых и местных водных обитателей, разрушены особо охраняемые территории, функционально связанные с водой акваторий. Нарушено речное судоходство. Уровень воды понизился ниже нормативного уровня пристаней (рис. 6).

По мнению учёных и специалистов, причиной этому послужил необоснованно большой сброс воды из акватории Куйбышевского водохранилища, аномально высокая температура в летний период и дефицит осадков в весенне-летний период. Среди этих причин большую долю потери водного объёма занимает сверхнормативный сброс воды из Куйбышевского водохранилища.

Значительно пострадали Волгоградская и Астраханская области Волжского бассейна, где ситуация существенно сложнее.

С целью сохранения гидрологического баланса, плановые сбросы воды осуществляются ежегодно и контролируются специальными службами российской энергетической компании ПАО «РусГидро».

В 2019 году произошёл сбой плановых гидрологических мероприятий, что вызвало негативные последствия, связанные с существенным снижением уровня воды в Волжском бассейне и акваториях бассейна рек Татарстана и соседних регионов.

Следовательно, для реновации приакваториальных территорий и улучшения экологической обстановки Казани важен регулярный контроль, установленный службами «РусГидро», за наполнением Куйбышевского водохранилища и остального каскада водохранилищ водой реки Волги на оптимальных отметках.

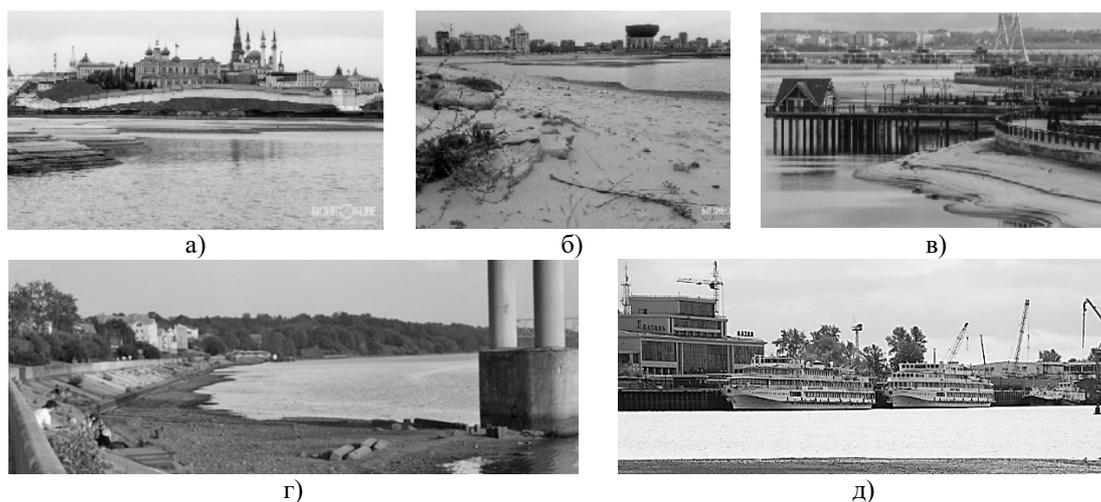


Рис. 6. Последствия сверхнормативного снижения уровня воды в Куйбышевском водохранилище в 2019 г., Волжско-Камского бассейна и реке Казанке (источник: <https://m.business-gazeta.ru/photo/423517>; <https://green-city.su/vody-vsyo-menshe/>; <https://nvdaily.ru/info/160532.html>);

- а) оголение береговой зоны Казанского Кремля;
 б) то же, береговая зона вблизи от центра бракосочетания «Казань»;
 в) оголение берегоукрепительных и защитных конструкций зоны отдыха на набережной Казанки;
 г) оголение устоев мостовых опор; д) скопление речных теплоходов у пристани речного порта Казани, в связи со снижением уровня воды в Волге

Инженерно-геологические, гидрогеологические условия приэкваториальных зон и современная гидрологическая обстановка в акватории Волжского бассейна

В геологическом строении исследованной площадки с расположением конструкций подпорной стены, принимают участие современные искусственные насыпные грунты, современные озерно-болотные отложения, верхнечетвертичные аллювиально-делювиальные отложения и неогеновые аллювиально-озёрные отложения.

С поверхности до глубины изучения 25 м геологическое строение площадки представлено следующими инженерно-геологическими элементами (ИГЭ):

- ИГЭ № N1A – торф неогеновый ($\gamma=19,9\text{кН/м}^3$, $c=16\text{кПа}$, $\varphi=19^0$, $E=3,1\text{МПа}$);
- ИГЭ № N2A – глина неогеновая полутвёрдая ($\gamma=20,3\text{кН/м}^3$, $c=59\text{кПа}$, $\varphi=19^0$, $E=16\text{МПа}$);
- ИГЭ № N2A3 – глина неогеновая слабо заторфованная полутвёрдая, твёрдая ($\gamma=16,3\text{кН/м}^3$, $c=39\text{кПа}$, $\varphi=16^0$, $E=6,4\text{МПа}$);
- ИГЭ № N2АП – глина неогеновая с примесью органических веществ полутвёрдая ($\gamma=18,5\text{кН/м}^3$, $c=38\text{кПа}$, $\varphi=18^0$, $E=9,1\text{МПа}$);
- ИГЭ № N2Б – глина неогеновая тугопластичная ($\gamma=19,3\text{кН/м}^3$, $c=51\text{кПа}$, $\varphi=18^0$, $E=13\text{МПа}$);
- ИГЭ № N2БП – глина неогеновая с примесью органических веществ тугопластичная ($\gamma=18,4\text{кН/м}^3$, $c=37\text{кПа}$, $\varphi=16^0$, $E=9,0\text{МПа}$);
- ИГЭ № N3A – суглинок неогеновый полутвёрдый ($\gamma=20,9\text{кН/м}^3$, $c=50\text{кПа}$, $\varphi=19^0$, $E=16\text{МПа}$);
- ИГЭ № N3Б – суглинок неогеновый тугопластичный ($\gamma=19,9\text{кН/м}^3$, $c=33\text{кПа}$, $\varphi=17^0$, $E=11\text{МПа}$);
- ИГЭ № N6A – песок мелкий неогеновый насыщенный водой, средней плотности ($\gamma=19,6\text{кН/м}^3$, $c=2\text{кПа}$, $\varphi=31^0$, $E=31\text{МПа}$);
- ИГЭ № НМ – намывной грунт малой и средней степени водонасыщения ($\gamma=18,9\text{кН/м}^3$, $\varphi=25^0$, $E=16\text{МПа}$);
- ИГЭ № НС – насыпные грунты разнородные ($\gamma=18,9\text{кН/м}^3$, $\varphi=7^0$, $E=11\text{МПа}$);
- ИГЭ № 2В – глина мягкопластичная ($\gamma=17,4\text{кН/м}^3$, $c=21\text{кПа}$, $\varphi=12^0$, $E=5,4\text{МПа}$);
- ИГЭ № 2ВП – глина с примесью органических веществ мягкопластичная ($\gamma=17,8\text{кН/м}^3$, $c=20\text{кПа}$, $\varphi=13^0$, $E=5,1\text{МПа}$);

- ИГЭ № 2ГД – глина текуче пластичная, текучая ($\gamma=17,6\text{кН/м}^3$, $c=16\text{кПа}$, $\varphi=11^\circ$, $E=4,2\text{МПа}$);
- ИГЭ № 3А – суглинок полутвёрдый ($\gamma=21,1\text{кН/м}^3$, $c=24\text{кПа}$, $\varphi=21^\circ$, $E=16\text{МПа}$);
- ИГЭ № 3ГД – суглинок текуче пластичный, текучий ($\gamma=19,0\text{кН/м}^3$, $c=13\text{кПа}$, $\varphi=17^\circ$, $E=3,7\text{МПа}$);
- ИГЭ № 7А – песок средней крупности насыщенный водой, средней плотности ($\gamma=20,2\text{кН/м}^3$, $c=1\text{кПа}$, $\varphi=33^\circ$, $E=28\text{МПа}$);
- ИГЭ № 7А – песок средней крупности насыщенный водой ($\gamma=20,7\text{кН/м}^3$, $\varphi=36^\circ$, $E=40\text{МПа}$);
- ИГЭ № 7АР – песок средней крупности насыщенный водой, рыхлый ($\gamma=19,0\text{кН/м}^3$, $\varphi=27^\circ$, $E=17\text{МПа}$).

Результаты исследования особенностей формирования и изменения гидрогеологической и экологической обстановки в приэкваториальных зонах, включая, Казань, приведены в работе авторов «Проблемы геотехники в современном строительстве и реконструкции зданий и сооружений Казани» // Известия КГАСУ, 2006. № 2 (6). С. 66-68 и в работах других исследователей [4-11].

Следует отметить, что в исследованном массиве грунтового основания набережной выделяются специфические грунты, в том числе искусственные (насыпные, намывные), органо-минеральные, «слабые» и грунты рыхлой плотности сложения.

Органо-минеральные и «слабые» грунты на площадке изысканий обнаружены во всех инженерно-геологических выработках и залегают в виде единой толщи в интервалах абсолютных отметок 44,62-50,74 м.

Органо-минеральные и «слабые» грунты характеризуются сильной сжимаемостью и низкими показателями физико-механических свойств.

Пески мелкие ИГЭ № 6АР и пески средней крупности ИГЭ 7АР характеризуются рыхлой плотностью сложения. Вскрыты во всех выработках в интервале абсолютных отметок 40,68-49,84 м, кроме выработок № 3, 8, 11, 14, 19-21, 24, 30-32.

Неогеновые органо-минеральные грунты: глины твёрдые, полутвёрдые и туго пластичные с примесью органических веществ ИГЭ №№ N2АП, N2БП и глины слабо заторфованные текуче пластичные ИГЭ № N2ГЗ залегают в интервале абсолютных отметок 43,44-33,65 м.

На площадке вскрыто два водоносных горизонта: четвертично-аллювиальный и неогеновый.

Четвертично-аллювиальный горизонт залегают на абсолютных отметках 52,42-53,90 м, вскрытый неогеновый – на абсолютных отметках 35,44-38,65 м.

Локальным водоупорным слоем для четвертичных отложений служат глинистые грунты неогенового возраста, которые залегают на абсолютных отметках 40,54-44,94 м.

Гидрогеологические условия площадки зависят от гидрологического режима Куйбышевского водохранилища, акватория которого захватывает долины рек Волги и Казанки.

Хронология инструментального наблюдения за изменением уровня воды, позволяет констатировать, что максимальный уровень реки Волги у города Казани при естественном режиме наблюдался в 1926 году и составил 56,19 м при нормальном подпорном уровне (НПУ) 53,00 м (БС). В 1979 г. уровень воды водохранилища, составил 54,77 м (БС), что тоже превысило НПУ на 1,77 м. Зафиксировано, что максимальные проектные уровни для периодов половодий с вероятностью превышения 0,1 % – 57,90 м (БС), 1 % – 57,10 м (БС), 5 % – 56,40 м (БС). Минимальный уровень воды был замерен к концу навигационного периода, который составил – 49,10 м (БС).

В зимний период уровень воды понизился до абсолютной отметки – 45,60 м (БС). Минимальный уровень в акватории реки Казанки в 1993-2005 гг. зафиксирован на абсолютной отметке – 48,95 м (БС), а в 2011 г. – 50,90 м (БС).

Максимальный уровень воды в районе берегоукрепительных работ в период 1993-2005 гг. – 54,77 м (БС), а в 2011 г. – 52,66 м (БС).

Таким образом, установление гидрологического режима регулирования и поддержания безопасного для жизнедеятельности уровня воды в Куйбышевском водохранилище, с учётом геоэкологических рисков, является актуальной задачей.

Критерии функционирования и регулирования уровня воды в Волжском бассейне при помощи системы гидроузлов ГЭС, приведены на рис. 7.

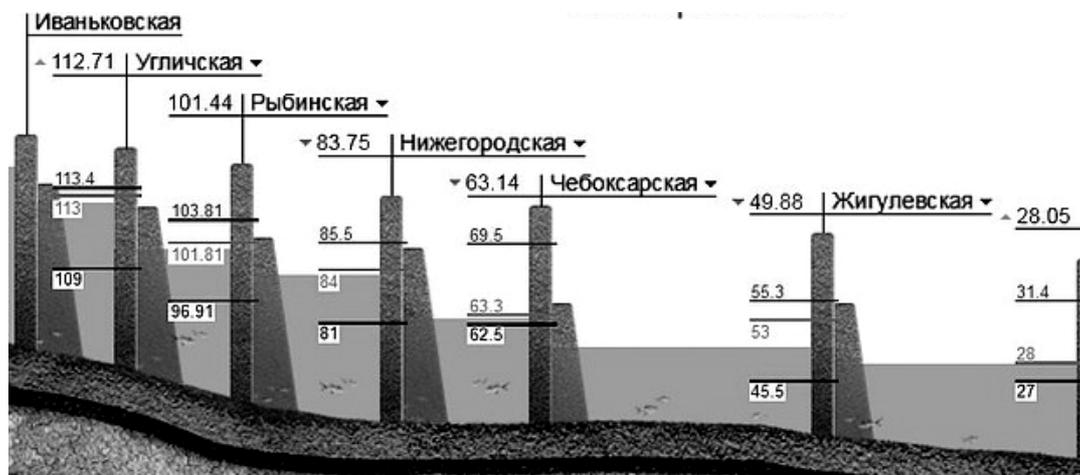


Рис. 7. Схема расположения ГЭС на реке Волге с обозначением ФПУ, НПУ и УМО.
Расположение основных гидроузлов Волжского бассейна с нормативными и экстремальными высотными абсолютными отметками водохранилищ (источник: <https://master-fisher.ru/wp-content/uploads/2019/05/volga-3.jpg>)

Анализ инженерно-геологических условий приакваториальных зон Казани показал особенность нерегулярного наслоения инженерно-геологических элементов различного генезиса в пределах исследованной территории и зависимость гидрогеологических условий площадок для реновационных мероприятий от гидрологического режима Куйбышевского водохранилища.

Берегоукрепление и защита приакваториальной зон р. Казанки и озера Кабан

Приакваториальная территория реки Казанки находится в режиме постоянного укрепления береговой зоны и её обустройства с обеспечением требуемой безопасности населения и инфраструктуры Казани от подтопления паводковыми водами и размывания берегов. С этой целью вдоль берегов реки осуществляется комплекс инженерных берегоукрепительных мероприятий с возведением конструкций подпорных стен. В рамках требований технического регламента о безопасности зданий и сооружений Федерального закона № 384-ФЗ, Правительство РФ, руководство Татарстана и города Казани защитным мероприятиям уделяют серьёзное внимание. Для надёжной защиты приакваториальных зон, специалистами осуществляются научно-практические изыскания, разрабатываются проектные решения, возводятся специальные берегоукрепительные сооружения с дополнительным инженерно-техническим инструментальным обследованием, вновь возведённых подпорных и удерживающих конструкций перед их сдачей в эксплуатацию. Так в апреле 2014 года специалистами ГУП «Татинвестгражданпроект», под научно-техническим руководством авторов, выполнены работы по инженерному обследованию технического состояния конструкций подпорных стен по объекту: «Берегоукрепительные работы на левом берегу Казанки» (Заказ № 7749, Инв. № 2399-ТЗ).

В соответствии с требованиями по обеспечению безопасности жизнедеятельности, при чрезвычайных случаях повышения уровня воды в Волжском бассейне, абсолютная отметка подошвы ленточного ростверка принята равной 49,150 м (БС), отметка низа анкерной плиты – 52,00 м (БС), а отметка верха подпорной стены назначена равной 55,30 м (БС), что на 300 мм выше абсолютной отметки обреза плотины ГЭС Куйбышевского водохранилища (рис. 8). НПУ составляет 53,00 м (БС). В связи этим, высота подпорной стены составляет 6,15 м. Численные значения абсолютных отметок конструкций береговой защиты, продиктованы НПУ Куйбышевского водохранилища, заполненного в 1957 году и зарегулированным режимом поверхностных и подземных вод

всего района Казани. Бассейн водохранилища, ежегодно наполняясь в периоды весенних половодий до НПУ, затем в течение всего года сбрасывается до минимальных уровней. К концу навигационного периода (летне-осенней межени) в маловодные годы уровень в водохранилище понижается до отметок 49,10-49,20 м. В зимний период за счёт максимального уменьшения объёма его уровень к весеннему наполнению может быть понижен до отметок 45,60-45,70 м.

Конструктивно укреплена и обустроена береговая зона театральной площади, вблизи театра Камала. Надёжно сформирован узел опорожнения воды озера в протоку Булак, через водовод, проложенный под проезжей частью улицы Татарстан.



Рис. 8. Берегоукрепительная подпорные стены вдоль акваториальной зоны реки Казанки (иллюстрации автора): а) общий вид конструкции подпорной стены с контрфорсами; б) сваи, погруженные вдоль берега Казанки; в) возведение монолитного железобетонного ростверка и подпорной стены с контрфорсами; г) подпорная стена с анкерными тягами, удерживаемая анкерной плитой; д, е) инструментальное обследование конструкций подпорной стены; е) общий вид и нормальное техническое состояние конструкций подпорной стены со стороны Казанки по состоянию на 2019 г.

На берегу озера Средний Кабан находится крупный спортивный комплекс – Центр гребных видов спорта, где проходили соревнования по гребле 16-17 июля 2011 года, гонки этапа чемпионата мира «Формула-1» на воде «F1H₂O» и во время Универсиады 2013 года. Сейчас комплекс является местом тренировок атлетов по всем видам гребли.

Инженерным обследованием, проведённым на основании ГОСТ Р 53778-2010 и ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга...»;

СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений» и в соответствии: СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции»; СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений»; СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции», было установлено, что техническое состояние строительных конструкций подпорных стен, включая: больверки, контрфорсы, ростверки, анкерные плиты, оценены, как имеющие работоспособное техническое состояние, и рекомендованы к завершению строительства согласно проекту 7749-АС и сдачи в эксплуатацию.

Конструкция постоянного гидротехнического берегоукрепительного сооружения III класса квалифицируется, как подпорная стенка вертикального уголкового профиля, возведённая на забивных железобетонных сваях сечением 350×350 мм, длиной 12 м, погруженных в два ряда вдоль набережной с замерным шагом 1,25 м. Несущая способность сваи С 120-35 по грунту – 700 кН. Больверк (монолитная железобетонная вертикальная стена) толщиной 300 мм, с рёбрами жёсткости (контрфорсами) толщиной 250 мм, размещёнными с шагом 2500 мм вдоль всей длины подпорной стены, установлен на монолитный железобетонный ленточный ростверк. За каждый из контрфорсов подпорной стены, при помощи стальных тяжёлых диаметром 42 мм, длиной 15830 мм, произведено крепление за удерживающие анкерные железобетонные плиты 1АП 50.15. Инструментальным обследованием установлено, что конструкции монолитных стен выполнены из тяжёлого бетона для гидротехнических сооружений, зоны переменного уровня воды, класса В25 (М350), F200, W8 и соответствуют требованиям ГОСТ 26633-91* и проектным решениям. Монолитная железобетонная анкерная плита 1АП 50.15 выполнена из бетона класса БСГ В25 (М350), П4, F50, W8 ГОСТ 7473-94 по щебёночной подготовке толщиной 150 мм. Расчётное усилие на растяжение на каждую анкерную тягу составляет 25,0 тонн. По длине подпорная стена разделена температурно-усадочными швами на деформационные блоки. Длина блоков составляет 10,0 и 20,0 м. Составлено и оформлено техническое заключение с выводами и рекомендациями. Результаты исследований находятся в архиве ГУП ТИГП, часть из которых приведены на рис. 10.

Анализ мероприятий по берегоукреплению и защите приакваториальных зон р. Казанки и озера Кабан показал, что это сложные инженерно-строительные мероприятия, которые должны проводиться системно с применением современных конструкций на основе результатов планомерных наблюдений за работой всей береговой системы Казани.

Заключение

1. Реновация всех приакваториальных зон Казани, включающая берегоукрепительные, защитные инженерно-технические и гидрологические мероприятия, должны осуществляться с учётом научно-обоснованных, режимных изменений нормативного уровня воды в Камском водохранилище с НПУ 53,00 м (БС). Обследованные авторами, вновь возведённые современные конструктивные типы подпорных стен и защитных береговых укреплений реки Казанки, а также существующие берегоукрепительные сооружения вдоль протоки Булак, оцениваются, как достаточные и соответствующие требованиям безопасной для жизнедеятельности высоты береговых ограждений, равной 53,00 м (БС).

2. С целью исключения и предотвращения подтопления пониженных участков территории города Казани в периоды максимального выпадения дождевых осадков, существующая система городской ливневой канализации в регулярном режиме должна находиться в работоспособном состоянии. По состоянию на 2020 год, физически и морально устаревшая, возведённая в середине 50-х годов, ливневая канализация Казани, уже не справляется с экстремальными потоками дождевых осадков и не может оцениваться, как работоспособная до полноценной реализации комплексного проекта генерального плана города Казани, завершение которого запланировано в 2040 г.

3. При разработке рабочей документации и выполнении строительно-монтажных и реновационно-реконструктивных работ по воплощению системы ливневой канализации в составе нового генерального плана Казани следует учитывать отечественный и зарубежный передовой опыт выполнения подобных систем ливнеотводов с эффективным использованием собранной воды в народно-хозяйственных целях.

Список библиографических ссылок

1. Mahtab Zaman, Igea Troiani. *Transdisciplinary Urbanism and Culture* : Springer International Publishing AG, 2018. 232 p.
2. Mike Lydon, Anthony Garcia. *Tactical urbanism* : Island Press, 2015. 255 p.
3. Cullinane J. *Maintaining and Repairing Old and Historical Buildings*. Hoboken : John Wiley & Sons, Inc, 2013. 264 p.
4. Преображенский Ю. В. Районы Нижнего Новгорода и Перми: особенности восприятия жителями // *Географический вестник*. 2019. № 1 (48). С. 33–41.
5. Закирова Ю. А., Хуснутдинова С. Р., Дембич А. А. Полицентричность города Казань: возможности и ограничения развития административных районов // *Географический вестник*. 2018. № 2 (45). С. 62–71.
6. Городецкая В. М. Волга – больше чем река: Экологическая агитбригада // *Чем развлечь гостей*. 2013. № 1. С. 17–19.
7. Михайлов А. М. Оценка состояния сети ливневой канализации города Красноярск: проблемы и особенности управления // *Молодой учёный*. 2017. № 44 (178). С. 70–72.
8. Чупин В. Р. Повышение эффективности управления муниципальным имуществом на примере инженерных сооружений по приёму поверхностных сточных вод // *Вопросы региональной экономики*. 2016. № 2. С. 83–99.
9. Карпенко Н. П. *Геоэкологический риск: анализ, оценки, управление. Геоэкологические проблемы природообустройства*. М. : Palmarium Akademik Publishing, 2014. 152 с.
10. Доронкина И. Г., Борисова О. Н. Эколого-экономическая эффективность технологических процессов очистки сточных вод // *Сервис в России и за рубежом*. 2015. № 4. С. 112–121.
11. Labunska I., Brigden K., Santillo D., Kiselev A., Johnston P. Russian Refuse III. Investigation of organic and heavy metal contaminants input and distribution in selected rivers of the Russian Federation // *Greenpeace Research Laboratories Technical Note*. 2014. № 4. P. 14–18.

Mustakimov Valery Raifovich

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: Mustakimovvr@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Mustakimov Albert Valerievich

architect

E-mail: architectus@mail.ru

PSO «FORCE»

The organization address: 420044, Russia, Kazan, Volgogradskaya st., 43

Renovation of Kazan's aquatorial zones**Abstract**

Problem statement. The purpose of the study is to identify the effectiveness, feasibility and need for a comprehensive renovation of the near – equatorial zones of the Volga, Kazanka and Kaban rivers, within the city of Kazan, with protective coastal engineering measures and the arrangement of the coastal territory in the system of city-forming and transport-pedestrian structures, against the background of intensive development of modern infrastructure and high requirements for environmental protection.

Results. The main results of the research are that the complex renovation of the near-Equatorial zones of the Volga, Kazanka and Kaban rivers, with coast-protecting engineering and technical measures and the development of the coastal territory, will significantly increase the

environmental attractiveness of the ancient city of Kazan. Organize an intensive influx of residents of the city, Tatarstan and guests to the cultural recreation zones formed by the renovation near natural water sources, improve and systematize the transport and pedestrian network of local sections and the city as a whole.

Conclusions. The significance of the results to urban design, architectural restoration and reconstruction of the sphere, as a result of complex geotechnical transformation and renovation of coastal areas prequaternary areas of the rivers Volga and Kazanka river and Kaban lake within the boundaries of the city of Kazan, is to: improve the degree of protection prequaternary urban areas from flooding during the flood period; the strengthening and improvement of the coastal zone; the formation of cultural areas-stop and comfortable rest of the population; creation of conditions to preserve and maintain requirements for the protection of the environment of megacities.

Keywords: renovation, near-equatorial zone, underground water, water drainage, bank protection, arrangement, hydraulic sinking, sheet pile, bolverki, buttresses, grillage, anchor.

References

1. Mahtab Zaman, Igea Troiani. *Transdisciplinary Urbanism and Culture* : Springer International Publishing AG, 2018. 232 p.
2. Mike Lydon, Anthony Garcia. *Tactical urbanism* : Island Press, 2015. 255 p.
3. Cullinane J. *Maintaining and Repairing Old and Historical Buildings*. Hoboken : John Wiley & Sons, Inc, 2013. 264 p.
4. Preobrazhenskiy Yu. V. Districts of Nizhny Novgorod and Perm: features of perception by the residents // *Geograficheskiy vestnik*. 2019. № 1 (48). P. 33–41.
5. Zakirova Yu. A., Khusnutdinova S. R., Dembich A. A. Polycentricity of the city of Kazan: opportunities and limits of the administrative districts development // *Geograficheskiy vestnik*. 2018. № 2 (45). P. 62–71.
6. Gorodetskaya V. M. Volga-more than a river: Environmental campaign team // *Chem razvlech' gostey*. 2013. № 1. P. 17–19.
7. Mikhailov A. M. Assessment of the state of the storm sewer network in the city of Krasnoyarsk: problems and features of management // *Molodoiy uchoniyy*. 2017. № 44 (178). P. 70–72.
8. Chupin V. R. Improving the efficiency of municipal property management on the example of engineering structures for receiving surface wastewater // *Voprosi regionalnoy ekonomiki*. 2016. № 2. P. 83–99.
9. Karpenko N. P. *Geoecological risk: analysis, assessment, management. Geoecological problems of nature management*. M. : Palmarium Akademik Publishing, 2014. 152 p.
10. Doronkina I. G., Borisova O. N. Ecological and economic efficiency of technological processes of wastewater treatment // *Service v Rossii i za rubegom*. 2015. № 4. P. 112–121.
11. Labunska I., Brigden K., Santillo D., Kiselev A., Johnston P. *Russian Refuse III. Investigation of organic and heavy metal contaminants input and distribution in selected rivers of the Russian Federation* // *Greenpeace Research Laboratories Technical Note*. 2014. № 4. P. 14–18.

УДК 72.025.4

Незвицкая Татьяна Викторовна

аспирант

E-mail: nezv@yandex.ru

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 190005, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4

Проблема выбора вида и способа работ при сохранении памятников деревянного зодчества

Аннотация

Постановка задачи. Цель исследования – выявление современного процесса выбора вида и способа проведения работ по сохранению памятников деревянного зодчества и определение существующих видов и способов проведения работ. А также проведение практического предварительного исследования выбора вида и способа работ по сохранению памятников деревянного зодчества на примере церкви Покрова Пресвятой Богородицы, объекта Юнеско.

Результаты. Разработана табличная форма по оценке выбора вида и способа работ по сохранению, где критериями оценки являются историко-культурная ценность и техническое состояние памятника. Выявлена иерархия подходов к сохранению в зависимости от степени воздействия. Выявлена классификация видов работ.

Выводы. Значимость полученных результатов для архитектуры и деятельности по сохранению объектов культурного наследия состоит в необходимости использования системы экспертной оценки вмешательств в памятник деревянного зодчества в постоянно меняющемся современном мире с учетом антропогенных, экологических, социальных, экономических и иных факторов, что позволит добиться больших результатов. Основные результаты исследования заключаются в предварительной оценке решений по сохранению храма Покрова Пресвятой Богородицы.

Ключевые слова: историко-культурная ценность, памятники деревянного зодчества, виды и способы сохранения, реставрация, консервация, ремонт.

Введение

Интерес к сохранению памятников деревянного зодчества в России возник еще в XIX веке, когда российский архитектор Л.В. Даль в поисках новых самобытных архитектурных образов одним из первых обратил внимание на народное зодчество [1]. С тех пор накопленные знания о традиционной деревянной архитектуре стали основой для их сохранения. Историко-культурная ценность, в том числе объемно-пространственное решение, градостроительная ценность, окружающая среда, ландшафт, строительная история – это одни из основных индивидуальных характеристик памятника. Последующие мероприятия по сохранению объектов неизбежно сталкиваются со сложной проблемой поиска адекватного соотношения ценностных характеристик и реставрационных воздействий. При реставрации памятника невозможно построить модель «идеального объекта». Методология сохранения памятников, основной подход к направленности ведения работ и требования к результату этих работ должны в каждом случае обговариваться на уровне выдачи задания и являться предметом обсуждения на промежуточных этапах как проектных, так и производственных работ. Автором предлагается рассмотреть проблему выбора вида и способа работ по сохранению памятников деревянного зодчества на примере сложных архитектурных объектов – деревянных храмов Заонежья, Республики Карелия.

Определение историко-культурной ценности памятников архитектуры с XIX века до настоящего времени представлены в работах российских и зарубежных специалистов в области истории, архитектуры, философии, культурологии А. Ригля, В. Фродля, Е.В. Михайловского, О.И. Пруцына, М.С. Глазмана, А.В. Иконникова, А.Г. Раппопорта, Г.Ю. Сомова, Н.Ю. Лысова, А.В. Слабухи, Ю.Ю. Курашева, С.В. Зеленовой и других. Исследовательские работы были направлены на разработку критериев и системы оценки

историко-культурной ценности. В работе О.И. Прудына, например, определены характеристики исторической ценности с критерием принадлежности объекта к историческому событию, исторической обоснованности и достоверности, исторической среде; градостроительной ценности с критериями, определяющими место объекта в среде; архитектурно-эстетической ценности, базирующейся на архитектурных критериях времени и стилей, значимости; эмоционально-художественной ценности, связанной с критериями человеческого восприятия архитектурного объекта; научно-реставрационной ценности, связанной с критериями строительства, перестроек, реставраций, изменением архитектурно-планировочных решений; функциональной ценности, основанной на критериях исполнения первичной функции и приспособления памятника под новые функции [1]. А.В. Слабуха и С.В. Зеленова [2-4] предлагают формализованную бальную таблицу для оценки историко-культурной ценности и обращают внимание на изменение критериев с течением времени.

Сохранение историко-культурной ценности памятника деревянного зодчества приобретает особое значение при проведении реставрационных работ. В ходе этой деятельности изменяется не только научно-реставрационная ценность объекта, но, возможно, и архитектурно-эстетическая, эмоционально-художественная, градостроительная и функциональная. Алоиз Ригль еще в XIX веке рекомендовал «избегать произвольного и слишком энергичного вмешательства в судьбу древнего произведения» [5]. Его совет связан с защитой индивидуальных ценностных характеристик памятника, которые могут пострадать в результате активных вмешательств со стороны человека.

Ретроспектива деятельности человека по отношению к архитектурно-планировочным решениям сооружения показывает, что вмешательства в историко-культурную ценность будущего памятника особенно активно проводились в XIX веке, когда «обезображиваемых реставрациями памятниках древнего русского зодчества» невозможно было отличить от каменных построек [6].

В XIX веке Алоиз Ригль считал, что консервация должна стать приоритетным направлением деятельности по сохранению памятников архитектуры [7]. Однако со второй половины XX века началась активная реставрационная деятельность по передовой методике, разработанной А.В. Ополовниковым [8-10]. Причиной этому послужило неудовлетворительное состояние памятников деревянного зодчества, особенно деревянных храмов, находящихся в забвении более 40 лет. Реставрация изменила их объемно-пространственные решения. В результате работ по «раскрытию» были демонтированы такие позднейшие наслоения, как обшивка тесом стен, металлическая обшивка глав, бочек и кровель. Также были восстановлены традиционные окна и двери. Благодаря стараниям А.В. Ополовникова сохранено большое количество памятников деревянного зодчества и создан историко-архитектурный и этнографический музей-заповедник «Кижы».

В последние десятилетия XX века отношение к деревянным храмам изменилось, как и отношение к «позднейшим наслоениям». Сохраняются позднейшие наслоения (обшивка) при реставрации храмов в Заонежье: Ильинской церкви в д. Поля, часовни Георгия Победоносца в д. Кефтеницы, часовни Успения Богородицы в д. Васильево. Как справедливо пишет об этом Чезаре Бранди: «реставратор также должен оставлять участки произведений в том состоянии, которое предшествовало его вмешательству». Максимальное сохранение объекта было определено им как «критический подход к реставрации», где результат работ определяется по ценности, заключенной в памятнике [11].

Оценка выбора вида и способа работ

В начале XXI века были нормативно определены виды работ по сохранению: консервация, ремонт, реставрация, приспособление для современного использования. В нормах определено три способа ведения работ. Два традиционных – это вывешивание срубной конструкции памятника и переборка. Один современный – лифтинг. На основе анализа практического опыта сохранения храмов Заонежья выявлена следующая классификация видов работ: мониторинг, содержание, профилактика, консервация, укрепление, усиление, противаварийные работы, ремонт, реставрация (целостная, фрагментарная, комплексная), работы по приспособлению под современное использование.

Сочетание видов работ происходит при комплексном и системном подходе, а именно: ремонтно-реставрационные работы, реставрация с элементами консервации или укрепления, противоаварийные работы и реставрация, реставрация и приспособление. Любое воздействие на объект культурного наследия является вмешательством.

Оценка вмешательств в ценностные характеристики объекта – важная часть процесса проектирования намечаемых мероприятий по сохранению памятников деревянного зодчества, поскольку она позволяет избежать или минимизировать потенциальный негативный эффект от опрометчивых действий реставраторов. Проведение работ по сохранению по определению состоит из процессов укрепления, раскрытия и восполнения [12]. Предполагаемое вмешательство в элементы конструкций, функциональные блоки и в целом объект изменяет не только их физические свойства, но и зачастую визуальные архитектурные качества. Вмешательство может быть временного или постоянного характера, обратимое или необратимое, наносить ущерб или не наносить ущерб конструкциям.

При проведении историко-архитектурных исследований памятника проводится оценка технического состояния объекта. Степень разрушений и деформаций объекта фиксируется для выявления причин их возникновения. При оценке работ по сохранению памятника проводятся базовые аналитические исследования по сопоставлению степени вмешательства и его влияния на историко-культурную ценность. Учитывая своеобразие каждого отдельного памятника, условия его существования и эксплуатации, невозможно выработать универсальные критерии сохранения, они должны определяться для каждого конкретного объекта, при наличии единой методологической направленности на сохранение предмета охраны памятников. В Уставе Вигга дано определение, что именно «политика сохранения, соответствующая месту, должна быть сначала определена пониманием ее культурной значимости и физического состояния объекта» [13].

Выбор вида и способа работ предполагает следующий алгоритм действий. Необходимо выполнить материальные и нематериальные исследования объекта. Уже в XIX веке Л.В. Даль отмечал, что понимание «происхождения частей в целом произведения зодчества возможно только при серьезном историческом его изучении» [14]. На стадии предварительных работ собираются историко-архивные и библиографические сведения об объекте. Предварительные натурные схематические обмеры, фотофиксация и инженерные исследования. Определяется техническое состояние деревянного храма, исследуются слабые места в конструкции данного типа храма, выполняются иные исследования. При сборе информации об объекте основные характеристики будут касаться непосредственно исторической материи памятника: архитектуры, конструкций, элементов, связи между ними, исторических следов, разновременных наслоений, состояния. Должна быть исследована информация нематериального характера об истории памятника и его мемориальной ценности. На основании полученных предварительных данных о техническом состоянии памятника и иных сведений работы завершаются разработкой программы дальнейших действий по сохранению и научным исследованиям. В том числе предлагается предварительный метод реставрации, способ и вид работ. На этом этапе можно предложить табличную форму с критериями оценки историко-культурной ценности и технического состояния памятника деревянного зодчества, применяемую в этой работе. Далее выполняются комплексные научные исследования, инженерные изыскания. На этом этапе реализуется программа научных исследований, составленная ранее. Характеристика историко-культурной ценности может быть расширена и уточнена в ходе изучения объекта культурного наследия и тогда процедура оценки выполняется повторно для проверки результатов. Научный отчет по итогам проведенных работ служит обоснованием эскизных и проектных решений по сохранению объекта. Таким образом, выбор вмешательства в памятник начинается с предварительных работ, и должен конкретизироваться на каждом этапе работ с учетом полученных сведений.

Принятие решения о сохранении памятника деревянного зодчества с оценкой степени вмешательства в его историческую материю можно разделить на следующие этапы. Первый этап – это изучение, обследование объекта. Второй этап – систематизация данных, критическое осмысление, анализ. Третий этап – процесс оценки. Выполнить

более объективно третий этап возможно на основе формализованной оценочной шкалы вмешательств. Для выбора решения необходимо определить критерии оценки. Историко-культурная ценность и значимость – это основные критерии оценки по отношению к памятнику. Для видов и способов работ – это степень вмешательства в его исторические конструкции. Шкала оценки выстраивается следующим образом: по горизонтальной оси – альтернативные виды работ по сохранению (степень вмешательства) и по вертикали – характеристики историко-культурной ценности и значимости. Чтобы сравнить виды и способы работ, кроме степени влияния на историко-культурную ценность объекта, необходимо учитывать длительность вмешательства, наличие и возможности финансовых, технических и технологических средств, а также наличие трудовых и материальных ресурсов. Из перечисленного следует, что эксперты должны иметь информации больше, чем установлено существующими нормами. Таким образом, в процессе выбора оптимального вида и способа проведения работ необходимо участвовать как разработчикам проекта, так и пользователям или собственникам объекта и органам государственной власти в сфере охраны объектов культурного наследия, финансового обеспечения и местного самоуправления.

Решение по выбору вида и способа работ по сохранению должно принимать во внимание следующие принципы оценки: обоснование оценки, по возможности учитываются все критерии; возможность реально выполнить запланированные мероприятия; возможность повторной проверки оценки решения и возможности его изменения; максимальное соответствие поставленной цели. «Выбор конечной цели реставрации – аргументированная система критериев общественной ценности памятников истории и культуры», – именно так определяли подход к сохранению профессионалы своего дела в Карелии во второй половине XX века [15]. При выборе вида и способа сохранения важно соблюдение баланса между сохранением аутентичности и сохранением прочностных характеристик памятника; между художественным восприятием и сохранением всех наслоений; между консервацией и реставрацией. Поэтому так важно участие в процессе специалистов из разных областей знаний и коллегиальное обсуждение вопроса.

Практическая исследовательская работа

Церковь Покрова Пресвятой Богородицы Кижского погоста относится к традиционному типу северных русских храмов, «восьмерик на четверике с трапезной» (рис. 1).



Рис. 1. Церковь Покрова Пресвятой Богородицы Кижского погоста (иллюстрация автора)

Состояние церкви признано неудовлетворительным по ряду причин. Первая – неудовлетворительное состояние древесины (высокая степень деструкции внешних элементов строения, развитие грибов, умеренной гнили). После пропитки препаратом на основе пентахлорфенола в 1974-1975 годах состояние древесины ухудшилось. Исследования, проведенные в 1999 году, выявили, что содержание фенольных веществ сохраняется в пропитанной древесине около 25 лет [16, 17]. Соли неорганических веществ удерживают влагу в древесине и становятся очагом заражения. Вторая причина – деформации срубовых конструкций и разрушение фундамента. В начале XX века были выполнены первоочередные мероприятия по укреплению сруба, но требуется дальнейшее вмешательство для комплексного решения вопроса сохранения.

В 2017 году ИККРОМ доверил проведение Первого международного курса «Консервация и реставрация памятников деревянной архитектуры» музею «Кижы». В 2019 году на вторые курсы ИККРОМ приехали опытные профессионалы в сфере реставрации и архитектуры из 14-ти стран мира: Аргентины, Новой Зеландии, Филиппин, Словении, Австралии, Турции, Финляндия, Канады, Японии, Палестины, Польши, Индии, Испании. В ходе проведения курса им было предложено выступить в качестве экспертов в практической работе по предварительной оценке альтернативных видов и способов работ на объекте, включенном в список ЮНЕСКО – церкви Покрова Пресвятой Богородицы Кижского погоста.

При любой оценке принимаемого решения формулируется цель, направленная на реализацию поставленной задачи. Целью проведения работ по сохранению этого храма является максимальное сохранение историко-культурной ценности при минимальном вмешательстве. Этап оценки решения по сохранению предварительный (учебный). В результате работы мы получаем два типа экспертных оценок: коллегиальный и индивидуальный. Эксперты анализируют виды и способы альтернативных вариантов проведения работ и выбирают вариант, предпочтительный для объекта. Экспертная оценка является эффективным механизмом в установлении историко-культурной ценности памятника [18]. Применяемый в настоящем исследовании метод экспертной оценки называется методом векторных предпочтений.

Эксперты были разделены на две группы, чтобы обсудить цели, критерии, виды и способы работ. Были определены ценностные характеристики, которые влияют на выбор работ: техническое состояние храма (степень сохранности элементов, функциональных блоков и степень сохранности всего памятника); состояние конструкций (деформации); историческая ценность (историческая достоверность, подлинность); архитектурно-эстетическая ценность (представительность); градостроительная ценность (ансамблевость, ландшафт). Не учитывались при рассмотрении функциональная ценность и эмоционально-художественная ценность, которые были приняты за неизменяемые критерии. Группы должны были выдать коллективное заключение о сохранении памятника. В случае получения разных вариантов была возможность обсудить предлагаемые решения путем дискуссии.

На первом этапе работ эксперты провели визуальное обследование церкви, ознакомились с ее техническим состоянием, с данными биомониторинга, мониторингом деформаций, антропогенной нагрузкой на объект. В результате ими была дана оценка разным вариантам вмешательства с учетом общего состояния церкви, ее конструкций и исторических элементов, историко-культурной ценности, особенностей архитектурной формы, наличия исторических наслоений, существующей, как у музейного экспоната, антропогенной нагрузки, архитектурного и природного окружения и ландшафта. Экспертам было предложено заполнить собственную таблицу для получения индивидуальной экспертной оценки. Оценка степени вмешательства в историческую материю памятника показывает иерархию подходов к сохранению в зависимости от степени воздействия вида и способа работ (рис. 2).

Иерархия подходов к сохранению в зависимости от степени воздействия вида и способа работ

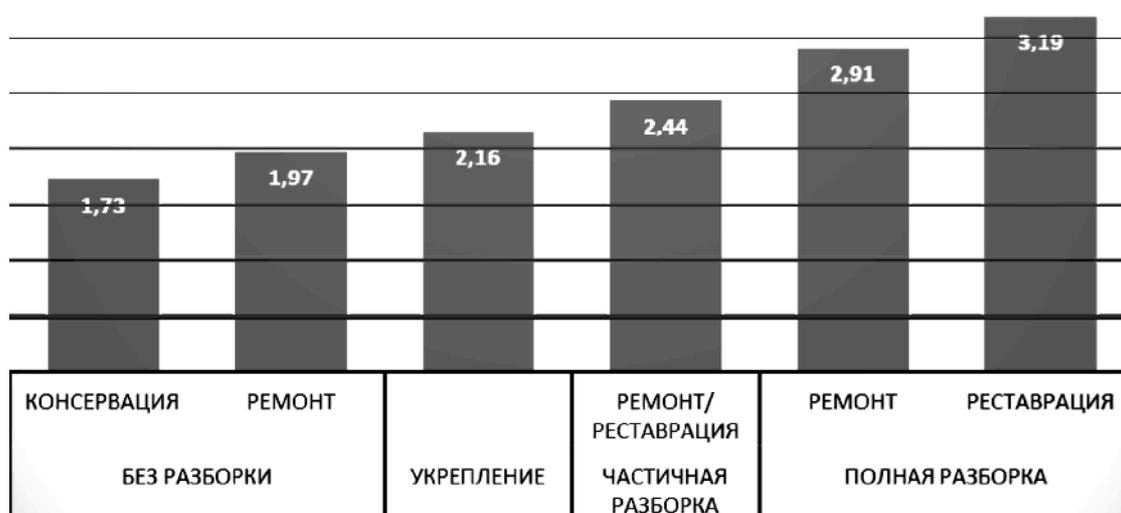


Рис. 2. Иерархия подходов к сохранению
в зависимости от степени воздействия вида и способа работ (иллюстрация автора)

Формализованная таблица с видами и способами ведения работ содержала балльную оценку степени воздействия, где «0» – наименьшее воздействие и «5» – максимальное. По результатам обсуждения принятых группами решений по сохранению храма большинством голосов был выбран вид работ – консервация с элементами ремонта и укрепления. Способ работ предлагался без разборки или с частичной разборкой. Этот же вариант, наряду с другими, предлагался в ходе консультативной миссии ИКОМОС объекта Всемирного наследия «Кижский погост» в 2018 году [19]. В результате интерполяции индивидуальных оценок мнение большинства экспертов совпало с коллективным (табл.).

Таблица

Взаимосвязь ценностных характеристик памятника и мероприятий по его сохранению

Ценностные и технические характеристики церкви	Способы и виды работ					
	Без разборки		Укрепление	Частичная разборка	Полная разборка	
	консервация	ремонт			Ремонт/реставр.	Ремонт
Техническое состояние храма	1,71	1,86	1,93	2,54	3	3,21
Состояние конструкций	2,50	2,5	1,29	1,50	2,79	2,79
Историческая ценность	1,14	1,71	2,36	2,54	2,86	3,50
Архитектурно-эстетическая ценность	1,64	2,00	2,64	2,32	2,86	3,00
Градостроит. ценность	1,64	1,79	2,57	3,29	3,07	3,43
ИТОГ	1,73	1,97	2,16	2,44	2,91	3,19

Антропогенные, экологические, социальные, экономические и многие другие факторы требуют разработки новых подходов к сохранению памятников, в частности, к

самой процедуре оценки таких подходов. Таким образом, при разработке предложений по сохранению объекта автор предлагает учитывать следующее:

- возможное влияние вмешательства в историко-культурную ценность объекта в зависимости от выбранного способа сохранения и вида работ;
- степень сохранности и аутентичности памятника;
- сохранение окружающей среды и ландшафта;
- дальнейшее использование объекта с учетом введения его в культурный и научный оборот;
- содержание памятника и прогнозирование дальнейших работ;
- возможности и наличие подрядных организаций для реализации работ, обладающих достаточной профессиональной компетенцией (дополнительно: транспортной доступности, возможности создания нормальных бытовых условий работникам, условий поставки материалов и проведения работ);
- меры защиты конструкций от неблагоприятных атмосферных, антропогенных и иных видов воздействий, а также меры защиты окружающего ландшафта;
- мероприятия по охранной и противопожарной защите;
- план управления памятником.

Важную роль для обеспечения долговечности деревянного храма выполняют работы по его содержанию и защите после реставрации. Планирование мероприятий по сохранению памятника предполагает комплексный и системный подход. В настоящее время в проектах по сохранению не предусмотрены стадии эксплуатации и содержания объекта, а также введение его в культурный и научный оборот. «Когда здания регулярно обслуживаются, период между активными вмешательствами может быть значительно увеличен» [20]. Эти мероприятия в большей части относятся к административно-управленческой компетенции собственника объекта. При отсутствии этой составляющей в комплексе мероприятий по сохранению объекта уменьшается эффективность проведенных работ и долговечность памятника. К примеру, немецкие ученые считают, что при правильном содержании деревянные конструкции могут существовать более 500 лет [20], что подтверждает важность планирования, проведения и прогнозирования деятельности по сохранению памятников, при понимании всего многообразия мероприятий. Таким образом, необходимо учитывать, что деятельность по сохранению не завершается реставрацией объекта.

Заключение

В результате проведенного исследования по оценке выбора вида и способа работ по сохранению памятников деревянного зодчества на примере церкви Покрова Пресвятой Богородицы выявлена иерархия подходов к сохранению в зависимости от степени воздействия. Классификация видов работ, обозначенная в статье, предполагает комплексный и системный подход к сохранению памятников деревянного зодчества. В практической деятельности выполняются одновременно два вида работ и более. Деятельность по сохранению имеет поэтапный характер и должна сопровождаться оценкой принимаемых решений на всех стадиях реализации проекта. Объективность выбора вида и способа работ зависит от экспертной оценки, как коллективной, так и индивидуальной.

Список библиографических ссылок

1. Слабуха А. В. Установление историко-культурной ценности объектов архитектурного наследия (часть 1): организационно-методические проблемы // Человек и культура. 2016. № 6. С. 1–8.
2. Слабуха А. В. Установление историко-культурной ценности объектов архитектурного наследия (часть 2): критерии и метод в современной экспертной практике // Человек и культура. 2016. № 6. С. 9–22.
3. Пруцын О. И. Реставрация и реконструкция архитектурного наследия. Теоретические и методические основы реставрации исторического и архитектурного наследия. М. : Академия реставрации, 1997. 104 с.
4. Зеленова С. В. Применение «Методики определения категории историко-культурной ценности объектов историко-архитектурного наследия» на примере

- памятника инженерного зодчества В.Г. Шухова – опоры ЛЭП НИГРЭС в г. Дзержинске Нижегородской области // Известия Орловского государственного технического университета. Серия: Строительство и транспорт. 2007. № 3. С. 88–95.
5. Riegl A. Le culte moderne des monuments. Son essence et sa genèse // Trad. de l'allemand par Daniel Wieczorek. Avant-propos de Françoise Choay. 1984. 123 p.
 6. Деревянные церкви // Художественно-технический журнал Зодчий. 1872. № 1. С. 2–4.
 7. Riegl A. Le culte moderne des monuments. Son essence et sa genèse // Trad. de l'allemand par Daniel Wieczorek. Avant-propos de Françoise Choay. 1984. 123 p.
 8. Ополовников А. В. Памятники деревянного зодчества Карело-финской ССР. М. : Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1955. 192 с.
 9. Ополовников А. В. Реставрация памятников народного зодчества. М. : Искусство, 1974. 391 с.
 10. Ополовников А. В. Русское деревянное зодчество. М. : Искусство, 1986. 308 с.
 11. Бранди Ч. Теория реставрации и другие работы по темам охраны, консервации и реставрации. Италия : Nardini Editore, 2011. 264 с.
 12. Бобров Ю. Г. Философия современной консервации-реставрации. Иллюзии и реальность. М. : Художественная школа, 2017. 288 с.
 13. The Burra Charter: The Australia ICOMOS Charter for Places of Cultural Significance. Australia ICOMOS, Australia // ICOMOS. URL: <http://openarchive.icomos.org/2145> (дата обращения: 14.03.2020).
 14. Даль Л. В. Историческое исследование памятников русского зодчества // Художественно-технический журнал Зодчий. 1872. № 2. С. 9–10.
 15. Вахрамеев Е. В. Некоторые методологические вопросы реставрации памятников деревянного зодчества Карелии (из опыта работ 1970-1998 годов) // Актуальные проблемы исследования и спасения уникальных памятников деревянного зодчества России, международный симпозиум. 1999. С. 18–24.
 16. Отчет // НАМЗК, Ф.1. Оп.3. Ед. хр. 1963. Л. 4.
 17. Kisternaya M., Kozlov V. Chemical protection of historic timber structures. Results and future needs. IRG/WP 10-40487 : Proc. of the International Research Group on Wood Protection, Stockholm, 2010. 4 p.
 18. Слабуха А. В. Установление историко-культурной ценности объектов архитектурного наследия (часть 1): организационно-методические проблемы // Человек и культура. 2016. № 6. С. 1–8.
 19. Отчет консультативной миссии ИКОМОС на ОВН «Кижский погост» (С 544) 13-17 марта 2018 г. // Кижь. URL: https://kizhi.karelia.ru/media/info/files/attached/1807/otchet_missii_2018_1.pdf (дата обращения: 12.12.2019).
 20. Larsen K., Marstein N. Conservation of Historic Timber Structures An ecological approach. Oslo, 2016. 117 p.
 21. Дульзон А. А., Лисовская Н. А., Пфайфер М., Эккерт Х. Проблема сохранения деревянного зодчества г. Томска // Известия Томского политехнического университета. 2010. т. 317. № 6. С. 228–232.

Nezvitskaya Tatiana Viktorovna

post-graduate student

E-mail: nezv@yandex.ru

Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

The organization address: Russia, 190005, Saint- Petersburg, 2nd Krasnoarmeyskaya st., 4

The problem of choosing the type and method of work when saving the monuments of wooden architecture

Abstract

Problem statement. The purpose of the research is to identify the modern process of choosing the types and methods of carrying out work to preserve the monuments of wooden

architecture. To determine existing types and methods of work. Conduct a practical preliminary study of the choice of the type and method of preserving wooden architecture monuments using the example of the Church of the Intercession of the Holy Virgin, a UNESCO site.

Results. A tabular form has been developed for assessing the choice of the type and method of conservation work, where the evaluation criteria are the historical and cultural value and technical condition of the monument. Determinate the hierarchy of conservation approaches depending on the degree of impact. The classification of types of work is revealed.

Conclusions. The significance of the results obtained for the conservation of monuments lies in the need to use a system of expert evaluation of interventions in monuments of wooden architecture in a constantly changing modern world, taking into account anthropogenic, environmental, social, economic and other factors that will achieve great results. The main results of the study were concluded during a preliminary assessment of decisions to preserve the Church of the Protection of the Holy Virgin.

Keywords: historical and cultural value, monuments of wooden architecture, types and methods of conservation, restoration, conservation, repair.

References

1. Slabukha A. V. Establishment of historical and cultural value of objects of architectural heritage (part 1): organizational and methodological problems // *Chelovek i kultura*. 2016. № 6. P. 1–8.
2. Slabukha A. V. Establishment of historical and cultural value of objects of architectural heritage (part 2): Criteria and method in modern expert practice // *Chelovek i kultura*. 2016. № 6. P. 9–22.
3. Prutsyn O. I. Restoration and reconstruction of architectural heritage. Theoretical and methodological foundations of restoration of historical and architectural heritage. M. : Akademiia restavratsii, 1997. 104 p.
4. Zelenova S. V. Application of the «Methodology for determining the category of historical and cultural value of objects of historical and architectural heritage» on the example of the monument of engineering architecture V.G. Shukhov – the support of the NIGRES power transmission line in Dzerzhinsk, Nizhny Novgorod Region // *Izvestiya Orlovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Stroitelstvo i transport*. 2007. № 3-15. P. 88–95.
5. Riegl A. Le culte moderne des monuments. Son essence et sa genèse. In: Trad. de l'allemand par Daniel Wiczorek. Avant-propos de Françoise Choay. 1984. 123 p.
6. Wooden churches // *Khudozhestvenno-tekhnicheskii zhurnal zodchii*. 1872. № 1. P. 2–4.
7. Riegl A. Le culte moderne des monuments. Son essence et sa genèse. In: Trad. de l'allemand par Daniel Wiczorek. Avant-propos de Françoise Choay. 1984. 123 p.
8. Opolovnikov A. V. Monuments of wooden architecture of the Karelian-Finnish SSR. M. : Gosudarstvennoe izdatelstvo literatury po stroitelstvu i arkhitekture, 1955. 192 p.
9. Opolovnikov A. V. Restoration of monuments of folk architecture. M. : Iskusstvo, 1974. 391 p.
10. Opolovnikov A. V. Russian wooden architecture. M. : Iskusstvo, 1986. 308 p.
11. Brandi Cesare. Theory of restoration and other works on the themes of guard, preservation and restoration. Italy : Nardini Editore, 2011. 264 p.
12. Bobrov U. G. Philosophy of modern preservation-restoration. Illusions and reality. M. : Khudozhestvennaia shkola, 2017. 288 p.
13. The Burra Charter: The Australia ICOMOS Charter for Places of Cultural Significance. Australia ICOMOS, Australia // ICOMOS. URL: <http://openarchive.icomos.org/2145/> (reference date: 14.03.2020).
14. Dal L. V. Historical research of monuments of Russian architecture // *Khudozhestvenno-tekhnicheskii zhurnal zodchii*. 1872. № 2. P. 9–10.
15. Vahrameev E.V. Some methodological questions of restoration of monuments of wooden architecture of Karelia (from experience of works 1970-1998) are issues of the day of

- research and rescue of unique monuments of wooden architecture of Russia, international symposium / SPb, 1999. P. 18–24.
16. Report // NAMZK, F. 1. Op. 3. D. 1963. L. 4.
 17. Kisternaya M., Kozlov V. Chemical protection of historic timber structures. Results and future needs. IRG/WP 10-40487 : Proc. of the International Research Group on Wood Protection, Stockholm, 2010. 4 p.
 18. Slabukha A. V. Establishment of historical and cultural value of objects of architectural heritage (part 1): organizational and methodological problems // Chelovek i kultura. 2016. № 6. P. 1–8.
 19. Report of the ICOMOS advisory mission to the Kizhi Pogost (C 544) March 13-17, 2018 Kizhi. URL: https://kizhi.karelia.ru/media/info/files/attached/1807/otchet_missii_2018_1.pdf (reference date: 12.12. 2019).
 20. Larsen K., Marstein N. Conservation of Historic Timber Structures An ecological approach. Oslo, 2016. 117 p.
 21. Dulzon A. A., Lisovskaya N. A., Pfajfer M., Ekkert X. Problem of maintenance of wooden architecture Tomsk // Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. 2010. vol. 317. № 6. P. 228–232.

УДК 72.036

Сайфуллина Ляйля Шавкатовна

доцент

E-mail: lasaif@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Садыкова Диляра Маратовна

архитектор

E-mail: dilyara.mozhet.sadykova@gmail.com

ООО «ПартнерПроект»

Адрес организации: 420095, Россия, г. Казань, ул. Восстания, д. 100

**К вопросу изучения исторической застройки Казани советского периода
на примере здания пожарного депо,
расположенного по адресу г. Казань, ул. Мало-Московская, 19**

Аннотация

Постановка задачи. Основная задача исследования – анализ исторического, градостроительного и архитектурного аспекта застройки Казани советского периода на примере здания пожарного депо Казани на Мало-Московской улице. Здание является объектом исторически ценной градоформирующей застройки, является редким примером Казанской архитектуры советского конструктивизма 1930-х годов.

Результаты. Основные результаты исследования состоят в выявлении ценных сведений об исторической застройке Казани советского периода. Пожарное депо завода «Обозных деталей» построено в 1934-1935 гг. в комплексе со зданиями завода «Обозных деталей», построенного ранее – в 1930-1935 гг., и жилым кварталом завода, что явилось одной из первых попыток внедрения в практику градостроительного проектирования г. Казани принципов соцгорода.

Выводы. Значимость полученных результатов для архитектуры заключается в выявлении исторических, градостроительных сведений о застройке Казани советского периода первой половины XX века. Выявлены общие проблемы изучения исторически ценных объектов промышленных зон в Казани первой половины XX века.

Ключевые слова: исторически ценная градоформирующая застройка, пожарное депо, конструктивизм, завод «Обозных деталей», пожарная каланча, Адмиралтейская слобода, слобода Кзыл-Армия, Казанский вертолетный завод, соцгород.

Введение

Тенденции строительства советской архитектуры первой половины XX века распространились во многих странах мира – странах СНГ и Евросоюза [1]. Именно поэтому изучение проблем сохранения культурного наследия советской архитектуры актуально во всем мире.

Мировое сообщество уделяет серьезное внимание угрозе наследию советской архитектуры XX века. Так этой теме была посвящена специальная публикация ИКОМОС «Советское наследие и Европейский модернизм», основанная на «Диалоге Берлин-Москва по охране памятников, 2004-2005» и на докладах международной конференции «Наследие в опасности. Сохранение архитектуры XX века и всемирное наследие» 2006 г. [2]. Проблему сохранения советского авангарда освящали международные средства массовой информации (СМИ), такие как The Gaurdian [3]. Градостроительство Сталинского времени так же вызывает интерес в других странах, ему посвящена книга Хеттера Д. Дехана [4].

Рассматриваемый объект – пожарное депо – расположен в Республике Татарстан, в городе Казани, район Кировский, ул. Мало-Московская, д. 19. Часто для обозначения территории расположения данного объекта используют ее историческое название – Адмиралтейская слобода.

Исследования ценной исторической застройки этого района стали особенно актуальны в последние годы, так как территория Адмиралтейской слободы нуждается в комплексной реконструкции и находится в неудовлетворительном состоянии.

Вопросы реконструкции Адмиралтейской слободы в основном рассматривались глобально, стратегически, но не рассматривались детально, в границах определенного объекта. Основными источниками информации по этой теме являются публикации С.П. Саначина [5], Гариповой Г.З. [6], М.М. Искандарова [7]. Публикации в основном имеют общий градостроительный характер, охватывая историю застройки города в целом, не рассматривая подробную историю отдельных построек, в частности, территории, рассматриваемой в данной статье.

Градостроительный аспект актуальности исследования

Адмиралтейская слобода была основана по приказу Петра I в 1718 году, ранее здесь находилось село Бишбалта, старое татарское кладбище, там жили столяры и мастера корабельного дела. Основной улицей на тот момент была улица Большая, которая связывала центр города и Московский тракт, ее изгиб объясняется направлением к соляному каналу, где отмачивали дерево. Направление этой улицы легло в основу поворота планировочной структуры при реализации регулярного плана города. С XIX века основной улицей становится – Московская (ныне Клары Цеткин). Историческое разнообразие функций объясняет разномасштабную и разнонаправленную планировочную структуру, которая сохранилась до нашего времени. Большое количество морфотипов застройки сохранилось до наших дней, каждый олицетворяет свою эпоху: начиная с жилой единицы XVIII века, заканчивая советскими ансамблями и современными постройками.

Адмиралтейская слобода обладает уникальной исторической ценностью, входит в границы исторического поселения г. Казани. Большое количество выявленных объектов культурного наследия создает туристический потенциал этой территории. Также в слободе находятся ценные градоформирующие объекты, многие из которых явно требуют повышения статуса охраны.

На градостроительном уровне с 2013 года разрабатываются концепции устойчивого развития Адмиралтейской слободы г. Казани, создаются мастер-планы по реконструкции Адмиралтейской слободы. Разработкой концепций, связанных с Адмиралтейской слободой, занимались проектный институт «Казгражданпроект», научно-исследовательский и проектный центр «Интерра» при КГАСУ под руководством А.А. Дембича [8], архитектурное бюро SPEECH под руководством Э.С. Чобана [9].

Действительное отношение общества к застройке Адмиралтейской слободы в современное время скорее отрицательное. Существующие постройки, в частности постройки советского периода, находятся в удовлетворительном и неудовлетворительном состоянии. В результате восстановления института частной собственности с 1990 г. многие здания, из-за утраты востребованности части типов общественных зданий, находились под угрозой демонтажа. Новых собственников привлекало местоположение земельных участков. Но историко-культурная, градоформирующая ценность застройки советского периода в то время была недооценена.

В 2016 году 19 июля здание пожарного депо, которое на тот момент не имело статуса охраняемого объекта, начали сносить сотрудники регионального ГУ МЧС. Снос был остановлен по указу Президента РТ. На данный момент на объекте были проведены противоаварийные, консервационные работы. Утрачены объемно-пространственные характеристики объекта в целом. Утрачена основная планировочная структура. Пострадало много ценных элементов главного фасада, подчеркивавших его стилистические особенности.

Здание имеет большой потенциал для приспособления под современную функцию, так как историческая функция пожарного депо потеряла свою необходимость. Проемы в виде проездов на главном фасаде имеют потенциал больших витрин, порталов взаимодействия экстерьера и интерьера.

Цель данного исследования – изучение исторической застройки Казани советского периода на примере здания пожарного депо, расположенного по адресу г. Казань, ул. Мало-Московская, 19.

Задачами комплексных научных исследований по объекту стали:

- проведение историко-архивных и библиографических исследований по строительству здания пожарного депо в контексте фрагмента застройки Адмиралтейской слободы;
- анализ застройки, исторически связанной с постройкой пожарного депо;
- выполнение историко-архитектурного анализа облика пожарного депо;
- выявление общих проблем изучения исторической застройки Казани советского периода;
- выявление архитектурной и градостроительной ценности исследуемого пожарного депо и окружающей застройки советского периода.

Историко-архивные и библиографические исследования пожарного депо на ул. Мало-Московская, д. 19

В результате исследования была изучена литература по тематике объекта, выполнен поиск неопубликованных материалов из фондов Государственного архива Республики Татарстан. На основе ранее не опубликованных материалов и библиографических источников составлена полная историческая справка по строительству и эксплуатации пожарного депо завода «Обозных деталей» в контексте застройки, исторически связанной с пожарным депо. В результате историко-архивных, библиографических и натуральных исследований выполнен историко-архитектурный анализ здания пожарного депо и окружающей застройки. Выявлена архитектурная и градостроительная ценность здания пожарного депо и окружающей застройки советского периода.

Исследуемое пожарное депо исторически располагалось в слободе «Кзыл Армия» города Казани, в квартале № 20, неподалеку от Зилантова монастыря. Название «Кзыл Армия» появилось на картах города и в документах после октябрьской революции (рис. 1).

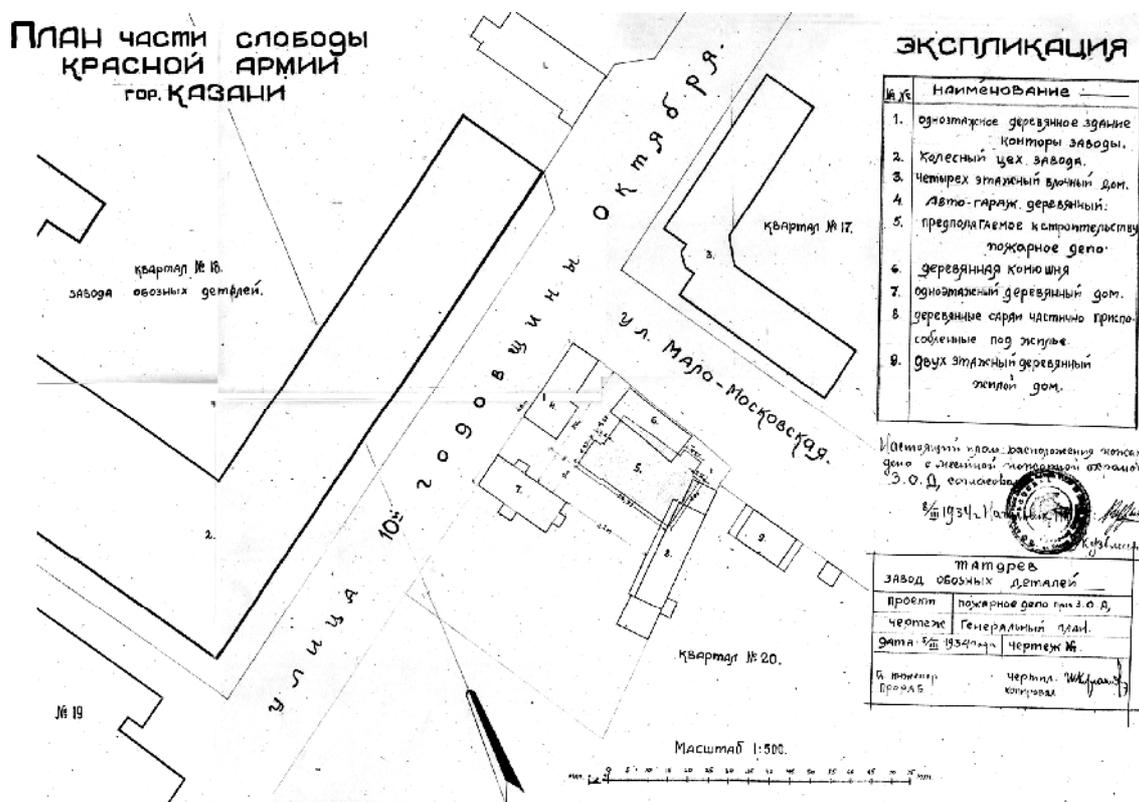


Рис. 1. План части слободы Красной Армии г. Казани с планируемым размещением пожарного депо.
Источник: НА РТ Ф. Р. 1583, оп. 2, д. 9, л. 11, 1934 г.

Слобода исторически играла роль промышленного района. В тридцатые годы XX века, в ходе первой волны сталинской индустриализации, в слободе «Кзыл Армия» строятся новые промпредприятия и жилища для рабочих, в том числе строится Казанский завод «Обозных деталей», к которому относилось исследуемое здание пожарного депо.

В эти года город претерпевал изменения, так к 1930-ым годам были переименованы некоторые улицы. Адмиралтейская улица была переименована в ул. Десятой годовщины октября, а ул. Поперечно-Адмиралтейская была переименована в ул. Мало-Московская. Ул. Зилантовская была переименована в ул. Урицкого, ул. Московская была переименована в ул. Клары Цеткин. Исследуемое здание пожарного депо располагалось в квартале № 20, ограниченном вышеупомянутыми улицами в Кзыл-Армейской слободе.

В 1930-е годы действовало постановление Совета Народных Комиссаров (СНК) ТР о ликвидации жилстроительства во всех кварталах слободы «Кзыл Армия», за исключением кварталов № 17 и № 10. В квартале № 17 в границах нынешних улиц Адмиралтейская, Мало-Московская и Урицкого возник первый в Казани жилой комплекс, сформировавшийся по принципам соцгорода.

Завод «Обозных деталей» строился в кварталах № 18 и № 19 на улице Десятой годовщины октября в 1930-1935 годах, в те же годы происходило обеспечение жильем рабочих. Жилые дома для рабочих завода «Обозных деталей» строились в квартале № 17, ограниченном улицами Десятой годовщины октября, Мало-Московской и Урицкого.

Вопрос об этой постройке завода возник в 1928 г.

Завод проектировался на берегу старого русла реки Казанки, вблизи железнодорожной ветки. Место проектирования завода обсуждалось на нескольких заседаниях Планировочной Комиссии главного управления архитектуры и градостроительства города Казани.

Завод «Обозных деталей» был построен на территории 18 и 19 кварталов. 7 июня 1930 г. технической инспекцией было рассмотрено окончание проекта постройки завода «Обозных деталей».

Завод № 169 относился к Татарскому государственному тресту лесопильно-деревообрабатывающей промышленности «Татдрев», который, в свою очередь, подчинялся народному комиссариату лесной промышленности СССР. Завод занимался производством изделий гужевого транспорта. К 1933 году были готовы постройки: цех с четырьмя камерами сушила, ремонтно-механическая мастерская, котельная установка с 2-мя паровыми котлами и п/проводом, трансформаторная подстанция с осветительной линией, гараж на 5 машин, контора завода, двухэтажный склад готовых деталей, склад сырья, двухквартирный фанерный дом, трехквартирный срубленный дом, двухквартирный деревянный дом, одноэтажное деревянное общежитие. В 1933 году постановлением Правительства заводу было предложено построить новые цеха. В связи с этим заводоуправление отправляло в Планировочную Комиссию прошение об отводе и закреплении за заводом «Обозных деталей» земельного участка в квартале № 20.

Завод нуждался в пожарно-сторожевой охране. Заводоуправление отправляло письменные прошения в Планировочную Комиссию выделить участок для строительства пожарного депо при заводе.

Вопрос постройки пожарного депо обсуждался на нескольких слушаниях планировочной комиссии в 1934 году. Изначально планировочная комиссия считала не целесообразным постройку пожарного депо, так как близко располагалось районное пожарное депо. Но после заявления начальника Управления пожарной охраны (УПО) города о переносе районного пожарного депо, расположенного в слободе «Кзыл Армия», на новый участок, планировочная комиссия пересмотрела заявку завода о постройке пожарного депо и разрешила его постройку в квартале № 20.

Проект пожарного депо при заводе «Обозных деталей» был выполнен 4 декабря 1933 года. Проект изображен в трех листах и представляет собой прямоугольное в плане здание 26,57×18,03 м, по центру располагается помещение трубной, площадью 90 м², на передний план относительно красной линии выходит башенная часть – пожарная каланча. В нее по проекту можно входить как с улицы, так и с помещения трубной. Башенная часть имеет внутренние габариты 3,5×3 м (рис. 2).

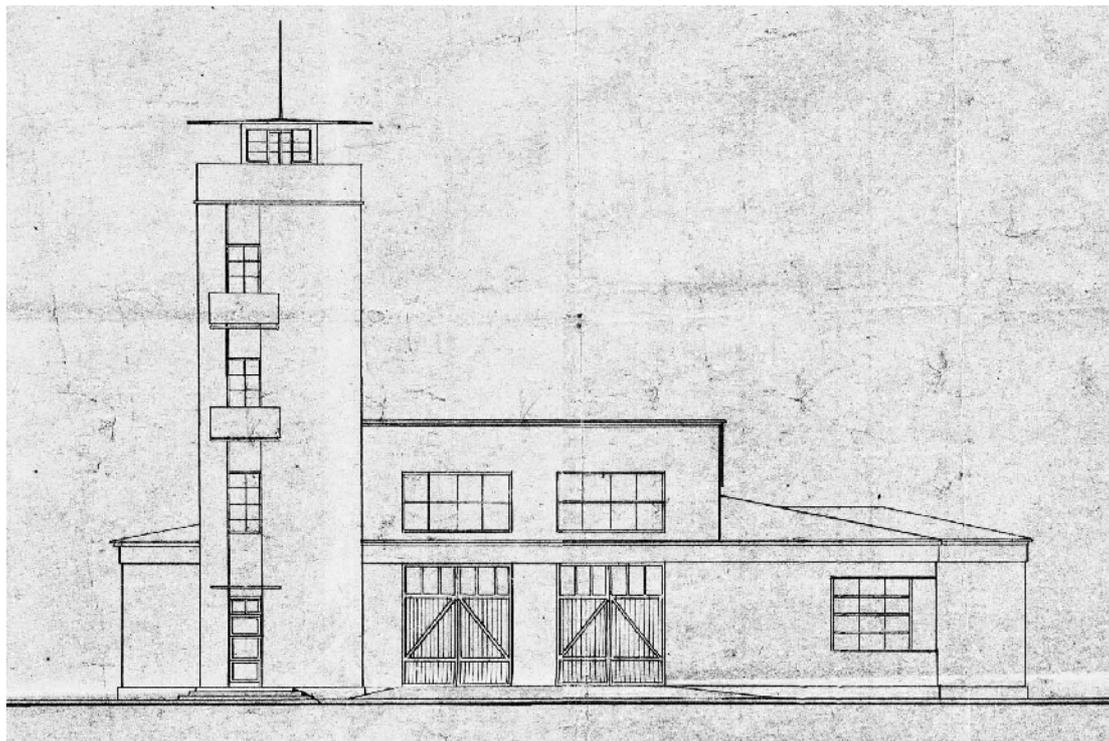


Рис. 2. Пожарное депо при ЗОД, лист 1, фасад, М 1:100.
Источник: ГА РТ Ф. Р. 1583, оп. 2, д. 9, л. 35, 1933 г.

Из помещения трубной так же можно попасть в ремонтную мастерскую, сушилку спецодежды и кладовую, в помещение дежурной, в квартиру комсостава пожарного депо, в столовую, в сигнализационную, в красный уголок и в комнату профорга, в канцелярию и в санузел. Помещение трубной оборудовано таким образом, что из любого места в здании можно оперативно попасть в него. Все остальные помещения разделены на группы, к ним из трубной ведут коридоры, объединяющие эти помещения.

По проекту площадь застройки $413,43 \text{ м}^2$, полезная площадь – $340,72 \text{ м}^2$, высота помещений – 3,5 и 6,6 м, высота до карниза – 4,5 и 14 м, строительная кубатура – $2324,96 \text{ м}^3$, стены – кирпич, крыша – рубероид и железо, перекрытия – дерево и железобетон.

Высота башенной части от уровня земли до перекрытия смотровой площадки – 14 м, от уровня перекрытия смотровой площадки до кровли – 2,15 м, ограждения – 1 м. Глубина заложения фундамента – 1,8 м. Примерный уклон лестниц – 45 градусов. На смотровую площадку по чертежу можно попасть через люк, к которому ведет вертикальная лестница.

Архивные чертежи имеют некоторые недостатки: в размерах, указанных на плане, присутствуют вычислительные ошибки и неточности; низкая степень проработки разрезов; на плане указаны линии сечений разрезов, но разрезы не совпадают с линией разреза по плану; не читаются конструкции лестницы.

Фасад пожарного депо выполнен в стиле советского конструктивизма. Пожарная каланча является доминантой здания. В трубную ведут два больших проема высотой 3,5 м, над дверными проемами располагаются оконные проемы, характерные для своего времени.

Пожарное депо построено в период с 1934 по 1935 год. Проектные чертежи были приняты Планировочной Комиссией главного управления архитектуры и градостроительства администрации города Казани весной 1934 года. К концу 1934 года строительство пожарного депо было выполнено на 66 %, хотя к этому времени строительство по плану должно было быть завершено.

На территории завода № 169 в годы войны разместилось оборудование Ленинградского авиационного завода № 387 (впоследствии Казанский вертолетный завод), который был создан по приказу Наркомата авиапрома от 4 сентября 1940 года.

Эвакуация завода из Ленинграда началась 23 июля, и последний эшелон с его оборудованием прибыл в Казань 22 августа 1941 года. [10]

Пожарное депо в послевоенное время называлась объектовой пожарной частью № 80, какое-то время находилось в пользовании Казанского вертолетного завода, но в последствии перешло в пользование ГУ МЧС и стало именоваться отдельным постом пожарной части № 36.

Пожарное депо строилось в комплексе с постройкой завода «Обозных деталей» и жилым кварталом завода, следовательно, стоит и в дальнейшем проводить исследования и развития территории, воспринимая данную застройку в комплексе.

Завод «Обозных деталей» строился в 1930-1935 гг., пожарное депо завода строилось с 1934 по 1935 по проекту, выполненному в 1933 г. В ходе эксплуатации объект был поэтапно в пользовании завода «Обозных деталей», Казанского вертолетного завода, ГУ «МЧС»

Объемно-планировочное решение здания было выполнено по проекту 1933 года. Фасад, дошедший до нашего времени, существенно отличается от проектного: на башенной части пожарного депо появились оконные проемы круглой формы; на уровне первого этажа появились два окна разных размеров; отличаются детали балконного ограждения объема каланчи; изменен рисунок заполнения оконных и дверных проемов; изменилась высота утраченной части здания.

Градостроительный анализ территории

Результаты исследований дали возможность выполнить архитектурный историко-культурный опорный план застройки квартала, выявить историко-культурную и градостроительную ценность застройки.

За основу изучения взята территория, исторически связанная с территорией завода «Обозных деталей». Историко-культурная ценность объекта заключается в том, что на изучаемой территории историческая архитектурная среда 1930-х годов сохранилась в большей мере. Большая часть зданий, построенных в 30-е годы XX века, на данный момент, является предметом охраны исторического поселения как исторически ценная градоформирующая застройка.

На изучаемой территории преобладает жилая застройка. Территория имеет потенциал для развития. В квартале, в котором расположено депо, располагаются территории, нуждающиеся в функциональном развитии, очень много территорий находится в неудовлетворительном состоянии. Так, например, территория ОАО «Сантехприбор» на данный момент разрушена и заброшена, многие постройки демонтированы, сохранены только стены, формирующие уличный фронт. Территория занимает большую часть квартала, тем не менее, никак не используется и нуждается в реконструкции. В перспективе, если эта территория будет реконструироваться, облик квартала может значительно измениться. Развитие территории, на которой располагался ОАО «Сантехприбор», может значительно повлиять на функциональную схему рассматриваемой территории.

Здание пожарного депо является акцентным объектом и формирует силуэт улицы. Несмотря на то, что объект располагается с небольшим отступом от красной линии и не имеет углового расположения, объект привлекает внимание прохожих доминантой в виде пожарной каланчи, что можно использовать как преимущество при выборе функций общественного назначения. Здание пожарного депо располагается таким образом, что соседние здания, окружающие его, формируют визуальное закрытое дворовое пространство, которое должно ассоциироваться с безопасностью, отдыхом, тишиной и спокойствием.

Предмет охраны пожарного депо на ул. Мало-Московская, 19

Архитектурная ценность объекта заключается в том, что объект является одним из самых ярких представителей советского конструктивизма в Казани. Его объемно-планировочная структура не сохранилась целиком, но главный акцент в виде доминанты – пожарной каланчи, сохранился. Проемы в виде проездов на главном фасаде имеют потенциал больших витрин, порталов взаимодействия экстерьера и интерьера. Оконные

круглые проемы, чередование сглаженных округлых плоскостей и прямых углов, все эти элементы поддерживают стиль советского конструктивизма.

С целью сохранения исторически-ценных градоформирующих характеристик объекта, после анализа градостроительной ситуации, историко-архивных, библиографических и натуральных исследований составлен предмет охраны объекта. В предмет охраны включены характеристики, утраченные после частичного демонтажа здания (помечены как «утраченные»), которые предлагается восстановить.

Проектом предлагается следующая формулировка Предмета охраны для пожарного депо на Мало-Московской улице. Градостроительные характеристики здания пожарного депо на Мало-Московской улице:

- местоположение здания: формирует историческую линию застройки улицы Мало-Московской;

- архитектурный облик: одноэтажная постройка с высотной доминантой – каланчей на углу здания (частично утрачен);

- объемно-пространственная композиция (частично утрачена): контрастное сочетание объема гаража на две машины и каланчи по фасаду здания на ул. Мало-Московской и ячеистая структура помещений под скатной кровлей со стороны боковых и дворового фасадов;

Архитектурное решение, архитектурные детали фасадов:

- исторические пропорции и композиция главного фасада;

- историческая конфигурация, местоположение и габариты прямоугольных и круглых оконных проемов объема гаража и каланчи;

- материал стен – кирпич;

- башенное завершение каланчи (утрачено);

- фальцевая кровля (утрачена)

Элементы декоративного оформления фасадов, поддерживающие стиль советского конструктивизма:

- скругленные углы объема башенной части здания;

- межъярусные пояски каланчи;

- венчающий карниз каланчи в три ряда кладки с напуском кирпича через один;

- наличники оконных проемов на фасадах каланчи;

- геометрия и характер заполнения оконных и дверных проемов гаражной части здания;

- материал заполнения оконных и дверных проемов – дерево;

- металлические балконные ограждения на каланче (утрачено).

Заключение

По ходу и результатам комплексных научных исследований здания пожарного депо можно говорить о некоторых общих проблемах изучения исторически ценных объектов промышленных зон в Казани первой половины 20 века:

- застройка названного периода становится очень уязвимой в силу ряда обстоятельств:

- градостроительные реконструкции постсоветского городского пространства (в рамках современного градостроительного регулирования);

- уплотнение застройки исторических территорий уровня квартала и домовладения;

- утрата востребованности части типов общественных зданий: начальная школа, ясли, дом культуры и т.д.;

- многократное изменение норм проектирования общественных и жилых зданий;

- плановые ремонтные работы эксплуатируемой застройки;

- физический износ зданий и сооружений (аварийное состояние), необходимость их сохранения, реставрации или реконструкции и приспособления к современному использованию;

- многократное переоформление собственности на исследуемых объектах за постсоветский период;

- неизвестность строительных намерений собственников.

Практически каждое положение сформулированных выводов осложняет подготовку материалов для историко-культурной экспертизы по объектам в случае необходимости повышения статуса его охраны. Это особенно актуально для типа зданий, утративших необходимость своей первоначальной функции, которым является здание пожарного депо.

Некоторую сложность представляют поиски архивных материалов производств военных и оборонных предприятий не только по их засекреченности. Информация не всегда оказывается в фондах самого предприятия, а остается в документах проектных организаций и органах архитектурно-строительного контроля на местах застройки. К ним прибавляются архивы партийных органов, курировавших вопросы отрасли и строительства.

Тем не менее, начатая работа по выявлению и дальнейшему изучению исторически ценной и градоформирующей промышленной застройки необходима и обещает много находок для истории архитектуры Казани.

Список библиографических ссылок

1. Irina Seits. Architectures of Life-Building in the Twentieth Century Russia, Germany, Sweden. Stockholm : sh.se, 2018. P. 19–21.
2. Jörg Haspel, Michael Petzet, Anke Zalivako, John Ziesemer. The Soviet Heritage and European Modernism : dig. of lectures – Heritage at risk. Preservation of 20th century architecture and world heritage – international conference / ICOMOS. Hendrik Bäbler verlag, Berlin, 2007. 194 p.
3. Demolition of Moscow 'workers' villages' raises fears for avant garde heritage // Theguardian.com: world news. 2016. URL: <https://www.theguardian.com/world/2016/jun/15/demolition-of-moscow-workers-villages-raises-fears-for-avant-garde-heritage> (reference date: 25.04.2020).
4. Heather D. Dehaan. Stalinist City Planning: Professionals, Performance, and Power. Toronto : University of Toronto Press, 2013. 270 p.
5. Саначин С. П. Экскурс в архитектурную жизнь советской Казани. Казань : Фолиант, 2014. 44 с.
6. Гарипова Г. З. Региональные особенности в архитектуре соцгородков Татарстана в 1920-1950-е годы // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-3.
7. О подходах к исследованию архитектуры 1930-1950-х // Iskandarov.com: Проектная студия Искандарова Марселя. 2011. URL: <http://iskandarov.com/node/22> (дата обращения: 25.04.2020).
8. Дембич А. А. Триста лет казанскому Адмиралтейству. Возраст возрождения // Казань. 2017. № 2. С. 4–11.
9. В Казани представили мастер-план Адмиралтейской слободы // Kzn.ru: Официальный портал органов местного самоуправления города Казани. 2016. URL: https://www.kzn.ru/meriya/press-tsentr/novosti/56945_v_kazani_predstavili_master_plan_admiralteyskoy_slobody/ (дата обращения: 25.04.2020).
10. Бикбов А., Гатаулин Ф. Операция «Эвакуация»: Ленинградский авиационный завод № 387 – КВЗ // Realnoevremya.ru: Интернет-газета «Реальное время». 2015. URL: <https://realnoevremya.ru/articles/5619> (дата обращения: 25.04.2020).

Sajfullina Lyajlya Shavkatovna

associate professor

E-mail: lasaif@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Sadykova Dilyara Maratovna

architect

E-mail: dilyara.mozhet.sadykova@gmail.com

LTD «PartnerProekt»

The organization address: 420095, Russia, Kazan, Vosstaniya st, 100.

To the exploring the issue of the historical buildings of Kazan in the Soviet period, using the example of a fire station building located at Kazan, st. Malo-Moskovskaya 19

Abstract

Problem statement. The main objective of the consideration is the analysis of the historical, town-planning and architectural aspect of development of the Soviet period in Kazan using as the example the fire station building, located on Malo-Moskovskaya Street. The building is an object of historical and valuable city-forming development, a rare example of Kazan architecture of Soviet constructivism in 1930^s.

Results. The main results of the consideration are to identify valuable information about the historical buildings of Kazan in the Soviet period. The fire station of the Oboznye Details factory was built in 1934-1935. In a complex with the previously built buildings of the Oboznye Details plant, in 1930-1935, and the residential quarter of the plant, which was one of the first attempts to introduce the principles of a social city into the practice of urban planning in Kazan.

Conclusions. The significance of the results for architecture lies in the identification of historical, town-planning information on the development of Kazan in the Soviet period of the first half of the 20th century. The general problems of consideration historically valuable objects of industrial zones in Kazan in the first half of the 20th century are revealed.

Keywords: historically valuable city-forming buildings, fire station, constructivism, «Baggage details» plant, fire tower, Admiralty settlement, Kyzyl-Army settlement, Kazan Helicopter Plant, social city.

References

1. Irina Seits. Architectures of Life-Building in the Twentieth Century Russia, Germany, Sweden. Stockholm : sh.se, 2018. P. 19–21.
2. Jörg Haspel, Michael Petzet, Anke Zalivako, John Ziesemer. The Soviet Heritage and European Modernism: dig. of lectures – Heritage at risk. Preservation of 20th century architecture and world heritage – international conference / ICOMOS. Hendrik Bäblier verlag, Berlin, 2007. 194 p.
3. Demolition of Moscow 'workers' villages' raises fears for avant garde heritage // Theguardian.com: world news. 2016. URL: <https://www.theguardian.com/world/2016/jun/15/demolition-of-moscow-workers-villages-raises-fears-for-avant-garde-heritage> (reference date: 25.04.2020).
4. Heather D. Dehaan. Stalinist City Planning: Professionals, Performance, and Power. Toronto : University of Toronto Press, 2013. 270 p.
5. Sanachin S. P. An excursion into the architectural life of Soviet Kazan. Kazan : Foliant, 2014. 44 p.
6. Garipova G. Z. Regional features in the architecture of the social towns of Tatarstan in the 1920-1950^s // Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. 2015. № 2-3.
7. On approaches to the study of architecture 1930-1950^s // Iskandarov.com: Design Studio of Iskandarov Marsel. 2011. URL: <http://iskandarov.com/node/22> (reference date: 25.04.2020).
8. Dembich A. A. Three hundred years to the Kazan Admiralty. Age of Renaissance // Kazan. 2017. № 2. P. 4–11.
9. In Kazan presented the master plan of the Admiralty settlement // Kzn.ru: The official portal of local government of the city of Kazan. 2016. URL: https://www.kzn.ru/meriya/press-tsentr/novosti/56945_v_kazani_predstavili_master_plan_admiralteyskoy_slobody/ (reference date: 25.04.2020).
10. Bikbov A., Gataulin F. Operation «Evacuation»: Leningrad Aviation Plant № 387 – KVZ // Realnoevremya.ru: Internet newspaper «Realnoe vremya». 2015. URL: <https://realnoevremya.ru/articles/5619> (reference date: 25.04.2020).



УДК 69

Большеротов Аркадий Леонидович

доктор технических наук, доцент

E-mail: bark1091@mail.ru

Институт повышения квалификации руководящих работников ООО «БАРК-91»

Адрес организации: 127572, Россия, г. Москва, ул. Абрамцевская д. 9, к. 1

Методические основы оценки экологической безопасности строительства на урбанизированных территориях

Аннотация

Постановка задачи. Оценка воздействия на окружающую среду является составной частью каждого строительного проекта. Достоверность оценки подвергается обязательной государственной экспертизе. Однако единого обоснованного подхода к разработке оценки воздействия на окружающую среду для урбанизированных территорий нет. Методика разработки оценки воздействия на окружающую среду требует обоснованной формализации. Целью исследования является создание методических основ разработки оценки воздействия на окружающую среду строительных проектов для урбанизированных территорий. Задача исследования – разработать инструментарий оценки.

Результаты. В результате исследований были выявлены основные методологические подходы и инструменты оценки. В систему методологических подходов к оценке введены понятия экологический резерв, степень концентрации, эффект экологического резонанса, эмерджентность прямого и опосредованного воздействия на окружающую среду техногенных факторов и другие.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в том, что необходимость обоснованной методики разработки оценки воздействия на окружающую среду на новых методологических принципах и методах оценки крайне актуальна, так как на сегодняшний день нет единого системного подхода к оценке экологического воздействия объекта строительства на окружающую среду урбанизированной территории.

Ключевые слова: экспертиза строительства, экологический паспорт территорий, экологическая безопасность, степень концентрации недвижимости, экологический резерв, порог экологической безопасности.

Введение

Специальная методология оценки экологической безопасности строительных объектов до последнего времени отсутствовала. Оценка велась прямыми расчётами по нормативам, или осуществлялись непосредственные инструментальные исследования и замеры. Однако существует принципиальная разница в оценке между естественной и искусственной экосистемой. В искусственной экосистеме как таковой живой природной среды нет, есть только элементы живой природы. В естественной экосистеме, наоборот, основное внимание следует уделить живой природе [1]. Целью исследования является создание методических основ разработки оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) строительных проектов для урбанизированных территорий; задача исследования – разработать инструментарий оценки. В качестве стратегической методологии оценки экологической безопасности используется, принятое ООН на конференции в Рио-де-Жанейро в 1992 г., определение, в котором заявлено, что обеспечение экологической безопасности – это, прежде всего, создание условий качественной жизни человека, создание условий сохранения здоровья людей при сохранности и живой природы (Экологическая доктрина Российской Федерации Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31 августа 2002 г. № 1225-р. М. : Российская газета. № 7958. 10.09. 2002 г. С. 3.). Для естественной экосистемы все три принципа актуальны, а вот для искусственной актуальны только первые два. Природной среды со всеми её элементами и признаками на урбанизированных территориях нет. Отсутствует на урбанизированных территориях и основной регулятор жизни природной флоры и фауны – гомеостаз. Можно

утверждать, что на урбанизированных территориях есть только декоративные элементы живой природы, которые появляются и исчезают по воле человека. Зачастую, при озеленении и оформлении городских территорий живыми растениями, деревьями, соседствуют растения, никогда не живущие рядом в естественной среде, например, африканские пальмы и северные берёзы, кактусы и туи и т.д.

Поэтому, оценивая безопасность нового объекта строительства или застраиваемой территории, в расчёт принимается только два фактора экологической безопасности из трёх: необходимость обеспечения качества жизни людей и сохранение их здоровья. Обеспечение этих факторов обязательно положительно скажется на городских природных объектах, так как зелёные насаждения являются основой комфортной среды обитания человека и способствуют качеству атмосферного воздуха, поглощая углекислый газ и выделяя кислород.

При оценке воздействия на окружающую среду (раздел ОВОС в составе строительного проекта) объекта, проектируемого в зоне природного биотопа или рядом с ним, уже обязательно необходимо учитывать все три критерия безопасности: качество жизни, здоровье населения и сохранение живой природы. В естественной природной среде, в отличие от искусственной среды, то, что хорошо человеку не всегда бывает хорошо природе, а, чаще всего, наоборот. Создавая очередной объект инфраструктуры человека для повышения качества жизни, происходит негативное воздействие на природную среду, угнетая или вовсе уничтожая её.

Структура основных показателей оценки экологической безопасности

Научным исследованиям в сфере экологической безопасности посвящены многочисленные труды многих учёных, в частности Графкиной М.В., Сушко В.А., Сокольской Е.В., однако единого подхода к проблеме пока не выработано в связи со сложностью и многогранностью проблемы. Кроме того, существует определённый конфликт интересов цивилизационного развития общества, производства и природоохранной деятельности [2-6].

Экологический фон

Первый шаг в оценке экологической безопасности – достоверное определение экологического фона территории предполагаемого строительства. Основная проблема достоверной оценки состояния окружающей среды и величины техногенного воздействия на неё проектируемого строительного объекта состоит в том, что не учитывается, повсеместно имеющаяся в данном месте, техногенная нагрузка на окружающую среду, где планируется строительство. Поэтому и строительство ведётся на территориях, где загрязнение окружающей среды превышает все допустимые нормы.

Это в первую очередь относится к крупным промышленным центрам. Например, исследования, проводимые автором несколько лет назад в одном из самых неблагополучных, с экологической точки зрения, городов России – в г. Новокузнецке Кемеровской области, показали, что загрязнение атмосферы в районе металлургического завода ЗАПСИБ достигает по отдельным показателям в неблагополучный период 180 ПДК (!), загрязнение в районе алюминиевого и ферросплавного завода достигает 240 ПДК (!) [7]. Такой уровень загрязнения не совместим со здоровой жизнью, и приводит к тяжёлым хроническим заболеваниям. Но во всех этих районах живут люди, город постоянно строится и все строительные проекты благополучно проходят государственную экологическую экспертизу именно потому, что существующая методология оценки НЕ учитывает экологический фон территории застройки. Строительство ведётся там, где надо срочно проводить мероприятия по улучшению экологической обстановки – переоборудовать вредные производства новым экологичным оборудованием, принять новые доступные технологии (НТД), установить или улучшить фильтрующее, защитное оборудование [8, 9]. Возможно при такой критической экологической обстановке принять и более радикальные меры, такие как перепрофилирование или вообще закрытие вредных производств, перемещение экологически вредных предприятий в безопасное для жителей место. Возможен вариант переселения людей в безопасные для здоровья места проживания. Безусловно, это крайне

затратные варианты решения экологической проблемы в таких городах, но жизнь и здоровье людей дороже. В г. Новокузнецке в 90-х годах установлен антирекорд средней продолжительности жизни – 49 лет у мужчин и 54 года у женщин. Это яркий показатель именно экологического неблагополучия города и не учитывать существующий экологический фактор (экологический фон) при новом строительстве не допустимо [10].

В любых других, более благополучных с экологической точки зрения, поселениях также необходимо учитывать при проектировании, строительстве и разработке ОВОС экологический потенциал территории застройки – способность среды обитания человека выдержать или компенсировать за счёт своей резистентности и упругости дополнительное воздействие от нового строящегося элемента инфраструктуры и остаться в границах устойчивого состояния, т.е. обеспечить нормативное качество среды обитания человека с уровнем загрязнения менее 1 ПДК (предельно-допустимую концентрацию загрязняющих веществ любой из сред: воздух, вода, почва), что обеспечит качественную жизнь и сохранит здоровье населению [11]. Графически (рис. 1) представлено качество окружающей среды до и после техногенной нагрузки от нового построенного элемента инфраструктуры территории застройки.

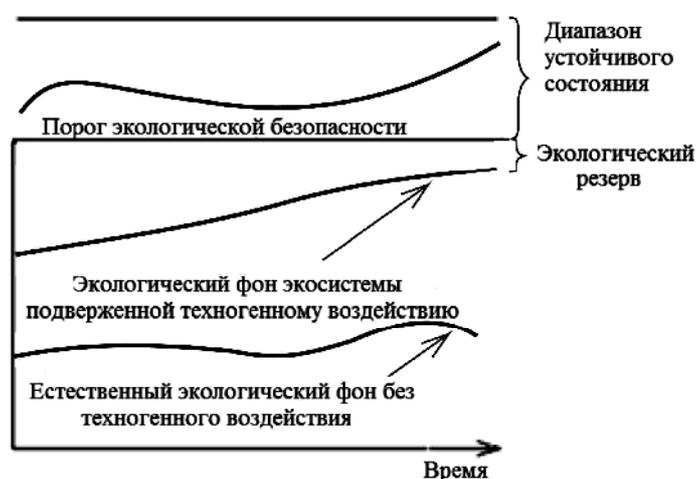


Рис. 1. Структура и место экологических показателей экосистемы (иллюстрация автора)

Экологический фон оцениваемой территории – основной критерий качества окружающей среды, определяющий потенциал развития и застройки территории. При экологическом фоне, превышающем 1 ПДК любого загрязнителя, строительство не допустимо и усилия должны быть направлены только на улучшения качества окружающей среды до нормативного.

Экологический резерв

Для того, чтобы развивать территорию должен быть допустимый резерв возможности этой территории безопасно для окружающей среды и людей увеличивать количество техногенного воздействия. Поэтому вторым контрольным показателем состояния окружающей среды является экологический резерв территории застройки. Экологический резерв, отмеченный на рис. 1, – это остаточная резистенция искусственной экосистемы, которая возникает как результат появления на оцениваемой территории нового объекта инфраструктуры.

Экологический резерв территории (ЭР) равен разнице между предельно-допустимой концентрацией загрязнения (ПДК) и уровнем экологического фона (ЭФ). Измеряется в единицах ПДК (1):

$$\text{ЭР} = \text{ПДК} - \text{ЭФ}. \quad (1)$$

Экологический резерв не остаётся на одном уровне и меняется в течение суток, зависит от дня недели, месяца, времени года.

В процессе проектирования строительного объекта рассчитывается уровень его техногенной нагрузки (ТН) – человека и среду его обитания. Если эта величина меньше или равна экологическому резерву территории ($ТН \leq ЭР$), то появление на данной территории нового элемента инфраструктуры возможно без ущерба качеству окружающей среды. Сумма величин экологического фона и техногенной нагрузки от объекта не должна превышать ПДК в любое время суток, недели, года (2):

$$ЭФ + ТН \leq ПДК. \quad (2)$$

Экологический резерв – это потенциал развития территории. Если экологический резерв недостаточный или его нет, развитие территории без ущерба окружающей среде и здоровью населения невозможно.

Порог экологической безопасности

Колебания устойчивого состояния экосистемы должны находиться в безопасной для окружающей среды и здоровья населения зоне. Отсюда третий показатель окружающей среды, необходимый для оценки окружающей среды: порог экологической безопасности – это уровень загрязнения, при котором наступает опасность для здоровья населения. То есть, когда хотя бы один из контролируемых показателей качества воздуха, воды, почвы достиг значения 1 ПДК. При определении порога экологической безопасности необходимо учитывать также и колебания уровня загрязнения окружающей среды в течение суток, недели, времени года – диапазон устойчивого состояния экосистемы.

На рис. 2-4 представлены графики изменения состояния окружающей среды для города Москвы.

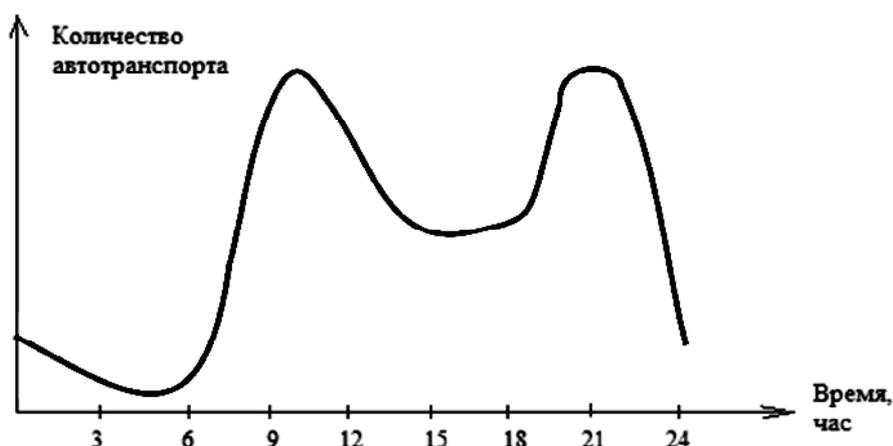


Рис. 2. Колебания уровня загрязнения атмосферы в течение суток (иллюстрация автора)

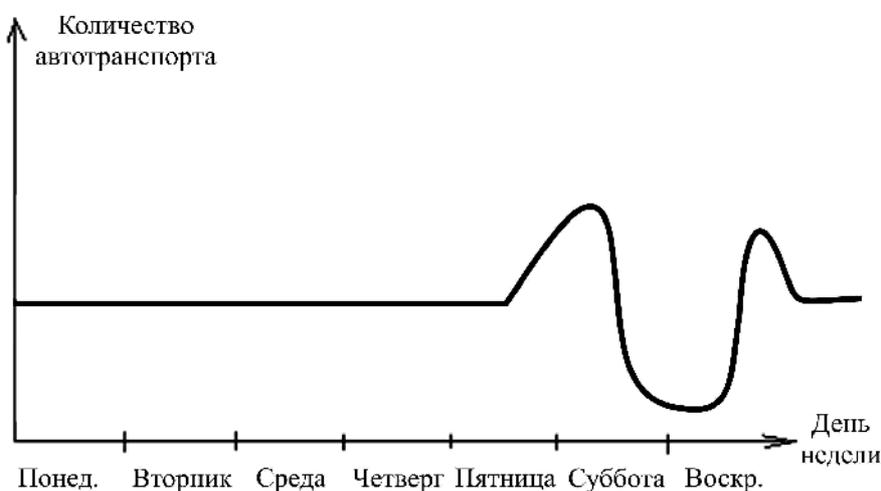


Рис. 3. Колебания уровня загрязнения атмосферы в течение недели (иллюстрация автора)

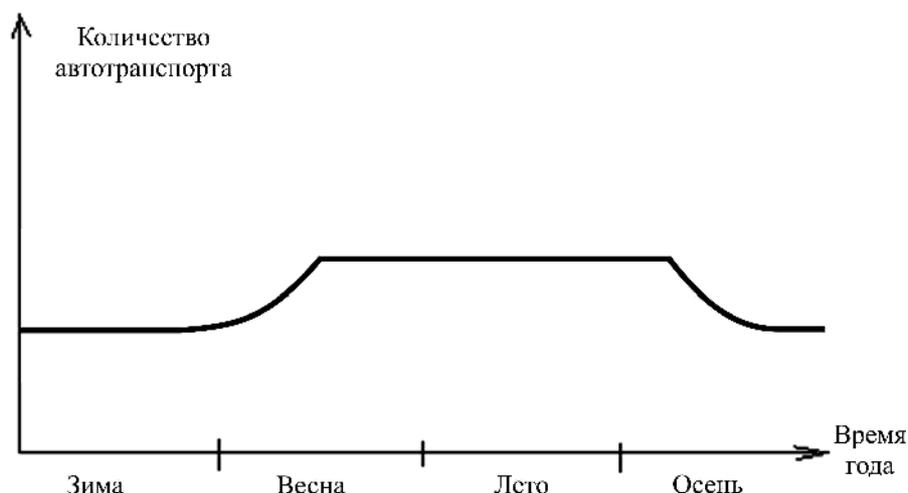


Рис. 4. Колебания уровня загрязнения атмосферы в течение года (иллюстрация автора)

В разных населённых пунктах эти данные должны корректироваться для местных условий, а также колебания показателя диапазона устойчивого состояния зависит, в значительной степени, от климатических условий нахождения территории. В регионах с тёплым климатом колебания диапазона устойчивого состояния имеют меньшую амплитуду по сравнению с северными территориями в силу более мягких перепадов температуры в течение года. Однако на экологические показатели и колебания показателей загрязнения окружающей среды влияют количество и частота осадков; сила, направление ветров; роза ветров; рельеф местности; наличие и величина водных объектов, формирующих в значительной степени климат и погоду территории.

Порог экологической безопасности относительно диапазона устойчивого состояния для экологически благополучных территорий всегда находится выше верхней точки колебания синусоиды диапазона. Для экологически неблагополучных территорий порог экологической безопасности находится в зоне колебания диапазона или выходит за его пределы.

Эффект экологического резонанса

На качество окружающей среды оказывают влияние сотни факторов. Поэтому управление качеством окружающей среды должно учитывать потенциальную возможность негативного сценария развития событий, когда неблагоприятные условия возникают в одном месте и в одно время.

Колебания показателей экосистемы, это сумма колебаний всего множества экологических показателей. Однако для любой колебательной системы возможно наложение амплитуд колебаний различных показателей в одной точке и в одно время. В результате такого наложения появляется явление резонанса – резкое увеличение амплитуды колебания. Явление резонанса в любой колебательной системе: в механике, социологии, политике, экономике и пр. приводит, как правило, к серьёзным негативным последствиям. Резонанс в колебательных системах, параметры которых зависят от состояния системы, то есть в нелинейных системах, имеет более сложный характер, чем в линейных системах. Кривые резонанса в нелинейных системах могут стать резко не симметричными, и явление резонанса может наблюдаться при различных соотношениях частот воздействия и часто собственных малых колебаний системы.

Примером такой нелинейной системы может стать искусственная экосистема селитебных зон поселений, городов, подвергаемых различному техногенному давлению многих элементов, из которых она состоит, в частности, объектов недвижимости. Техногенные факторы совершенно не зависимы друг от друга, и могут действовать в хаотичном порядке. Однако одновременное действие множества факторов периодически создаёт пики суммарной техногенной нагрузки, которая соответственно отражается на состоянии экосистемы. А так как периодичности пиковой нагрузки нет, и она может возникнуть в любой момент, в том числе, подряд близко во времени, резонансная кривая

может иметь различный вид, чаще не симметричный. Резкое ухудшение качества экологической системы, есть проявление эффекта экологического резонанса (рис. 5.) – фактора риска, который необходимо учесть при оценке экологической безопасности территории застройки.

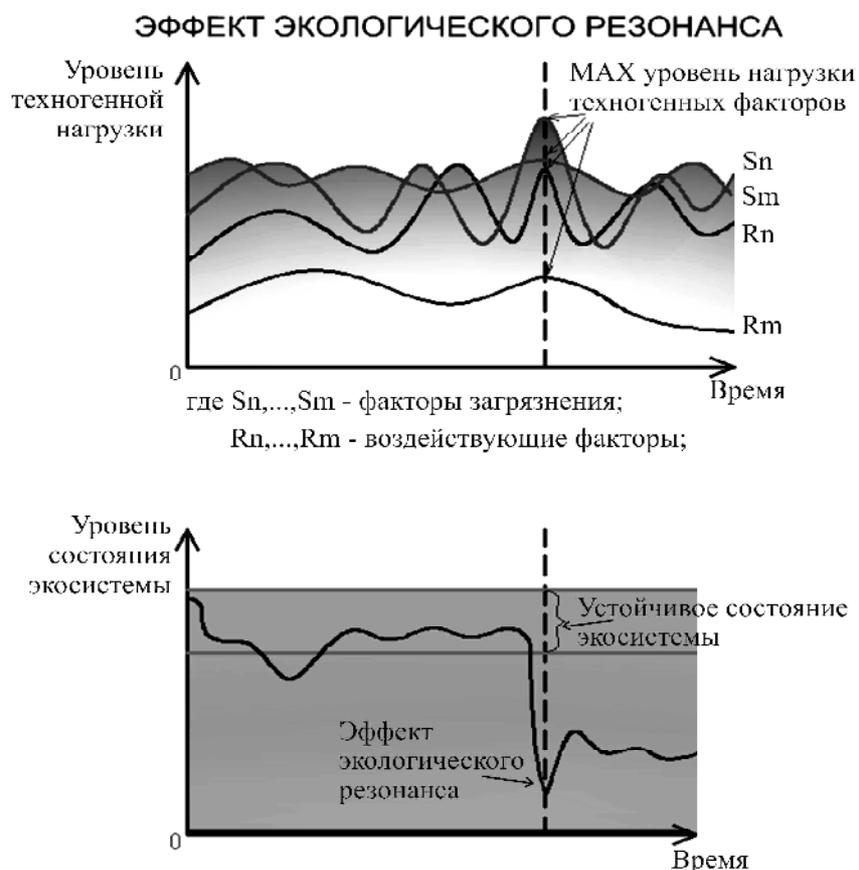


Рис. 5. Эффект экологического резонанса (иллюстрация автора)

Соединение в одной точке одновременно комплекса негативных показателей экосистемы приводит к экологическим катаклизмам. Примером тому, может служить аномально тёплая и бесснежная зима этого года. В истоках этого явления стоит разобраться, вполне возможно причиной природных аномалий является непродуманная или, наоборот, запланированная деятельность человека, которую необходимо учесть для предотвращения будущих экологических проблем.

Эффект экологического резонанса – это наиболее не благоприятный вариант развития событий. Недопущение его – важная стратегическая задача управления качеством окружающей среды. Актуальным характерным примером является ситуация с COVID-19 – одним из факторов экологической безопасности. Для предотвращения неуправляемого взрывного развития эпидемии, подавляющее большинство стран ввело режим самоизоляции, что является достаточно эффективной мерой в данных условиях. Математическая модель эффекта экологического резонанса полностью коррелируется с моделью развития эпидемии COVID-19.

Эмерджентность и «степень концентрации»

Комплекс показателей безопасности окружающей среды прямого действия необходимо дополнить показателями опосредованного воздействия, к которым относятся эмерджентность и «степень концентрации».

Проявлением опосредованного воздействия объекта строительства на окружающую среду является фактор эмерджентности, требующий обязательного учёта при оценке экологической безопасности. Под опосредованным воздействием понимаем создание

условий для появления нового общего для всей территории строительства техногенного фактора, отсутствующего у каждого отдельно взятого объекта, исходя из принципа эмерджентности. Таким важным фактором является показатель «степени концентрации строительства» [12, 13].

«Степень концентрации строительства» – это эмерджентный, опосредованный техногенный фактор, пропорциональный величине общего техногенного воздействия инфраструктуры территории строительства.

Совместное техногенное действие всей инфраструктуры оцениваемой территории и порождаемых ей различных случайных техногенных факторов приводит к суммарному результату, независящему и отличному от этих факторов.

Таким образом, экологическая ситуация в больших технических системах, к которым относится и крупное строительство и, особенно, высокая концентрация строительства на ограниченной территории, развивается по принципу эмерджентности, при котором экосистема территории концентрированного строительства обладает качественно новыми свойствами, которые нельзя предсказать, исходя из свойств отдельных её компонентов, характерных для отдельного элемента инфраструктуры. Свойства отдельных элементов экологической системы отличаются от свойства самой системы, в которую они входят.

Заключение

Таким образом, можно установить следующие методологические принципы и инструменты оценки экологической безопасности строительства на урбанизированной территории:

1. Основными инструментами оценки являются: экологический фон территории, экологический резерв, порог экологической безопасности и диапазон устойчивого состояния.

2. Для нелинейной колебательной системы – искусственной экосистемы урбанизированных территорий – при моделировании и расчёте экологической безопасности учитываем вероятность возникновения условий экологического резонанса.

3. Вероятность появления какого-то эмерджентного опосредованного воздействия концентрации строительства на ограниченной территории тем выше, чем выше степень концентрации строительства

Оценка экологической безопасности объекта строительства урбанизированной территории проводится после расчёта на предпроектной стадии строительства до проведения экологической экспертизы, введённого в оборот понятия и методики расчёта – показателя «степени концентрации» оцениваемой территории. Методика расчёта нового универсального показателя «степень концентрации», являющегося основной частью методики ОВОС урбанизированной территории, будет представлен в следующей статье.

Список библиографических ссылок

1. Яблоков А. В., Левченко В. Ф., Керженцев А. С. О концепции «управляемой эволюции» как альтернативе концепции «устойчивого развития» // Теоретическая и прикладная экология. 2017. № 2. С. 4–8.
2. Nault E., Jusselme T., Aguacil S., Andersen M. Strategic environmental urban planning – a contextual approach defining performance goals and informing decision-making // Building and Environment. 2020. Т. 168. P. 106448.
3. Wang Y., Li Y., Xue Y., Martilli A., Shen J., Chan P. W. City-scale morphological influence in diurnal air temperature // Building and Environment. 2020. Т. 169. P. 106527.
4. Efthimiou G. C., Venetsanos A., Andronopoulos S., Kovalets I. V., Argyropoulos C. D., Kakosimos K. E. Evaluation of an inverse modelling methodology for the prediction of a stationary point pollutant source in complex urban environments // Building and Environment. 2018. Т. 143. P. 107–119.

5. Nosek S., Kukačka L., Kluková Z., Jaňour Z., Fuka V. Street-canyon pollution with respect to urban-array complexity: the role of lateral and mean pollution fluxes // *Building and Environment*. 2018. Т. 138. Р. 221–234.
6. Насонов А. Н., Кульнев В. В., Графкина М. В. Моделирование динамики и прогноза экологических состояний воздушной среды селитебных территорий // *Экология и развитие общества*. 2019. № 2 (29). С. 56–63.
7. Сушко В. А., Бухтиярова И. Н., Зубова О. Г. Экология как фактор формирования качества жизни: методология социологического анализа // *Экология и промышленность России*. 2018. Т. 22. № 2. С. 58–63.
8. Писаренко П. В., Самойлик М. С., Плаксиенко И. Л., Колесникова Л. А. Концептуальные основы обеспечения ресурсно-экологической безопасности в регионе // *Теоретическая и прикладная экология*. 2019. № 2. С. 137–142.
9. Сокольская Е. В., Кочуров Б. И., Долгов Ю. А., Лобковский В. А. Многофакторная модель как основа для управления качеством окружающей среды урбанизированных территорий // *Теоретическая и прикладная экология*. 2018. № 2. С. 26–34.
10. Васенина И. В., Сушко В. А. Промышленная экология региона и качество жизни местного населения // *Экология и промышленность России*. 2018. Т. 22. № 11. С. 66–71.
11. Большеротов А. Л., Большеротова Л. В. Существующие методы оценки загрязнения окружающей среды и воздействия на неё // *Жилищное строительство*. 2012. № 11. С. 37–41
12. Жарницкий В. Я., Большеротова Л. В. Теория управления недвижимостью. М. : БАРК-91, 2015. 198 с.
13. Жарницкий В. Я., Большеротова Л. В., Андреев Е. В. Управление недвижимостью. М. : МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. 137 с.

Bolsherotov Arkady Leonidovich

doctor of technical sciences, associate professor

E-mail: bark1091@mail.ru

Institute of Advanced Training of Managers of LLC «BARK-91»

The organization address: 127572, Russia, Moscow, Abramtsevskaya str., 9, h. 1

**Methodological basis for assessment of environmental safety
of construction in urbanized territories**

Abstract

Problem statement. Environmental Impact Assessment (EIA) is an integral part of each construction project. The reliability of the assessment is subject to mandatory State expertise. However, there is no one-size-fits-all approach to EIA development for urbanized territories. The EIA methodology requires sound formalization. The aim of the study is to create methodological bases for the development of EIA construction projects for urbanized areas, the task of the study is to develop assessment tools.

Results. The studies identified key methodological approaches and assessment tools. The system of methodological approaches to assessment includes the concepts of ecological reserve, degree of concentration, effect of ecological resonance, emergence of direct and indirect impact on the environment of man-made factors and others.

Conclusions. The need for a sound methodology for the development of EIA based on new methodological principles and methods of assessment is extremely relevant, as today there is no unified systematic approach to the assessment of the environmental impact of the construction facility on the environment of the urbanized territory.

Keywords: construction expertise, ecological passport of territories, ecological safety, degree of real estate concentration, ecological reserve, threshold of ecological safety.

References

1. Yablokov A. V., Levchenko V. F., Kerzhenov A. S. On the concept of «managed evolution» as an alternative to the concept of «sustainable development» // *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya*. 2017. № 2. P. 4–8.
2. Nault E., Jusselme T., Aguacil S., Andersen M. Strategic environmental urban planning – a contextual approach defining performance goals and informing decision-making // *Building and Environment*. 2020. T. 168. P. 106448.
3. Wang Y., Li Y., Xue Y., Martilli A., Shen J., Chan P. W. City-scale morphological influence in diurnal air temperature // *Building and Environment*. 2020. T. 169. P. 106527.
4. Efthimiou G. C., Venetsanos A., Andronopoulos S., Kovalets I. V., Argyropoulos C. D., Kakosimos K. E. Evaluation of an inverse modelling methodology for the prediction of a stationary point pollutant source in complex urban environments // *Ekologiya i razvitiye obshchestva*. 2018. T. 143. P. 107–119.
5. Nosek S., Kukačka L., Kluková Z., Jaňour Z., Fuka V. Street-canyon pollution with respect to urban-array complexity: the role of lateral and mean pollution fluxes // *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2018. V. 138. P. 221–234.
6. Nasonov A. N., Kulnev V. V., Grafkin M. V. Simulation of dynamics and forecast of ecological conditions of air environment of selitebic territories // *Ecology and development of society*. 2019. № 2 (29). P. 56–63.
7. Sushko V. A., Buchtiyarov I. N., Zubova O. G. Ecology as a factor of quality of life formation: methodology of sociological analysis // *Ecology and industry of Russia*. 2018. T. 22. № 2. P. 58–63.
8. Pisarenko P. V., Samoilik M. S., Plaksienko I. L., Kolesnikov L. A. Conceptual foundations for ensuring resource and environmental safety in the region // *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya*. 2019. № 2. P. 137–142.
9. Sokolskaya E. V., Kochurov B. I., Dolgov Yu. A., Lobkovsky V. A. Multi-factor model as the basis for environmental quality management of urbanized territories // *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya*. 2018. № 2. P. 26–34.
10. Vasenina I. V., Sushko V. A. Industrial ecology of the region and quality of life of the local population // *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2018. T. 22. № 11. P. 66–71.
11. Bolsherotov A. L., Bolsherotova L. V. Existing methods of assessment of environmental pollution and impact on it // *Zhilishchnoye stroitel'stvo*. 2012. № 11. P. 37–41.
12. Zharnicki V. J., Bolsherotova L. V. *Theory of Real Estate Management*. M. : BARK-91, 2015. 198 p.
13. Zharnicki V. J., Bolsherotova L. V., Andreev E. V. *Real Estate Management*. M. : IMHA named after K.A. Timiryazev. 2016. 137 p.

**ПРАВИЛА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СТАТЕЙ
ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В НАУЧНОМ ЖУРНАЛЕ
«ИЗВЕСТИЯ КАЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА»**

Статья должна быть набрана в программе Microsoft Word (версия не ранее MS Word 97). Файл, названный именем автора статьи, представить с расширением RTF.

Параметры страницы:

- размер страницы – 297×210 мм (формат А4);
- поля: сверху – 20 мм, снизу – 20 мм, слева – 30 мм, справа – 30 мм;
- ориентация страницы – книжная.

Параметры форматирования текста:

- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта – 11 пт;
- абзацный отступ – 10 мм (не задавать пробелами);
- выравнивание – по ширине;
- заголовки полужирным шрифтом, с выравниванием по центру;
- междустрочный интервал – одинарный.

При наборе статьи исключить автоматический перенос слов. Запрещено уплотнение интервалов шрифта.

Объем публикации – не менее 5 полных страниц и не более 10 страниц самого текста. Иллюстративный материал не должен перегружать статью (не более 4 рис.).

Таблицы создать средствами Microsoft Word и присвоить им имена: Таблица 1, Таблица 2 и т.д. Название таблицы с порядковым номером (или номер таблицы без названия) располагается над таблицей. Текст таблицы должен быть набран шрифтом размером 10 пт с одинарным междустрочным интервалом.

Иллюстрации представить в основных графических форматах (tif, jpg, bmp, gif) с именами Рис. 1, Рис. 2 и т.д. Все объекты должны быть черно-белыми (градации серого), четкого качества. Выравнивание – по центру. Рекомендуемое разрешение – 300 dpi. Названия иллюстраций и подписи к ним набираются шрифтом размером 10 пт с одинарным междустрочным интервалом. **Не допускается** выполнение рисунков в редакторе Microsoft Word. Минимальный размер иллюстраций – 80×80 мм, максимальный – 170×240 мм.

Все формулы и символы набирать только в Microsoft Word. Для набора тех формул, которые невозможно набрать в Word, использовать встроенный в Microsoft Word редактор формул Microsoft Equation или Math Type. Формулы в статье, подтверждающие физическую суть исследования (процесса), представляются без развернутых математических преобразований. Формулы компонуются с учетом вышеуказанных полей (при необходимости использовать перенос формулы на следующую строку), помещаются по центру строки, в конце которой в круглых скобках ставится порядковый номер формулы (формулы и их порядковые номера – в таблицах с невидимыми границами). Ссылку на номер формулы в тексте также следует брать в круглые скобки. Следует применять физические величины, соответствующие стандарту СТ СЭВ 1052-78 (СН 528-80).

Иллюстрации, формулы, таблицы и ссылки на цитированные источники, встречающиеся в статье, должны быть пронумерованы в соответствии с порядком цитирования в тексте. При этом, ссылка на литературные источники берётся в квадратные скобки.

Уникальность текста статьи должна составлять не менее 75 %.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК 691.33

Иванов Иван Иванович

кандидат технических наук, доцент

E-mail: ivanov@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

разделительный интервал

Современные строительные материалы

разделительный интервал

Аннотация

Текст аннотации (15-20 строк)

Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, карбамидные пенопласты, модификация.

разделительный интервал

Текст статьи

разделительный интервал

Список библиографических ссылок

разделительный интервал

Ivanov Ivan Ivanovich

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: ivanov@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

разделительный интервал

Modern building material

разделительный интервал

Abstract**Текст abstract** (15-20 строк)**Keywords:** thermal insulating materials, of carbamide foams, updating.
разделительный интервал**References**

*Перечень ссылок, переведённый на английский язык (названия издательств, журналов и фамилии не переводить – писать в латинской транскрипции).

Перечень библиографических ссылок обязателен!**Библиографические ссылки представить в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.****Примеры:**

1. Благовещенский Ф. А., Букина Е. Ф. Архитектурные конструкции. М. : Архитектура-С, 2011. 232 с.
2. Строганов В. Ф., Сагадеев Е. В. Введение в биоповреждение строительных материалов. Казань, 2015. С. 156–161.
3. Рахимов Р. З., Рахимова Н. Р., Гайфуллин А. Р., Морозов В. П. Дегидратация глин различного минерального состава при прокаливании // Известия КГАСУ. 2016. № 4 (38). С. 388–394.
4. Тезисы докладов : сб. научных трудов 68-й Всероссийской научной конференции, Казань, 2016. 357 с.
5. Абдрахманова Л. А., Ашрапов А. Х., Низамов Р. К., Хозин В. Г. Структурные факторы деформирования и разрушения нанокompозитов на основе поливинилхлорида : сб. ст. VIII академических чтений РААСН – Международной научно-технической конференции / КГАСУ. Казань, 2014. С. 8–11.
6. Способ изготовления стальной опоры многогранного сечения : пат. 2556603 Рос. Федерация. № 2014121172/03 ; заявл. 26.05.14 ; опубл. 10.07.15, Бюл. № 19. 5 с.
7. Доклад начальника Главного управления по делам печати Н. Татищева министру внутренних дел, 1913 г. // РГИА, Ф. 785. Оп. 1. Д. 188. Л. 307.
8. Гущин Б. П. Журнальный ключ : статья // ПФА РАН. Ф. 900. Оп. 1. Ед. хр. 23. 5 л.
9. Теория машин // PROGNOSIS.RU : ежедн. интернет-изд. 2010. URL: <http://www.prognosis.ru/logos.html> (дата обращения: 02.12.2016).

Примеры перевода перечня ссылок на английский язык:

1. Blagoveshchenskiy F. A., Bukina Ye. F. Architectural construction. M. : Architectura-C, 2011. 232 p.
2. Stroganov V. F., Sagadeyev Ye. V. Introduction to biodamage of building materials. Kazan, 2015. P. 156–161.
3. Rakhimov R. Z., Rakhimova N. R., Gayfullin A. R., Morozov V. P. Dehydration of clay of different mineral composition on ignition // Izvestiya KGASU. 2016. № 4 (38). P. 388–394.
4. Thesises of reports : proceedings of the 68th All-Russian scientific conference, Kazan, 2016. 357 p.
5. Abdrakhmanova L. A., Ashrapov A. Kh., Nizamov R. K., Khozin V. G. Structural factors of deformation and destruction of nanocomposites based on polyvinylchloride : dig. of art. VIII academic readings of RAACS – International scientific-technical conference / KGASU. Kazan, 2014. P. 8-11.
6. A method of making steel support of multi-faceted cross-section : patent 2556603 of the Rus. Federation. № 2014121172/03 ; decl. 26.05.2014; publ. 10.07.2015. Bull. in № 19. 5 p.
7. Report of chief of Central administrative of the Press N. Tatischev to the Minister of Internal Affairs, 1913 y. // RGIA, F. 785. Op. 1. D. 188. L. 307.
8. Guschin B. P. Journal key : article // PFA RAS. F. 900. Op. 1. St. un. 23. 5 sh.
9. Theory of machines // PROGNOSIS.RU : daily. internet-edit. 2010. URL: <http://www.prognosis.ru/logos.html> (reference date: 02.12.2016).

В список библиографических ссылок вносятся только опубликованные работы.

Название статьи должно отражать основную идею выполненного исследования, быть по возможности кратким. Аннотация (1 абзац от 500 до 1000 знаков с пробелами) должна ясно излагать содержание статьи и быть пригодной для самостоятельного опубликования.

В разделе «**Введение**» рекомендуется указать нерешенные ранее вопросы, сформулировать и обосновать цель работы и, если необходимо, рассмотреть ее связь с важными научными и практическими направлениями. Могут присутствовать ссылки на публикации последних лет в данной области, включая зарубежных авторов.

Основная часть статьи должна подробно освещать содержание исследований, проведенных автором (авторами). Полученные результаты должны быть освещены с точки зрения их научной новизны и сопоставлены с соответствующими известными данными. Основная часть статьи должна делиться на подразделы (с разъяснительными заголовками) и содержать анализ последних публикаций, посвященных решению вопросов, относящихся к данным подразделам.

В разделе «**Заключение**» должны быть в сжатом виде сформулированы основные полученные результаты с указанием их новизны, преимуществ и возможностей применения.

Язык публикации: русский или английский.

Подробные требования размещены на сайте журнала!

Если статья была или будет направлена в другое издание, необходимо сообщить об этом редакции. Ранее опубликованные статьи к рассмотрению не принимаются.

От авторов в редакцию журнала предоставляются следующие материалы:

- Два экземпляра статьи в четко распечатанном виде;
- Электронный вариант (Электронная версия статьи должна соответствовать варианту на бумажном носителе);
- Две рецензии (соответствующего уровня) от двух независимых организаций;
- Экспертное заключение о возможности опубликования, оформленное в организации, откуда исходит рукопись;
- Сопроводительное письмо в предлагаемой форме (см. сайт).

Материалы к публикации вложить в полиэтиленовый файл.

Датой поступления статьи считается день представления последнего из вышеуказанных материалов.

Представленные авторами научные статьи направляются на независимое закрытое рецензирование специалистам по профилю исследования, членам редакционной коллегии. Основными критериями целесообразности публикации являются новизна полученных результатов, их практическая значимость, информативность. В случае, когда по рекомендации рецензента статья возвращается на доработку, датой поступления считается день получения редакцией ее доработанного варианта. К доработанной статье в обязательном порядке прикладываются ответы на все замечания рецензента. Статьи, получившие отрицательные заключения рецензентов и не соответствующие указанным требованиям, решением редакционной коллегии журнала не публикуются и не возвращаются (почтовой пересылкой). Редакционная коллегия оставляет за собой право на редактирование статей с сохранением авторского варианта научного содержания.

Журнал «Известия КГАСУ» выходит 4 раза в год, тиражом 500 экз. Журнал является подписным изданием и включен в общероссийский каталог ОАО Агентства «РОСПЕЧАТЬ», индекс издания – 36939.

Авторы, являющиеся членами редколлегии и (или) подписчиками журнала, имеют преимущественное право на опубликование своих статей.

СТАТЬИ ПУБЛИКУЮТСЯ БЕСПЛАТНО.

Научная статья в полном объеме будет также размещена на официальном сайте «Известия КГАСУ» – электронном научном издании (ЭНИ) <http://izvestija.kgasu.ru/> (Свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС 77-31046 от 25.01.2008).

Все материалы направлять по адресу: 420043, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1, ОПИР, комн. 79. Телефон (843) 510-46-39, 236-26-88 (тел./факс). E-mail: patent@kgasu.ru.

Банковские реквизиты:

КГАСУ

420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1

ИНН 1655018025 КПП 165501001

Сч. 40501810292052000002

в ГРКЦ НБ РТ Банка России г. Казань

БИК 049205001

Л/с 20116X06860

Указать назначение платежа: Код дохода: 0000000000000000130 реализация изд. деят-ти.

Известия КГАСУ
2020 г., № 2 (52)

Гл. редактор: Низамов Р.К.
Учредитель и издатель:
ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»

Макет и редактирование: Бибикина А.Р.

Адрес редакции: 420043, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1
Тел. для справок: (843) 510-46-39
Адрес издателя: 420043, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Журнал зарегистрирован: Регистр. ПИ № ФС77-25136
Электронное периодическое издание: <http://izvestija.kgasu.ru> Регистр. Эл № ФС 77-31046
Федеральная служба
по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций
и охране культурного наследия.
Индекс издания – 36939
Общероссийский каталог ОАО Агентства «РОСПЕЧАТЬ»
Распространение: свободная цена

Подп. к печати 30.06.2020	Формат 60×84/8
Заказ 70	Бумага тип. № 1
Усл.-печ. л. 29,3	Уч.-изд. л. 29,8
Тираж 500 экз.	
I завод-100	

Дата выхода в свет: 03.07.2020

Отпечатано в Издательстве КГАСУ: 420061, г. Казань, ул. Н. Ершова, д. 31Б